

レーザー科学研究所
令和7年度（2025年度）

共同利用・共同研究成果報告書
（令和7年4月-令和8年3月）

ILE Annual Report of Collaborative Research
April 2025 - March 2026

はじめに

大阪大学レーザー科学研究所は、1972年に大阪大学工学部附属施設として発足し、1976年には全国共同利用施設としてレーザー核融合研究センターが設置されました。2026年は、全国共同利用組織としての設置から50周年という大きな節目の年にあたります。本研究所では、この節目を見据え、2022年度から2026年度までを「NEXT50事業年」と位置づけ、次の50年に向けた新たな挑戦を進めています。

本研究所は、最先端レーザー技術を基盤として、基礎から応用に至る幅広い研究・教育を推進し、国内外の大学・研究機関との連携を通じて学術の発展に貢献してきました。2022年度からは、文部科学省共同利用・共同研究拠点事業のもと、「高エネルギー密度科学先端研究拠点」として、世界を先導する国際研究拠点の形成に取り組んでいます。レーザー科学、レーザー核融合、光材料・光デバイス工学、テラヘルツフォトニクス、パワーフォトニクスなど多様な分野で研究を展開するとともに、デジタルトランスフォーメーション（DX）を活用した知の共創とイノベーション創出にも取り組んでいます。本報告書は、これらの拠点活動および共同研究の成果を取りまとめたものです。

本研究所では、共同利用・共同研究拠点事業をさらに推進するため、2022年に附属マトリクス共創推進センターを設置し、学際連携、国際連携、施設連携、産学連携を一体的に推進してきました。その一環として、ルーマニアの「ハイパワーオプティクスセンター（COMP）」が2025年末に着工し、2027年の竣工に向けて計画が本格始動しています。また、2025年には京都大学に、2026年には東北大学に連携オフィスを設置し、大学間・コミュニティ間連携の強化を進めています。

また、2026年4月には、文部科学省共同利用・共同研究システム形成事業に採択され、「繰り返しパワーレーザー適応型診断・制御共同利用基盤（ARGUS）」の整備を開始しました。本事業では、AIによる自律制御やデータ標準化を通じて、パワーレーザー実験のDX化を推進し、専門外の研究者にも利用しやすい「データ駆動型」研究基盤の構築を目指しています。

さらに、2023年に策定された内閣府「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略」において、本研究所はイノベーション拠点の一つとして位置づけられました。これを受け、一昨年度に続き昨年度末にも内閣府補正予算が措置され、次期大型繰り返しレーザー装置の実現に向けた取り組みが本格化しています。

2026年度も、「高エネルギー密度科学先端研究拠点」としての活動を継続するとともに、「多様な知が活躍できるパワーレーザー国際共創プラットフォーム：J-EPoCH計画」（ロードマップ2023採択、2026年度更新申請中）の実現に向け、引き続き尽力してまいります。その一環として、大型高繰り返しパワーレーザーシステムの早期実現にも取り組んでいきます。

本研究所は、レーザー科学および高エネルギー密度科学のさらなる発展を牽引するとともに、多様な研究コミュニティの期待に応える国際研究拠点を目指し、共同研究者の皆様とともに新たな学術領域の開拓と社会への貢献に取り組んでまいります。

今後とも、当拠点の活動に対する皆様のご理解とご支援を賜りますよう、心よりお願い申し上げます。

令和8年6月
大阪大学レーザー科学研究所長 児玉 了祐

目次 INDEX

レーザー宇宙物理学 Laser Astrophysics

2025A1-001ALBERTAZZI	Structure of High Velocity Radiative Shocks from optically Thin to Thick	BRUNO ALBERTAZZI	Laboratoire LULI, CNRS, CEA, Ecole Polytechnique, UPMC, Univ Paris 06: Sorbonne Universites, Institut	P.9
2025A1-004CIARDI	Energetic ions and plasma instabilities in magnetised precursors.	Andrea Ciardi	Sorbonne University and Paris Observatory	P.10
2025A1-018MORITA	Verification of Magnetic Reconnection Rate and Fast Energy Conversion Mechanism	Taichi Morita	Faculty of Engineering Sciences, Kyushu University	P.11
2025A1-020KURAMITSU	Model experiment of cosmic ray spallation with an intense laser	Yasuhiro Kuramitsu	School of Engineering, Osaka University	P.12
2025A1-024MATSUKIYO	Space plasma shock experiment using light gas plasma	Shuichi Matsukiyo	九州大学	P.13
2025A1-036SANO	Experimental verification of the formation conditions for collisionless electrostatic shock	Takayoshi Sano	Institute of Laser Engineering	P.14
2025A1-2024023RILEY	Photoionized laboratory plasmas of astrophysical relevance	David Riley	Queen's University Belfast	P.15
2025B2-011IWAMOTO	Study on propagation process of intense coherent electromagnetic waves in magnetized plasmas	Masanori Iwamoto	京都大学基礎物理学研究所	P.16
2025B2-044MIZUTA	Development of Reconstruction Methods for Electromagnetic Field Structures in Laser Produced Plasma	Akira Mizuta	理化学研究所開拓研究本部	P.17
2025B2-052OHIRA	Numerical Investigation of Weibel Instabilities in Collisionless Shock Foot Region	Yutaka Ohira	The University of Tokyo	P.18
2025B2-057TANAKA	Preparation to laser experiments of induced Compton Scattering	Shuta Tanaka	青山学院大学 理工学部	P.19
2025B2-058YAMAZAKI	Data analysis and theoretical interpretation of experimental results of magnetized collisionless shocks	Ryo Yamazaki	青山学院大学・理工学部	P.20
2025B2-059FUKUDA	Ion acceleration using collisionless shocks produced in nonequilibrium plasmas	Yuji Fukuda	Kansai Institute for Photon Science (KPSI), National Institutes for Quantum Science and Technology	P.21
2025B2-062MAEDA	Analysis on dynamics of nuclear burning plasma by using simulation	Keiichi Maeda	京都大学・理学研究科	P.22
2025B2-070UCHIDA	Ground-based experiment of charge exchange reactions using a large laser device and construction of an astronomical radiation model	Hiroyuki Uchida	Kyoto University	P.23

超高压物性・惑星物理学 High Pressure/Laser Earth & Planetary Science

2025A1-002MORACE	Proton Fast Ignition Integrated Experiment	Alessio Morace	Institute of Laser Engineering	P.24
2025A1-021BERTHE	SiCLAMEN-Gekko : Towards Real HyperVelocityImpact using Shock Produced by Laser Plasma. Application to debris protection, planetary defense and soil hydration by impacts.	Laurent Berthe	CNRS	P.25
2025A1-032BATANI	Studies of Equation of State of cubic Boron Nitride and Amorphous Carbon in extreme conditions	Katarzyna Batani	Institute of Plasma Physics and Laser Micorfusion	P.26
2025A1-045SATO	Investigation of physical properties of silicate melt by radiation spectra measurements	Tomoko Sato	高エネルギー加速器研究機構	P.27
2025B2-048SAKAIYA	Estimation of shock metamorphism using X-ray diffraction	Tatsuhiko Sakaiya	大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻	P.28

超高強度磁場科学 High Magnetic Field Science

2025A1-017JI	Investigation of Electron Acceleration from Low-beta Magnetic Reconnection using Short-Pulse Laser-Driven Capacitor-Coil Targets	Hantao Ji	Princeton University	P.29
2025A1-019GAO	Thomson Scattering and Interferometry Measurements to Characterize Magnetically Driven Reconnection at Low Beta Using Capacitor Coil Targets Powered by Short-Pulse Lasers	Lan Gao	Princeton Plasma Physics Laboratory	P.30
2025A1-022ZHANG	Characterization of magnetic field generation by short-pulse-powered capacitor-coil targets using the LFEX lasers	Yang Zhang	Princeton University	P.31
2025B2-068KOJIMA	Ultrafast dynamics of critical density surfaces due to relativistic radiation pressure sustained for multi-picoseconds	Sadaoki KOJIMA	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 関西光量子科学研究所	P.32

量子ビーム科学 Quantum Beam Science

2025A1-007ARIKAWA	Ultra-high intensity focusing of LFEX by a post compressor	Yasunobu Arikawa	大阪大学レーザー科学研究所	P.33
2025A1-009LAN	KeV resonance spectroscopy of cryogenic samples using laser-driven neutrons	ZECHEN LAN	量子科学技術研究開発機構 関西光量子科学研究所	P.34
2025A1-016BARDON	Energy bunching and acceleration enhancement of laser-driven proton and alpha particle beams using helical coil targets with tube	Matthieu Bardon	CELIA laboratory (University of bordeaux)	P.35
2025A1-029HAYAKAWA	The study of nuclear astrophysics and medical applications using laser driven neutrons	Takehito Hayakawa	量子科学技術研究開発機構	P.36
2025A1-046ABE	Development of short-pulsed point neutron sources based on monodirectional-drive ICF	Yuki Abe	大阪大学大学院工学研究科	P.37
2025B2-033HATA	Ionization physics and its control on ultrahigh intense laser ion acceleration	Masayasu Hata	量子科学技術研究開発機構・関西光量子科学研究所	P.38
2025B2-034SAWADA	Characterization of LFEX laser-generated fast electrons via modeling angular-dependent bremsstrahlung measurements	Hiroshi Sawada	University of Nevada Reno	P.39
2025B2-069NAKAMURA	Development of a micrometer spatial resolution detector by using multi mode fiber imaging	Tomoya Nakamura	産業科学研究所	P.40
2025B2-086MIYAMOTO	Online reading of photostimulable phosphors for integrated detection of high energy radiation	Shuji Miyamoto	Institute of Laser Engineering	P.41
2025B2-089ABE	Study on laser-driven repetitive ion acceleration using liquid jet targets	安部勇輝	大阪大学大学院工学研究科	P.42

プラズマ科学 Plasma Science

2025A1-005BATANI	Investigation of low-density foam targets as advanced proton sources driven by relativistic laser pulses	BATANI Dimitri	University of Bordeaux	P.43
2025A1-010SIMPSON	Focusing and light-ion acceleration through multi-picosecond pulse shaping	Raspberry Simpson	Lawrence Livermore National Laboratory	P.44
2025A1-015CRISTOFORETTI	Investigation of Laser-Plasma Instabilities in long plasmas and ICF laser intensities	Gabriele Cristoforetti	Istituto Nazionale di Ottica, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Italy	P.45
2025A1-025KOENIG	Enhancement of X-ray Thomson Scattering Capability for Probing Astronomical-Relevant and Fusion Plasmas	Michel KOENIG	Laboratoire LULI Ecole Polytechnique	P.46
2025A1-026SHIGEMORI	Realization of fusion ignition with multi-scale shock wave control - Optimization of ultra-high pressure shock wave generation and propagation by controlling laser-plasma interactions -	SHIGEMORI, Keisuke	大阪大学レーザー科学研究所	P.47
2025A1-030PEREZ	L-shell opacity measurement for astrophysical applications	Frédéric PEREZ	Laboratoire pour l'Utilisation des Lasers Intenses (LULI), Ecole Polytechnique, France	P.48
2025A1-038JOHZAKI	Collimation of laser-accelerated relativistic electron beams by using compound parabolic concentrator	Tomoyuki JOHZAKI	広島大学大学院先進理工系科学研究科	P.49
2025A1-041WOOLSEY	Investigation of early-stage hydrodynamic perturbations and evolution via x-ray phase contrast imagin	Nigel Woolsey	University of York	P.50
2025B1-009HABARA	Ni plasma ablation taking into account of radiation transport for collimation of fast electron beam	Hideaki Habara	Graduate School of Engineering, Osaka University 大阪大学大学院工学研究科	P.51
2025B2-016SAWADA	Development of an XFEL platform for high-power laser-irradiated nanowire arrays	Hiroshi Sawada	University of Nevada Reno	P.52
2025B2-017SHIROTO	Theoretical and numerical investigation on quasi-isentropic compression of solid ball targets	Takashi Shiroto	Department of Physics, Nagoya University	P.53
2025B2-024SUGIMOTO	Theoretical Simulation Study for Highly Focused kJ/PW Laser Driven High Energy Photon and Positron Beam Generation	Kaoru Sugimoto	京都大学基礎物理学研究所	P.54
2025B2-026DHUMIERES	Theoretical study of efficiency of laser proton acceleration with kJ/PW laser light	Emmanuel d'Humieres	Graduate Program in Light Sciences and Technologies, University of Bordeaux	P.55
2025B2-027AREFIEV	Theoretical study of efficient hole-boring of kJ/PW laser light in inhomogeneous plasmas	Alexey Arefiev	Department of Mechanical Engineering, UCSD	P.56
2025B2-028SAWADA	Investigating the Dynamics of Laser Isochoric Heating with XFEL(SACLA)	Hiroshi Sawada	University of Nevada Reno	P.57
2025B2-030JOHZAKI	Effects of Fusion Products Transports in Ignition Burn Processes of Fast Ignition Laser Fusion Fuels	Tomoyuki JOHZAKI	広島大学・大学院先進理工系科学研究科	P.58

2025B2-032NAKATA	Formation and interaction of Beltrami magnetic fields in high energy density plasmas	Motoki Nakata	Faculty of Arts and Sciences, Komazawa University	P.59
2025B2-035SAWADA	Development of Dual X-ray and Proton Radiography for Direct Drive Fast Ignition Cone-Sphere Targets	Hiroshi Sawada	University of Nevada Reno	P.60
2025B2-037WU	Optimization of the implosion laser pulse for a solid target via machine learning	吴福源	Shanghai Jiao Tong University, China	P.61
2025B2-039ISAYAMA	Investigation of High-Energy Cosmic Ray Generation Mechanisms by Large-Amplitude Magnetohydrodynamic Waves	Shogo Isayama	九州大学総合理工学研究院	P.62
2025B2-040CAMPOS	Characterization of the initial linear transient phase in Richtmyer-Meshkov Instability	Francisco Cobos Campos	University of Castilla-La Mancha	P.63
2025B2-045HIGGINSON	Kinetic modeling of alpha particle energy transfer and transport in burning plasmas	Drew Higginson	Lawrence Livermore National Laboratory	P.64
2025B2-055NISHIUCHI	Investigation of the formation of high intensity laser produced highly charged heavy ion plasmas	Mamiko Nishiuchi	量子科学技術研究開発機構	P.65
2025B2-061TAGUCHI	Interaction between ultra-intense laser and plasmas	Toshihiro Taguchi	日本原子力研究開発機構 敦賀総合研究開発センター	P.66
2025B2-082YOSHIKAWA	Control of interface dynamics by laser-induced plasmas	Harunori YOSHIKAWA	同志社大学 理工学部	P.67
2025B2-085MATSUI	Generation and application of high energy density plasma by interaction between high intensity laser and structured medium -Generation of high intensity high order harmonics-	Ryutaro Matsui	京都大学大学院 エネルギー科学研究科	P.68
2025B2-094YUGAMI	Identification of electromagnetic wave frequency radiated from the transverse electric field and laser-generated relativistic ionization front	Noboru Yugami	宇都宮大学工学部	P.69
2025C-001HONDA	Workshop on Multiscale and Integrated Simulation of Fusion Plasmas	Mitsuru Honda	京都大学大学院工学研究科附属工学基盤教育研究センター	P.70

テラヘルツ光科学 Terahertz Science

2025B1-001ONO	Development of broadband antireflection structure in THz region	ONO SHINGO	名古屋工業大学大学院・工学研究科	P.71
2025B1-004NASHIMA	Development of broadband terahertz-time domain spectroscopy system using spintronic terahertz devices	菜嶋茂喜	Osaka Metropolitan University	P.72
2025B1-005MATSUI	Terahertz fast switching utilizing organic semiconductors	Tatsunosuke Matsui	三重大学 大学院工学研究科 電気電子工学専攻	P.73
2025B1-010TANI	Research and development of technology for improving the performance of terahertz time-domain spectroscopy	Masahiko TANI	福井大学・遠赤外領域開発研究センター	P.74
2025B1-011MINAMI	Evaluation of Electronic Properties of Superionic Conductors Using Terahertz Time Domain Ellipsometer 2	Yasuo Minami	日本大学 生産工学部	P.75
2025B2-001KOMATSU	Development of Terahertz gas sensing using MLD-TDS	Keiji Komatsu	国立大学法人長岡技術科学大学・工学研究院 (物質生 物工学分野)	P.76
2025B2-010MAKINO	Development of terahertz material characterization toward 6G telecommunication technology	Kotaro Makino	産業技術総合研究所	P.77
2025B2-020ASAKAWA	generation of ps sheet-like electron bunch and its application to THz wave source	Makoto Asakawa	関西大学 システム理工学部 物理・応用物理学科	P.78
2025B2-042NASHIMA	Fabrication of metal hole with sharp transmission spectra in terahertz region	菜嶋茂喜	Osaka Metropolitan University	P.79
2025B2-043SAKAI	Fabrication of polymer membrane using plasma polymerization	Kenji Sakai	Faculty of Science and Engineering, Doshisha University	P.80
2025B2-060FURUYA	Development of multi-spectral analysis technique for high-precision analysis of waste plastics	FURUYA Takashi	国立大学法人 福井大学 遠赤外領域開発研究セン ター	P.81
2025B2-071MORITA	Novel Higher-Order Spin States with Focused Higher-Order Photons	KEN MORITA	Chiba University	P.82
2025B2-075KUWASHIMA	Simultaneity of laser modes in laser chaos through plasmon antenna	Fumiyoshi Kuwashima	福井工業大学	P.83
2025B2-076KUWASHIMA	Low cost and stable CW-THz spectroscopy for volcanic ash	Fumiyoshi Kuwashima	福井工業大学	P.84
2025B2-078KOBAYASHI	Selective Decontamination of Tritium in Radioactive Water Using Terahertz and Ultraviolet Light	Kaori Kobayashi	University of Toyama	P.85
2025B2-084WADATI	Searching for laser-induced magnetization reversal using terahertz light	Hiroki Wadati	兵庫県立大学 大学院理学研究科	P.86
2025B2-087MARUYAMA	Crystal phase identification and imaging of biominerals by terahertz spectroscopy	Maruyama Mihoko	大阪大学大学院工学研究科	P.87
2025B2-091NAKAOKA	Developing High-Rigidity Spectroscopic Filters for Mid- and Far-Infrared Astronomy	Toshihiro Nakaoka	上智大学・理工学部	P.88

パワーレーザー科学 Power Laser Science

2025B2-008FUJITA	Research on development, control, applications of quantum beam sources	Masayuki Fujita	レーザー技術総合研究所	P.89
2025B2-019TOKITA	Development of Faraday Rotor for Next-Generation High-Power Lasers	Shigeki Tokita	京都大学 化学研究所 附属先端ビームナノ科学センター	P.90
2025B2-080TOKUMOTO	Development of New Soil Moisture Detection System by Neutrons	Ieyasu Tokumoto	Saga University	P.91

光学材料 Laser&Optical Material

2025B1-002RADUBAN	Exploring zinc oxide thin films for the detection of high-energy radiation	Mariou Cadatal RADUBAN	Unitec Institute of Technology	P.92
2025B1-006YOSHINO	Synthesis and luminescence properties of (Gd, Y, Lu) ₃ (Ga, Al) ₅ O ₁₂ :Ce, Tb garnet-type scintillators	Masao Yoshino	Tohoku University, New Industry Creation Hatchery Center	P.93
2025B1-007MURATA	Improvement on characteristics of Pr ³⁺ -doped glass scintillator for neutron detector	Takahiro Murata	熊本大学・大学院先端科学研究部	P.94
2025B1-008RADUBAN	High pressure effects in wide band gap fluoride crystals	Mariou Cadatal RADUBAN	Unitec Institute of Technology	P.95
2025B2-018SASAKI	Statistical simulation of optical material and its application	Sasaki Akira	量子科学技術研究開発機構	P.96
2025B2-025UMEMURA	Measurements on refractive indices of optical materials in the vacuum UV	Nobuhiro Umemura	Chitose Institute of Science and Technology	P.97
2025B2-031YOSHIKAWA	Production of Organic Functional Crystals by Using Intensive Lasers	Hiroshi Yoshikawa	大阪大学大学院工学研究科物理学系専攻	P.98
2025B2-046MIYABARA	Reevaluation of Ceramic Product Distribution in East Asia through Imaging Spectroscopy Analysis	Gyo MIYABARA	大阪大学人文学研究科	P.99
2025B2-047YOSHIDA	Development of discolored glazes	Yoshida Hideki	長崎県産業技術センター 陶磁器科	P.100
2025B2-049UEMOTO	First-principles electron dynamics simulation of solid material for dielectric mirror	Mitsuharu Uemoto	神戸大学 大学院工学研究科	P.101
2025B2-050TANAKA	Analysis of the elemental and electronic structure of the steel from folk tools made by the blacksmith	Tanaka Shin-ichiro	大阪大学産業科学研究科	P.102
2025B2-053YOKOTA	Growth and evaluations of optical properties of novel oxide single crystals with high melting point	Yuui Yokota	Institute for Materials Research, Tohoku University	P.103

2025B2-064TSURI	Crystallization control of low molecular weight organic compounds using short pulse laser	Yuka Tsuru	奈良先端科学技術大学院大学	P.104
2025B2-073MORI	Development of high-quality optical borate crystals	Yusuke Mori	大阪大学大学院工学研究科電気電子情報通信工学専攻	P.105
2025B2-074IWASA	Long-term stability of optics for UV irradiation	Yuki Iwasa	産業技術総合研究所 計量標準総合センター	P.106
2025C-002KAWAZOE	Prediction of physical properties of SrxCa1-xF2 mixed crystal	Yoshiyuki Kawazoe	東北大学	P.107

物理インフォマティクス Physics Informatics

2025B2-002SETO	Applications of stochastic ray tracing to a gradient-index medium	Keita Seto	Tsuruga Comprehensive R&D Center, Japan Atomic Energy Agency	P.108
----------------	---	------------	--	-------

一般共同研究 General Subjects

2025A1-027TREMSIN	Optimization and testing of neutron spectroscopic imaging at a laser driven neutron source	Anton Tremsin	University of California at Berkeley	P.109
2025A1-031KOBAYASHI	Experimental verification of direct energy conversion from high-energy plasma	Kento Koba	Interdisciplinary Graduate School of Engineering and Sciences, Kyushu University	P.110
2025B1-003JOHZAKI	Effects of Heterogeneity of DT Mixing Ratio on Implosion and Burn Characteristics	Tomoyuki JOHZAKI	広島大学・大学院先進理工学科学研究科	P.111
2025B2-003SANO	Particle acceleration in the mutual collision of collisionless shocks	Takayoshi Sano	Institute of Laser Engineering, Osaka University	P.112
2025B2-004OGINO	Development of novel optical materials by layered mixed-anion compounds	HIRAKU OGINO	産業技術総合研究所 エレクトロニクス・製造領域 電子光基礎技術研究部門	P.113
2025B2-005SHOJI	Application of Plasmonic Optical Tweezers in Photofixation of Nanobead Assemblies	Tatsuya Shoji	神奈川大学 理学部理学科	P.114
2025B2-006INUBUSHI	Ultrafast time-evolution of inner-shell-ionized plasma and its applications	Yuichi Inubushi	公益財団法人高輝度光科学研究センター・XFEL利用研 究推進室	P.115
2025B2-007INUBUSHI	Study on interaction between matters and high-intensity X-ray lasers	Yuichi Inubushi	公益財団法人高輝度光科学研究センター・XFEL利用研 究推進室	P.116
2025B2-009HARA	Simulation of beta-ray induced X-ray from materials having tritium	Masanori HARA	富山大学 学術研究部 理学系	P.117
2025B2-012TANAKA	Work function measurement of material surface for negative hydrogen ion beam production	tsui	大阪大学レーザー科学研究所	P.118
2025B2-014MORI	Space propulsion by EUV ablation and its application to the space debris trajectory transfer	Koichi Mori	Department of Aerospace Engineering Osaka Metropolitan University	P.119
2025B2-015MATSUOKA	Vortex solution in relativistic hydrodynamics and its applications	Chihiro Matsuoka	大阪公立大学大学院・工学研究科	P.120
2025B2-021YAMADA	Development of Diamond Capsule for Direct Irradiation Laser Fusion	Hideaki Yamada	産業技術総合研究所 先進パワーエレクトロニクス研 究センター	P.121

2025B2-022SERITA	Development of Point Terahertz Sources and Applications in Biosensing	Kazunori Serita	Graduate School of Information, Production, and Systems, Waseda University	P.122
2025B2-023OHNISHI	Development of Novel Deep Ultraviolet Surface-Emitting Laser Using Borate Optical Crystals	Ohnishi Kazuki	三重大学 半導体・デジタル未来創造センター	P.123
2025B2-029TANAKA	Analysis of impurity gases produced from laser-matter interaction in laser fusion experiments	Masahiro Tanaka	自然科学研究機構核融合科学研究所・研究部	P.124
2025B2-036MAEKAWA	Vibration reduction and refrigeration efficiency improvement of cryocooler for laser fusion cryogenic target cooling	Ryuji Maekawa	Research Accelerator Division, Oak Ridge National Laboratory	P.125
2025B2-038LEE	Fabrication and Evaluation of Japanese Traditional Pattern (Hishi Pattern) as a THz-SRR Pattern	Sang-Seok Lee	Tottori University	P.126
2025B2-041FURUTA	THz Spectroscopic Investigation of Electrical Properties of CNT forest Films	Hiroshi Furuta	高知工科大学	P.127
2025B2-051ODA	Development of real-time target control system for application of repetitive-pulse high-power laser	Yasuhisa Oda	摂南大学 理工学部 機械工学科	P.128
2025B2-054MASADA	Development of Sub-grid scale Transport Model for Stellar Thermal Convection	Youhei Masada	福岡大学理学部物理科学科	P.129
2025B2-056HATANO	Development of Tritium Recovery Method by Laser Irradiation	Yuji Hatano	Department of Quantum Science and Energy Engineering, Graduate School of Engineering, Tohoku	P.130
2025B2-063KAWAMURA	First-principles calculations on point defect in the nonlinear optical crystal CsLiB6O10	Takahiro Kawamura	三重大学大学院工学研究科	P.131
2025B2-065KOGA	Investigation of lasers as target propellant for injection systems	Mayuko Koga	Graduate School of Engineering, University of Hyogo	P.132
2025B2-066KOGA	Study of injection conditions for fast ignition fuel targets using orbit prediction	Mayuko Koga	Graduate School of Engineering, University of Hyogo	P.133
2025B2-067KOGA	Study on attitude control of fast ignition targets	Mayuko Koga	Graduate School of Engineering, University of Hyogo,	P.134
2025B2-072HIRANO	Fundamental research on non-destructive inspection of superconducting wire joints using magneto-optical techniques	NAOKI HIRANO	自然科学研究機構 核融合科学研究所	P.135
2025B2-077SHIMAZDU	Exploration of Spectroscopic Analysis Methods for Scale Insect-Based Red Dyes	Yoshiko Shimazdu	国立歴史民俗博物館・研究部	P.136
2025B2-079SUNAHARA	Numerical modeling of plasma facing materials	Atsushi Sunahara	Center for Materials Under Extreme Environments (CMUXE), School of Nuclear Engineering, Purdue	P.137
2025B2-081HORIAI	Crystal growth and luminescence characterization of Fe ³⁺ /Cr ³⁺ doped eutectic phosphors for high power and wideband NIR LED light source	Takahiko Horiai	東北大学未来科学技術共同研究センター	P.138
2025B2-083SHIBATA	Conditions on pulse lasers to remove small space debris	Kazunori Shibata	Institute of laser engineering	P.139
2025B2-088YANO	Fundamental Development of Microparticle Capture System through Hypervelocity Impact Simulations and Experiments at >10 km/s	Hajime YANO	Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency	P.140
2025B2-092KOGA	Measurement of Refractive Index and Dispersion for a Novel Refractive Index Evaluation Method	Mayuko Koga	Graduate School of Engineering, University of Hyogo	P.141
2025B2-093NAKAI	Development of a neutron imaging bubble detector	Mitsuo Nakai	福井工業大学・工学部 電気電子情報工学科	P.142

Structure of High Velocity Radiative Shocks from optically Thin to Thick

B. Albertazzi¹, M. Koenig¹, F. Lefevre¹, D. Opportus¹, G. Rigon¹, Y. Sakawa², T. Sano²

1) *1 LULI, CNRS, CEA, Ecole Polytechnique, UPMC, Univ Paris 06: Sorbonne Universités, Institut Polytechnique de Paris, F-91128 Palaiseau cedex, France, Japan, 2) Institute of Laser Engineering, Osaka University, Suita, Osaka 565-0871, Japan*

SUMMARY

Initially, we planned to study different aspects of a strong radiative shock and its interaction with a solid obstacle by changing the propagation medium density to modify its optical thickness, in order to complete data from a previous GEKKO experiment. Unfortunately we could not achieve the same laser intensity, so we decided to study the impact of 2ω and 3ω interaction on the propagation of a radiative shock. This is particularly useful to determine the amount of energy losses in several physical mechanisms such as hot electron generation. Our data indicates that a 40% losses is observed when using 2ω light compared to 3ω . This shows that it is better to use 3ω for Inertial Confinement Fusion conception.

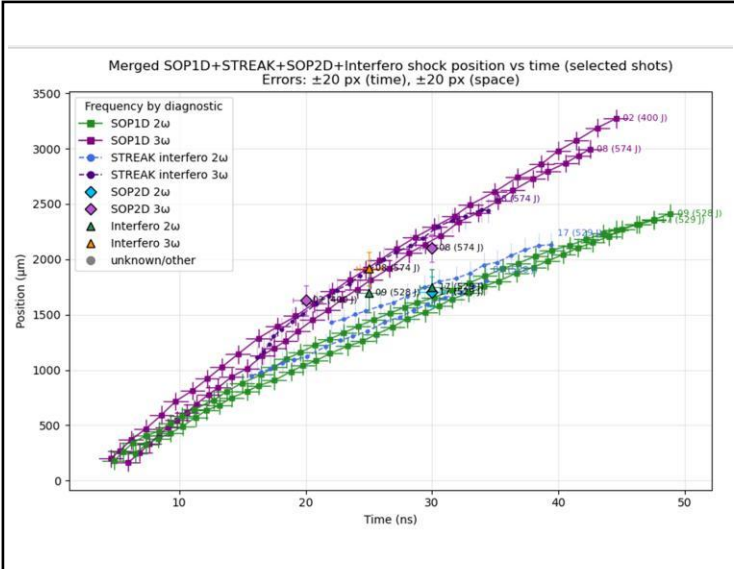


FIG. Typical data obtained during the experiment for 2ω and 3ω which track the position of the shock for both cases. As one can see, huge difference exists between both cases, which gives a difference of 40% in energy.

Energetic ions and plasma instabilities in magnetised precursors

A Ciardi¹, T. Seebaruth¹, Y. Toyoda², S. Yakura³, H. Kondo³, H. Kawakatsu³, T. Takezaki⁴, T. Morita⁵, Y. Sato⁶, K. Takahashi⁶, K. Koba⁶, T. Ogawa⁶, R. Shiiba⁶, S. J. Tanaka³, S. Isayama⁵, S. Matsukiyo⁵, K. Sakai⁷, K. Tomita⁸, R. Yamazaki³, T. Iizuka², D. Kita², R. Tanigo², R. Tsuchihashi², T. Sano², Y. Sakawa²

1) Sorbonne University, France, 2) Institute of Laser Engineering, Osaka University, Japan 3) Department of Physical Sciences, Aoyama Gakuin University, Japan. 4) Faculty of Engineering, University of Toyama, Japan. 5) Faculty of Engineering Sciences, Kyushu University, Japan. 6) Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu University, Japan. 7) National Institute for Fusion Science, Japan. 8) Division of Quantum Science and Engineering, Hokkaido University, Japan.

SUMMARY

We study the generation and propagation of energetic ions ahead of a shock front. These ions interact with and heat the upstream medium, and may drive plasma micro-instabilities, significantly affecting the shock structure and its precursor. The experiments aim to characterise the precursor region forming ahead of a laser-driven piston in a magnetised plasma, with the magnetic field aligned with the piston propagation. Particle-in-cell and magnetohydrodynamic simulations support the interpretation of the data, which show a long-lived population of energetic ions.

Thomson scattering measurements of ion features, as illustrated in the figure, indicate energetic particles extending up to 2 cm from the target, consistent with continuous injection from the shock.

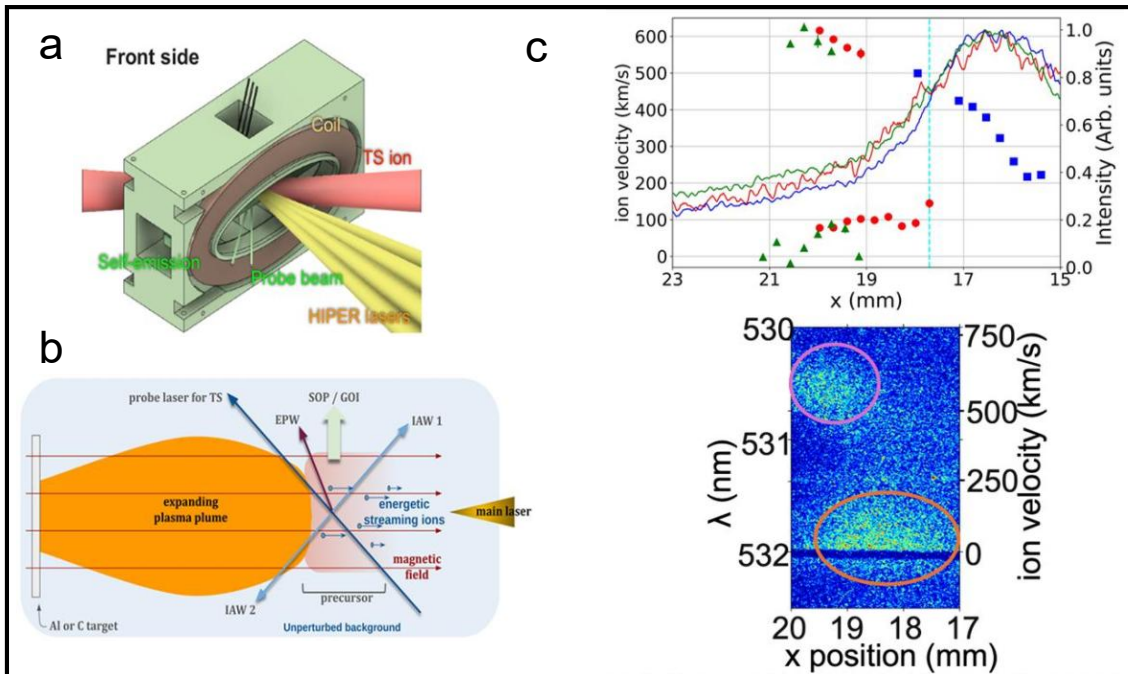


FIG. (a) 3D view of the experimental setup showing the magnetic field generating coil. (b) Schematic of the experiment and (c) Thomson scattering data that indicates the existence of accelerated ion component near the shock front.

Verification of Magnetic Reconnection Rate and Fast Energy Conversion Mechanism

T. Morita¹, S. Matsukiyo¹, S. Isayama¹, S. Kurimaru¹, Y. Nagamatsu¹, T. Ogawa¹, K. Koba¹, R. Shiiba¹, T. Sano², R. Yamazaki³, S. Tanaka³, K. Tomita⁴, Y. Kuramitsu², T. Takezaki⁵, K. Sakai⁶, M. Edamoto⁷, H. Kondo³, Y. Sudo³, K. Ide³, Y. Toyoda², Y. Sakawa²

1) *Kyushu University, Japan*, 2) *University of Osaka, Japan*, 3) *Aoyama-gakuin University, Japan*, 4) *Hokkaido University, Japan*, 5) *University of Toyama, Japan*, 6) *NIFS, Japan*, 7) *Seikei University, Japan*,

SUMMARY

本研究では、レーザー生成プラズマ中に自己生成される磁場のリコネクションを検証した。本年度はターゲット角度を調整して垂直磁場（ガイド地場）強度を変更することで、反平行磁場中の電流シート構造やアウトフローパラメータにどう影響するのかを検証した。一般にリコネクションは3次元の現象であり、ガイド磁場があることで電子の磁化が強まることやホール効果が変わること、電流シートの乱れが大きくなるなど、数値計算で様々な検証がなされているが、実験的検証は不十分である。レーザーによる自己生成磁場のリコネクションではそもそも検出が難しいこともあり、詳細なパラメータやリコネクション率の検証が不十分であった。今後データ解析を進め、ガイド磁場が電流シート構造やリコネクション率に与える影響を詳細に調べる。

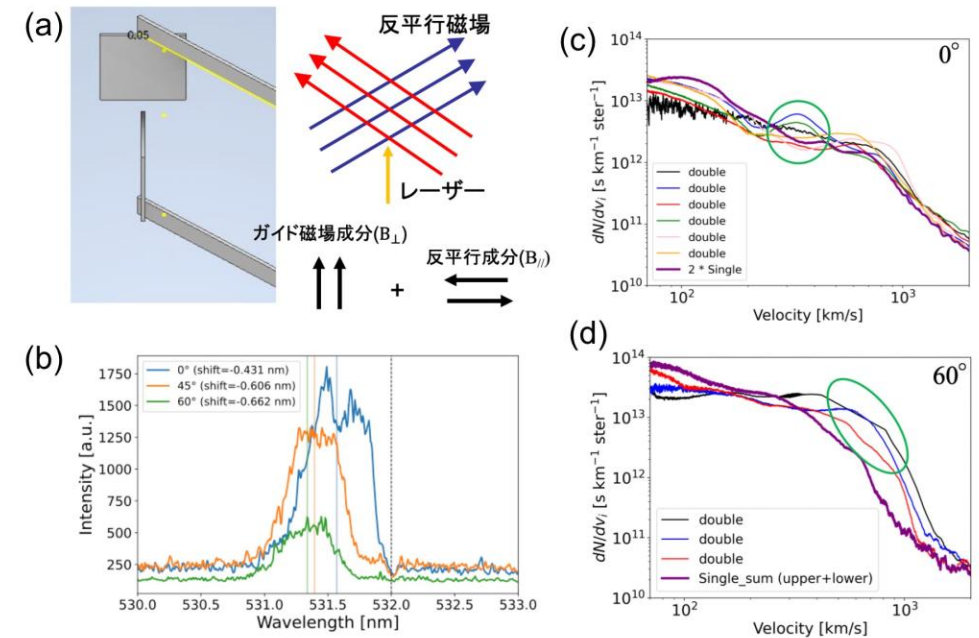


FIG. (a) 2枚の炭素薄膜にレーザーを集光照射して自己生成磁場とプラズマを生成。(b) ターゲットの傾きによってプラズマ排出速度が異なること、(c, d) ファラデーカップによって遠方でも速度が異なることを検出した。

高強度レーザーを用いた宇宙線核破碎模擬実験

蔵満康浩^{1,2,3}, 草野颯斗¹, 二階堂颯佳¹, 玉城直也¹, 北村力丸¹, 山中敬太¹, 岩佐健生¹, 黒地柊太郎¹, 内藤佳輝¹, 立木健嗣¹, 江寄大和¹, 加藤光¹, 中村豊¹, 飯田海地¹, 林直也¹, 山本隆奨¹, 荒川祥輝¹, 長尾真希¹, 高見健志¹, 安部勇輝^{1,2}, 南卓海^{1,4}, A. Morace², 藤岡慎介², 福田祐仁³, 早川岳人³, 金崎真聡⁵, 時安敦史⁶, 郡英輝⁷, C. M. Chu⁸, W. Y. Woon⁸,

1) 大阪大学工学研究科, 2) 大阪大学レーザー科学研究所, 3) 関西光量子科学研究所, 4) 大阪大学情報科学研究科, 5) 神戸大学, 6) 東北大学, 7) 大阪大学核物理学研究センター, 8) 国立中央大学

SUMMARY

積層した両面が自由表面のLarge-area suspended graphene (LSG)ターゲットに高強度レーザーLFEXを照射し、レーザー駆動イオン加速実験を行った。これまでトムソンパラボラ、固体飛跡検出器(CR-39)、機械学習を組み合わせた核種分解エネルギー計測システムにより、大量の重水素が生成されていることを観測していた。今回は重水素を効率よく生成する可能性が見込まれる¹³Cを用いたアイソトープグラフェンと¹²Cグラフェンについてカーボンに対する重水素生成比の比較を行った。結果は¹³Cと¹²Cグラフェンの間で大きな差異は見られなかった。シミュレーションからは質量電荷比の高いイオンが位相空間中で渦を形成するプロトンと相互作用しやすいことが示されており、今回の結果はそれを支持するものであると考えられる。

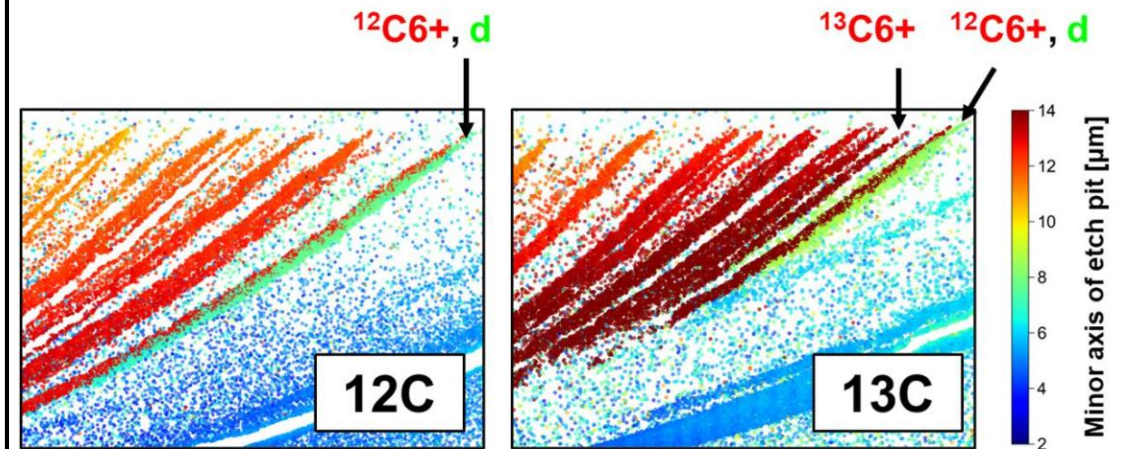


FIG. 1 ¹²C及び¹³Cを用いたLSGターゲットにLFEXレーザーを照射し、加速されたイオンをトムソンパラボラの検出面に配置した固体飛跡検出器(CR-39)で計測した。CR-39に形成されたエッチピットの解析には機械学習によるエッチピット自動検出技術を使用した。¹³Cターゲットのショットでは¹³C6+の放物線が見え、¹²C6+の数は¹²Cターゲットの場合と比較してその数が少ないことが分かる。重水素(d)は双方のターゲットで観測できているが、その数に大きな差はないことが分かった。

Space plasma shock experiment using light gas plasma

S. Matsukiyo¹, S. Isayama¹, T. Morita¹, T. Takezaki², T. Sano³, A. Kis⁴, I. Lempenger⁴, N. K. Dwivedi⁵, M. Iizawa⁶, M. Edamoto⁷, R. Yamazaki⁸, S. J. Tanaka⁸, K. Sakai⁹, Y. Kuramitsu¹⁰, N. Ozaki¹⁰, K. Takahashi¹, D. Aramaki¹, T. Yoshida¹, H. Yoshitoshi¹, K. Nakahara¹, K. Koba¹, T. Ogawa¹, Y. Maenosono¹, Y. Muramoto¹, Y. Kanosada¹, F. Ishizaki², H. Kuwabara², T. Matsuzawa², J. Matsuyama², H. Kondo⁸, Y. Toyoda¹¹, Y. Suzuki¹¹, M. Hanano¹¹, Y. Sakawa³

1) Kyushu Univ., 2) Univ. Toyama, 3) ILE, Osaka Univ., 4) HUN-REN, 5) Indian Inst. Info. Tech. Vadodara, 6) Tech. Univ. Braunschweig, 7) Seijo Univ., 8) Aoyama Gakuin Univ., 9) NIFS, 10) Grad. Sch. Eng., Osaka Univ., 11) Grad. Sch. Sci., Osaka Univ.

SUMMARY

We have conducted long-term measurements of collisionless shock propagating in a helium gas plasma. A carbon target placed in a chamber filled with gas at a pressure of 5 Torr is irradiated with a laser to generate a shock in the gas plasma (Figs.(a)-(b)). A well-developed supercritical quasi-perpendicular shock with $M_A \approx 4.3$ is reproduced and resolved its spatiotemporal ion-scale structures. An additional ion population, distinct from the main one, exhibiting features indicative of a reflected ions within the transition region is identified via Thomson scattering measurement (Fig.f). Two-dimensional self-emission gated optical imager (GOI) revealed ion-scale ripples along the shock front (Fig.c), while streaked self-emission imaging captured intrinsic temporal oscillations on the ion-gyro timescale (Fig.d). The observed temporal behavior is inconsistent with classical self-reformation and is more consistent with the “breathing” mode which is observed in space under the high ion beta conditions.

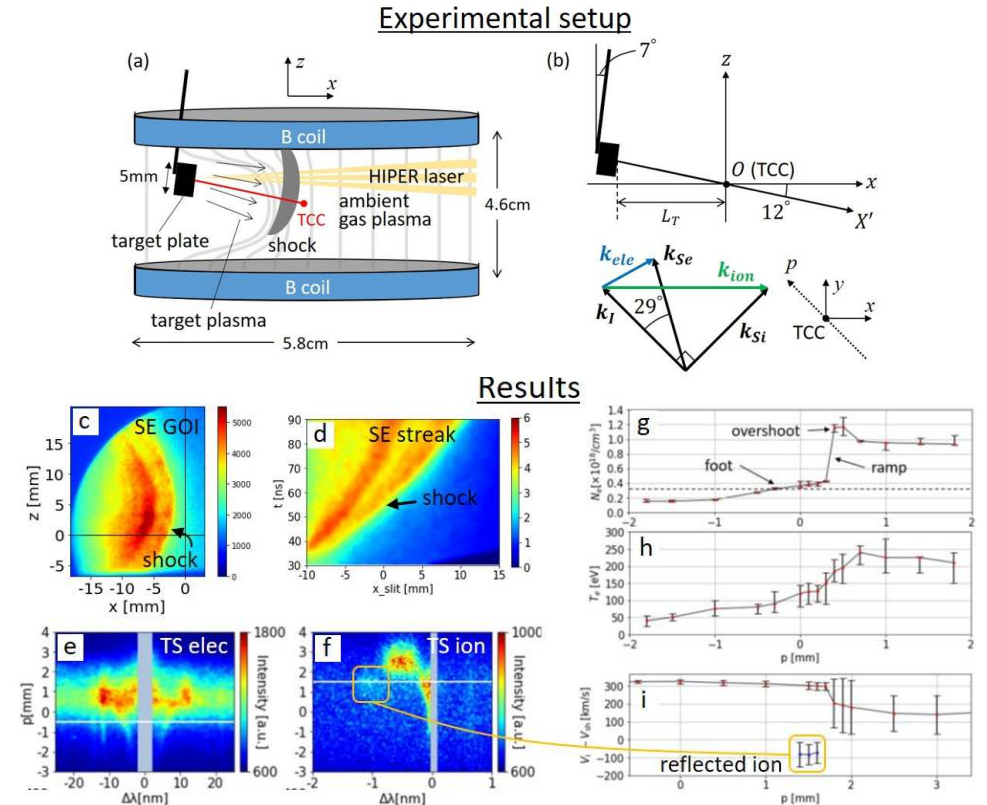


FIG. (a-b) Experimental settings. (c) GOI and (d) streak of self-emission, (e-f) Thomson scat. measurement electron and ion feature (g-i) Spatial profiles of Ne, Te, and flow velocity.

Experimental verification of the formation conditions for collisionless electrostatic shock

Takayoshi Sano¹, Yuki Toyoda¹, Takaya Iizuka¹, Daia Kita¹, Ryuka Tanigo¹, Rintaro Tsuchihashi¹, Ryo Yamazaki², Shuta Takaka², Shuichi Matsukiyo³, Shogo Isayama³, Taichi Morita³, Kentaro Tomida⁴, Taichi Takezaki⁵, Minh Nhat Ly¹, Andrea Ciardi⁶, Thershi Seebaruth⁶, and Youichi Sakawa¹

1) ILE, U Osaka, 2) AGU, 3) Kyushu U, 4) Hokkaido U, 5) Toyama U, 6) Sorbonne U

SUMMARY

研究は、無衝突静電衝撃波とそれに類似するダブルレイヤー構造の違いを実験的に明らかにした上で、無衝突衝撃波が形成される条件を導出する。協同トムソン散乱計測を駆使し、衝撃波面前後でのイオン温度・密度の計測、さらにはイオン種の同定を行い、衝撃波構造の詳細を明らかにしていく。実験としては裏面プラズマを利用することが特色である。この新しい実験プラットフォームを用いて、初期のプラズマ密度比や速度差が無衝突衝撃波の出現に強く依存するという理論的予測の妥当性を実験的に検証していく。

図は、本年度の実験結果である。上図は可視光シャドウグラフの画像で、裏面に噴出したプラズマの影を捉えている。接触不連続面と思われる境界面の少し前方に衝撃波面が捉えられている。下図は同じ領域をプラズマの自発光で観測したものである。こちらには、電離波面と思われる構造が捉えられている。さらに実験では、協同トムソン散乱計測も同時に行い、衝撃波面前後のイオンの密度、温度や流速を計測に成功している。

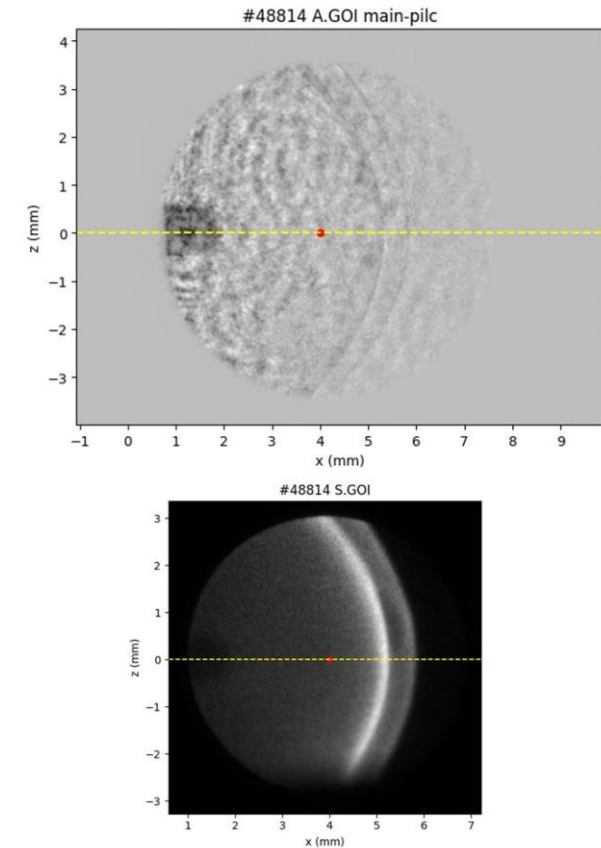


FIG.本年度に実施した実験における可視光シャドウグラフ計測(上)と自発光計測(下)の結果。本年度はガス圧が高い流体領域のプラズマパラメータを主に用いて実験を行った。

Photoionized laboratory plasmas of astrophysical relevance

D. Riley¹, S. Chaurasia¹, N. Rathee¹, F.P. Keenan¹, T. Sano² and T. Pikuz²,

1) *Queen's University Belfast, UK* 2) *ILE, University of Osaka, Japan*

SUMMARY

The Gekko XII laser system was used to generate a photoionization dominated plasma under conditions relevant to some astrophysical plasmas. On one side of a pre-filled gas-cell target, a Hohlraum type target was heated with up to 400 J of laser energy. This generated a quasi-Planckian x-ray source with radiation temperature of ~ 90 eV that ionised the ~ 110 mbar Ar gas sample. On the other side, a Ag foil was heated with 200 J, creating an intense source of L-shell Ag radiation in the 3-4 keV region. This latter source, induced K- α and K- β emission following inner-shell photoionization. Analysis of the emission spectrum provide a benchmark case for codes such as CLOUDY that are used for the modelling of astrophysical systems.

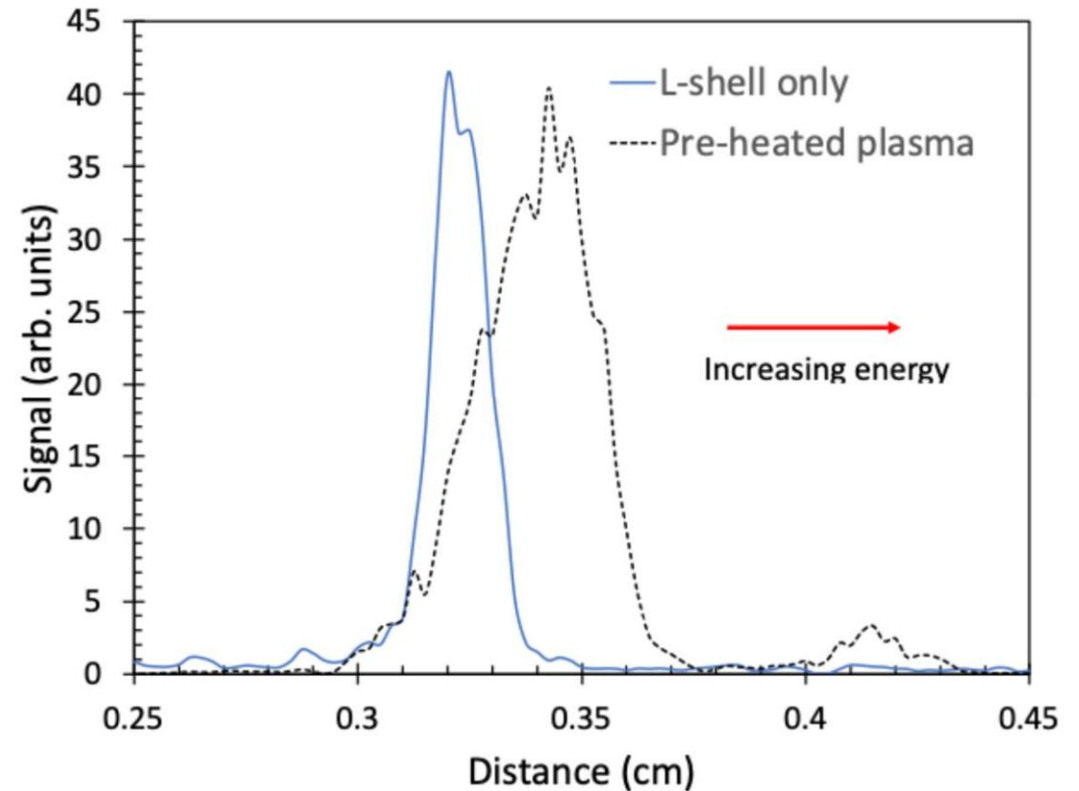


FIG. Raw K- α emission spectra for an Ar plasma with and without pre-heating by the hohlraum x-rays. We see that higher ion stages start to dominate for the pre-heated case.

Study on propagation process of intense coherent electromagnetic waves in magnetized plasmas

Masanori Iwamoto¹

1) Kobe University

SUMMARY

宇宙には、高速電波バーストやパルサーといった高強度電磁波が放射される高エネルギー天体現象が数多く存在する。これらの電波信号には放射源近傍のプラズマ環境の情報が刻まれているが、その情報を読み解くには天体プラズマ中を伝搬する高強度コヒーレント電磁波の物理の理解が必要不可欠である。これは宇宙物理学だけではなく、レーザープラズマ相互作用という観点からプラズマ物理学においても重要な素過程である。

本年度は、高強度、すなわちストレングスパラメータ a_0 が1を超えるような電磁波が電子・陽電子プラズマを伝搬する際に引き起こす、誘導ブリルアン散乱を重点的に調べた。その結果、パラメータ $a_0 \omega_p / \omega_0$ (ω_0 は入射波の周波数、 ω_p はプラズマ周波数) が波の非線形をコントロールしており、これが1よりも十分小さい場合は、従来の線形理論が運動量中心系において成立することを見出した。今後はイオン・電子系で同様の調査を続けていく。

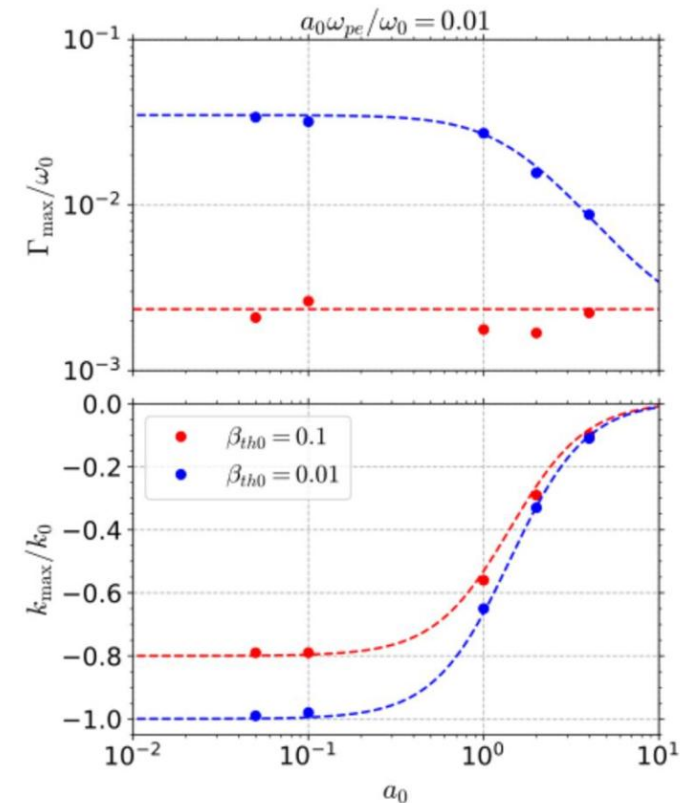


FIG. シミュレーションから得られた最大成長率（上）および対応する波数（下）と理論値（破線）との比較。色はプラズマの初期温度の違いを表す。

レーザー生成プラズマ中の電磁場構造の再構築法の開発

A. Mizuta¹, C.-S. Jao², S. Kurochi³, F. Nikaido³, Y. Kuramitsu³, Y. Sakawa⁴

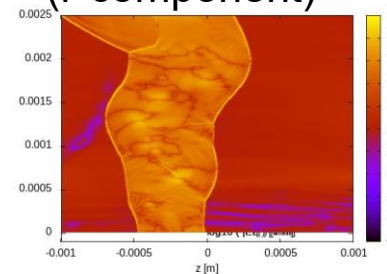
1) RIKEN, Japan, 2) Department of Physics, National Cheng Kung University, Taiwan, 3) Graduate School of Engineering, Osaka University, Japan, 4) Institute of Laser Engineering, Osaka University, Japan

SUMMARY

We aim to develop a new diagnostic tool to reconstruct electromagnetic fields from ion radiography data obtained with CR-39 detectors, which provide both ion positions and velocities. While supervised machine learning is a promising approach, the lack of ground-truth fields in experiments remains a fundamental challenge. To overcome this limitation, we construct synthetic datasets using numerical simulations, in which prescribed electromagnetic field profiles are used to compute ion trajectories and generate ion radiographs.

This year, we significantly accelerated the forward calculations, enabling the generation of large-scale training datasets from multiple simulations and time slices. As a result, we achieved accurate reconstruction of electromagnetic field structures, demonstrating the feasibility of data-driven field inference in laboratory plasma experiments.

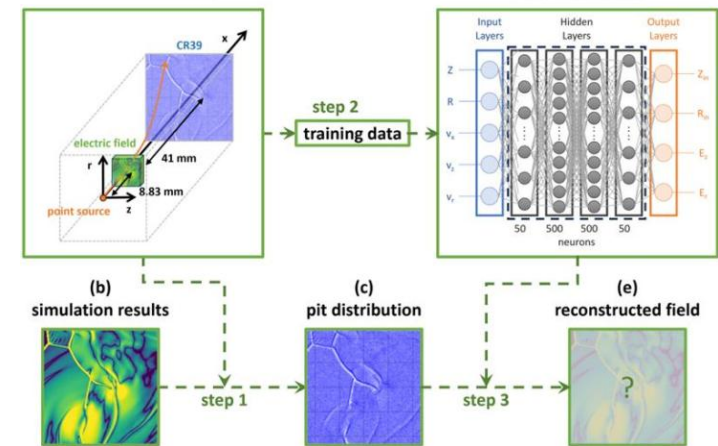
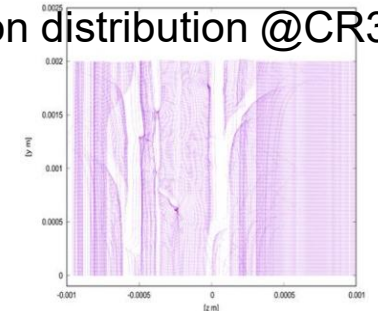
Electric field
(r-component)



Forward
problem



Ion distribution @CR39



Top: electromagnetic field distribution obtained from hydrodynamic simulations under the assumption that the electric field is proportional to the pressure gradient(left). Ion pit distribution on CR-39 detectors computed by solving the forward problem (right).Bottom: schematic illustration of electric field reconstruction using a machine-learning-based approach trained with synthetic data.

Numerical Investigation of Weibel Instabilities in Collisionless Shock Foot Region

Y. Ohira¹, K.F.F. Law², S. Fujioka²

1) *University of Tokyo, Japan*, 2) *Institute of Laser Engineering, University of Osaka, Japan*

SUMMARY

As a continuation of our previous study on plasma instabilities in the collisionless shock foot region [1], we performed preliminary 2D full PIC simulations toward extending the computation to a larger simulation domain. In this study, the heated plasma state obtained from our earlier simulations was used as a model for the initial conditions of the new runs, characterized by the electron temperature, ion temperature, and temperature anisotropy resulting from the Buneman and ion two-stream instabilities. The simulation results show a significant growth of out-of-plane magnetic field energy during $t=2000-6000$ (normalized by electron plasma frequency), potentially consistent with the development of the Weibel instability driven by the temperature anisotropy. However, further extension of the simulation box size is needed to fully capture the long-term evolution of the Weibel instability and its impact on the shock structure.

[1] K.F.F. Law, S. Fujioka and Y. Ohira, *The Astrophysical Journal*, vol. 982, 101 (2025)

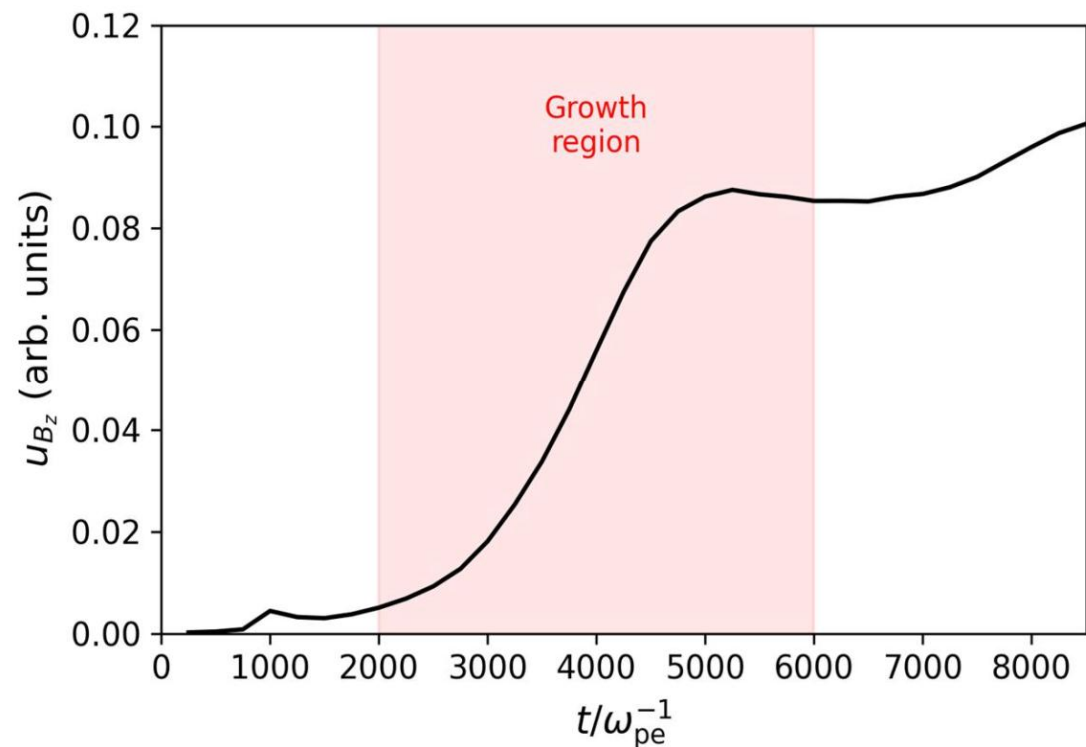


FIG. **Time evolution of the out-of-plane magnetic field energy density (in arbitrary units).** A rapid growth of magnetic field energy is observed between $t=2000$ and $t=6000$, subsequently saturates and shows a gradual increase at later times.

誘導コンプトン散乱のレーザー実験に向けての研究

田中周太^{1,2}, 山崎了^{1,3}, 蔵満康浩², 福田祐仁⁴, 坂和洋一³

- 1) 青山学院大学理工学部, 2) 大阪大学大学院工学研究科,
3) 大阪大学レーザー科学研究所, 4) 関西光量子科学研究所

SUMMARY

本研究は「誘導コンプトン散乱(induced CS)」というレーザー・プラズマ非線形相互作用の研究である。Induced CSの理論的研究とそのレーザー実験での実証を目指す。本年度は2017年度に行われた初期実験の結果が粒子シミュレーションの結果と合わせて論文化された。加えて、現在2022年度実験の結果の解析を一通り終えて、図のような結果を得た。レーザーの強度やターゲットガスの圧力(密度)を変える実験を行った。通常(線形の)コンプトン散乱では、散乱光の強度が入射光に比例して増えるのみでスペクトル形状は変化しないが、レーザー強度によってスペクトル形状が異なる非線形の散乱になっていることが図の上下の比較でわかる。Induced CSはレーザーエネルギーを電子エネルギーに効率的に変換する過程で電子加速(加熱)の候補となり得る。レーザー強度のみを上げることで、相互作用が強くなるために効率が非常に良いと考えられる。

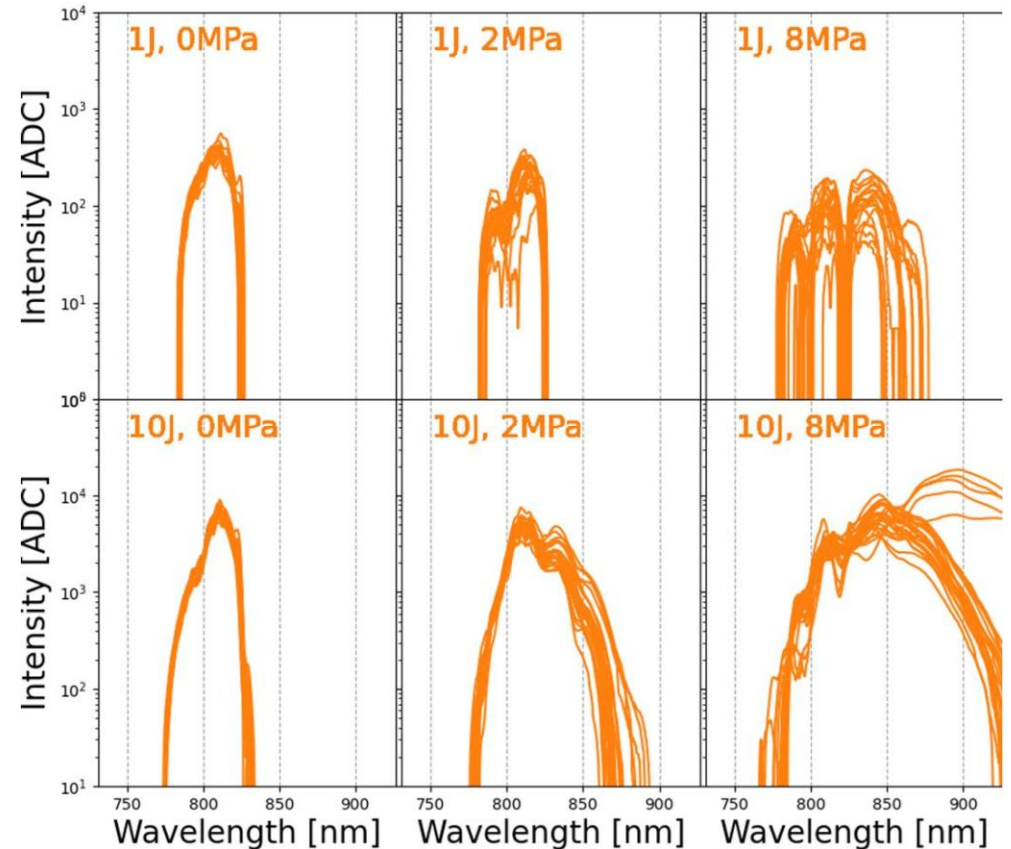


FIG. 2022年に行われたinduced CS実験で得られた結果のまとめ。上下のパネルは入射レーザーエネルギーが、左から右へはターゲットガスの圧力が異なる。各パネルには同じ条件の複数の線が10本程度重ねて描かれている。

Magnetized collisionless shock生成実験結果のデータ解析と理論的解釈

山崎了^{1,2}, 田中周太¹, 近藤颯¹, 石村優羽¹, 榎原嘉惟¹, 佐野孝好², 蔵満康浩³, 松清修一⁴, 諫山翔伍⁴, 森田太智⁴, 竹崎太智⁵, 富田健太郎⁶, 大西直文⁷, 梅田隆行⁶, 星野真弘⁸, 大平豊⁸, 石井彩子⁹, 富田沙羅¹⁰, 坂和洋一²

1) 青山学院大学, 2) 大阪大学レーザー科学研究所, 3) 大阪大学工学研究科, 4) 九州大学, 5) 富山大学, 6) 北海道大学, 7) 東北大学, 8) 東京大学, 9) 山形大学, 10) 千葉大学

SUMMARY

2024年度に行った磁化無衝突衝撃波の生成実験(ショット前に窒素ガス 1~2 Torrを封入し、外部磁場 2.7~4 Tをかけ、アルミ・ターゲットに激光XII号HIPERレーザーを照射)で得られた、プラズマ自発光、トムソン散乱などの実験データの解析を行った。特に今年度は、2024年度実験で質の良いデータを取得できたトムソン散乱の電子項成分の解析を行なった。窒素ガス 1 Torr, 外部磁場 2.7 Tを印加した場合、自発光ストリーク計測で明るい筋として見える部分[右図(a)], 特に、図(b)に示すようにショット後 29 nsでの発光強度のピーク部分からのトムソン散乱スペクトル[図(c)]を解析した。その結果、電子密度が $2.6 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ であることがわかった。これは窒素が衝撃波圧縮された場合に考えられる上限値 $1.8 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ よりも大きいため、窒素プラズマとは考えにくい。従って、自発光強度の明るい部分はアルミ・プラズマが支配的であることがわかった。これは粒子シミュレーションの結果とも整合的であった。

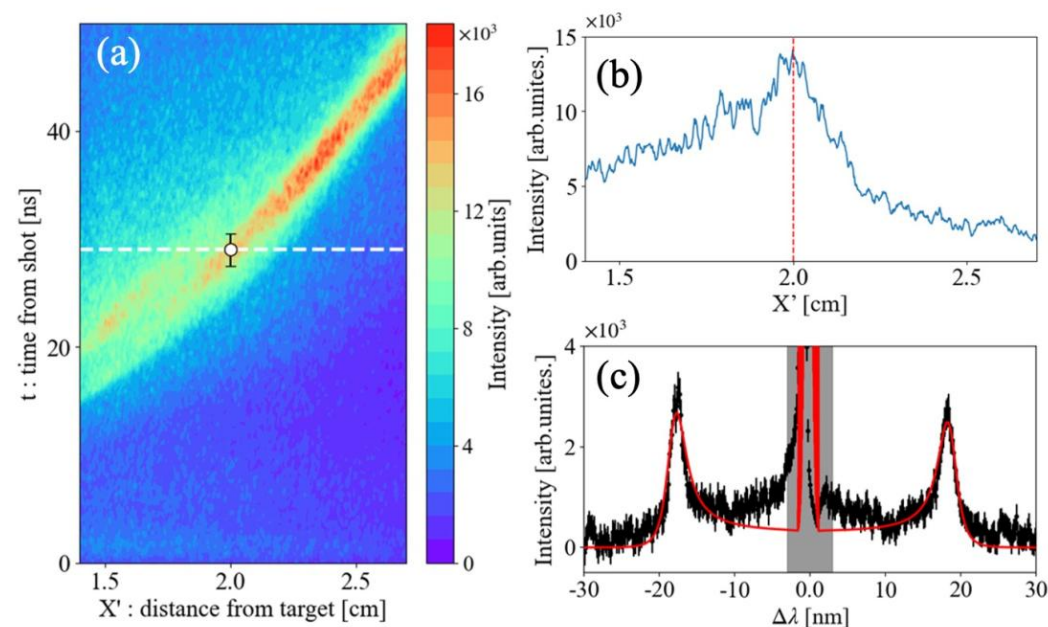


FIG. 窒素ガス1 Torr, 外部磁場 2.7 T を印加したショットの(a)ターゲット放線に沿った自発光ストリーク計測結果、ショット後29 nsでの(b)自発光空間分布、および、(c)トムソン散乱電子項スペクトル [計測時刻と空間位置は(a)の白丸印、(b)の縦赤線に対応]。

非平衡プラズマ中に発生する無衝突衝撃波を用いたイオン加速 合原輔佑太^{1,2}、苺谷有哉^{1,2}、山内知也¹、金崎真聡¹、福田祐仁²

1) 神戸大学大学院海事科学研究科、2) 量子科学技術研究開発機構 関西光量子科学研究所

SUMMARY

2025年5-7月にアップグレードされたJ-KAREAN-Pレーザーを用いた衝撃波イオン実験を実施した。スリットを用いて切り出したマイクロメートルサイズの水素クラスターターゲットにレーザー照射したところ、100 MeVを超える準単色高純度陽子線のシグナルが確認された。陽子線の空間分布、および、エネルギースペクトルの形状から、加速メカニズムは、松井らが提案した求心衝撃波加速 (CSBA:Converging Shock-induced Blow-off Acceleration) [1] である可能性が高いと考えられる。

三次元プラズマ粒子コードSmilei [2] を用いて実験を再現するシミュレーションを実施したところ、実験結果の特徴をよく再現することに成功した。

1. R. Matsui et al., Phys. Rev. Lett. **122**, 014804 (2019).
2. J. Derouillat et al., Comput. Phys. Commun. **222**, 351 (2018).

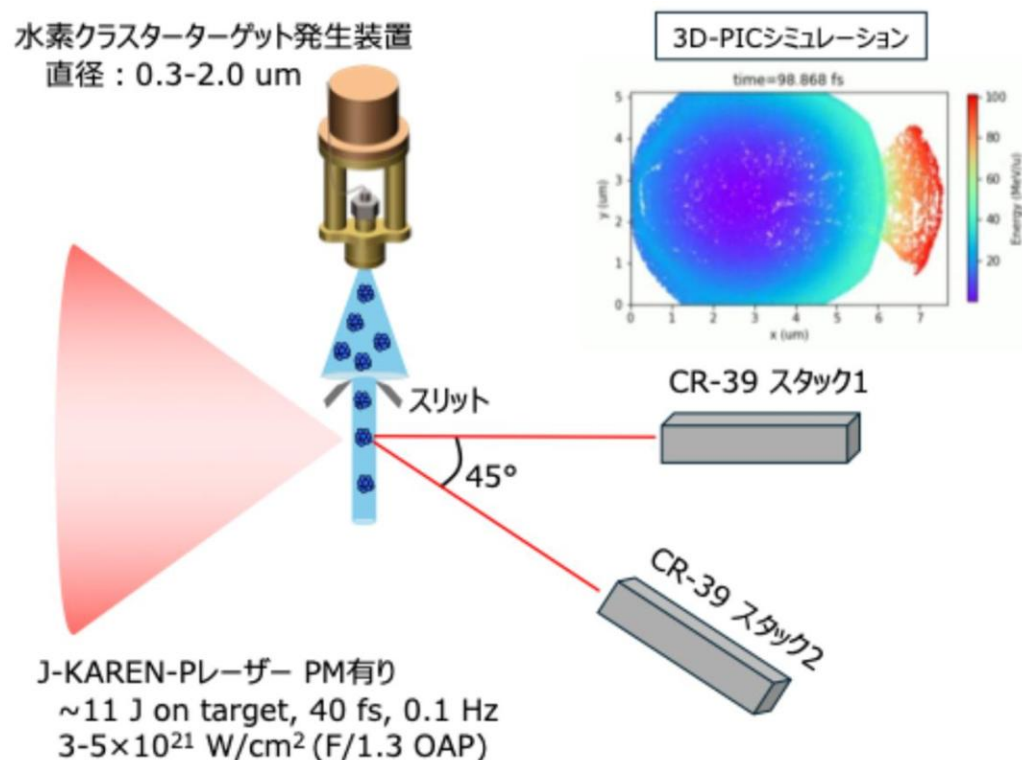


FIG. 1 J-KAREAN-Pレーザーと水素クラスターターゲットとの相互作用実験の概略図。スリットを用いて切り出した水素クラスターターゲットにレーザー照射し、100 MeV超の準単色高純度陽子線加速が確認された。

シミュレーション計算による核燃焼プラズマの挙動解析 Simulation analysis for studying dynamics of fusion burning

前田敬一¹, 岩田和也¹, 有川安信²,

1) 京都大学 理学研究科・宇宙物理学教室, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

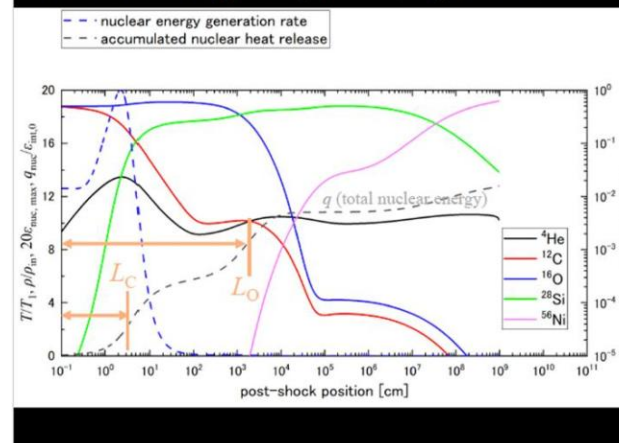
Ia型超新星とよばれる天体は、レーザー核融合に比較的近い密度・温度の環境下で起こる核燃焼であり、条件を満たしたものは爆轟が発生して、核燃焼が自然に激化し燃焼率が100%に近づく。

殻/コアにおける爆轟の開始および消滅（クエンチング）の条件を検討するための理論的手法は、Ia型超新星（SNe Ia）の前駆天体の制約に役立つだけでなく、他の熱核的トランジェント現象の理解にも有用である。

我々の手法が、燃焼および爆轟のダイナミクスを解像するには分解能（～km）が不十分であり、そのロバスト性について結論に至れなかった従来の数値研究を補完・支援することを期待する。

Extended trial to give the criteria for C/O detonation

Multi-cell scales appear: λ_c (C-burn), λ_o (O-burn)



Multi-cells observed in terrestrial detonation (H_2-NO_2/N_2O_4), but understanding is immature

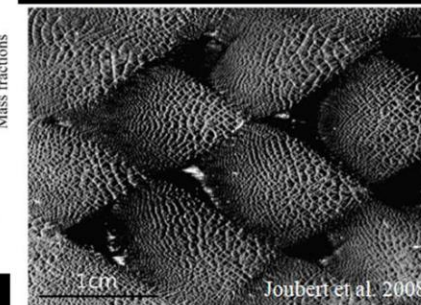


FIG.1 Simulation result on C/O detonation to explain the mechanism of the previous paper (Joubert, et al., 2008) shows Multi-cells observed in terrestrial detonation (H_2-NO_2/N_2O_4).

大型レーザー装置を利用した電荷交換反応の地上再現実験と天体放射モデルの構築

H. Uchida¹, S. Fujioka², K. F. F. Law², M. Matsuda¹, A. Uchida¹, T. Tsuru¹, S. Tokita¹, S. Masuno¹, R. Akematsu², and R. Ohmura²

1) Department of Physics, Kyoto University, Japan,

2) Institute of Laser Engineering, Osaka University, Japan

SUMMARY

近年、宇宙の局所非平衡環境が注目され、電荷交換反応がその鍵となる。申請者はX線観測で電荷交換の兆候を発見し、衝撃波と中性ガスの相互作用の証拠を掴んだ。2023年打ち上げのXRISM衛星は、精密X線分光により電荷交換輝線の直接検出を可能にする。一方、電荷交換X線のモデル化は未発展である。

本研究では、大阪大学と協力し、高出力レーザーを用いた地上実験を実施した。昨年度の実験で、Siターゲットにレーザーを照射し、発生プラズマと外気の中性ガスの電荷交換によるX線スペクトルを測定した。その結果、He様Siのtriplet輝線を分離した（右図）。次回以降の実験では、Siターゲットを用いた同じセットアップで、電荷交換X線の判別を行いやすいL殻輝線群の検出を目指している。電荷交換反応が顕著な場合、高励起輝線の強度比が通常と異なる。昨年度は予備試験を実施し、今年度に本試験を行う予定である。

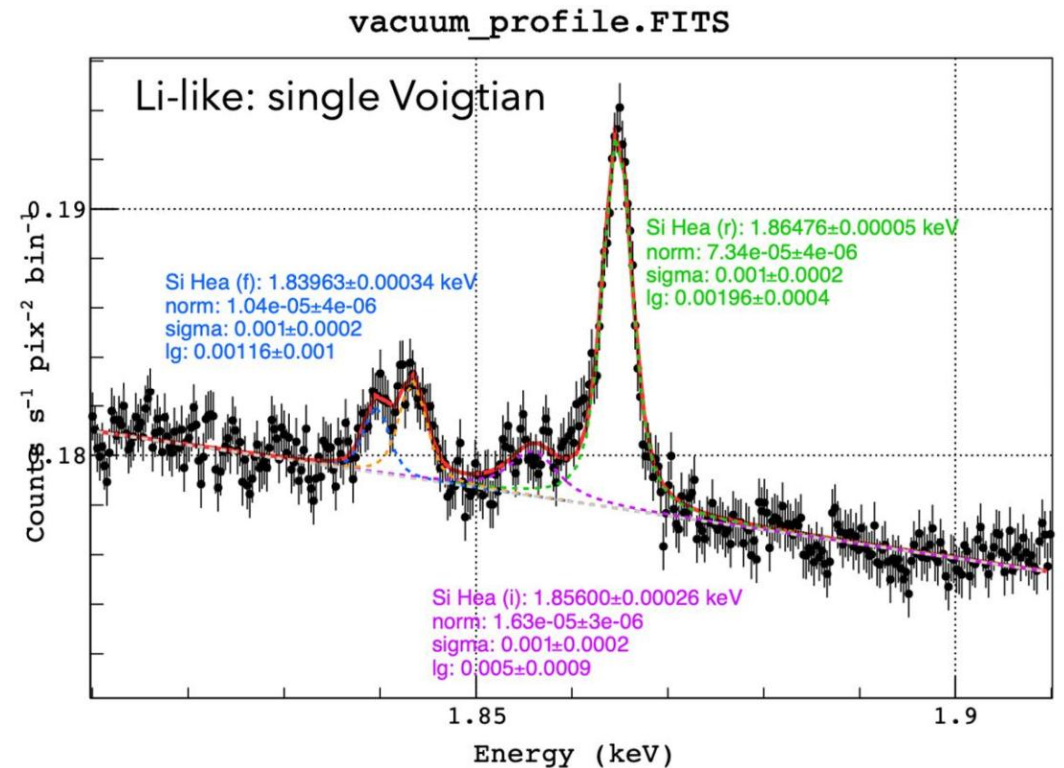


FIG. Si板に高強度レーザーを照射したときのプラズマのX線スペクトル。禁制線、共鳴線、異重項間遷移線を分離できている。自然幅を考慮したVoigt関数のベストフィットモデルを実線で表す（preliminary result）。

Proton Fast Ignition Integrated Experiment

A. Morace^{1,2}, S. Singh², Y. Arikawa¹, S. Agarwal², D. Singappuli³, S. Jelinek², L. Juha², D. Molloy⁴, S. Fujioka¹, A. Yogo¹

1) Institute of Laser Engineering, Osaka University, 2) Institute of Physics, Czech Academy of Science, 3) CELIA, University of Bordeaux, 4) Queen's University of Belfast.

SUMMARY

Proton Fast Ignition is an intriguing, yet under-investigated approach to Inertial Confinement Fusion, which found renewed interest after the outstanding NIF ignition results. In this work we conducted a fully integrated Proton Fast Ignition experiment at GXII-LFEX, Institute of Laser Engineering.

The goal of this research is to provide information on the vulnerabilities and feasibility of the approach.

Preliminary results show that there is a strong dependence on the proton beam generation, in particular proton number and max proton energy, from the delay between GXII and LFEX. This suggests that in the current experiment there was a strong influence of the GXII unconverted light on proton beam generation.

Future experiments will need to take this factor into account.

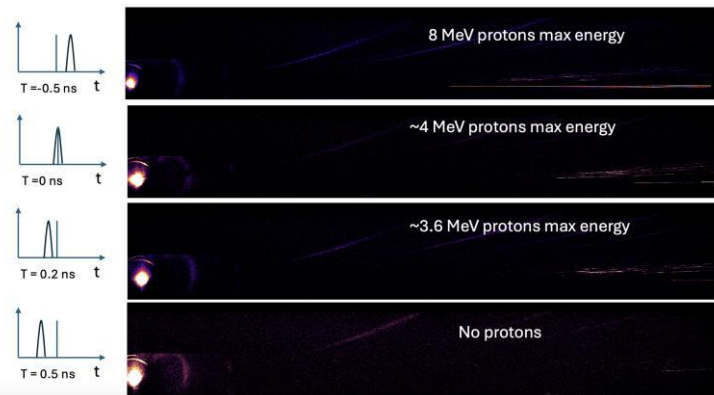


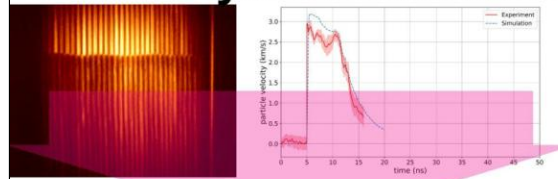
FIG. Thomson Parabola results showing that the maximum proton energy and proton energy depends inversely on the GXII-LFEX delay. This suggests influence of the unconverted GXII light, likely pre-expanding the proton generation foil.

Towards Real HyperVelocity Impact using Shock Produced by Laser Plasma. Application to debris protection, planetary defense and soil hydration by impacts.

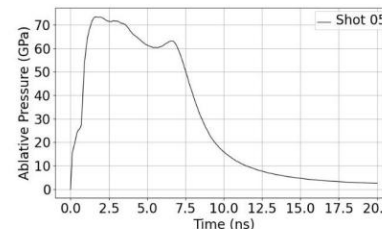
L. Berthe¹, M. Weber², M. Harmand¹, R. Sevestre³, T. Sano⁴, D. Loison³, A. Benuzzi-Mounaix², E. Lescoute⁵, D. Hebert⁵
 1) Lab. PIMM – Paris - France 2) Lab. LULI – Palaiseau - France 3) Lab. IPR- Rennes - France 4) ILE – U. Osaka Japan
 5) CEA – Cesta

SUMMARY : The 2025A1-021 beamtime achieved all objectives for the High Velocity Impact/Shock analogy (up to 70 km/s): pressure loading characterization, Equation of State measurements of impacted materials (Al, C, SiO₂), momentum-transfer measurements using a ballistic pendulum and crater analysis. Pendulum data show the coupling parameter decreases with $I\lambda\sqrt{\tau}$ for $2\omega/3\omega$ harmonics (2.5 ns pulse, EDM3/Al targets), with values an order of magnitude higher than previous LULI2000/GCLT results. Impacted surfaces exhibit ablation imprints beyond the crater, linked to residual 1ω laser radiation. Craters reached depths $>800 \mu\text{m}$, indicating velocities $>10 \text{ km/s}$. More experiments will isolate ω contributions to coupling parameter.

Visar + Hydro Simulation

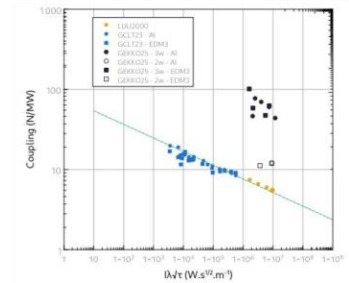


Pressure Profile



Shot 022 - E: 63.7 J - Phi: 0.6 mm - τ : 2.5 ns - λ : 355 nm
 Depth: -878.3 μm - V: 2.445 mm^3

PDV + Pendulum



Crater

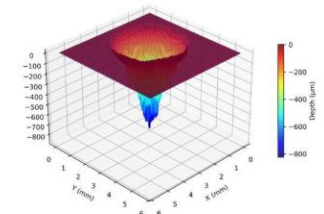


FIG. On the left, Pressure loading (up to 70 GPa) characterization coupling Velocity Measurements using VISAR. On the right, Coupling parameter as function of Laser Parameters and crater profile up to 800 μm of depth indicating equivalent HVI $> 10 \text{ Km/s}$

Studies of Equation of State of cubic Boron Nitride and Amorphous Carbon in extreme conditions

K. Batani¹, D. Batani², D. Mancelli², Hanna Marchenko¹, Agnieszka Zaráś-Szydłowska¹, W. Kang³, Toshimori Sekine⁴, Norimasa Ozaki⁴, Keisuke Shigemori⁵

1) Institute of Plasma Physics and Laser Microfusion, Poland, 2) University of Bordeaux, France, 3) Peking University, China, 4) Graduate School of Engineering, Osaka University, Japan 5) ILE, Osaka, Japan

SUMMARY

We aimed at studying the equation of state (EOS) of boron compounds (boron nitride) in extreme conditions. These data are essential as input for theoretical calculations and to validate the EOS tables used in hydrodynamic codes. We used the GEKKO laser operating at 3ω and 2ω with square pulse shape changing intensity in the range 10^{13}W/cm^2 - 10^{14}W/cm^2 . We were operating in two scenarios – single and double shock mode. The double shock was driven using two laser pulses delayed by 4.5 ns. This experiment will allow to define Equation of State data along the principal Hugoniot but also to get data points for off Hugoniot states, using VISAR and SOP diagnostic.

We have also performed similar studies for aluminium silicate, which has implication in mineral science and geoscience.

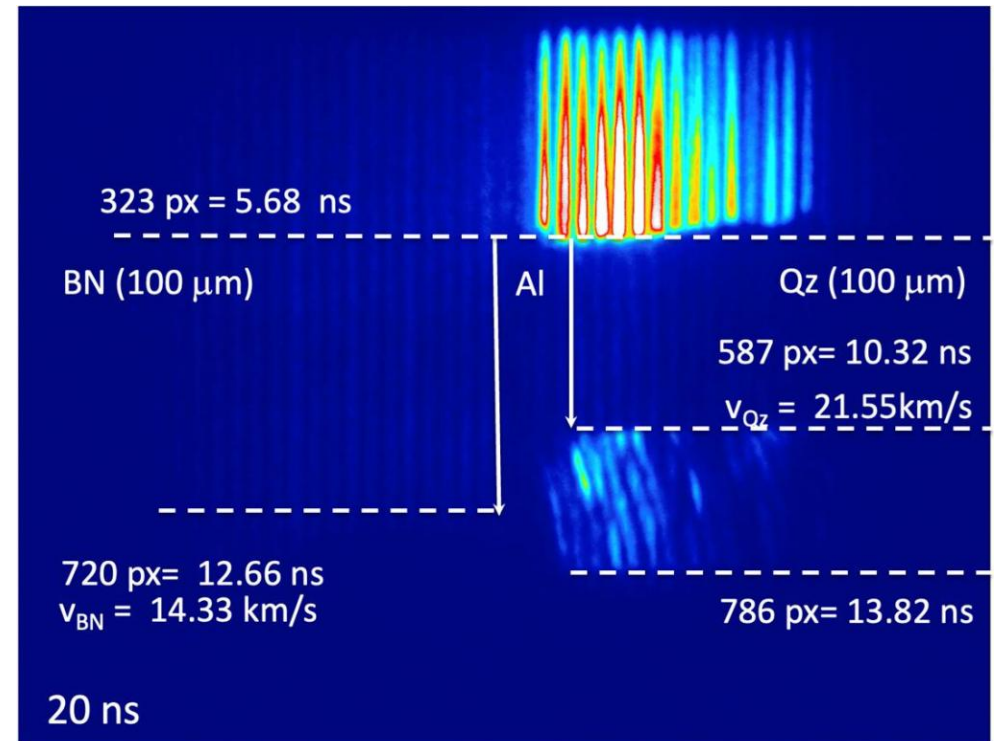


FIG. (#49190, the first shock driven laser pulse at 3ω , $\tau=2.5$ ns, $E\sim 76$ J, the second shock driven by laser pulse at 3ω , $\tau=2.5$ ns, $E\sim 352$ J). Delay between the two pulses was 4.5 ns

ケイ酸塩の輻射スペクトル測定による惑星内部における融解挙動・融体物性の解明

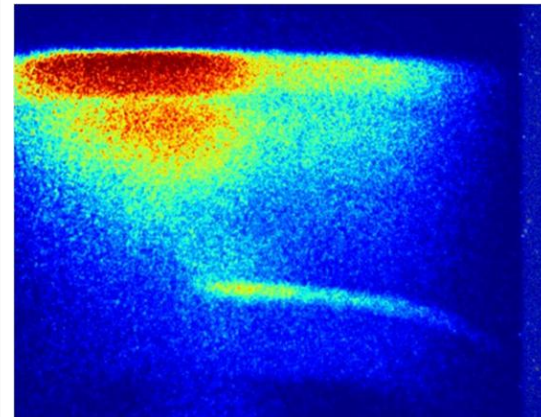
佐藤友子¹, 尾崎典雅², 藤田健², 佐野孝好³, 兒玉了祐^{2,3}

1) 高エネルギー加速器研究機構, 2) 大阪大学大学院工学研究科, 3) 大阪大学レーザー科学研究所

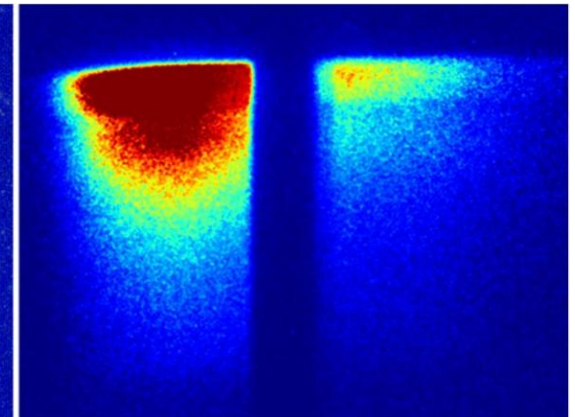
SUMMARY

岩石型惑星の主要構成物質であるケイ酸塩の地球・惑星中心部に相当する超高圧・高温条件下の状態方程式を決定するため、 MgSiO_3 組成の高密度相であるブリッジマナイトの減衰衝撃圧縮実験によるユゴニオ温度の測定を行っている。しかし、完全に透明な高密度多結晶体を常に得ることは容易ではなく、不透明な多結晶体についても精度のよい温度測定方法を模索している。今回は、不透明ケイ酸塩多結晶体 (forsterite) を用いて、VISAR・SOP・分光スペクトル測定を実施し、分光輻射プロファイルからの温度測定の可能性を検討した。不透明多結晶体からも良好な輻射スペクトルが得られ、精度のよい温度決定が可能になると期待される。

透明ケイ酸塩試料 不透明ケイ酸塩試料



不透明ケイ酸塩試料



SOP

輻射スペクトル

FIG. 透明/不透明ケイ酸塩試料のSOP・分光輻射スペクトル測定結果

X線回折を使った衝撃変成指標の開発

境家達弘¹, 中村颯汰¹, 菅田竜太¹, 近藤忠¹, 重森啓介²

1) 大阪大学大学院理学研究科, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

今年度は以前激光XII号レーザーを使ったレーザー衝撃回収試料のX線回折測定を行った。各X線回折ピークの積分幅から試料中に残る歪を評価した(図参照)。レーザー照射面近傍(30 GPa付近)から遠方(0 GPa付近)に向かって圧力減衰に伴って残留歪が線形に減少していた。この結果、衝撃変成試料中の残留歪をX線回折測定結果から評価すると、その試料が経験した衝撃波の圧力状態を評価出来る可能性がある。

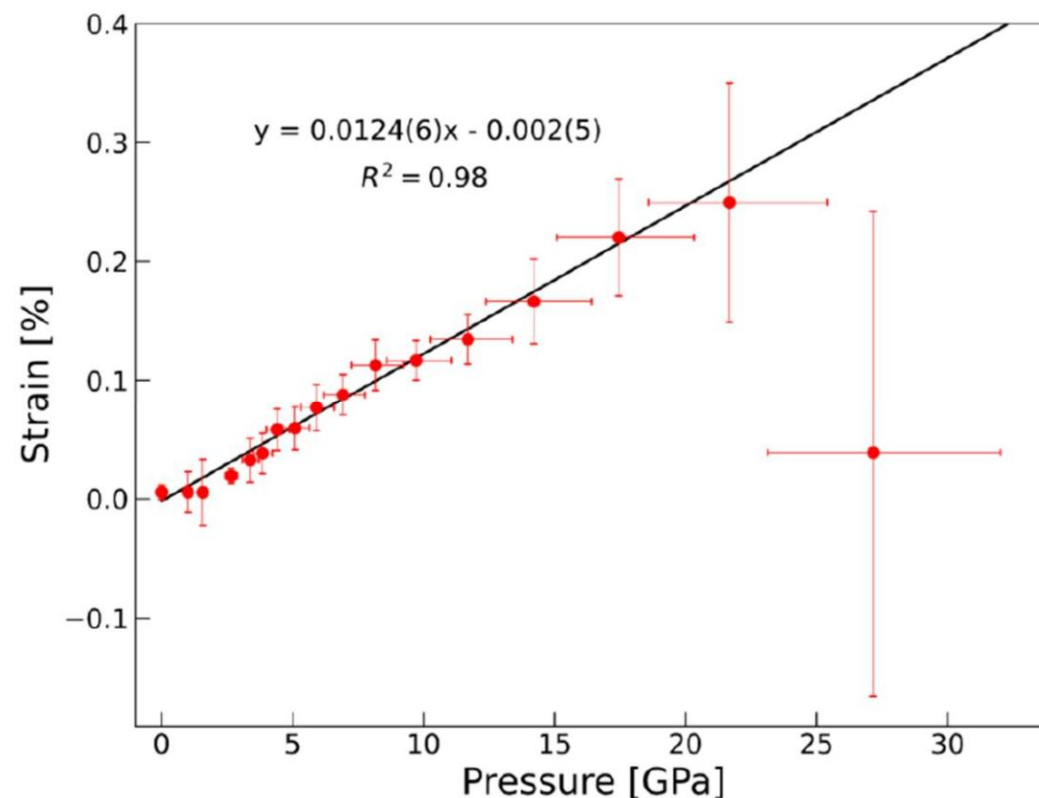


FIG. クォーツ単結晶のレーザー衝撃回収試料の残留歪と圧力の関係。高圧側が衝撃点近傍。

Investigation of Electron Acceleration from Low-beta Magnetic Reconnection using Short-Pulse Laser-Driven Capacitor-Coil Targets

Y. Zhang¹, R. Omura², R. Akematsu², K. F. F. Law², B. K. Russell¹, G. Pomraning¹, K. Orr¹, K. Kimura², M. F. Syahbana², Y. Karaki², H. Matsubara², R. Yamada², J. Dun², R. Takizawa², Y. Arikawa², T. Pikuz², Y. Fukuda³, L. Gao³, H. Ji^{1,3}, S. Fujioka²

1) Princeton University, USA, 2) The University of Osaka, Japan, 3) Princeton Plasma Physics Laboratory, USA,

4) Kansai Photon Science Institute, Japan

SUMMARY

We conducted a successful experimental campaign with the support of the ILE team, achieving initial particle acceleration measurements in capacitor-coil targets. Experiments were performed with both one-coil and double-coil under different separation configurations. No clear trend is observed in the electron energy spectra when comparing different targets. This is likely because the magnetic reconnection electron acceleration level (estimated to be ~ 10 keV) is below the diagnostic detection threshold (~ 100 keV). Comparing measurements from ports 56 and 57, we observe energetic electrons from port 57 that are likely produced by target normal sheath acceleration (TNSA) due to short-pulse laser interaction with the backplate. This work provides an initial exploration of particle acceleration in short-pulse-driven capacitor-coil targets and lays the groundwork for future studies of magnetic reconnection and associated particle acceleration.

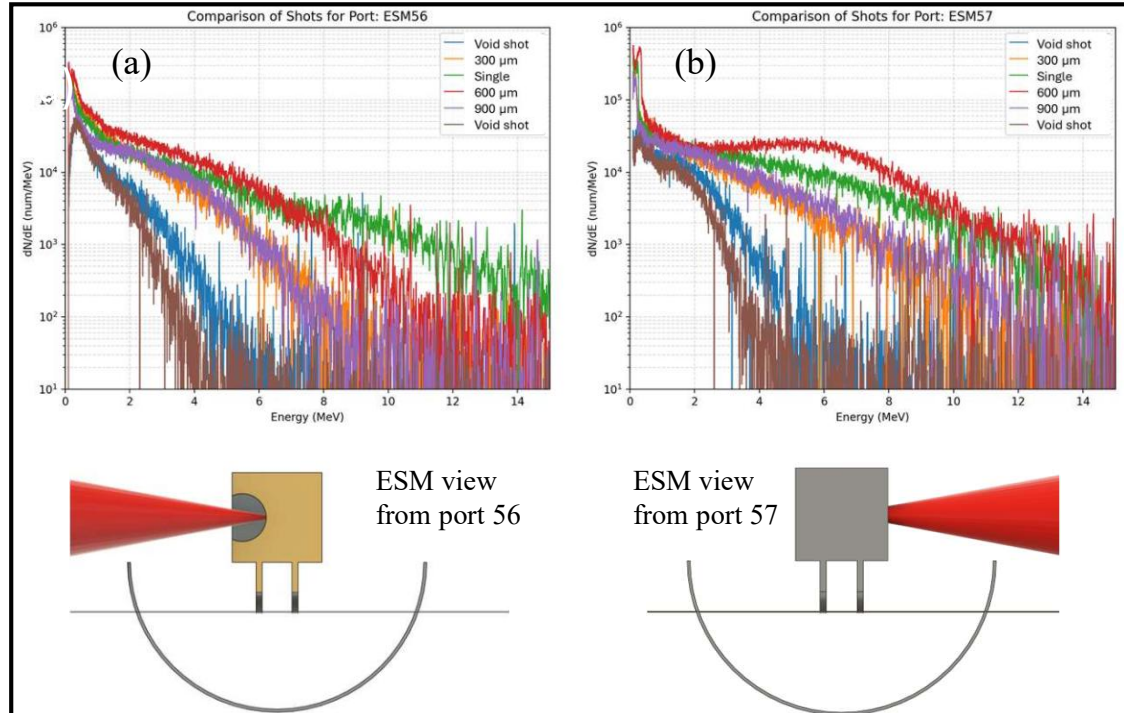


FIG. Electron energy spectrometer measurements for different target geometries, including single-coil and double-coil targets with separations of 300, 600, and 900 μm , as well as two void shots with significantly lower laser energy. (a) Electron energy distribution measured from port 56, normal to the front plate. (b) Electron energy distribution measured from port 57, normal to the back plate.

Thomson Scattering and Interferometry Measurements to Characterize Magnetically Driven Reconnection at Low Beta Using Capacitor Coil Targets Powered by Short-Pulse Lasers

Y. Zhang¹, R. Omura², R. Akematsu², K. F. F. Law², B. K. Russell¹, G. Pomraning¹, K. Orr¹, K. Kimura², M. F. Syahbana², Y. Karaki², H. Matsubara², R. Yamada², J. Dun², R. Takizawa², Y. Arikawa², T. Pikuz², Y. Fukuda³, L. Gao³, H. Ji^{1,3}, S. Fujioka²

1) Princeton University, USA, 2) The University of Osaka, Japan, 3) Princeton Plasma Physics Laboratory, USA,

4) Kansai Photon Science Institute, Japan

SUMMARY

We conducted a successful experimental campaign with the support of the ILE team, achieving high-quality interferometry measurements of capacitor-coil targets. We performed experiments with both no-coil and double-coil configurations. These measurements provide direct evidence that plasma loading in laser-driven capacitor-coil targets arises from two distinct mechanisms: plasma generated in the coil itself and plasma supplied by expansion from the laser interaction region. These results, together with proton radiography measurements from a separate campaign, have led to a manuscript currently under review at Applied Physics Letters. They provide quantitative constraints on plasma loading and density distributions in capacitor-coil targets, which are essential for the interpretation and modeling of magnetized high-energy-density plasma experiments.

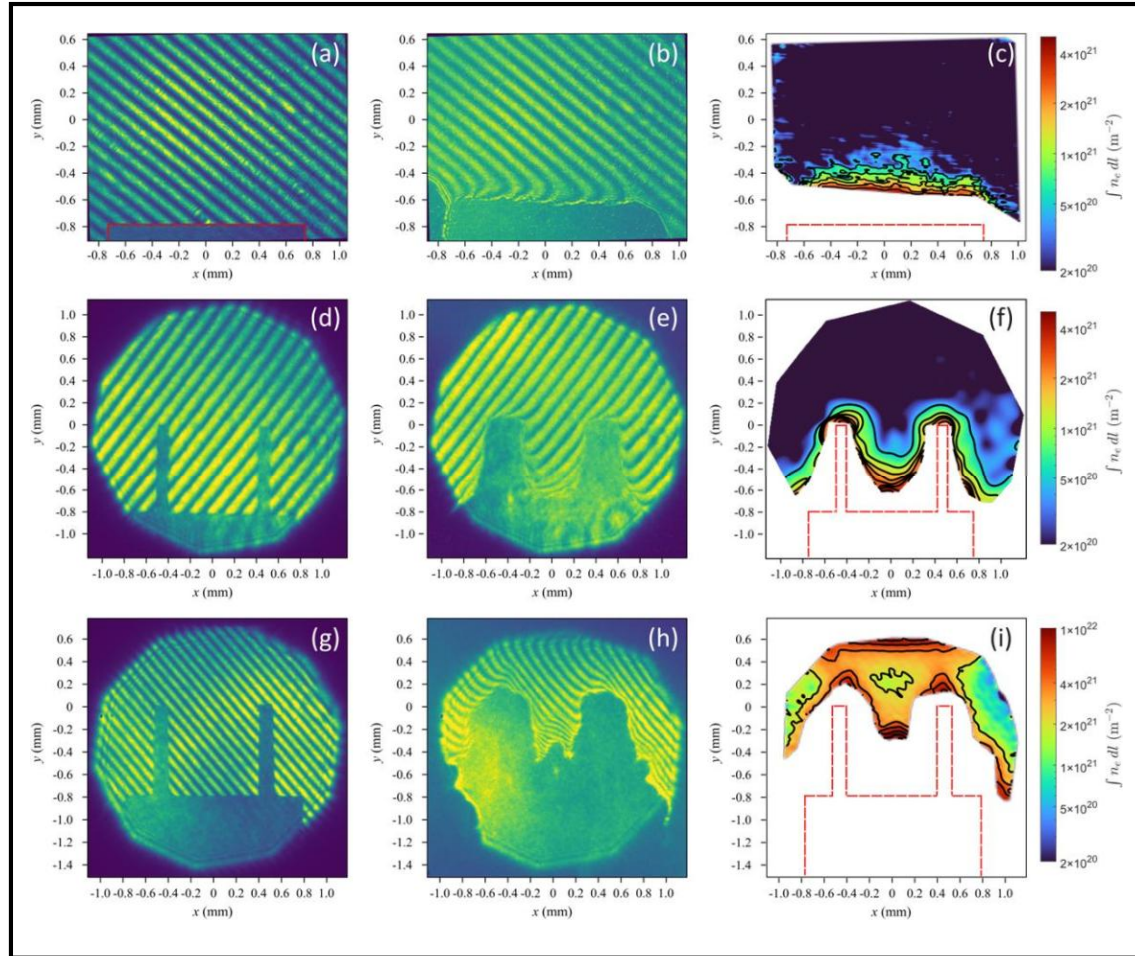


FIG. Interferometry measurements for different target geometries at multiple times. (a–c) show a no-coil target at $t = 1.0$ ns. (d–f) and (g–i) show coil targets at $t = 1.0$ ns and $t = 3.1$ ns after laser irradiation. Panels (a, d, g) are reference interferograms before the shot, (b, e, h) are during the shot, and (c, f, i) are the inferred line-integrated electron density maps. Density is reconstructed only where clear fringes are present; regions without reliable fringe information are masked (white areas), resulting in a smaller reconstruction area. Red dashed lines indicate the original target position.

Characterization of magnetic field generation by short-pulse-powered capacitor-coil targets using the LFEX lasers

Y. Zhang¹, R. Omura², R. Akematsu², K. F. F. Law², B. K. Russell¹, G. Pomraning¹, K. Orr¹, K. Kimura², M. F. Syahbana², Y. Karaki², H. Matsubara², R. Yamada², J. Dun², R. Takizawa², Y. Arikawa², T. Pikuz², Y. Fukuda³, L. Gao³, H. Ji^{1,3}, S. Fujioka²

1) Princeton University, USA, 2) The University of Osaka, Japan, 3) Princeton Plasma Physics Laboratory, USA,

4) Kansai Photon Science Institute, Japan

SUMMARY

We conducted a successful experimental campaign with the support of the ILE team, achieving high-quality proton radiography measurements of capacitor-coil targets. Radiography was performed in both face-on and side-on configurations; the face-on geometry produced clear magnetic deflection signals near the coil, while the side-on configuration, though less effective, provides guidance for improved implementation in future experiments. Synthetic radiography using PlasmaPy, based on Biot-Savart modeling of the coil geometry, reproduces the observed deflection patterns. By comparing simulations with experiment, the coil current is inferred to be 29 ± 5 kA. These results, together with interferometry measurements from a separate campaign, have led to a manuscript currently under review at Applied Physics Letters. This work paves the way for future studies of magnetic reconnection using short-pulse-driven capacitor-coil targets.

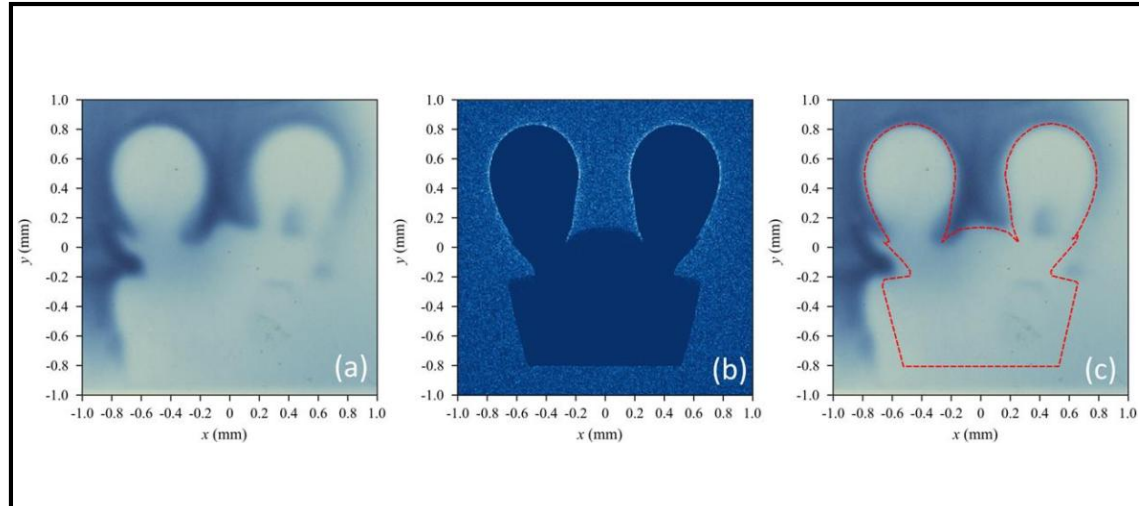


FIG. Face-on Proton radiography of the capacitor--coil target. (a) Proton radiograph obtained with 6.2 ± 0.5 MeV protons at $t = 0.59$ ns. The color scale is not absolutely calibrated and qualitatively represents the proton flux, with darker regions indicating higher proton deposition. The coordinate axes are referenced to the target plane. (b) Synthetic proton radiograph calculated assuming a 29 kA current in each coil. (c) Overlay of the synthetic radiograph on the experimental image. Dashed lines indicate the deflection contour derived from the synthetic proton radiograph shown in (b).

マルチピコ秒間持続する相対論放射圧による臨界密度面の超高速ダイナミクスの解明

小島 完興¹

1) 量子科学技術研究開発機構 (QST) 関西光量子科学研究所 (KPSI)

SUMMARY

This study investigates the effect of pulse duration on relativistic electron (RE) acceleration by high-intensity lasers. In recent kilojoule-class PW laser facilities, multi-picosecond relativistic laser irradiation is possible. Using the LFEX laser, we observed the generation of super-ponderomotive relativistic electrons (SP-REs). Particle-in-cell (PIC) simulations revealed that self-generated electrostatic and magnetic fields are essential for SP-RE generation, with energy amplification occurring through the loop-injected direct acceleration (LIDA) mechanism. The experiment aims to verify the sudden growth of self-generated magnetic fields and the synchronization between SP-RE generation and plasma expansion. Additionally, RE energy distribution will be measured under different pulse conditions using temporally stacked LFEX laser pulses. The time-resolved observation will be conducted using the polarization-gating frequency-resolved optical gating (PG-FROG) technique.

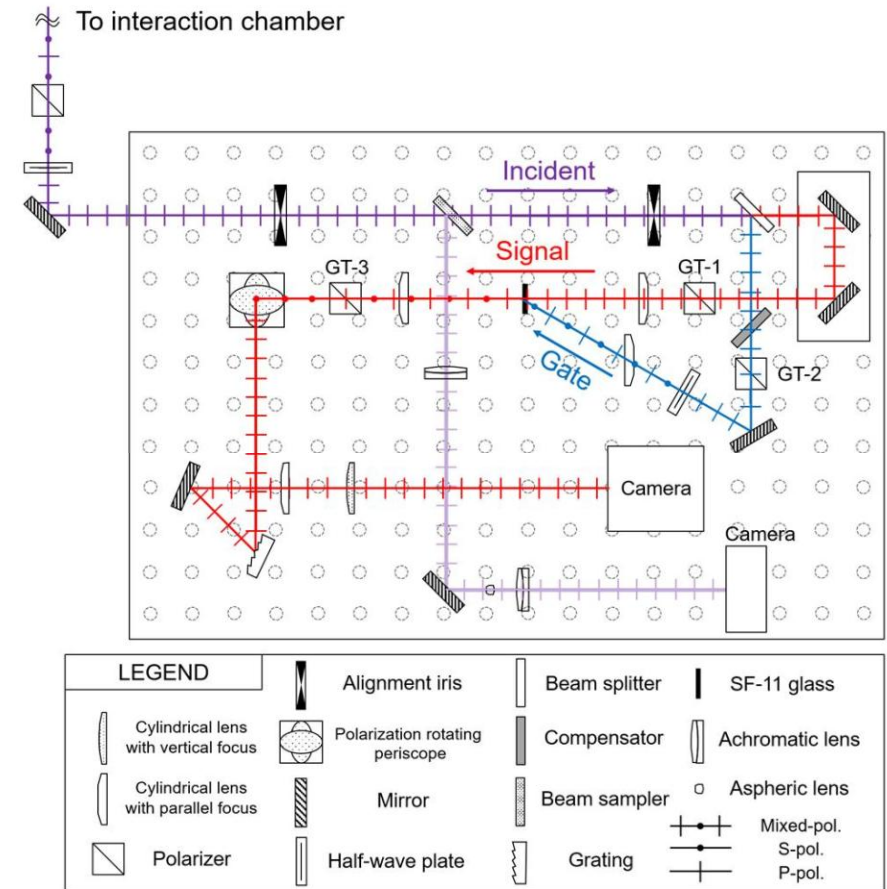


FIG. Schematic of single-shot polarization-gate frequency-resolved optical gating (PG-FROG). The single-shot FROG variant is based on the fact that the temporal delay can be mapped onto the spatial transverse position.

Ultra-high intensity focusing of LFEX by a post compressor

有川安信

大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

2025年度に計画された実験であるが、実験装置トラブルによりショット期間が2026年5月18日に延期された。報告書はその後に提出する。

計画について述べる。

LFEXの集光強度を飛躍的に向上させるために、ポストコンプレッサーを開発している。LFEXをパルス圧縮を100psまで伸ばし、圧縮器のダメージ限界を克服して従来よりもエネルギーのショットが可能である。さらに、F#-5の凸オフアクシスパラボラミラーにおいてLFEXを一旦平行行にし、2枚の回折格子でパルス圧縮を行った後、F#1の凹オフアクシスパラボラで元々よりも集光サイズを縮小して集光する。M1-GR1-GR2はダメージ限界ぎりぎりを使い、M2はプラズマミラーとして使用することで、全ての光学部品を1ショットごとに交換する仕組みでありながら、高いスループットを実現する。

現在ターゲット室1内に特設実験準備サイトを作り、パルス圧縮実験および集光確認実験を行っている。

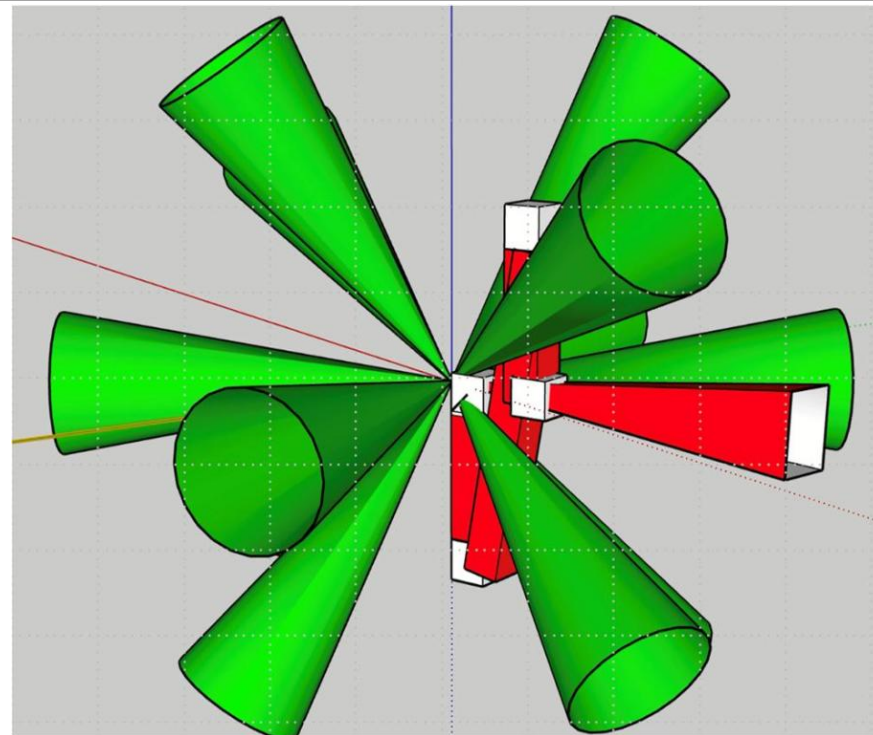


Fig1. ポストコンプレッサーの設置図。使用する光学品は国内メーカーから調達済みである。現在ターゲット室1の特設レーザーにより事前実験を進めている。

KeV resonance spectroscopy of cryogenic samples using laser-driven neutrons

Z. Lan¹, Y. Arikawa¹, T. Wei², Anton Tremsin³, A. Morace¹, T. Hayakawa², H. Sato⁴, T. Kamiyama⁴, M. Koizumi⁵,
Y. Abe^{1,6}, S. Fujioka¹, R. Kodama¹ & A. Yogo¹

1) Institute of Laser Engineering, Osaka University, Japan, 2) Kansai Institute for Photon Science, National Institutes for Quantum Science and Technology, Japan, 3) University of California at Berkeley, US, 4) Faculty of Engineering, Hokkaido University, Japan, 5) Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security, Japan Atomic Energy Agency, Japan, 6) Graduate School of Engineering, Osaka University, Japan.

SUMMARY

We advance laser-driven neutron resonance spectroscopy from proof-of-principle toward quantitative line-shape analysis under cryogenic conditions. In this year's LFEX experiments, we carried out neutron imaging at a 3 m beamline and resonance measurements at a 2 m beamline, introducing ultra-cold resonance samples down to about 3 K. Despite experimental challenges, clear resonance structures were obtained, indicating reduced Doppler broadening and improved sensitivity to intrinsic resonance line shapes. Scientifically, this opens a route not only to higher-resolution spectroscopy but also to studies of low-temperature lattice dynamics and solid-state effects beyond the conventional free-gas regime. The broader impact is the development of a compact, pulsed neutron platform for isotope-selective, non-destructive diagnostics relevant to nuclear data, materials science, and extreme-condition measurements.

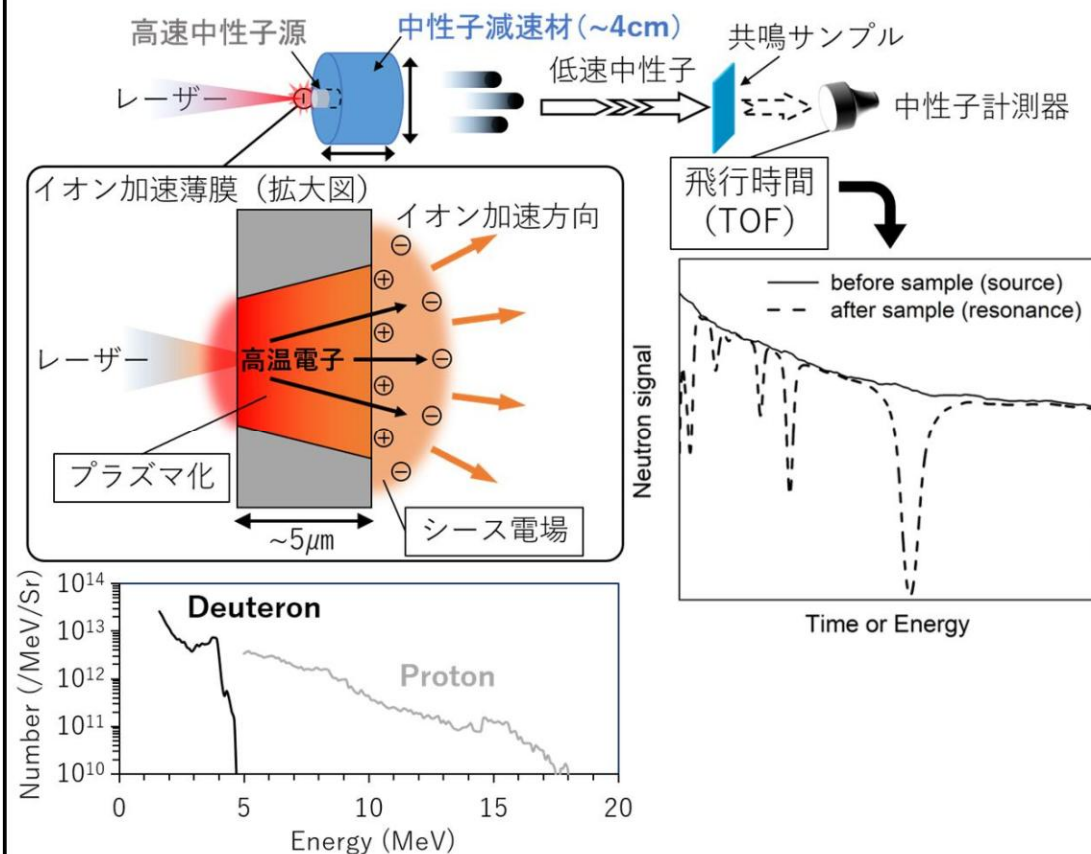


FIG.1 レーザー駆動中性子と共鳴吸収実験セットアップ

Energy bunching and acceleration enhancement of laser-driven proton and alpha particle beams using helical coil targets with tube

C. Lacoste^{1,2}, M. Huault¹, H. Larreur¹, K. Aliane¹, P. Nicolai¹, D. Batani¹, E. d'Humières¹, P. Antici², D. Raffestin¹, A. Morace³ and M. Bardon¹

1) CELIA (university of Bordeaux-CNRS-CEA), France, 2) INRS-EMT, Canada 3) ILE, Osaka University, Japan

SUMMARY

Recent experiments conducted on the LFEX laser facility in Osaka demonstrate the outstanding potential of helical targets for high-energy proton acceleration. For the first time, these targets were operated in a high-energy (1200 J) and high intensity (10^{19} W/cm²) regime, enabling the ejection of large charge densities and the generation of coil currents reaching several tens of kA. This resulted in a significant increase of the proton cutoff energy from 33 to 50 MeV, alongside the emergence of spectral bunching around 30 MeV. Notably, beam fluence was enhanced by an order of magnitude due to sub-degree collimation. Furthermore, new coil geometries optimized for carbon ions yielded cutoff energies up to 200 MeV with pronounced bunching at 100 MeV. These results open promising pathways toward isochoric proton heating, fast ignition schemes for ICF, and advanced hadron therapy applications.

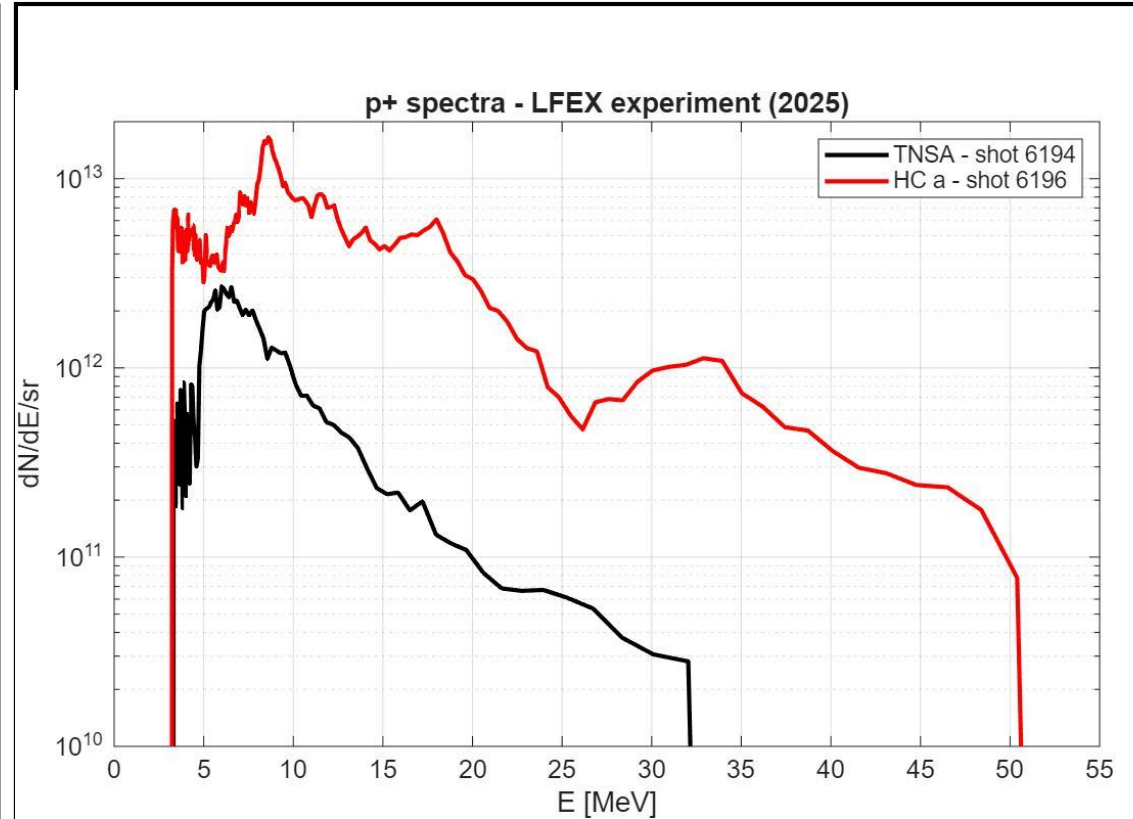


FIG. Measured proton spectra with (red curve) and without (black curve) helical target. A 15 μ m aluminum foil is used in both cases to interact with the LFEX laser beam.

レーザー駆動中性子による宇宙核物理・医療応用の研究

早川岳人¹, Lan Zechen², Wei Tianyun¹, 静間俊行¹, 川瀬啓悟¹, 羽島良一¹, 神門正城¹,
有川安信², 余語覚文², 藤岡慎介², Alessio Morace², 山田龍弥²,
1) 量子科学技術研究開発機構, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

大強度レーザーによって短いパルス時間で約 10^{11} 個の強度の高エネルギー中性子を生成可能になっている。このような中性子パルスは宇宙核物理の基礎研究及び医療応用研究に用いることができる。将来的な医療応用では、病院内に設置した大強度レーザーシステムで必要な少量の医療用の放射線同位体を生成することが考えられる。レーザー本体は放射線発生装置ではないので、放射線遮蔽する必要がないため、全体の重量を軽くすることができるという長所がある。本実験では、LFEXレーザーによって生成した高エネルギー中性子のチタンターゲットへの照射を行い、スカンジウム同位体 ^{47}Sc 及び ^{48}Sc の生成実験を行った。これらの同位体は基礎研究段階であり生成方法が確立しておらずレーザー利用の可能性はある。測定試料からのガンマ線は微弱で天然のバックグラウンドと識別できない。そのため、高エネルギー分解能のGe半導体検出器を用いて精密計測を行った。

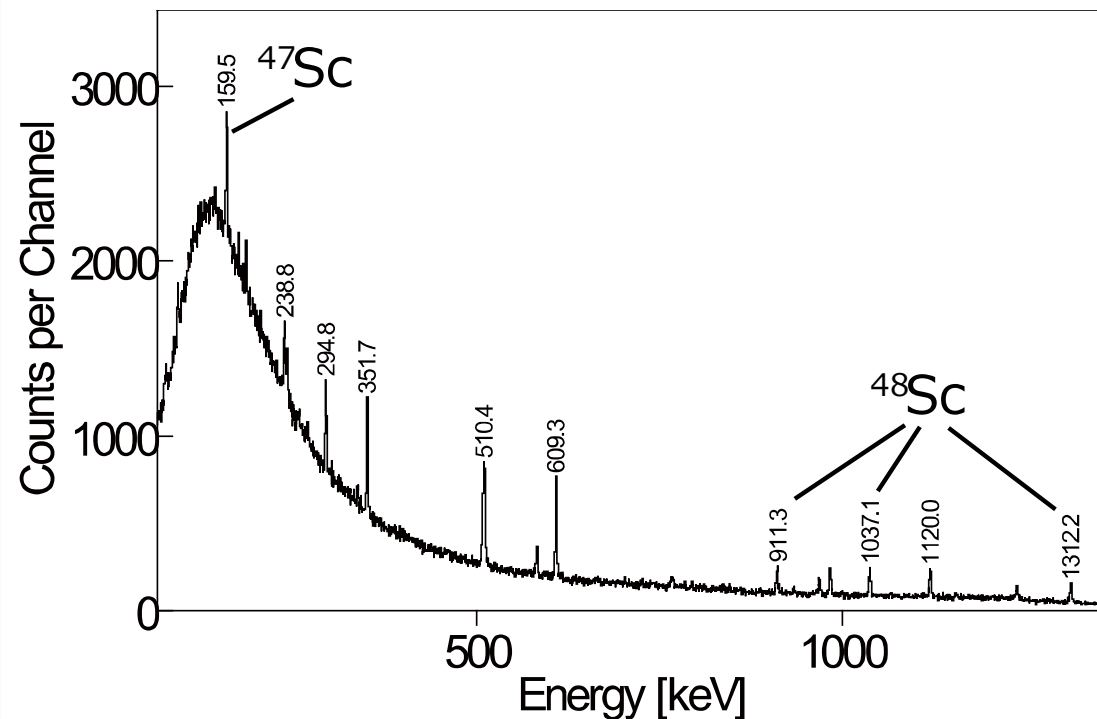


FIG. LFEXで生成したレーザー中性子を照射したチタンターゲットから放出されたガンマ線スペクトル。医療用核種の候補である ^{47}Sc 及び ^{48}Sc のベータ崩壊に伴うガンマ線が測定された。コンクリートに含まれる天然の放射性同位体からの放出された351keVや609keVなどのガンマ線も観測されている。

一方向照射型慣性核融合に基づく超短パルス点中性子源の開発

安部勇輝^{1,2}, 岩佐健生¹, 加藤光¹, 二階堂颯佳¹, 北村力丸¹, 草野颯斗¹, 黒地柊太郎¹, 玉城直也¹, 山中敬太¹, 飯田海地¹, 江寄大和¹, 内藤佳輝¹, 中村豊¹, 余語覚文², 有川安信², Alessio Morace², 境健太郎³, 羽原英明^{1,2}, 蔵満康浩^{1,2}, 藤岡慎介²,

1) 大阪大学大学院工学研究科, 2) 大阪大学レーザー科学研究所, 3) 核融合科学研究所

SUMMARY

本研究では、高解像度中性子画像診断用の高輝度短パルス点中性子源の開発を目的とし、TNSA駆動の求心プラズマ集束に基づく「爆縮を伴わない慣性核融合方式」の検証に取り組んだ。本年度は、球殻ターゲット内部に生成されるキロテスラ級のトロイダル磁場の特性評価に注力した。相対論的強度のレーザーを球殻ターゲットに照射すると、照射領域における電子の排斥に伴って帰還電流が発生し、球殻内部にトロイダル磁場が生成される。実験では、直径500 μm の球殻ターゲット内部に空間平均値で約500 Tのトロイダル磁場生成を示唆する結果が得られた。強力なトロイダル磁場は、優れたプラズマ閉じ込め特性を示す。実験では、直径約100 μm の円環状コア形成を示唆する結果も得られており、これはトロイダル磁場によるプラズマ捕捉効果が顕在化した結果であると考えられる。このような磁場の効果は中性子線の短パルス性および点源性を劣化させる要因となるものの、中性子数増大に寄与する要因としては魅力的であり、引き続き詳細な検証が期待される。

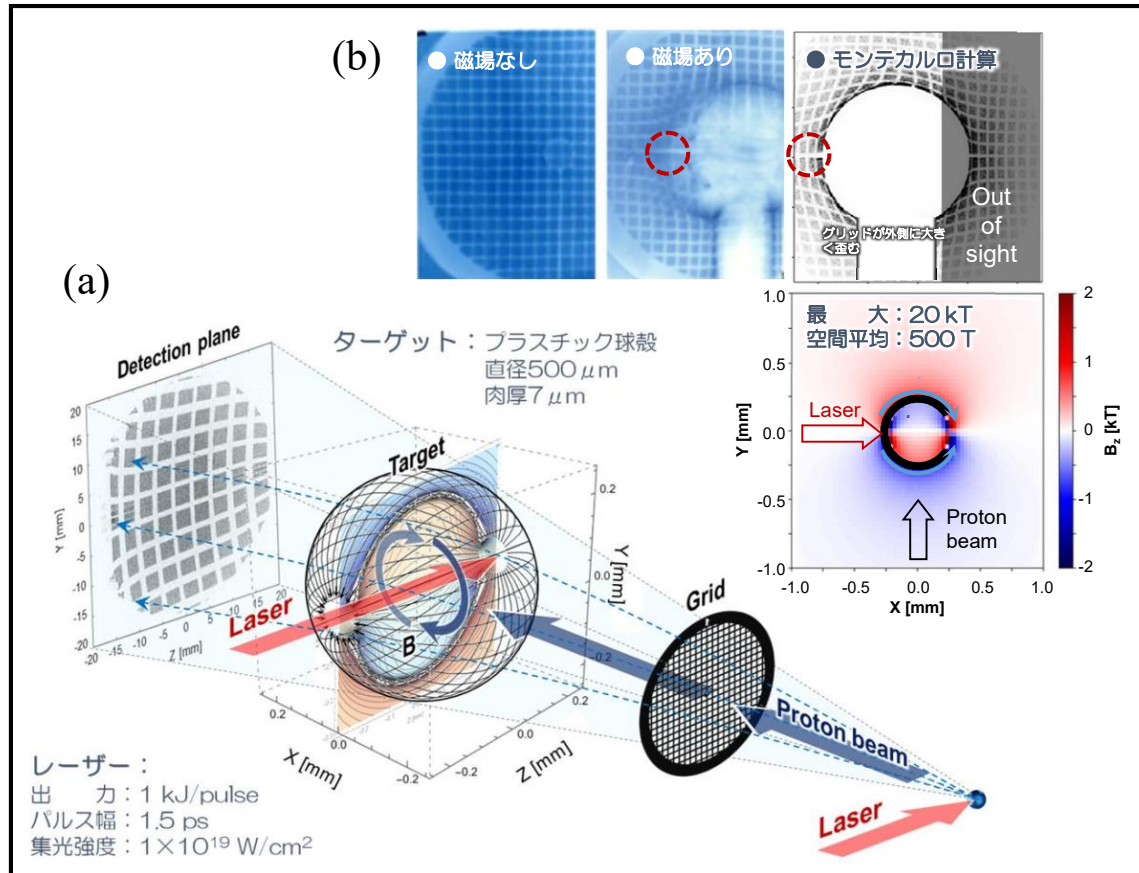


FIG. (a) 陽子偏向法を用いた磁場計測の概念図. (b) 磁場印可なしおよび印可ありの場合の陽子線投影像, それらを再現するモンテカルロシミュレーション結果, ならびに推定された磁場分布の計算結果.

超高強度レーザーイオン加速におけるイオン化の物理とその制御

畑昌育¹

1) 量子科学技術研究開発機構 関西光量子科学研究所

SUMMARY

次世代小型重粒子線がん治療システム「Quantum Scalpel (量子メス)」の入射器としてレーザー駆動炭素イオン加速器を利用するために必要なレーザー条件について、理論解析および数値シミュレーションに基づき、デモンストレーション装置の実現可能性評価を行った。まず、六価炭素イオン生成条件の見積もりを行い、ミクロン厚程度の薄膜による Target Normal Sheath Acceleration (TNSA)を想定する場合にはレーザー強度として $\sim 10^{20}$ W/cm²以上が必要であることを示した。次に、その条件を満たした上で、完全電離純粋炭素標的を仮定してレーザー駆動イオン加速の三次元電磁粒子シミュレーションを行い、加速イオン数の定量評価を実施し、4 MeV/uの六価炭素イオンを必要数 (10^8 /shot/10%エネルギー幅) 生成するためのレーザーおよび標的條件を調べた。その結果、レーザーエネルギーが2.4 Jあれば、800 nm、4000 nmどちらの標的暑さでも十分な数の炭素イオンを生成できることがわかった (右図)。Ref.) M. Hata et al., J. Appl. Phys. **139**, 013106 (2026).

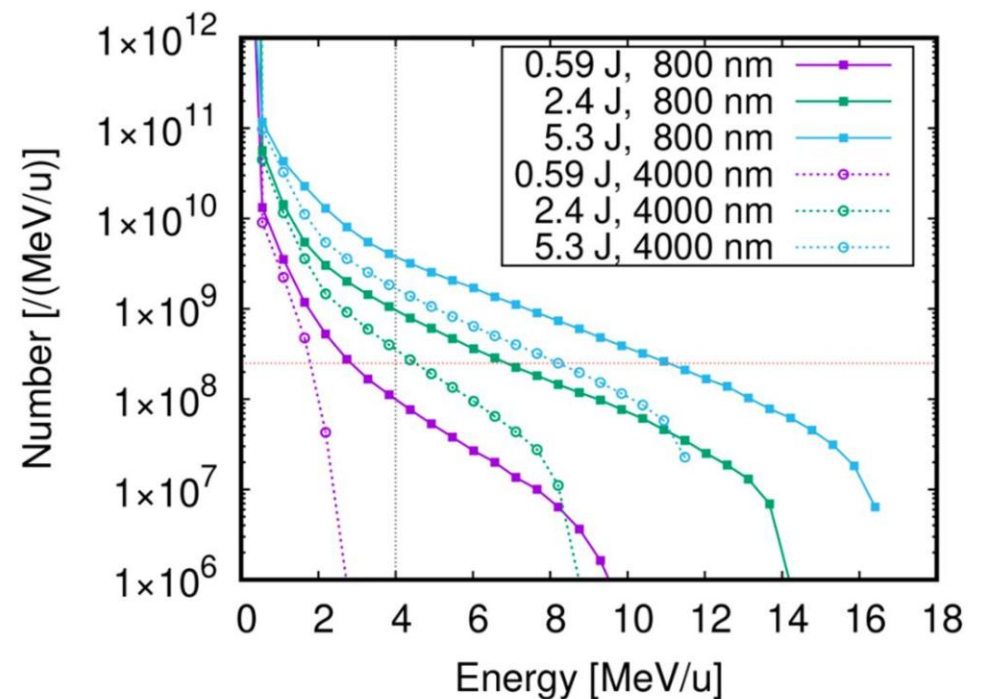


FIG. 炭素イオンエネルギースペクトルのレーザーエネルギーおよび炭素標的厚み依存性。標的は純粋炭素で完全電離を仮定した。灰色の横点線および縦点線はそれぞれ量子メス用入射器に必要なエネルギー (4 MeV/u) および個数 (10^8 /shot/10%エネルギー幅) を示す。

Characterization of LFEX laser-generated fast electrons via modeling angular-dependent bremsstrahlung measurements

H. Sawada¹, S. Fujioka², T. Maekawa², H. Matsubara²

1) *University of Nevada Reno, USA*, 2) *Institute of Laser Engineering, University of Osaka, Japan*

SUMMARY

Understanding the energy spectrum, divergence angle, and laser-to-electron conversion efficiency is crucial for advancing fast ignition in laser fusion research. This project aims to characterize fast electrons generated by the kilojoule-class, short-pulse LFEX laser through angular-dependent bremsstrahlung measurements. To compare with measurements obtained in a collaborative experiment, we performed 2D hybrid particle-in-cell simulations using LSP. Simulated bremsstrahlung spectrometer signals, including the spectrometer response function, are presented in the figure. The relative intensities among the spectrometers do not represent the trends observed in the measurements. This result indicates that accurately reproducing angular dependent bremsstrahlung radiation requires three-dimensional simulations that properly model the spectrometer viewing directions. In parallel, alternative Monte Carlo modeling approaches incorporating mathematical optimization and machine learning are on-going.

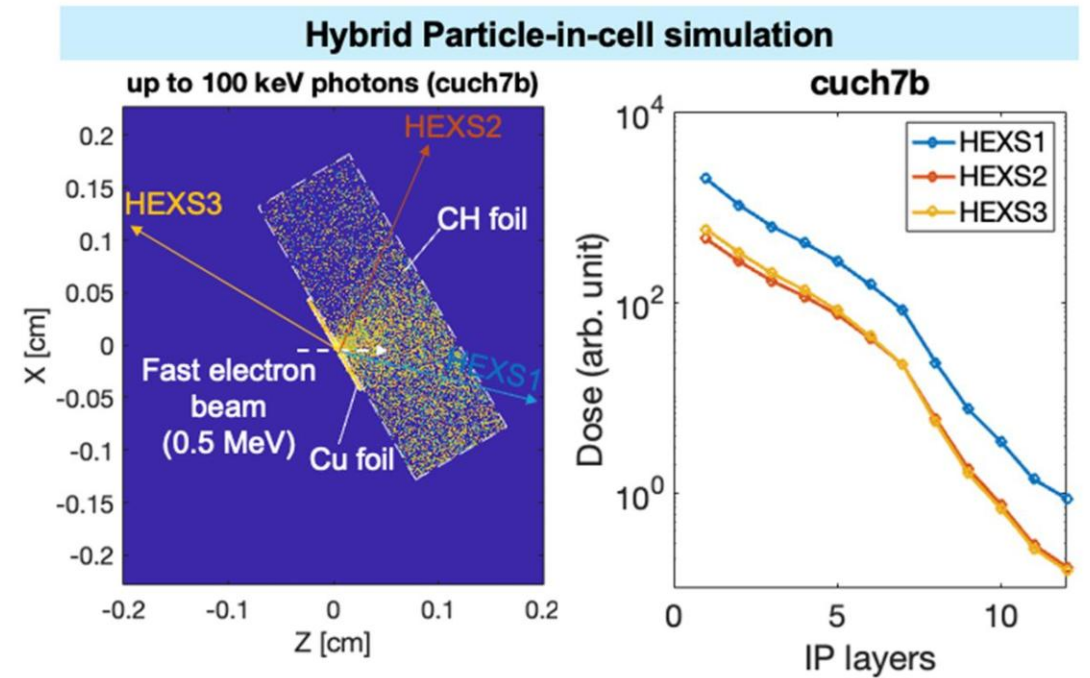


FIG. (Left) Photon distribution in a copper foil with a plastic backing layer from a two-dimensional hybrid particle-in-cell simulation (Right) Simulated bremsstrahlung spectrometer signals for three viewing directions.

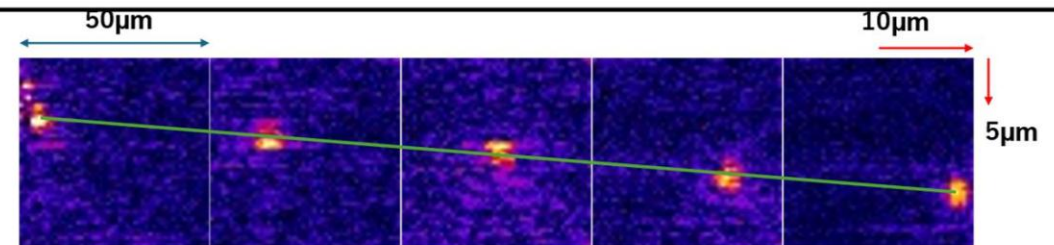
マルチモードファイバーイメージングによるミクロン分解画像計測手法の開発

中村友哉¹, 有川安信²,

1)大阪大学基礎工学研究科, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

申請者はコンピュータショナルイメージングに関する研究を行っている。本研究は、レーザー核融合の燃焼メカニズムを解明ために、「 $1\ \mu\text{m}$ の空間分解能」を持つ中性子画像計測システムを開発し、「 $2.5\ \text{ps}$ の時間分解能」を持つ中性子時間計測システムと統合する計画がある。本研究はそのためのコア技術としてマルチモード光ファイバー(MMF)イメージング技術を開発する。MMFを通過後のスペックル状画像から、MMFに入射した時の画像を演算アルゴリズムを用いて解き、元の画像に復元する。あらかじめMMFに既知の点光源を入射した時のスペックル画像を伝達関数として扱う。今回は準備的実験として、 1064nm のレーザー光で作った点光源を、同じレーザーを用いて伝達関数測定を行い、その点光源信号をMMFイメージング再構成計算して得られた画像を示す。点光源のサイズは $8\ \mu\text{m}$ と推定された。実際の大きさが $5\ \mu\text{m}$ であったことから、おおよそ求めていたことが実現していることがわかる。



- ・長さ1mのMMF (コア $200\ \mu\text{m}\phi$, SI, NA=0.22) SMFとMMFの距離 $d=4\text{mm}$ での点光源の移動が撮影できた。
- ・ $5\ \mu\text{m}$ の移動が観測できた。
- ・点光源のスポットサイズは $8\ \mu\text{m}\phi$

Vertical line profile

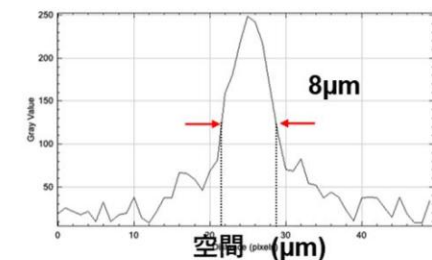


FIG.1 実験結果。 1064nm のレーザー光で作った点光源を、同じレーザーを用いて伝達関数測定を行い、その点光源信号をMMFイメージング再構成計算して得られた画像。点光源の実際サイズが $5\ \mu\text{m}$ に対して計測されたデータが $8\ \mu\text{m}$ であったことから、分解能は $\sqrt{8^2-5^2}$ より $6\ \mu\text{m}$ 程度であると推察される。点を既知の距離移動させた時、予想と計測位置の間位に良い線形性が得られたことから画面全体に渡って高い空間分解が得られることがわかる。

Online reading of photostimulable phosphors for integrated detection of high energy radiation

S. Miyamoto, H. Matsubara, N. Tanaka, K. F. F. Law, R. Takizawa, J. Dun, X. Han, Y. Karaki,
and S. Fujioka

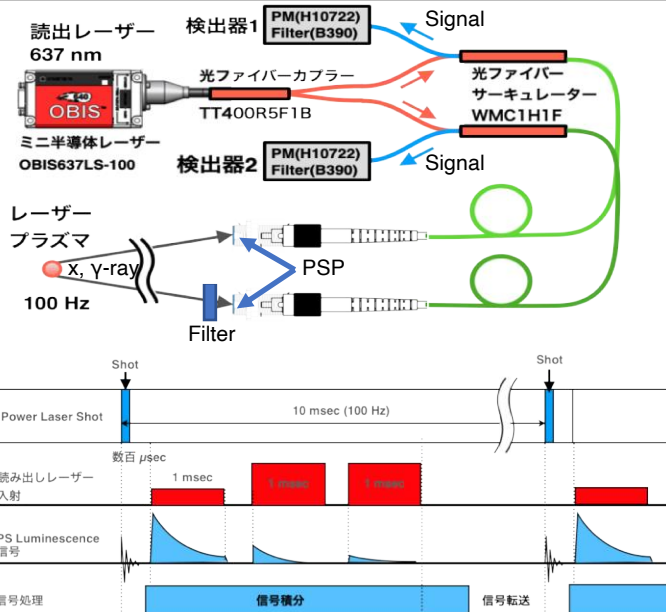
Institute of Laser Engineering, The University of Osaka

SUMMARY

レーザープラズマからの高エネルギーX線、ガンマ線や、高エネルギー電子のスペクトル計測に輝尽性蛍光体(PSP: PhotoStimulable Phosphor)を用いることで、その広いダイナミックレンジと積分型検出により、信号の飽和の心配は少なく、ショット時の大きな電磁ノイズの影響も避ける事ができる。従来、PPに蓄積された計測情報を読み取るために数十分必要であった計測時間、光ケーブルオンライン読み取りによりミリ秒以下に短縮するシステムを開発した。これにより、100Hz程度の繰り返し高ノイズレーザー照射実験に対応できる。

検出器の動作シーケンスは以下ようになる。

- [1]レーザープラズマからのパルスガンマ線等の照射数 μ 秒後は電磁ノイズを避けるため待機。
- [2]読み出しレーザーをPSPへ入射。(検出器のダイナミックレンジに応じて読み出しレーザーパルス分割入射)
- [3]出力信号がなくなるまで積分。
- [4]信号転送後、次ショット待機。



輝尽性蛍光体(PSP)を用いた、X線-ガンマ線検出器の多チャンネル化と、信号取得シーケンス。

液体ジェットターゲットを用いた高繰り返しレーザー粒子加速に関する研究

安部勇輝^{1,2}, 東口武史³, 小田靖久⁴, 森田大樹³, 岩佐健生¹, 荻原彩華³, 小林隼大³, 佐藤稜馬³, 杉浦使³, 空本龍弥³, 東原望³, 松浦涼真³, 三輪佑太³, 矢澤隼斗³, 阿光秀馬³, 藤岡慎介²

1) 大阪大学大学院工学研究科, 2) 大阪大学レーザー科学研究所, 3) 宇都宮大学, 4) 摂南大学

SUMMARY

パワーレーザーがシングルショットの時代から高繰り返しの時代へと変革しつつある昨今, 最も遅れているのはターゲット連続供給技術の開発である. 本研究では, 液体薄膜ジェット供給技術に着目し, レーザーと液体薄膜の相互作用による高繰り返しイオン加速ならびに高輝度中性子線, X線発生と応用展望を検討した. 昨年度までに直径10 - 500 μm の円柱軽水ジェットのほか, 直径100 μm , 肉厚10 μm の円筒中空ジェットの生成に成功し, 今年度は高繰り返しレーザー実験に向けた準備を進めた. mJ・kHzクラスの小型レーザーから, 100 J・100 Hzクラスの大型レーザー (Senju等) を想定した場合の中性子収量の見積もりのほか, 実験に向けてチャンバー内部の到達真空度の確認を行った. また, 本年度は小田氏らと協力して液体ジェットの振動抑制装置の開発を進めた.

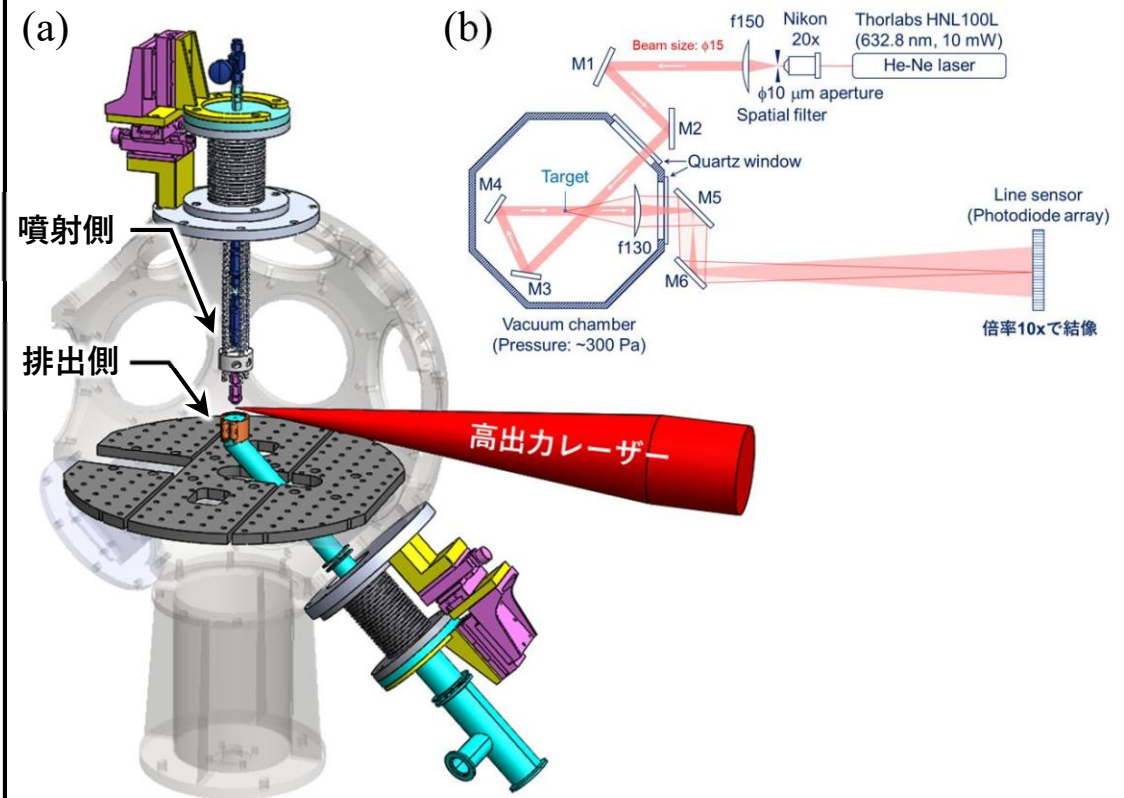


FIG. (a) 準備中の液体ジェット実験装置の概要, (b) 液体ジェットの位置・形状診断のための光学計測系のセットアップ

Investigation of low-density foams targets as advanced proton sources driven by relativistic laser pulses

D.Batani¹, G.Malka¹, K.Batani², H.Larreure¹, Ph.Nicolai¹, D.Raffestin¹, J.Commenge¹, D.Molloy³,
Dong Ao⁴, S.Pikuz³, Wei Kang⁵, Bing Liu⁴, A.Morace⁶

1) Univ Bordeaux, France, 2) IPPLM Warsaw, Poland 3) HB11 Energy, Australia,
4) ENN, China 5) PKU Beijing, China 6) ILE Univ. Osaka, Japan

SUMMARY

The goal of this experimental campaign was to confirm and extend some of the results of the experiment conducted on LFEX in 2024. We irradiated plastic foams from different manufactures and different densities (from 2 to 8 mg/cc).

In agreement with the findings of the previous campaign, we observed that using very low density foams the maximum proton energy (cut-off) was reduced but the total number of protons increased, especially in the low energy range ($\lesssim 5$ MeV). In comparison, irradiated thin plastic foils provided higher cut-of energies and lower total yields. Cut off energy was reduced from ~ 40 MeV with foils to about half with low density foams. At higher densities ~ 8 mg/cc the effect disappeared (low cut-off and low yield). Even with foams, proton acceleration resulted to be normal to the rear target surface (as we checked by rotating the target in one shot) as for TNSA acceleration. Results are now being analyzed and an article is in preparation.

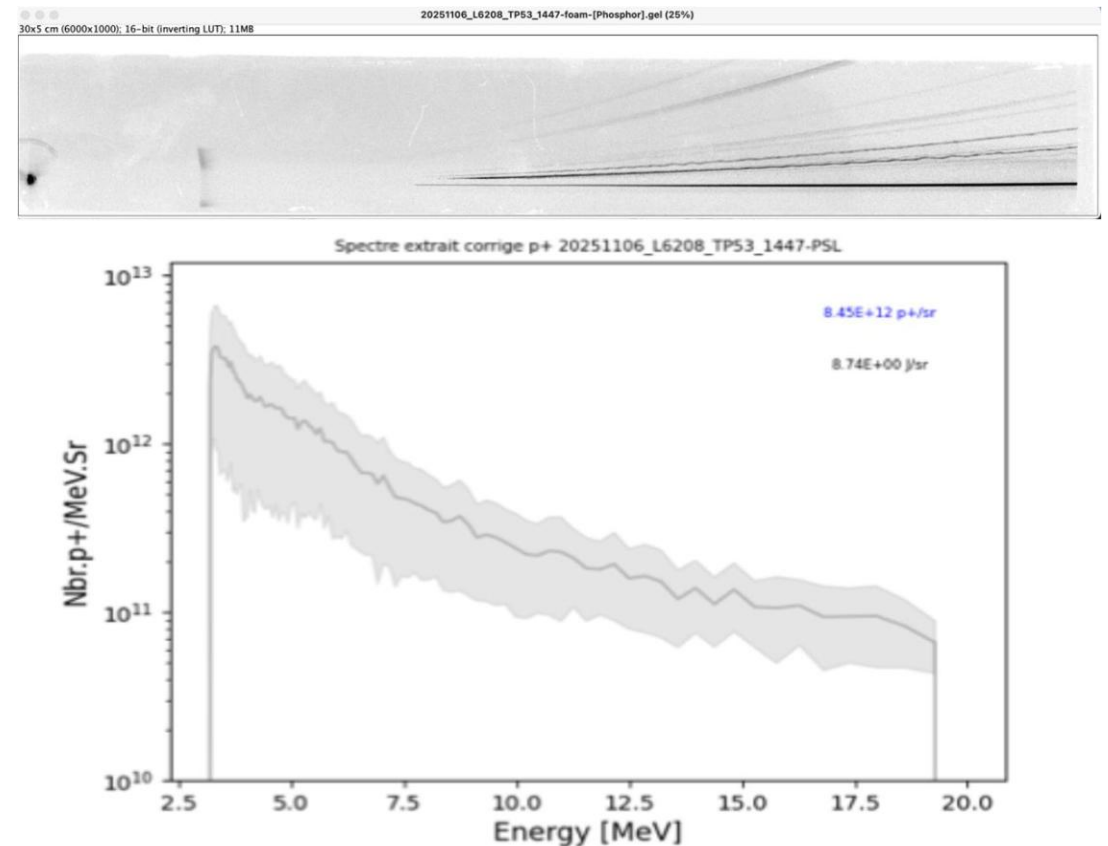


FIG. Up) Thomson parabola traces for shot #4 [6208] at 1091 J using a Chinese foam of density 2 mg/cc, Bottom) the deconvoluted spectrum (number of protons per MeV and solid angle)

Focusing and light-ion acceleration through multi-picosecond pulse shaping

R. Simpson¹, D. P. Higginson¹, A. Morace², Y. Arikawa², A. Kemp¹, D. Mariscal¹, T. Mukai²,
P. Samimy³, A. Yogo², R. Yamada²

1) Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, California, USA, 2) Institute of Laser Engineering, Osaka University, Japan, 3) University of California San Diego, San Diego, California, USA

SUMMARY

Multi-picosecond laser pulse shaping effects on proton acceleration and focusing were investigated at LFEX. Three configurations of the four laser beamlets were tested: all four aligned in time (1.5 ps duration, intensity $\sim 1e19$ W/cm²), a pulse train (6 ps, $\sim 2.5e18$ W/cm²), and an intermediate case (3 ps, $\sim 5e19$ W/cm²). The beams were incident on a thin curved target to observe protons accelerated via target normal sheath acceleration (TNSA). While proton acceleration was reduced at lower intensities (i.e., longer pulse duration) the reduction was weaker than expected via, $I^{1/2}$, TNSA ponderomotive scaling. Simulations support this trend and suggest flatter multi-pulse shapes outperform equivalent Gaussian pulses. This work improves understanding of laser-plasma coupling, electron generation, and ion focusing for fast ignition. Broader impacts include strengthening predictive modeling for inertial fusion energy applications.

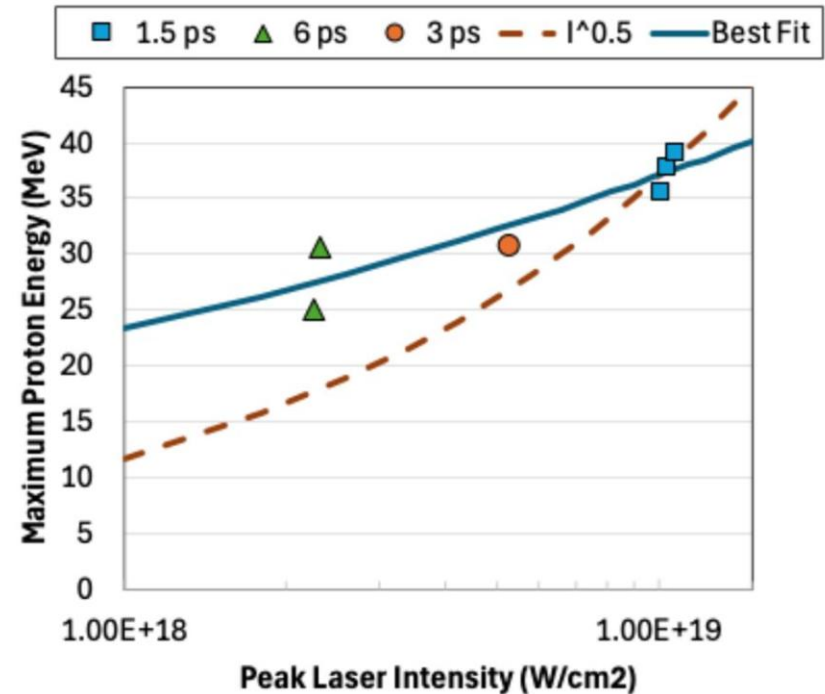


FIG. Maximum energy of TNSA protons recorded using radiochromic film (RCF) located normal to the target, as a function of the incident laser intensity. The different pulse durations are described in the legend. The solid curve shows the best fit to the data, $I^{0.2}$, and the dashed curve represents the ponderomotive scaling, $I^{0.5}$.

Study of “Investigation of Laser-Plasma Instabilities in long plasmas and ICF laser intensities” by G. Cristoforetti¹, Keisuke Shigemori², L.A. Gizzi¹, P. Koester¹, E. Hume¹, D. Batani³, P. Nicolai³, Chiharu Nakatsuji², Shun Horimoto³, Norimasa Ozaki⁴,

1) *Istituto Nazionale di Ottica-CNR, Pisa, Italy*, 2) *Institute of Laser Engineering, Osaka University, Osaka, Japan*,

3) *Université Bordeaux, CNRS, CEA, CELIA, Talence, France*,

4) *Graduate School of Engineering, Osaka University, Osaka, Japan*

SUMMARY

In the experimental campaign the energy, spectrum and the temporal evolution of the back-scattered light originating from parametric instabilities during the interaction of the main beams with a plasma created by the heating beams was characterized for a set of delays between the heating beams and the interaction beams. The energy spectrum of hot electrons originating from parametric instabilities was also characterized. In addition to the standard thick (50 μ m) targets, thin targets (2-5 μ m thickness) were employed in order to achieve a long density scale length plasma closer to ICF conditions. Preliminary results indicate that the amount of back-scattered SRS (Stimulated Raman Scattering) was found to increase with decreasing target thickness (longer density scale length).

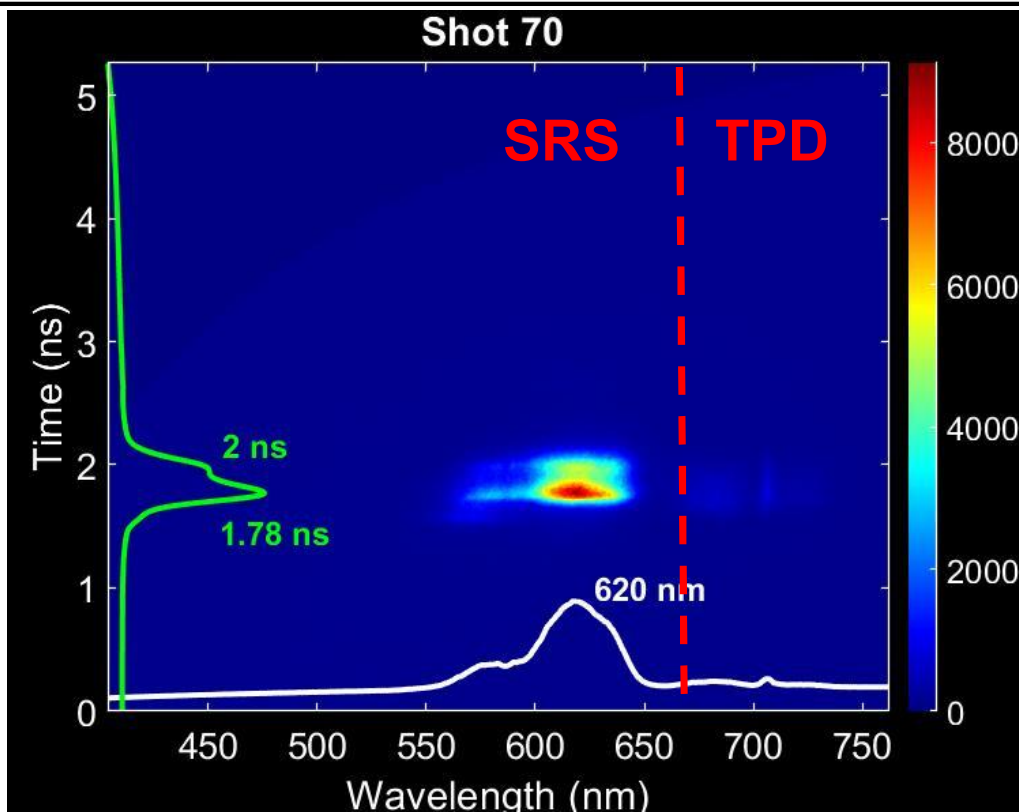


FIG. Spectrally and time-resolved back-scattered light from the interaction of the laser beams with a 50 μ m thick plastic target at a delay of 300ps delay between the heating beams and the interaction beams showing signatures of TPD and SRS.

Enhancement of X-ray Thomson Scattering Capability for Probing Astronomical-like and Fusion Plasmas

M. Koenig¹ (PI), S. Fujioka² (Co-PI), Y. Karaki³, M. Syahbana³, T. Pikuz², J. Dun³, F. Perez¹, F. Delahaye Lerma⁴, G. Gregori⁵, B. Albertazzi¹,
K. F. F. Law², R. Takizawa², H. Matsubara³, R. Akematsu³, R. Oomura³, K. Kimura³

¹ Ecole Polytechnique, LULI; ² Univ. of Osaka, ILE; ³ Univ. of Osaka, Dept. of Physics; ⁴ Observatoire de Paris, Sorbonne Univ.;
⁵ Univ. of Oxford, Dept. of Physics.

SUMMARY

During this period, research focused on the computational design for integrating X-ray polycapillary (PCP) optics into the GEKKO-XII chamber. Due to customs delays, efforts shifted to rigorous HEART ray-tracing simulations to validate the diagnostic geometry. These simulations revealed critical constraints: the PCP's physical footprint forces the HAPG crystal approximately 1000 mm from the Target Chamber Center, requiring it to operate at a 4th-order diffraction to resolve the quasi-parallel beam. Analysis proved that severe signal attenuation from this 1000 mm standoff, internal PCP transmission losses, and low 4th-order reflectivity completely negates the optic's theoretical solid-angle advantage. Consequently, the architecture was redesigned. Omitting the PCP allows a simplified spectrometer to be positioned closer to the plasma, prioritizing absolute photon collection for future campaigns.

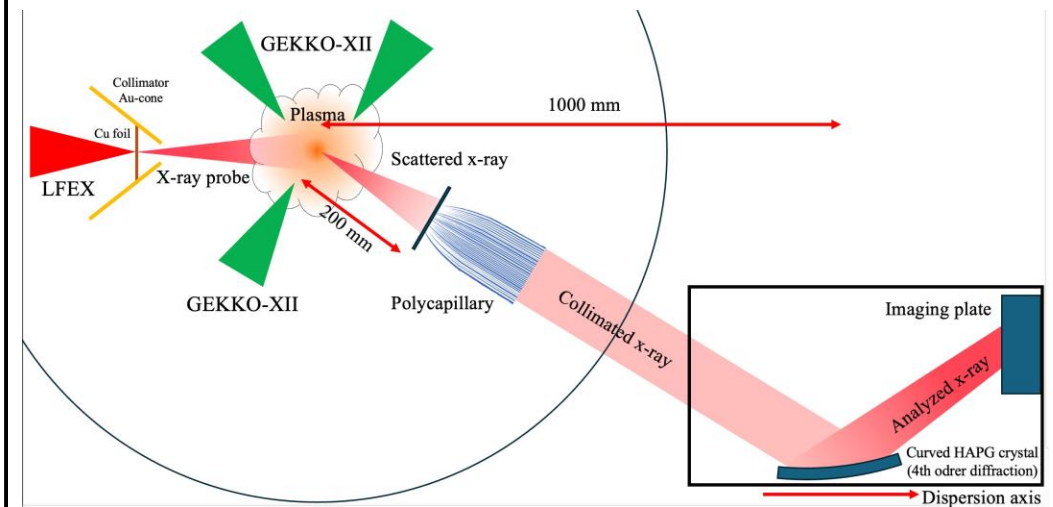


FIG. Experimental setup for the proposed XRTS-Polycapillary diagnostic, demonstrating the ~ 1000 mm TCC-to-crystal clearance constraint.

Realization of fusion ignition with multi-scale shock wave control - Optimization of ultra-high pressure shock wave generation and propagation by controlling laser-plasma interactions -

重森啓介¹, 中辻千陽¹, 本多拓也¹, 磯谷匠¹, 波多野直人¹, 武島佳輝¹, 菅沼友音¹, 田中大裕¹, 竹歳加偉², 山形直毅², 尾崎典雅², 余語覚文¹, 藤岡慎介¹, 長友英夫¹

1) 大阪大学レーザー科学研究所, 2) 大阪大学大学院工学研究科

SUMMARY

本研究では、衝撃波点火方式を含む直接照射型レーザー核融合において重要なレーザープラズマ不安定性を軸に、高圧力発生などターゲット設計に関わるメカニズムの解明を目的とした。

プラズマスケール長の各種依存性に焦点を当て、ターゲット材料（ポリスチレン、ダイヤモンド、アルミニウム）を変化させることで、密度および原子番号効果を系統的に調査した。その結果、プラズマスケール長の変化に応じたレーザープラズマ不安定性の成長特性の変化が顕著に観測された。さらに、レーザープラズマ不安定性がアブレーション過程に与える影響を評価するため、X線ストリークカメラを用いた質量噴出率の時空間分解計測を実施した。現在、不安定性とアブレーション特性の関係性およびそれらの理解に向けた解析を進めている。

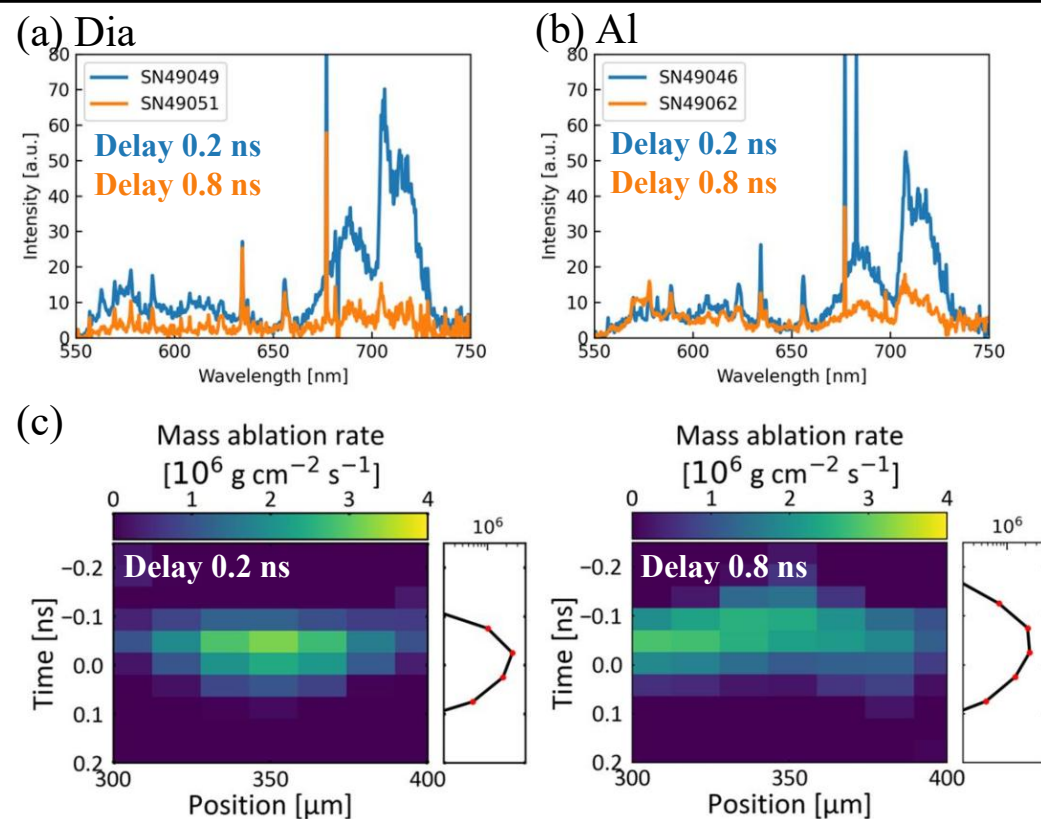


FIG. (a) ダイヤモンドターゲットにおけるレーザープラズマ不安定性のプラズマスケール長依存性 (Delay 0.2 ns : 短, Delay 0.8 ns : 長) (b) アルミニウムターゲットの場合 (c) 質量噴出率の時空間分布の比較。

L-shell opacity measurement for astrophysical applications

F. Perez³, J. Dun^{1,2}, F. Delahaye³, T. Pikuz⁴, M. Koenig³, S. Le Pape⁴, B. Albertazzi⁴, P. Renaudin⁵, C. Blancard⁵, L. Jacquet⁵, R. Takizawa¹, Y. Karaki^{1,2}, H. Matsubara^{1,2}, M. Syahbana^{1,2}, Y. Akematsu^{1,2}, R. Omura^{1,2}, X. Wu^{1,2}, S. Fujioka^{1,6}

1) Institute of Laser Engineering, Osaka University, Osaka, Japan, 2) Graduate School of Science, Osaka University, Osaka, Japan, 3) LUX, Observatoire de Paris, Paris, France, 4) Laboratoire LULI, Ecole Polytechnique, CNRS, Paris, France, 5) Département de Physique Théorique et Appliquée, CEA/DAM Île-de-France, Paris, France, 6) National Institute for Fusion Science, Gifu, Japan

SUMMARY

In this experimental campaign, we have demonstrated that the laser-heated hohlraum system achieves a time-resolved, temporally averaged radiation temperature of approximately 80 eV, which is sufficient to produce the calcium ionization states of interest. Additionally, three-channel time-resolved radiation intensity measurements were performed to characterize the temporal evolution of the radiation field within the hohlraum. To facilitate plasma opacity analysis, we acquired multiple datasets comprising backlighting, self-emission, and sample absorption spectra. However, extracting the transmission spectrum remains highly challenging due to substantial background signals and systematic uncertainties. Ongoing efforts are focused on refining the background subtraction and error mitigation protocols to reliably isolate the experimental transmission spectra.

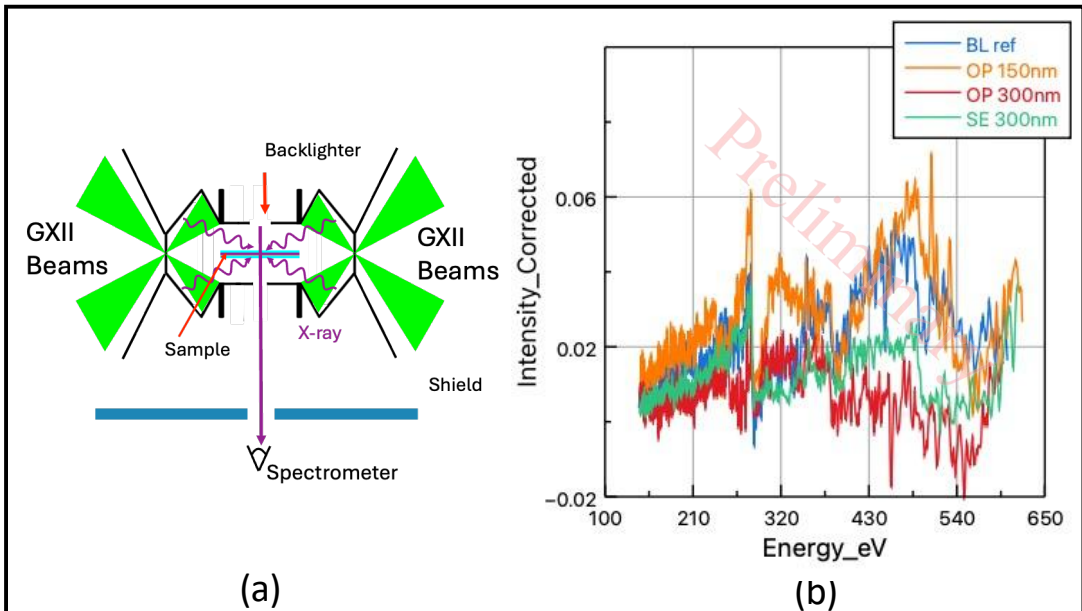


FIG. (a) Experiment layout. 6 GEKKO beams are used to drive the hohlraum, and 3 additional GEKKO beams are used for drive the backlighter. (b) Calibrated spectrum. All the data are processed by the background removal code. The intensity difference may caused by such processing.

複合放物面型集光器を用いたレーザー加速相対論電子ビームのコリメーション

城崎知至^{1,2}, 瀧澤龍之介², 唐木優河², 松原広貴², 明松凜也², 大村リョウ², 藤岡慎介²

1) 広島大学大学院先進理工系科学研究科, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

本研究では、複合放物面型集光器（CPC）を用いてLFEXレーザーを強集光した際に、加速電子の特性がどのように変化するかを計測した。ターゲットは、電子特性計測用のトレーサー層にCPCを取り付けた構成とし、CPCの有無による電子特性の変化を比較した。主たる計測手法は、X線画像計測および絶対校正済みX線分光計測である。X線画像計測では加速電子の空間分布を、X線分光計測では加速電子数およびプラズマ温度の変化を評価することができる。

右図に、実際に計測されたX線スペクトルを示す。加速電子がトレーサー層中の銅に衝突することで発生するCu-K α 線と、電離した銅との相互作用によって生じるshifted Cu-K α 線が観測された。CPCを取り付けた場合にshifted Cu-K α 線の光量が増加したことから、電子伝播がより局在化し、その結果としてプラズマ加熱が促進されたことが示唆される。今後はさらに詳細な解析を進め、電子特性の変化をより定量的に評価する予定である。

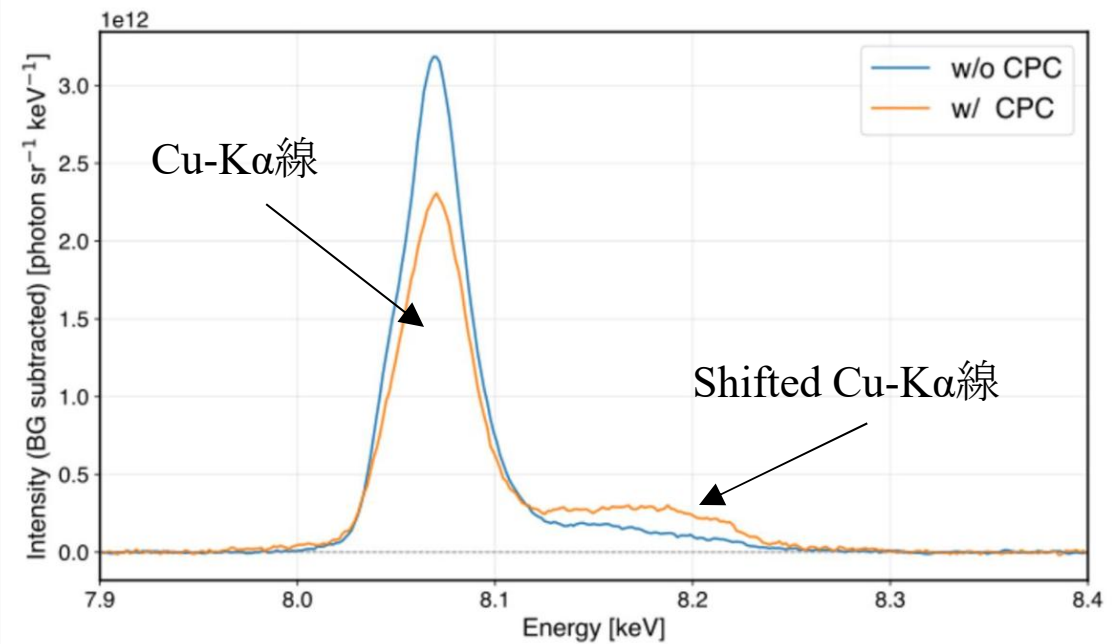


FIG. X線分光スペクトル：青線は複合放物面型集光器（CPC）無し、オレンジ線はCPC有りでの結果である。CPCを取り付けることによりShifted Cu-K α 線が増加し、電子の伝播領域が局在化したことが読み取れる。

Investigation of early-stage hydrodynamic perturbations and evolution via x-ray phase contrast imaging in laser-driven planar targets

X. Zhao¹, Y. Wang¹, B. Fisher¹, D. Kosimov¹, L. Antonelli¹, A. Morace², Y. Sakawa², D. Manceni³, D. Batani³, Y. Dai⁴, X. Yuan⁴, H. Gu⁵, J. Zhang⁴, and N. Woolsey¹

1) *York Plasma Institute, University of York, Heslington, York, United Kingdom*

2) *Institute of Laser Engineering, Osaka University, Suita, Osaka, Japan*

3) *Université de Bordeaux, CNRS, CEA, CELIA, France*

4) *Key Laboratory for Laser Plasmas (MoE) and School of Physics and Astronomy, SJTU, Shanghai, China*

5) *Beijing National Laboratory for Condensed Matter Physics, IOP, CAS, Beijing, China*

SUMMARY

The experiment used LFEX to irradiate a $\sim 15 \mu\text{m}$ copper wire on a CH substrate, generating a point-like X-ray source for phase-contrast imaging of laser-driven density perturbations and shocks. In parallel, a Gekko beam irradiated a Mo target for face-on radiography. A major limitation was the high background level which severely degraded the imaging and signal to noise ratio. This background originated from fast electrons and as confirmed later, high-energy protons. These charged particles saturated the IP detector, significantly degrading performance. The X-ray streak was not usable for face-on radiography due to alignment issues at port 53. Additionally, the high-magnification target alignment camera's field of view did not cover the LFEX target. Future experiments will develop dedicated diagnostic suite for X-ray imaging at Gekko & LFEX.

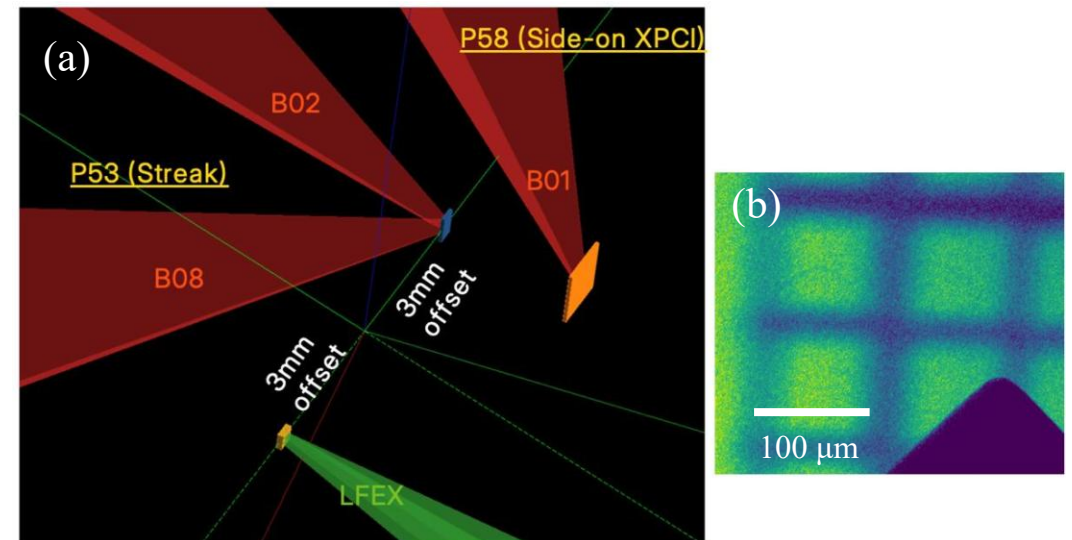


FIG. (a) Setup of the experiment. (b) X-ray imaging of the gold grid. The resolution is limited by the laser pointing and high background levels created by charged particles.

高速電子自己集束のための輻射を考慮したニッケルプラズマ膨張の計算

羽原英明^{1,2}, 長尾真希¹, 中村豊¹, 立木健嗣¹, 山中敬太¹, 長友英夫²

1) 大阪大学大学院工学研究科 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

我々は高速点火方式レーザー核融合における追加熱レーザーの加熱効率上昇のため、ターゲットにニッケルを挿入した燃料球を用いることを検討している。そのために、まずスーパーペネトレーションに適した爆縮プラズマの最適化を目的としたシミュレーションについて検討した。シミュレーションは1次元流体シミュレーションコード ILESTA を用いて行い、追加熱レーザーの波形を変化させることで、コア面密度の上昇に加えてアブレーションプラズマの相対論的臨界密度面をコアに近い位置にとどめ、密度スケール長を短くすることを目的として検証を行った。その結果、レーザーの立ち上がりを緩やかにする foot パルスによって面密度の上昇や密度スケール長の短縮、相対論的臨界密度面のコアへの接近などを確認した。本結果は初期パルスによるプラズマ状態の事前整形や等エントロピー圧縮が重要である点でテーラードパルスの概念と整合的である。

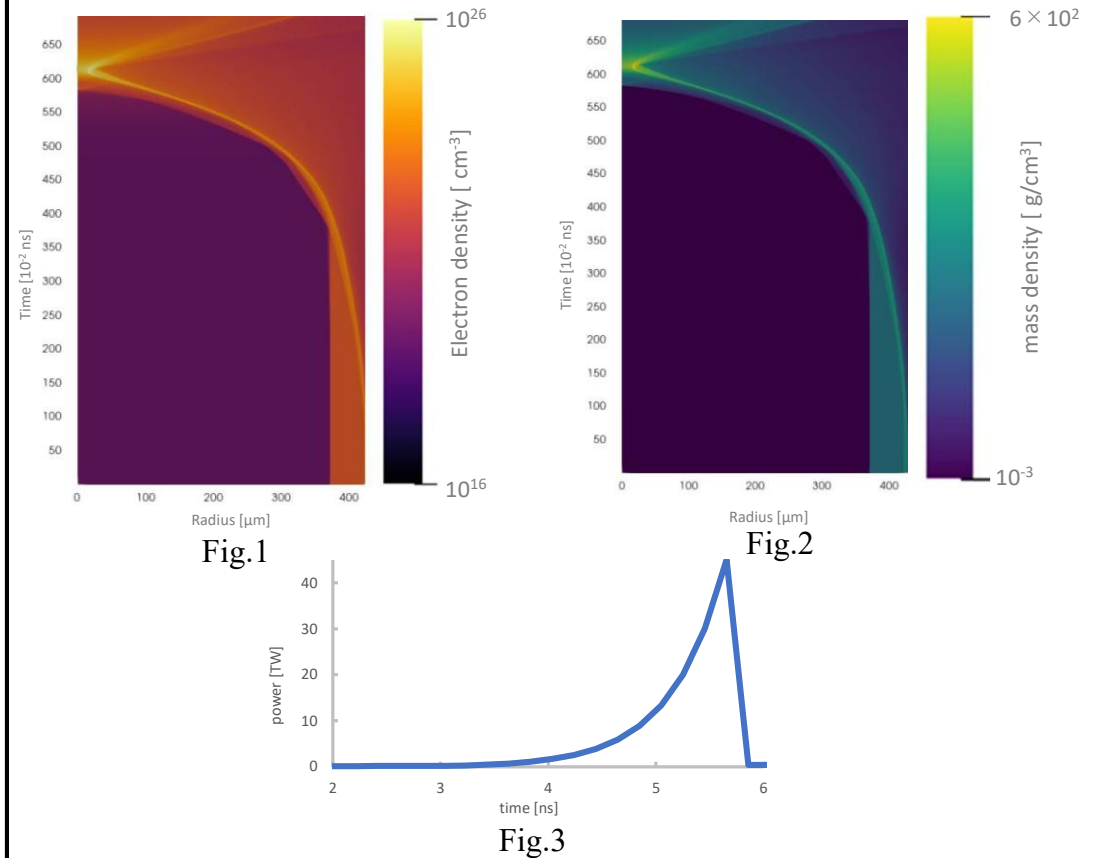


Fig.1 流体シミュレーションの電子密度分布の時間発展

Fig.2 流体シミュレーションの質量密度分布の時間発展

Fig.3 シミュレーションに用いた追加熱レーザーパルス波形

Development of an XFEL platform for high-power laser-irradiated nanowire arrays

H. Sawada¹, D. Tanaka², and K. Shigemori²

1) *University of Nevada Reno, USA*, 2) *Institute of Laser Engineering, Osaka University, Japan*

SUMMARY

This project investigates energy transfer in high-intensity, short-pulse laser interactions with nanowire arrays for the creation of hot dense plasmas, with relevance to both fundamental physics and applications. Nanowire arrays made of Cu or Ni were fabricated with wire diameters ranging from 60 to 400 nm, filling factors from 13% to 40%, and lengths of up to 13 μm . Using the SACLA X-ray free electron laser (XFEL), we investigated their static X-ray transmittance, the effect of a pre-pulse on spatial modifications of the nanowires, and the time evolution of laser-irradiated nanowire arrays using ultrafast, time-resolved X-ray shadowgraphy. The X-ray shadowgraph images shown in the figure indicate that the nanowire array structure is preserved for several picoseconds after laser irradiation. These findings provide an important stepping stone toward a deeper understanding of energy transfer in nanostructured materials.

D. Tanaka et al., J. Appl. Phys. 137, 125901 (2025)

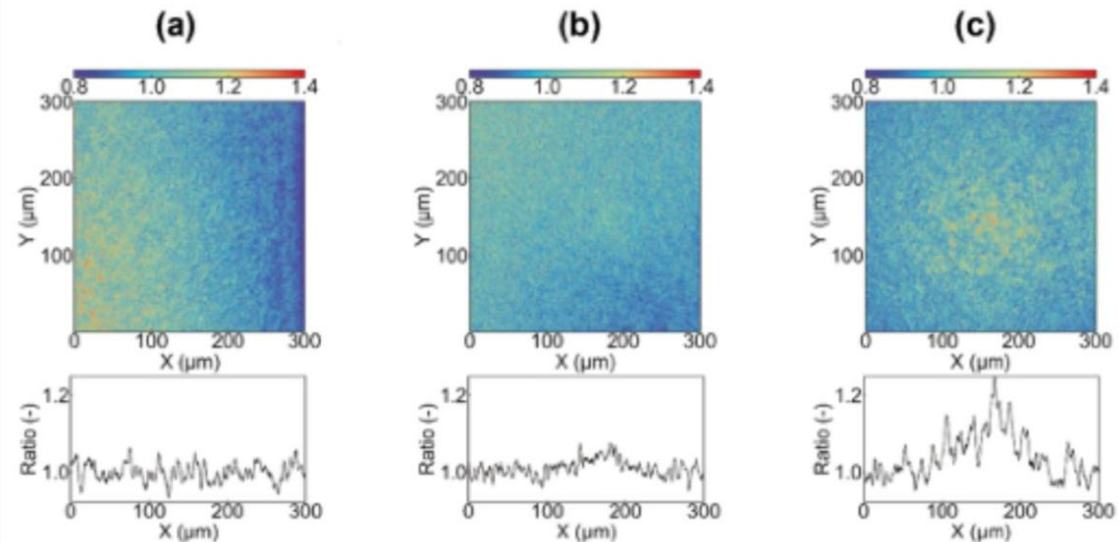


FIG. X-ray shadowgraph images and corresponding line profiles of a dense nanowire array recorded at the time delays of (a) 5.0, (b) 10, and (c) 50 ps.

中実球の準静的圧縮に関する理論シミュレーション研究

白戸高志¹

1) 名古屋大学大学院理学研究科

SUMMARY

中実球を高密度に圧縮するほど爆縮コアの持続時間が短く計測が困難となる上、DT燃料の爆縮ではX線による密度計測が困難となる課題がある。本研究では、最大圧縮を迎えた爆縮コアが膨張するプロセスは流体力学によりよく近似できるという仮説を立て、爆縮コアに対する断熱スケールリング則を構築した。中実球の1次元爆縮シミュレーションを多数実施しスケールリング則と比較した結果、特に最大圧縮時の密度と爆縮コアの傍証時間には強い相関が認められることが検証された。ただし、このスケールリング則は爆縮シナリオ間の相対的な関係を予測することは可能である一方、例えば密度の絶対値を予測することは困難であるため、他の計測手法と組み合わせることで密度の予測が可能となる点に注意が必要である。いずれにせよ、分光によらず流体力学のみに基づく密度予測は、効率的な爆縮実験に資する知見である。本研究の成果は学術誌Plasma Fusion and Researchにて出版された。

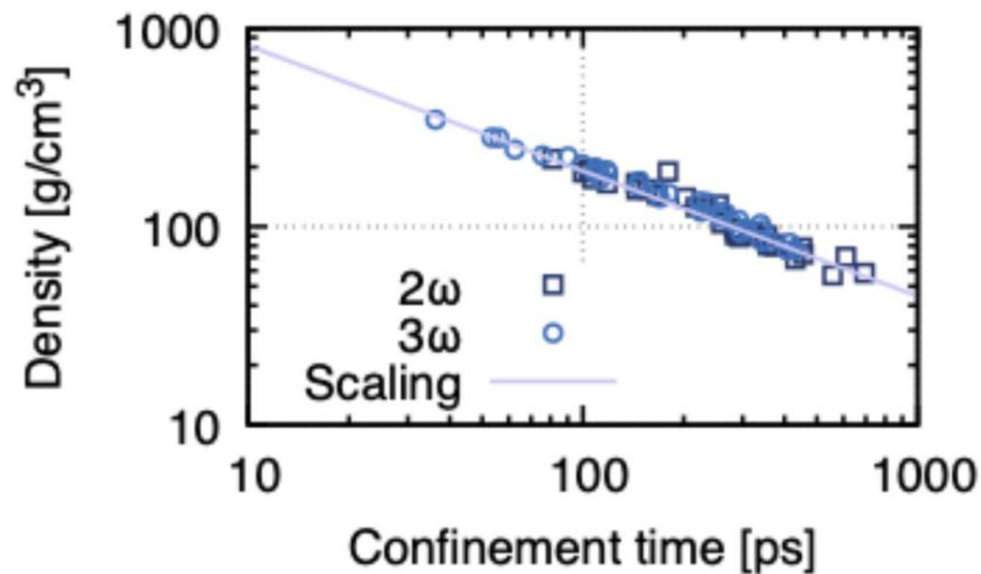


FIG. 断熱近似した流体スケールリング則と1次元爆縮シミュレーションの比較。最大圧縮時の密度と爆縮コアの膨張時間の間には強い相関が確認された [T. Shiroto, PFR 21, 1404018 (2026)].

強集光kJ/PWレーザー駆動高エネルギー光子・陽電子ビーム生成の効率化へ向けた 理論シミュレーション研究

杉本馨¹, 岩田夏弥², 佐野孝好², 千徳靖彦²

1) Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto University, Japan, 2) Institute of Laser Engineering, Osaka University, Japan

SUMMARY

電子-陽子(orイオン)プラズマ中を伝播するレーザー場前面には静電場が形成される。先行研究[1]では、半解析的なモデルにより静電場強度のパラメータ依存性を導出したが、本研究では粒子スケールでの構造解析に着目した。

無衝突プラズマを仮定し、レーザー強度を増加させると、静電場が増強する一方、電子の運動量空間では同様の振る舞いが確認された。将来的には広いパラメータレンジによる解析を予定している。

これらの知見はレーザープラズマ相互作用による陽電子加速の高効率化や、宇宙空間における電磁場のエネルギー散逸過程の理解に繋がる。

[1]K. Sugimoto *et al.*, Phys. Rev. Lett. **131**, 065102 (2023)

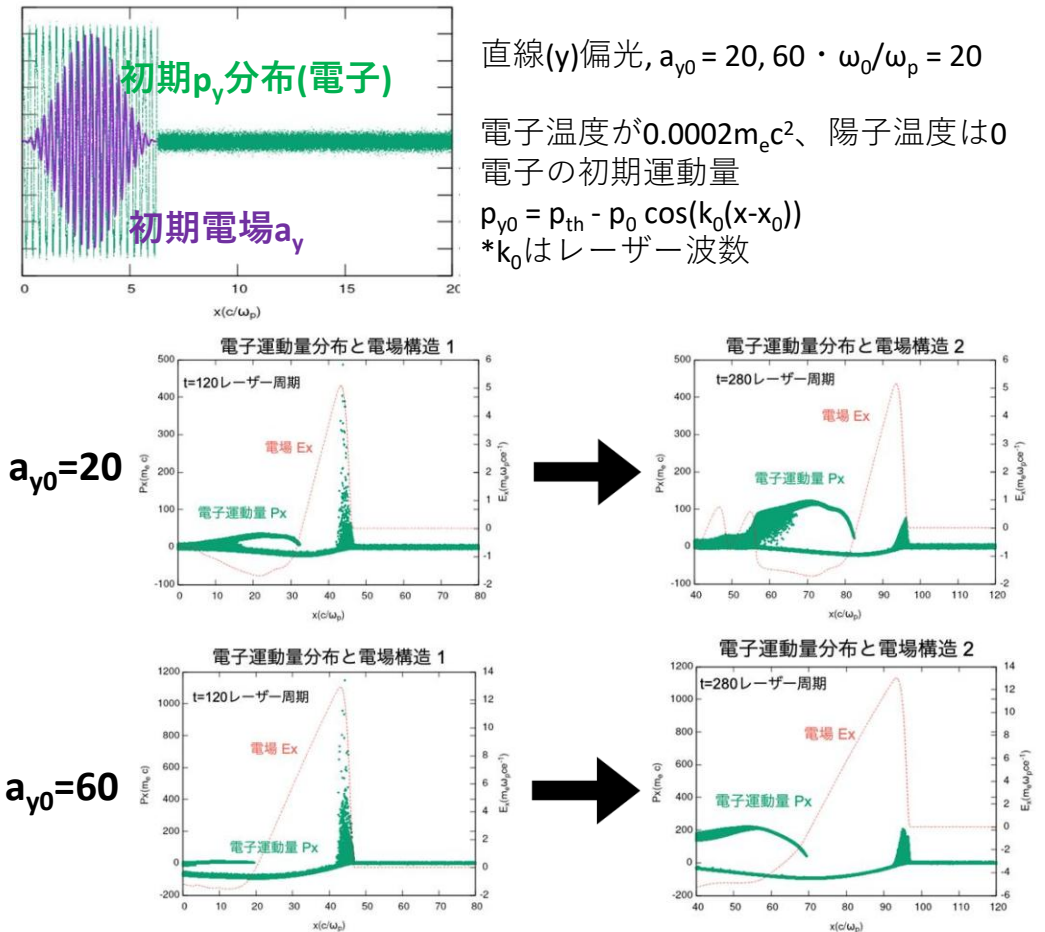


FIG. シミュレーション初期設定と E_x - P_x 分布図。相互作用の初期段階ではレーザー場前面にて電子が加速されている様子が見られるが、その後、電子運動量が減少し、構造を保ったままレーザー場と共に伝搬して行く。

Theoretical study of efficiency of laser proton acceleration with kJ/PW laser light

Emmanuel d'Humieres¹⁾, Natsumi Iwata²⁾, Yasuhiko Sentoku²⁾

1)University of Bordeaux, 2) ILE, The University of Osaka

SUMMARY

We focused on the proton acceleration mechanism so called Target Normal Sheath Acceleration (TNSA). First, we examined the dependencies on laser irradiation for the energy and number density of electrons in previous research papers, obtaining scaling laws for the energy spectrum and cut-off energy of protons accelerated by TNSA. Subsequently, using these scaling laws, we created a Python program to compute an empirical scaling of energies and yields for both fast electrons and MeV protons for different laser parameters. Using the scaling laws and analytical models, we have mapped the fast electron temperature, electron yields, proton yields, and proton cut-off energy across a broad range of laser parameters. The maps and trends obtained in this study provide practical guidance for the design of future experiments, including TNSA-driven proton sources and applications in p-B fusion or radioisotope production.

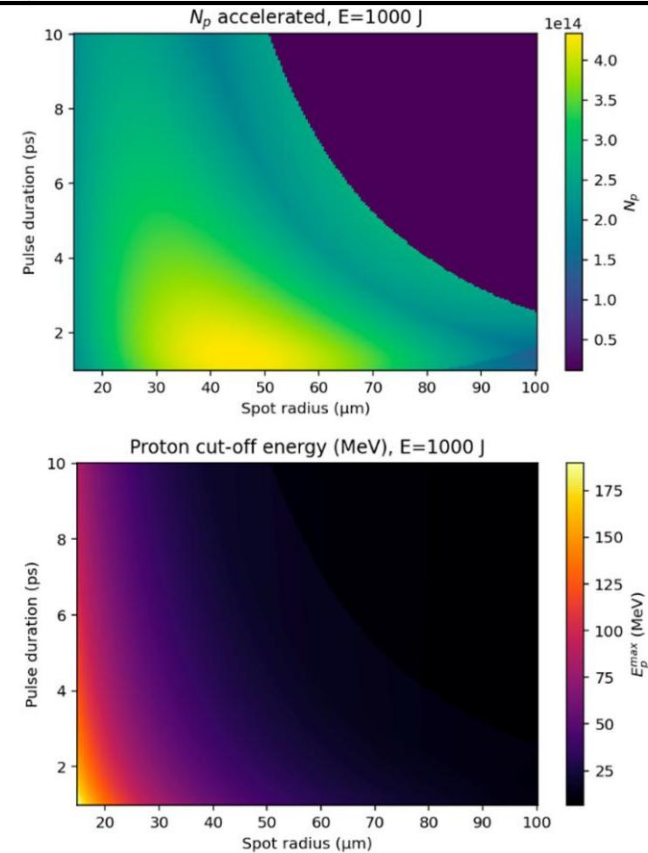


Fig. Calculation of the developed model. Accelerated proton yield N_p (above) and proton cut-off energy (below) as a function of laser spot radius and pulse duration for laser energy of 1000 J.

Theoretical study of efficient hole-boring of kJ/PW laser light in inhomogeneous plasmas

Alexey Arefiev¹⁾, Natsumi Iwata²⁾, Yasuhiko Sentoku²⁾

1)University of California, San Diego, 2) ILE, The University of Osaka

SUMMARY

We conducted a theoretical study on the propagation of relativistic laser light in inhomogeneous plasmas where the density increases exponentially. Using one-dimensional PIC simulations, we found that when the pulse front velocity equals to the velocity of the ions accelerated at the front, the mode transitions from the relativistic transparency mode to the hole-boring mode. We modeled the structure of the pulse front and derived a theoretical expression for the group velocity in the relativistic transparency mode. We also succeeded in formulating the density at which the mode transition occurs.

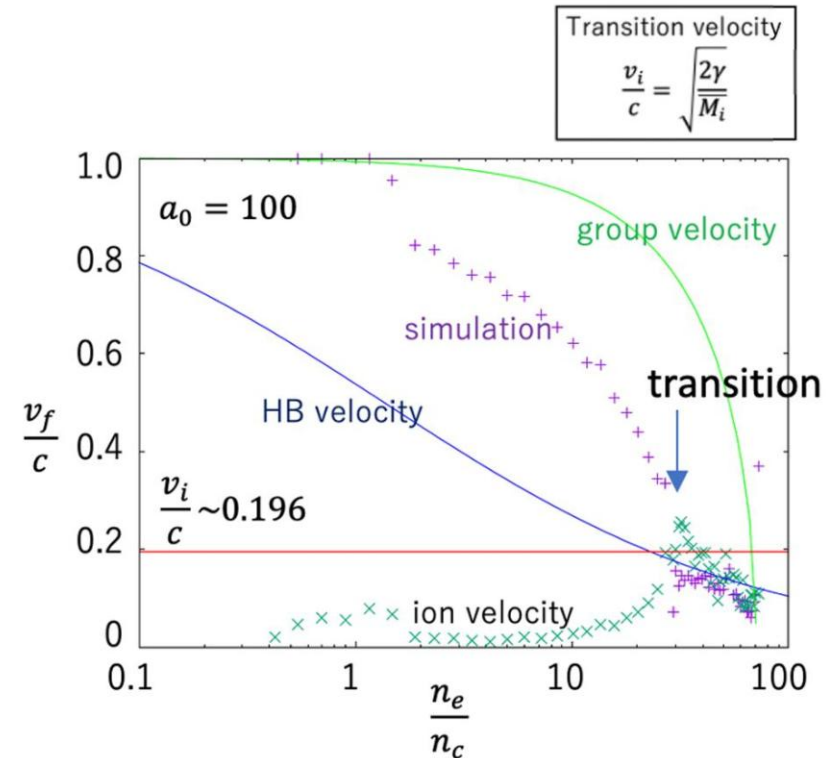


Fig. 1D-PIC simulation of relativistic laser pulse propagation in inhomogeneous plasmas. When the pulse front velocity gets close to the ion velocity at the pulse front, the transition from the relativistic transparency to the hole-boring mode.

XFEL(SACLA)を活用したレーザー等積加熱物理の解明

澤田 寛¹, 佐野 孝好², 千徳 靖彦², 岩田 夏弥²

1) ネバダ大学リノ校物理学科, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

X線自由電子レーザー (XFEL) の単色性・高輝度・フェムト秒時間分解能は、これまでの高強度短パルスレーザーにより生成された高密度プラズマの診断を大きく進展させる。本研究では、高強度フェムト秒レーザーによって等積加熱された銅薄膜を対象とし、その加熱、平衡、冷却過程をXFELで調べた。銅薄膜は固体密度を保ったままピコ秒以内に加熱されるが、薄膜内の電子からイオンへのエネルギー緩和やイオン膨張などの詳細は未解明であり、初期加熱状態の定量的理解が課題である。

図に示した8.92 keVのXFELを用いたX線イメージングにより、100psおよび500psではレーザー照射領域内で物性変化が確認された一方、高密度プラズマの顕著な膨張は約1000ps付近に観測された。この膨張開始時刻は既存のシミュレーション結果よりも大幅に遅く、電子-イオン間のエネルギー緩和モデルの再検討が必要であることを示唆している。本研究は、高密度プラズマの効率的加熱機構の理解を深め、HED科学およびレーザー核融合エネルギー研究の進展に貢献する。

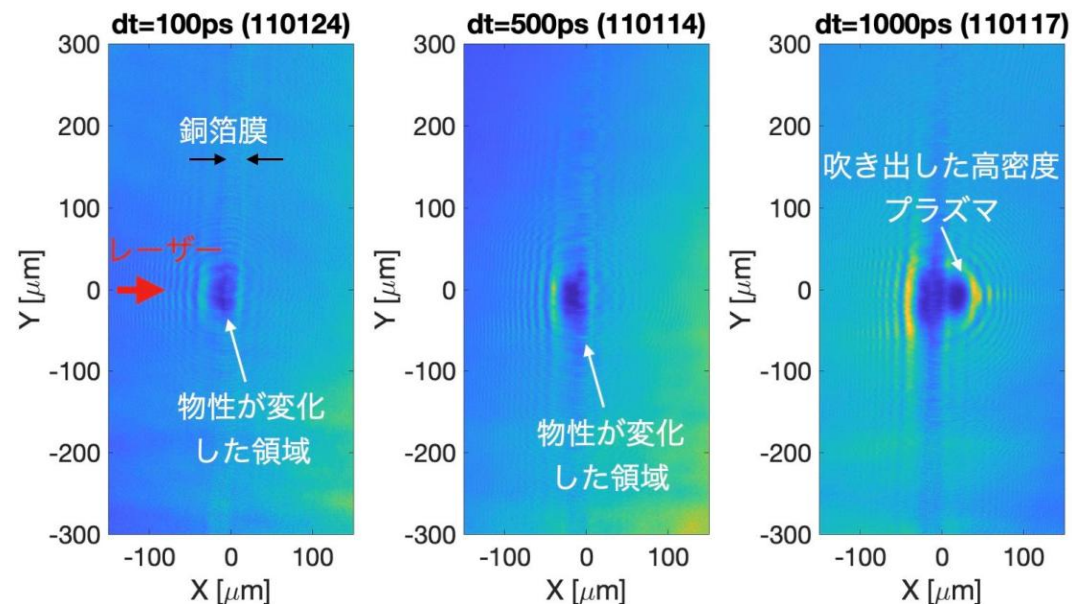


FIG. 高強度フェムト秒レーザーで照射された銅薄膜のXFELイメージング。レーザーとXFELの相対タイミングを100ps, 500ps, 1000psと変化させ、膨張開始時刻を評価した。

高速点火レーザー核融合燃料の点火・燃焼過程における核反応生成粒子輸送効果

城崎知至^{1,2}, 千徳靖彦², 梶谷聡志郎¹

1) 広島大学, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

超高密度プラズマ中での非定常な高速点火レーザー核融合燃料の点火・燃焼では、高エネルギー核反応生成粒子の輸送過程が本質的に重要である。これは化学反応による爆発燃焼と異なる。本研究では主にDT燃料を対象に、数値計算に基づいて、点火・燃焼における核反応生成 α 粒子や中性子、並びにそれらによる反跳粒子の燃料内輸送過程が担う役割を明らかにする。

本年度は、中性子並びに反跳イオン輸送を考慮した計算を行い、点火級から高利得級の高圧縮燃料の点火燃焼に対する中性子加熱効果を評価した。爆発的に燃焼に至らない小面密度燃料($\rho R < 2 \text{ g/cm}^2$)の場合、燃焼温度は反応率係数 $\langle sv \rangle_{\text{DT}}$ がピークとなる温度より低い。このため中性子加熱による温度上昇が反応率を増大させ核融合出力を増大させる（最大で25%程度）ことがわかった。一方、爆発的に燃焼に達する高利得級燃料($\rho R \geq 2 \text{ g/cm}^2$)では、平均自由行程を長い中性子加熱は、未燃領域を広く加熱することで燃焼を駆動する。このため、中性子加熱を無視した場合の α 粒子加熱駆動伝播から、中性子加熱駆動伝播に燃焼形態が変わり、伝播速度も大きくなる。このため、燃焼が早く終了することとなり、核融合出力が10%以上低下する結果となった。

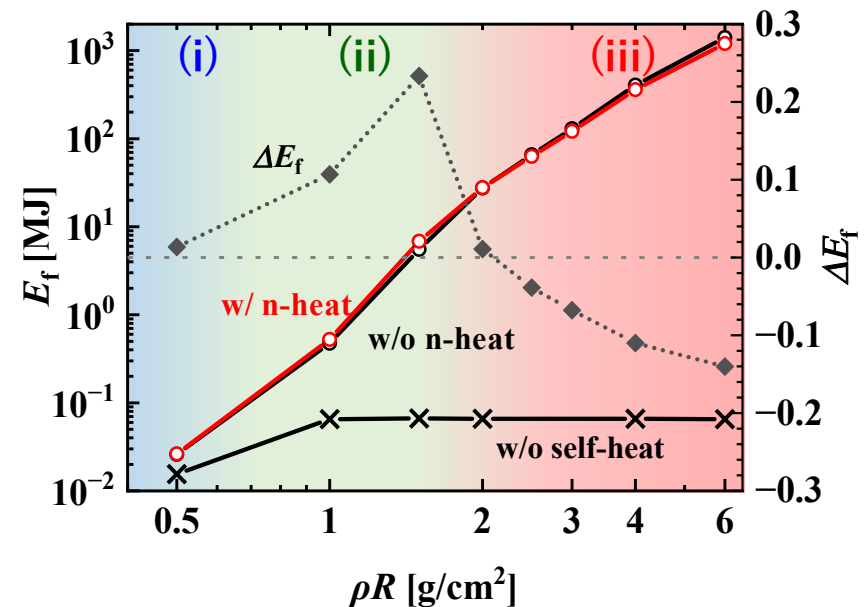


FIG.1 核融合出力に対する中性子加熱効果の面密度依存性. ○+黒実線が中性子加熱を無視した場合、○+赤実線が中性子加熱を考慮した場合、×+黒実線は核反応生成粒子による自己加熱を無視した場合の結果. Δe_f (◆+点線)は中性子加熱を無視した場合の核融合出力に対する中性子加熱を考慮した場合の核融合出力の相対変化.

高エネルギー密度プラズマにおけるベルトラミ磁場の形成と相互作用

仲田資季¹, 佐野孝好^{1,2}

1) 駒澤大学, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

本研究は、レーザー生成高エネルギー密度プラズマ中の乱流磁場ダイナミクスや構造形成に関する理論研究を推進するものである。2025年度は、量子多体系における情報伝搬やカオス的振る舞いの指標として用いられてきたOut-of-time-ordered correlator (OTOC: 非時間順序相関作用素)の理論形式をプラズマ乱流場へと拡張し、そのproof-of-conceptとしてHasegawa-Mima方程式に従う乱流場に対する半古典極限OTOCの解析を実施した。その結果、大規模構造としての強い背景流を伴う準線形近似の下で、OTOCが時間遅れに対して逆二乗減衰することを示し、シア流による擾動の時空間伝搬と大規模モード応答の抑制を理論的に明らかにした。

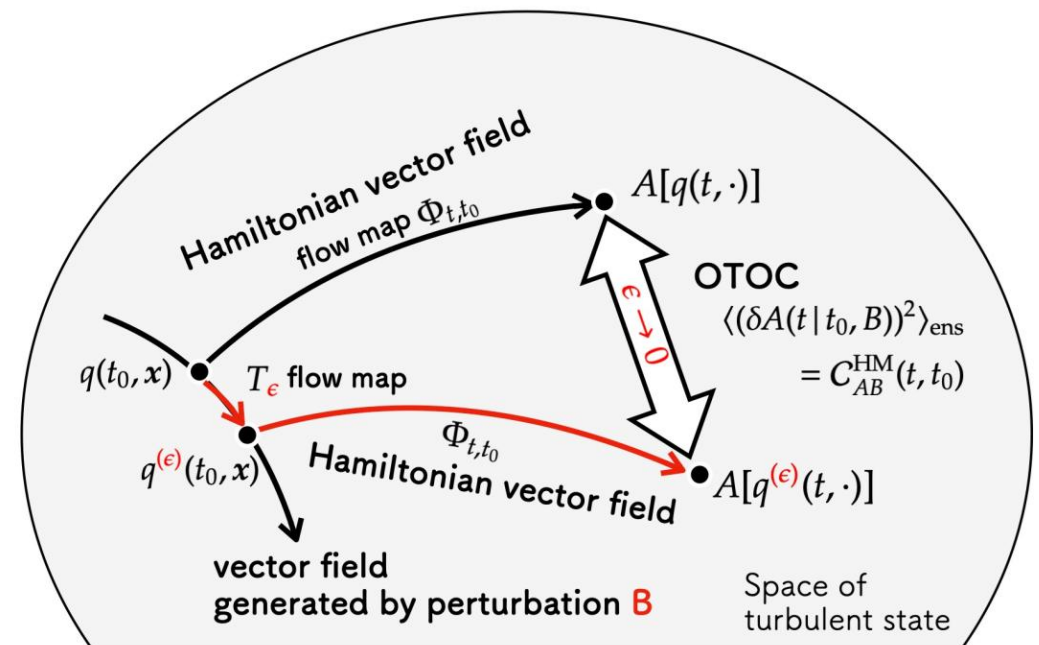


FIG. プラズマ乱流場の状態空間におけるOTOCの概念図。OTOCは任意の2つの乱流状態(汎関数AとB)の間の擾動伝搬を定量化している。

Development of Dual X-ray and Proton Radiography for a Direct Drive Fast Ignition Cone-Sphere Target

H. Sawada¹, S. Fujioka², K. Matsuo³, H. Nagatomo²

1) University of Nevada Reno, USA, 2) Institute of Laser Engineering, Osaka University, Japan, 3) Ex-Fusion, Japan

SUMMARY

This project aims to develop a modeling capability for dual X-ray and proton radiography of laser-driven fast-ignition targets conducted on the Gekko-XII laser. Simultaneous X-ray and proton measurements provide information on plasma density, as well as field strength and structure, which are critical for understanding magnetized plasmas for inertial fusion and laboratory astrophysics.

In this year, modeling of a cone-ball target was developed using the Monte Carlo code, PHITS. As shown in Fig.1, the experimental and simulated proton image of a cold target is in good agreement. For driven targets, electric fields calculated from results of the two-dimensional radiation hydrodynamics code PINOCO has been implemented in PHITS. However, the current simulated images do not reproduce features observed in the experiment. Improvements to PHITS simulations, including the effects of magnetic fields and proton stopping and scattering in plasmas, are planned for the next year of the project.

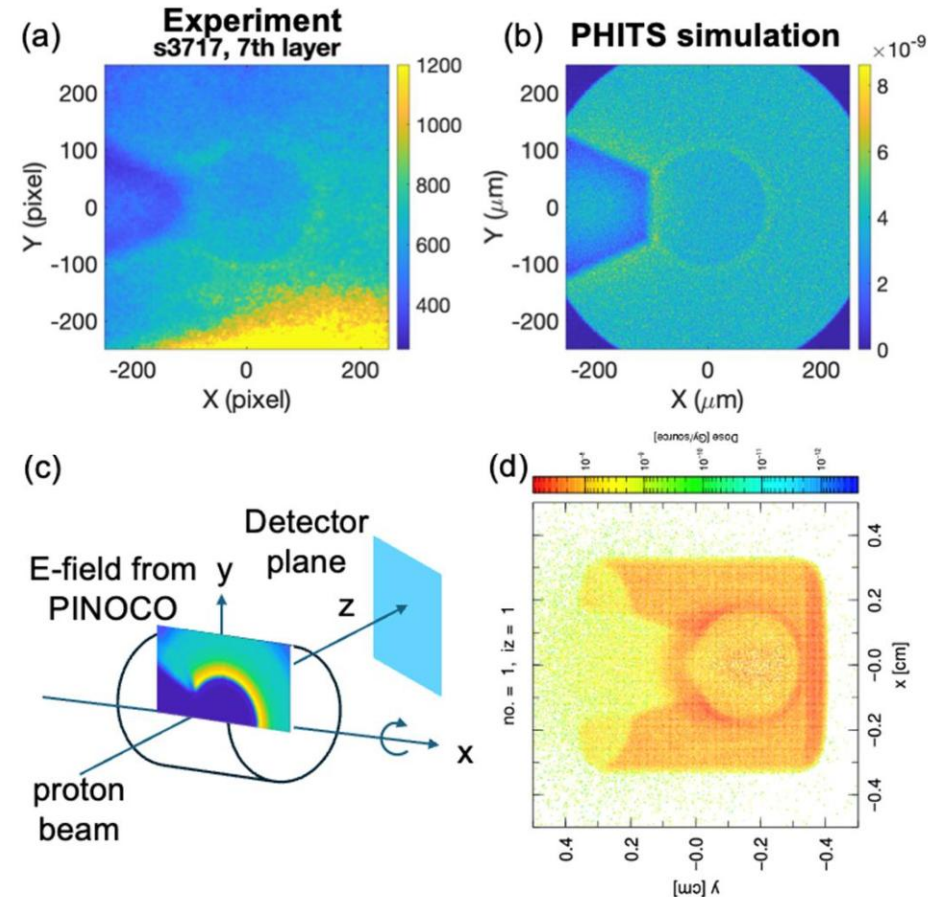


FIG.1 Comparison of (a) measured and (b) simulated proton images of a cold cone-ball target. (c) PHITS simulation geometry (d) A simulated proton image for a driven target.

Optimization of the implosion laser pulse for a solid target via machine learning

F. Wu¹, W. Sun¹ and S. Fujioka²

1) Shanghai Jiao Tong University, China, 2) Institute of Laser Engineering, Osaka University, Japan

SUMMARY

Based on the results of previous optimizations, the core task of this phase is to reduce the peak laser power to less than 500 TW. This goal has been successfully accomplished and the laser waveform has been further optimized from the actual working process of the laser.

However, this new waveform uses lower total energy (517kJ) and higher peak density (506g/cm^3) than before. Moreover, since there is still room for improvement in the one-dimensional simulation of this scheme the expected effect of this scheme is better than all the previously discussed schemes.

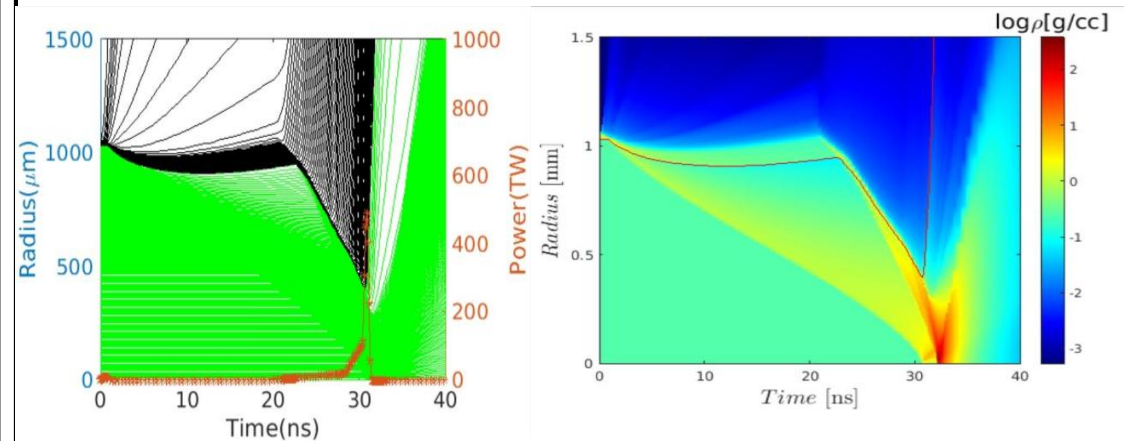


FIG. 1 Implosion trajectory, laser pulse and density map of the solid target. It is shown that more than 500g/cc density can be achieved with the help of machine learning optimization.

大振幅な磁気流体波動による高エネルギー宇宙線生成機構の解明

諫山 翔伍¹, 松清 修一¹, 佐野 孝好²

1. 九州大学総合理工学研究院, 2. 大阪大学レーザー科学研究所

まとめ

本研究では、一つの親波がパラメトリック不安定性によって崩壊する過程で生成される対向伝搬波に着目し、それを介して新たな多段階加速機構が発現することを見出した。図1に示す緑色の電子は最終的に $\gamma_e \sim 2400$ に到達しており、その加速過程は以下の三段階に整理できる。第一段階では、対向伝搬する波動との相互作用による加速 (counter-propagating acceleration) が生じる。第二段階では、この加速を受けた電子バンチと背景イオンとの電荷分離によって静電場 E_{cs} が形成され、これが共鳴加速を増強することで gyroresonant-surfing acceleration が実現する。第三段階では、電子が感じる E_{cs} が弱まると、電子は親波に捕捉され、さらに超高エネルギーまで継続的に加速される。さらに、対向伝搬加速に伴って、波束後方に後続電場 E_{trail} が励起されることも確認された。今後は、より大きな空間領域において最大到達エネルギーの磁化パラメータ σ 依存性を調査し、エネルギースケールを明らかにする。また、多次元シミュレーションによりパラメトリック不安定性を取り入れ、本加速機構の発現条件を調査する。

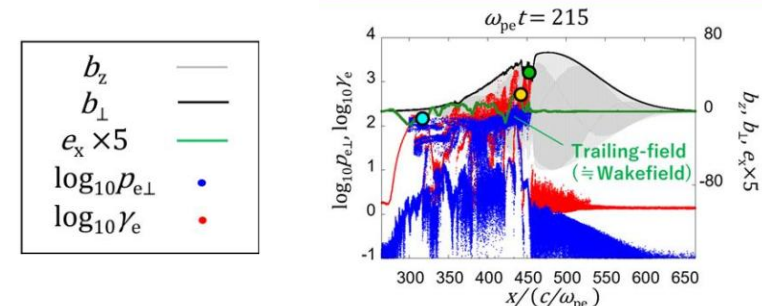


図1. 波動磁場 b_z (灰色), 波動エンベロップ b_{\perp} (黒), 電場 $e_x \times 5$ (緑), 電子の垂直運動量 (青) およびエネルギー γ_e (赤) の空間分布を示す最終的に最大エネルギー ($\gamma_{e,max}$) をもつ電子を緑色で示す。

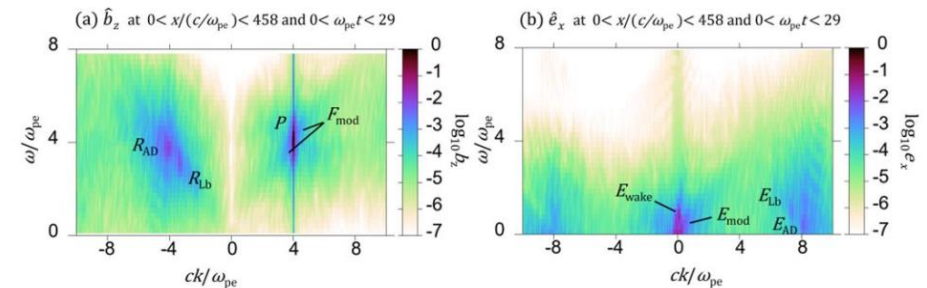


図2 波動パワースペクトル: (a) b_z 成分、(b) e_x 成分。(a)のスペクトルには、親波 (P)、互いに反平行方向へ伝搬する2つの電磁波 (R_{AD} および R_{Lb})、および親波近傍の変調波 (F_{mod}) が見られる。(b)のスペクトルには、同方向へ伝搬する2つの静電波 (E_{AD} および E_{Lb}) に加え、後流電場 (E_{wake}) および変調電場 (E_{mod}) が現れている。

Characterization of the initial linear transient phase in Richtmyer-Meshkov Instability

T. Sano¹, C. Matsuoka², and F. Cobos-Campos³

1) Institute of Laser Engineering, Osaka University, Suita, Osaka 565-0871, Japan, 2) Graduate School of Engineering, Osaka City University, Sugimoto, Sumiyoshi, Osaka 558-8585, Japan, 3) Instituto de Investigaciones Energéticas, EIIA, and CYTEMA, Universidad de Castilla-La Mancha, 45071 Toledo, Spain.

SUMMARY

The linear planar Richtmyer–Meshkov instability is governed by fully compressible dynamics at early times, when acoustic waves reverberate between the shocks and a corrugated material interface, and by an effectively incompressible flow at late times, when the interface grows at a constant velocity determined by a frozen vorticity and entropy distribution. The exact linear compressible theory developed by Wouchuk-Nishihara [1] provides a closed-form expression for this asymptotic growth rate for arbitrary pre-shock parameters in ideal gas. However, a quantitative and analytically tractable definition of the duration of the initial compressible startup phase is still lacking. In the first year of this ILE Collaborative Research, we formulate such a definition directly within the exact compressible theory, and we derive simple estimates of the corresponding startup time that depend only on shock and material parameters.

[1] J. G. Wouchuk and K. Nishihara, Phys. Plasmas 3, 3761 (1996).

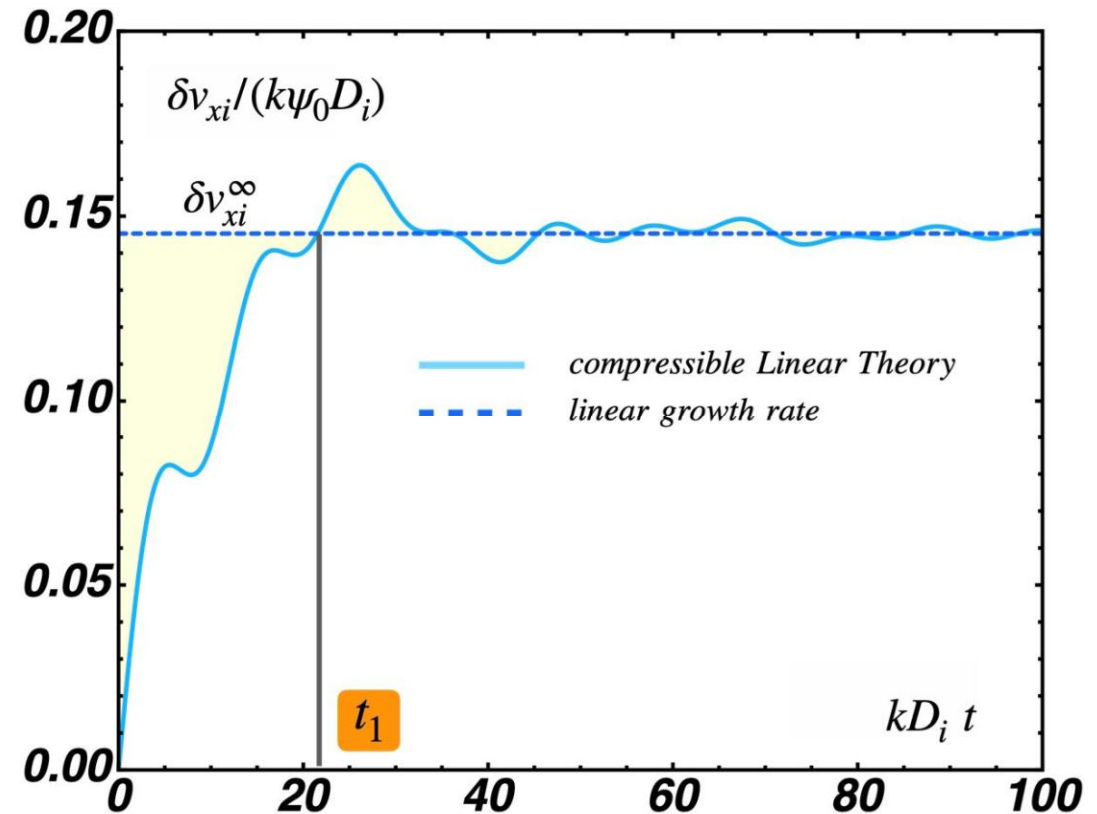


FIG. Definition of the end of the initial transient phase based on the convergence of the velocity evolution with its asymptotic regime.

Kinetic modeling of alpha particle energy transfer and transport in burning plasmas

D. Higginson¹, N. Iwata², N. Okuda³, and Y. Sentoku²

1) Lawrence Livermore National Laboratory, USA, 2) Institute of Laser Engineering, The University of Osaka,
3) Graduate School of Science, The University of Osaka

SUMMARY

Understanding the energy transfer and transport physics in burning plasmas is important for plasma physics and fusion science. In this study, we investigated energy transport among charged particles in deuterium-tritium (DT) plasmas based on kinetic descriptions. We performed a Monte-Carlo calculation of binary collisions to simulate the temporal evolution of the energy distribution of plasma particles during energy transfer from seed alpha particles. As seen in Fig. 1, in addition to the bulk plasma heating from the initial 3 keV distribution, a non-thermal tail component appears in the energy distribution of D ions. We found a threshold energy ε for the appearance of the non-thermal distribution due to alpha-ion collisions. Since the fusion cross section depends on the relative energy of the ions, such understanding of energy distribution evolution is important for estimating the fusion burn rate.

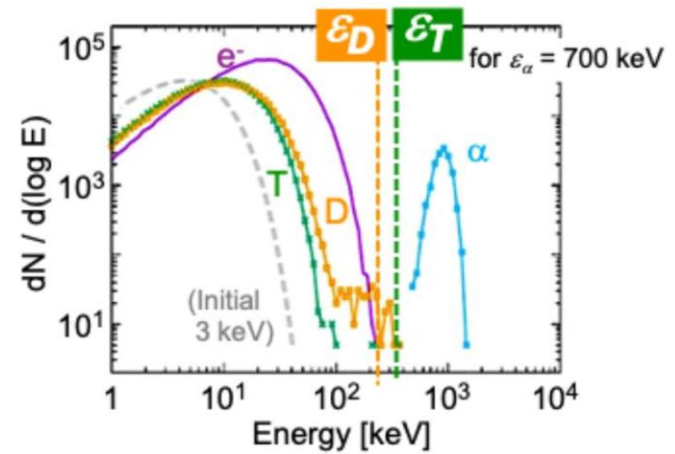


FIG. 1 Monte-Carlo calculation of binary collisions in a uniform DT plasma of mass density 200 g/cc. Seed alpha particles with density of 1 % of the total ion density are distributed at an initial energy of 3.5 MeV. The gray dashed line indicates the initial distribution of DT ions. The figure shows a snapshot at $t = 1$ ps. The vertical dashed lines present the theoretically-obtained threshold energies for the appearance of non-thermal distributions for D and T ions.

超高強度レーザーによる高電離重金属プラズマの形成過程の解明

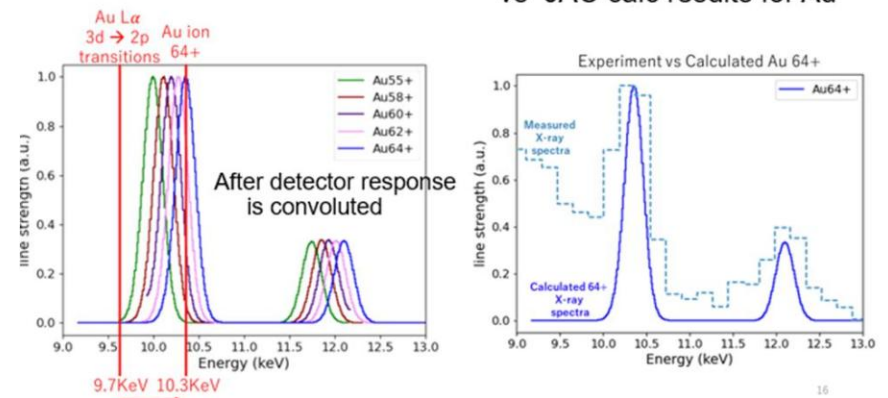
西内満美子

量子科学技術研究開発機構

SUMMARY

高強度フェムト秒レーザーによる質量数約200の重イオン加速では、高電荷状態までイオンを電離できるか、さらにそれらのイオンを加速場にいかに効率的に取り込むかが重要な課題である。しかし、イオン化機構に関する知見は依然として不十分である。本研究では、J-KAREN-Pレーザーを用いた実験と、衝突電離過程を取り入れたPICLSコードによる数値解析を組み合わせ、高温金プラズマの形成過程および金イオン加速過程を明らかにした。具体的には、計測されたX線スペクトル中の3d→2p遷移線群の中心波長情報から、JACコードを用い、金プラズマのバルク平均電荷数を評価した。その結果、実験から得られた平均電荷数はPICLSシミュレーションの結果と非常によく一致することが示された。この一致は、PICLSコードに実装されている電離モデルが、高強度レーザー照射下における金の電離過程を適切に記述していることを示しており、本研究は同コードの電離過程に対する重要なベンチマークとして位置づけられる。

(a) Spectral lines of ions with different charge (b) Experimentally observed spectra of 200nm Au vs JAC calc results for Au⁺⁶⁴



(c) Average charge states ; 200nm has average charge states of Au⁺⁶⁴

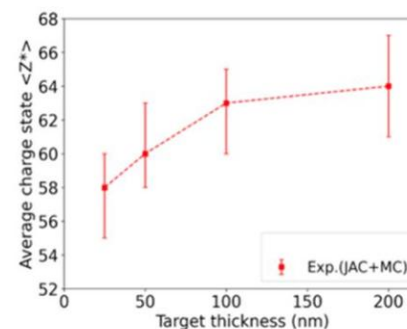


Fig.

(a) 異なる電荷をもつ金からの3d→2pラインの形状。
(b) 200nmの金のターゲットで計測されたスペクトル。JACコードにて電荷を推定。
(c) 異なる厚みの金からの3d→2pラインの中心エネルギーの変化。

超高強度レーザーと高密度プラズマの相互作用

田口 俊弘

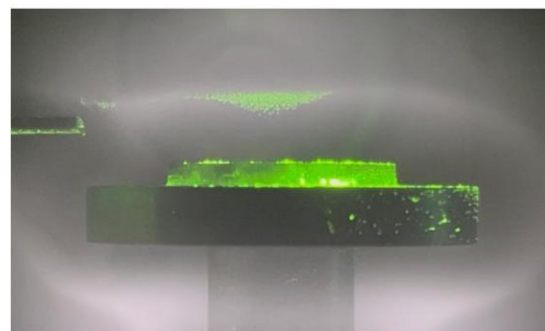
日本原子力研究開発機構 敦賀総合研究開発センター

SUMMARY

2025年度においても摂南大学で行っているダストプラズマを用いたシース構造測定実験を再現するために、三角形メッシュを用いた放電解析用粒子コードを用いて電極周辺の電位分布解析を行った。図1に結果の1例を示す。上の写真は下部にあるリング電極の上部に左から板電極を挿入することでリング電極周辺の電位分布が電極に印加した電圧によりどのように変化するかを緑色のダストの浮遊形状を用いて調べたものであり、下の2枚の図はその実験に対応したパラメータを用いて粒子コードで電位分布を解析した結果である。板電極に電圧を加えることでリング電極上部の電位分布の傾きが変化している様子はとらえられているが、まだ完全に再現するところまではできていない。実験では高周波放電を用いているので下部電極に負バイアスの効果が必要で、現在この効果を含めた解析を行っている。

このコードは放電ダストプラズマ解析用であるが、電極形状の任意性をレーザー加工のような高強度レーザーと物質の相互作用を利用した分野の解析に応用することができれば、その方面へのインパクトは大きいと考えている。

電極印加電圧0V



電極印加電圧100V

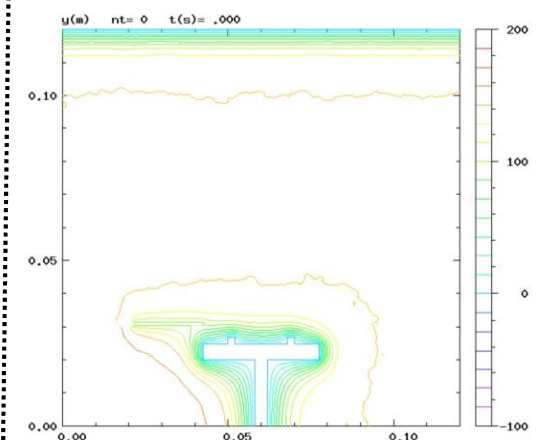
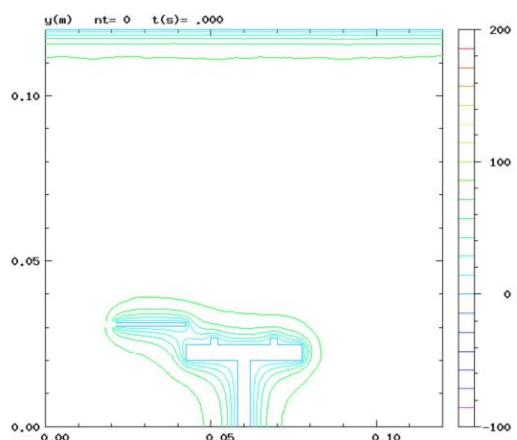
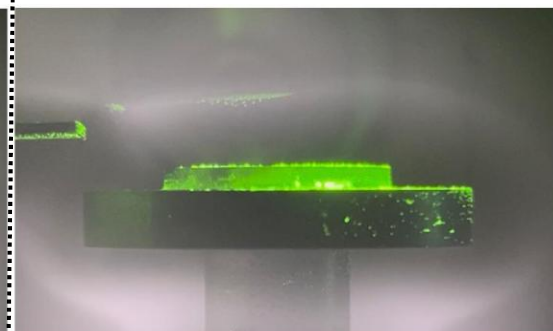


図1: (上の2枚) 下部にあるリング電極の左から板電極を挿入した時の電位分布をダスト浮遊により観測した実験結果, (下の2枚) 粒子コードを用いて実験に対応する電位分布を計算したシミュレーション結果

Characterization of atmospheric-pressure plasmas induced by laser irradiation at liquid surfaces

A. N. Delfino¹, J. E. Hernandez, II², M. Wada¹, H. N. Yoshikawa¹

1) *Doshisha University, Japan*, 2) *Resonac Hard Disk Corporation, Japan*

SUMMARY

The present project aims to elucidate the optodynamics of liquid surfaces, with particular emphasis on the modification of interfacial properties via radicals and ions generated in the vicinity of the surface. Atmospheric-pressure plasmas are induced by nanosecond laser pulses irradiating the surfaces of water and NaCl aqueous solutions. The laser beam, with a wavelength of 1064 nm, is focused onto a liquid surface area on the order of mm² to generate the plasma. The chemical composition of the resulting plasmas is analyzed by optical emission spectroscopy. The decay time constants of identified species are estimated by monitoring the temporal evolution of the spectra. These results provide a basis for ongoing research on the effects of laser irradiation on the interfacial dynamics of droplets, which occur on comparable time scales.

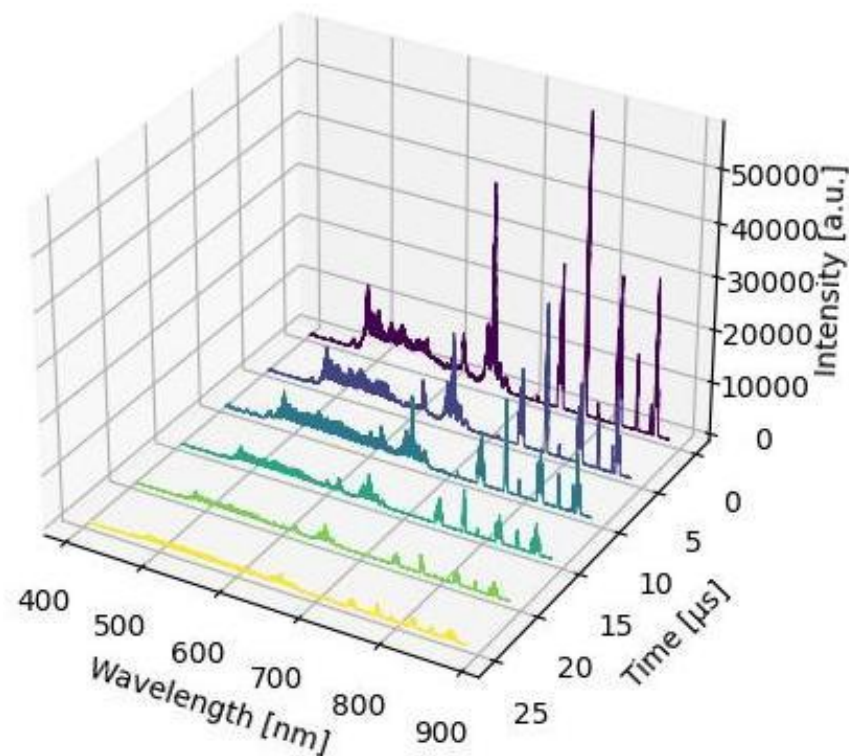


FIG. Temporal evolution of emission spectrum for laser-induced plasmas at the surface of deionized water.

Generation and application of high energy density plasma by interaction between high intensity laser and structured medium

-Generation of high intensity high order harmonics-

松井隆太郎¹, 長友英夫²

1) 京都大学大学院エネルギー科学研究科, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

高輝度放射源や高エネルギー粒子線源、水素・ホウ素熱核融合等の多様な応用研究への展開を目指して、サブ μm の微細構造を付与した物質（構造的媒質）に相対論領域のフェムト秒高強度レーザーを照射する理論・シミュレーション、および、実験研究を行っている。本研究は、構造的媒質としてロッド集合体を選択し、これに集光強度が 10^{18} W/cm^2 でパルス幅が40 fsのレーザーを照射する2次元粒子シミュレーションを実施した。その結果、高いエネルギー吸収率（80%超）と、レーザーの入射角を適切に調整することで、数ピコ秒に渡る準定常強磁場（キロテスラ）が形成されることを見いだした。

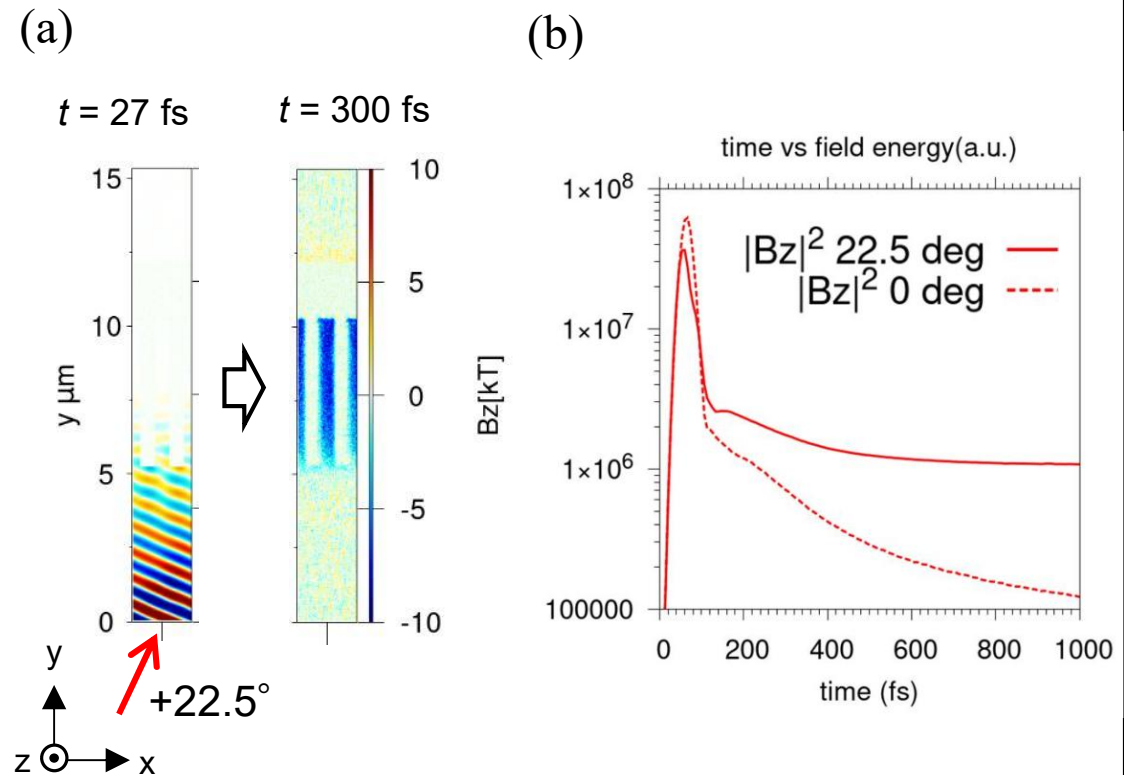


FIG.1(a)ロッド集合体と高強度レーザーとの相互作用を模擬する2次元粒子シミュレーション。ロッドの間隙に強磁場が生成している。(b)間隙の磁場のエネルギー密度の時間変化。

横電場とレーザー生成相対論的電離面から放射される電磁波の周波数同定

湯上 登
宇都宮大学 工学部

概要

ガスをターゲットとしたレーザー生成プラズマから放射されるテラヘルツ帯の電磁波発生実験を行っている。単にガスに集光照射するだけでも電磁波は発生するが、より大きな出力を持つ電磁波発生のために外部からレーザー進行方向と垂直方向に電場を印加している。発生する電磁波の周波数は長年プラズマ周波数に等しいとされていた。

過去に周期静電場中を伝搬するレーザー生成電離面からの発生する電磁波源 DARC (dc to ac radiation converter) の理論をステップ関数状、または矩形の電場分布に適用することにより、発生する電磁波の周波数は

1. プラズマ周波数以上
2. プラズマ長に依存したスペクトル分布を持つことを2次元粒子コード ipicls2d を用いて明らかにした。特に高出力テラヘルツ電磁波発生には、プラズマ長を短くすることが必要である。

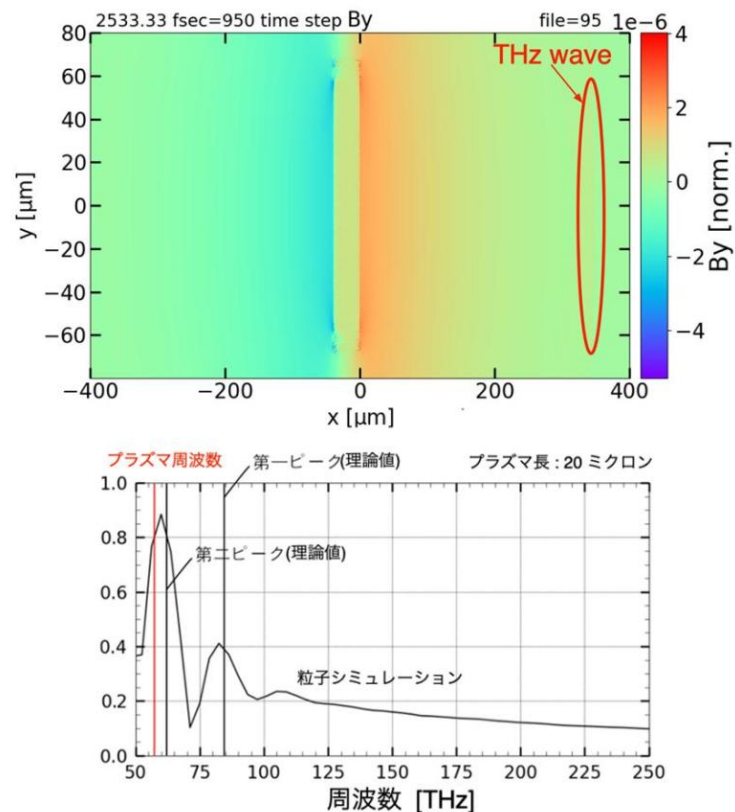


FIG. (上) ガスは $x=-40$ から 0 micron に存在し、左から右に進行するレーザーにより電離し、前方に電磁波が観測される。(下) 発生する電磁波の周波数はプラズマ周波数以上。

核融合プラズマの多階層および統合シミュレーション研究会

本多充¹, 岩田夏弥²

1) 京都大学, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

研究会は磁場閉じ込め分野とレーザープラズマ分野でそれぞれ発展してきた多階層・統合シミュレーション分野の研究者が研究発表を行い、相互交流を行うと共に、両分野における当該領域の研究や課題を共有し共通理解を見いだすことによって核融合プラズマ研究の更なる発展に貢献することを企図している。研究会は磁場閉じ込め分野から7件、レーザープラズマ分野から4件の発表があり、活発な質疑が行われ、両分野で共通の部分と異なる部分の理解が深まった。本研究会の定例化についての話も出るなど、今後の活発な交流に繋がる有意義な会合となった。



FIG. 核融合プラズマの多階層および統合シミュレーション研究会の参加者を写した集合写真

テラヘルツ領域における広帯域反射防止構造の開発

寺島日海¹, 渡邊亮太¹, 小野晋吾¹, Verdad C. Agulto², 中島誠²

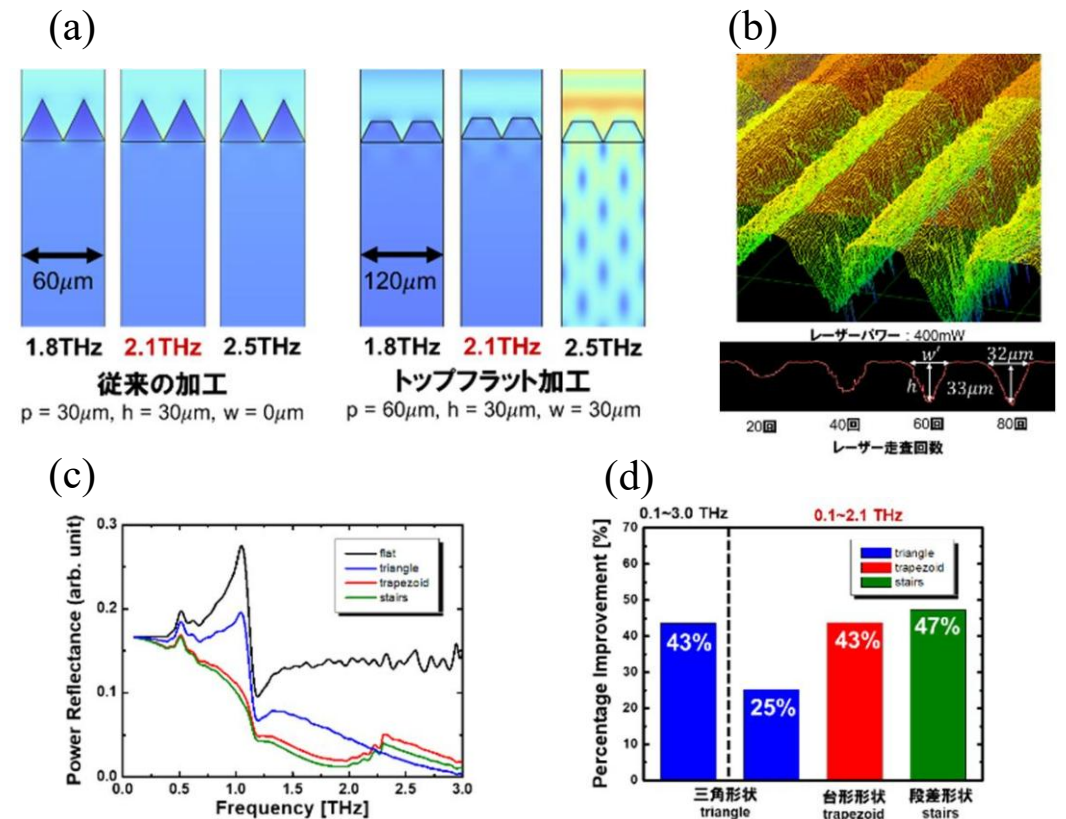
1) 名古屋工業大学, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

THz波の発生・検出に使用される有機非線形光学結晶DASTにおいて、表面反射損失を低減する微細構造の開発に取り組んだ。

COMSOLを用いた有限要素法による電界分布シミュレーションの結果、トップフラット形状のモスアイ構造は、従来のトライアングル型と比較して高い反射防止効果を示すことが明らかになった。一方で、反射防止特性の最適周波数帯域については、トップフラット型の方が低周波側へシフトする傾向が確認された。レーザー溝加工においては、走査パターンの最適化によりデブリ付着を抑制した加工を実現した。加工後の溝斜面には、結晶構造に起因すると考えられるマイクロメートルオーダーの階段状構造が観察されたが、この構造を有するモスアイ構造において最も優れた反射防止特性が得られた。

本研究で開発したモスアイ構造付DAST結晶は、THz波の検出感度向上や発生効率の高出力化に寄与するものであり、今後のテラヘルツ応用技術における基盤デバイスとしての貢献が期待される。



(a) モスアイ構造内部の電界分布計。(b) レーザーによって加工した溝形状のCLSMによる測定結果。(c) モスアイ構造を形成したDAST結晶の電力反射スペクトル。(d) モスアイ構造による反射率低減効果。

スピントロニックテラヘルツエミッターを用いた広帯域テラヘルツ偏光光源の開発

菜嶋茂喜¹

1) 大阪公立大学

まとめ

超高速スピン応答に伴う広帯域なテラヘルツ波 (THz波) パルスが報告されているスピントロニックテラヘルツエミッター (STE) を広帯域偏光光源とするTHz分光システムを目指して, 超短パルスレーザーの作製および磁場変調による偏光操作の基礎測定を行った。

図1(a) および(b)は, 作製した500-MHz繰返し周期のフェムト秒レーザーの共振器およびモード同期発振スペクトルである。現時点でフーリエ限界パルス幅の最短が24 fsを達成している。図1(c)は, 印加磁場の極性を反転させたときのTHz波波形である。図より印加磁場の極性を反転させた事でTHz波波形も反転しており, 観測できている4 THzまでの全周波数域で偏光制御が可能であることが確認できる。大阪大学から提供された試料のSTEは10 mT以上で飽和特性が見られたことから, この範囲内で磁場ベクトルの変調を行うことで任意の向きの直線偏光を有する広帯域THz波光源が得られる事を確認した。

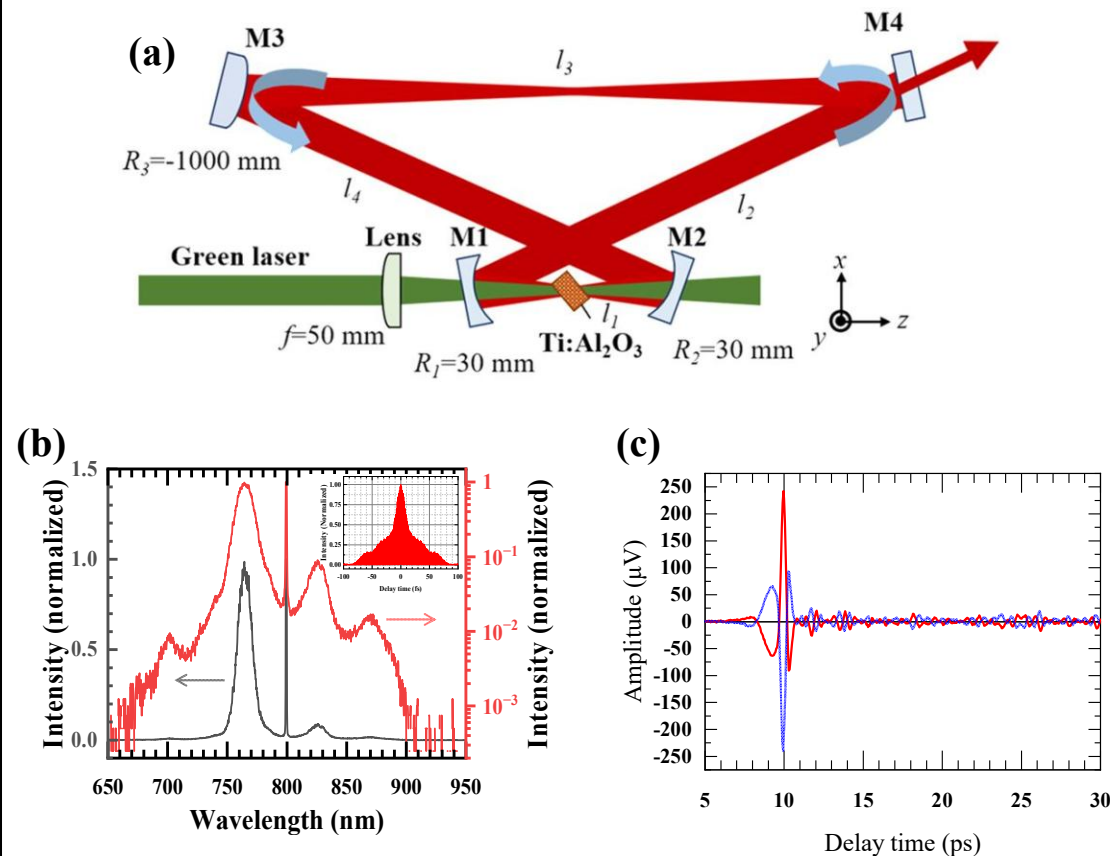


図1. (a) 作製した500 MHzフェムト秒レーザーの共振器。(b)モード同期発振スペクトル。挿入図はフーリエ限界パルス (計算値)。 (c) 外部印加磁場 (10 mT) の極性を反転させたときのTHz波波形。

有機半導体材料によるテラヘルツ高速スイッチング

松井龍之介¹, 中嶋誠²

1) 三重大学, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

ドナー性とアクセプター性の有機半導体の接触界面では電荷移動錯体が形成されるが、ドナーのHOMOとアクセプターのLUMOのエネルギー差が小さい有機半導体材料の組み合わせの場合には、室温の熱エネルギーでの自由キャリア生成が見られ、熱電変換素子への応用なども近年報告されている。本研究では、ドナー/アクセプター有機半導体積層薄膜のキャリアダイナミクスをテラヘルツ分光により詳細に調べ、さらには新規テラヘルツデバイスの創出を目指している。

有機半導体積層薄膜を真空蒸着により成膜する際には、大気開放することなく続けて蒸着を行うが、積層薄膜のドナー/アクセプター有機半導体のそれぞれの膜厚を正確に評価するための手法の検討を進めている。これまでに接触式段差計、分光エリプソメトリー他手法を検討した中で、吸収スペクトルから逆算する手法が最も信頼性の高い評価法と結論づけている。

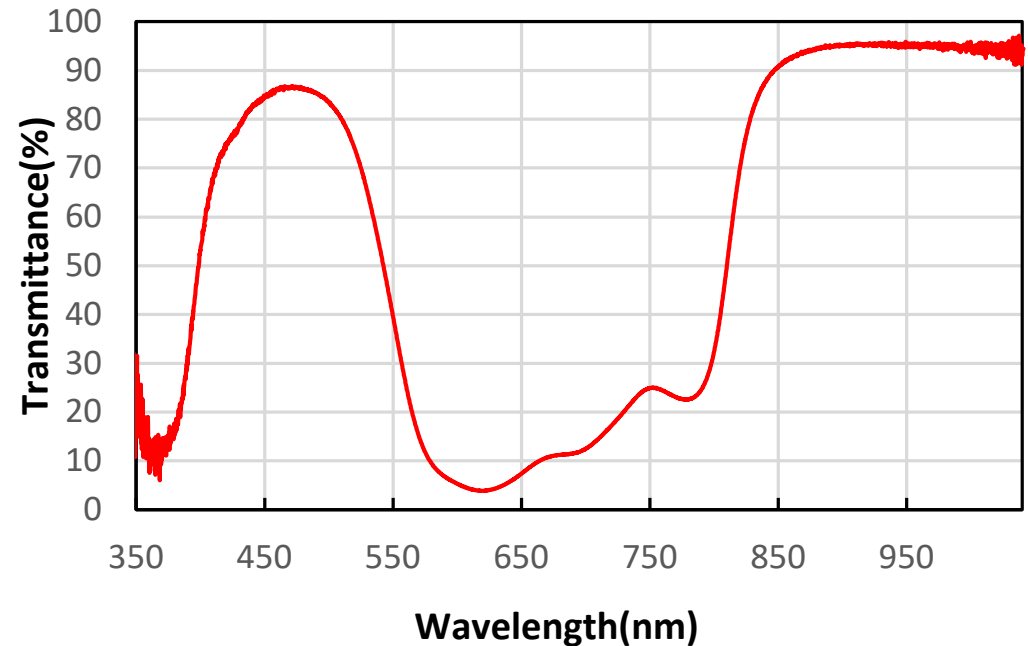


FIG. ドナー/アクセプター有機半導体積層薄膜の吸収スペクトル

テラヘルツ時間領域分光法の高性能化のための技術開発研究

(Research and development of technology for improving the performance of terahertz time-domain spectroscopy)

谷正彦¹, 中嶋誠², 北原英明¹, 古屋岳¹, 馬場本祥太¹, 粟田涼介¹

1) 福井大・遠赤セ, 2) 阪大・レーザー研

SUMMARY

本共同研究ではテラヘルツ時間領域分光法の高性能化、すなわち高感度化と高速化のための要素技術を研究、開発することを目的とし、次の2つの研究に取り組んだ。

(1) 偏光フィルタリングによるEOサンプリングの感度増強

ヘテロダイン電気光学 (EO) サンプリング法に偏光フィルタリング法を適用し、回転偏光子を利用しTHz波のEOサンプリング検出感度の増大が可能なことを実証した。FIG 1. は回転偏光子の偏光遮蔽軸の角度がプローブ光の偏光軸となす角が小さいほど、EO信号が増大することを示している。

(2) 機械式時間遅延システムの高速度化

機械的光学遅延とサンプリング検出回路の最適化により計測時間と測定感度の同時増強に成功した。FIG.2 はスパイラル型光伝導アンテナ素子をTHz波発生/検出素子に用いて走査速度30mm/s、時間幅300ps、積算回数100回で得られたTHz波のパワースペクトルである。スペクトルピークでのダイナミックレンジ約10桁が得られている。

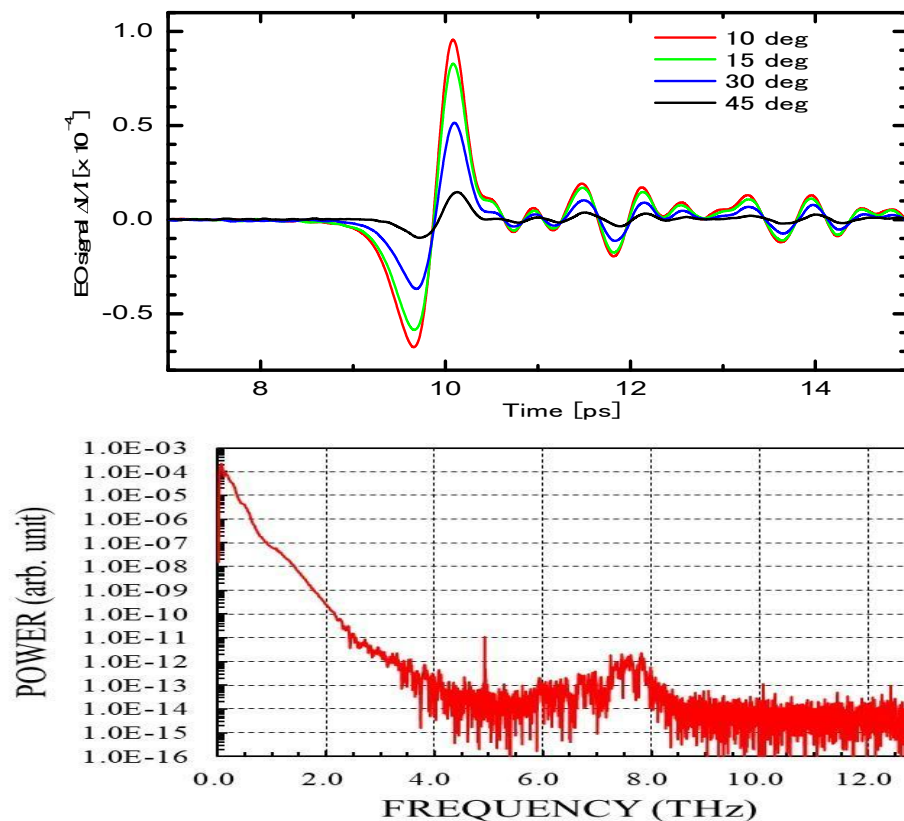


FIG. 1: 偏光子回転角に依存した、THz波のEOサンプリング波形

FIG. 2: スパイラル型光伝導アンテナ素子で得られたTHz波パワースペクトル

テラヘルツ時間領域エリプソメーターを用いた超イオン伝導体の電子物性の評価 2

南 康夫¹, 中嶋 誠²

1) 日本大学生産工学部, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

通常のテラヘルツ波による電気物性計測では、電気物性が既知の参照試料のデータを取得して、対象とする試料のデータから電気物性を得る。したがって、参照試料と対象とする試料の測定条件を厳密に揃えるのが困難な場合には電気物性測定は事実上不可能である。テラヘルツ・エリプソメトリーは参照信号無しに試料の電気物性を調べることができるため、上述のような実験的な困難が緩和される。本研究では、測定試料として超イオン伝導体を用意し、電気物性の測定可能性を探る。

市販の超イオン伝導体 (LICGC AG-01、LICGC SP-01。Ohara社製) を対象として、テラヘルツ・エリプソメトリーによって測定した。測定結果より求めた屈折率、消衰係数を図に示す。適したイオン・ダイナミクス・モデルを測定結果に適用することで、原理的には、可動イオンの密度、減衰定数が算出可能となる。今後は、THz-TDSでの測定結果、ラジオ周波数域の電氣的な測定結果を比較し、本研究での測定の妥当性と可動イオンのダイナミクスモデルを検討する予定である。

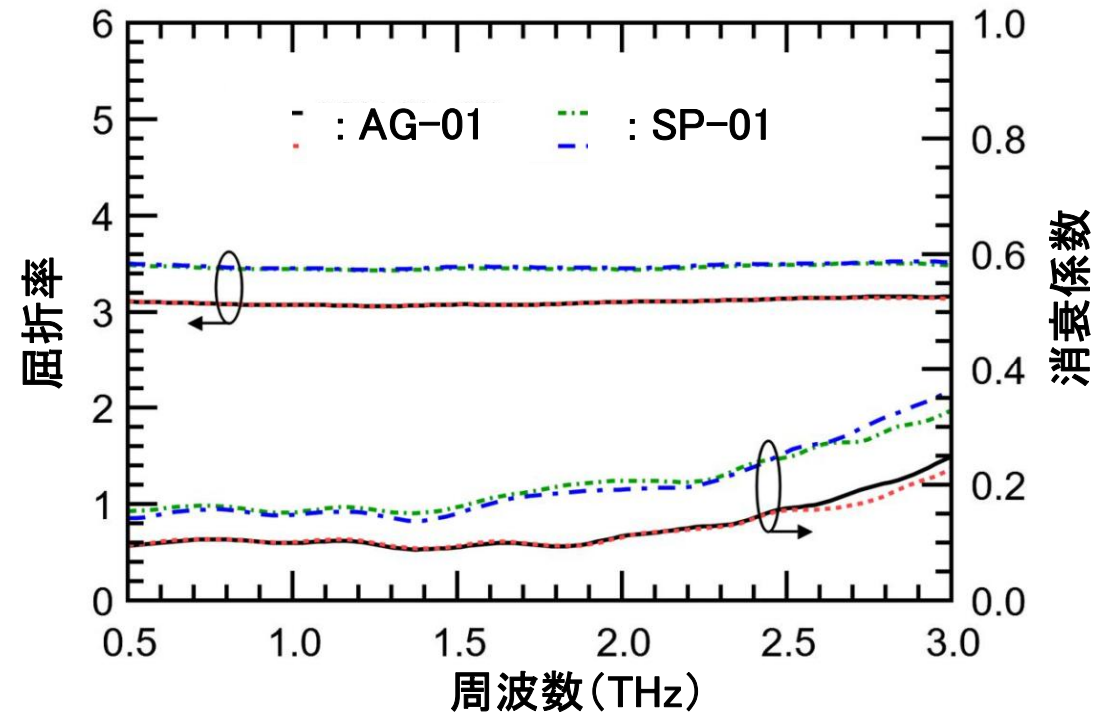


FIG. 超イオン伝導体 (LICGC AG-01、LICGC SP-01) の屈折率と消衰係数の周波数依存性。

MLD-TDSを用いたテラヘルツガスセンシングの開発

小松 啓志¹, E.中嶋誠²

1) 長岡技術科学大学, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

Please modify the frame size if necessary.

SUMMARY

THz-TDSシステムは、機械的遅延走査を用いた時間領域測定手法を採用しているため、振幅と位相の両方の情報を取得することができ、ガスセンシング用途への応用が可能である(K.Komatsu et al, ACS Omega 2022,7, 35, 30768-30772)。しかし、フェムト秒レーザーは高コストかつ大型であるため、実用的な現場での導入や商業的な展開には適していない。そのため、より費用対効果の高い代替手段として、連続波マルチモードレーザーダイオード (cw-MLD) ベースのTDSが提案されている。

本研究では、MLD-THz-TDSシステムが、100万分の1 (ppm) レベルのアンモニアガスによる位相シフトを検出できることを実証した。

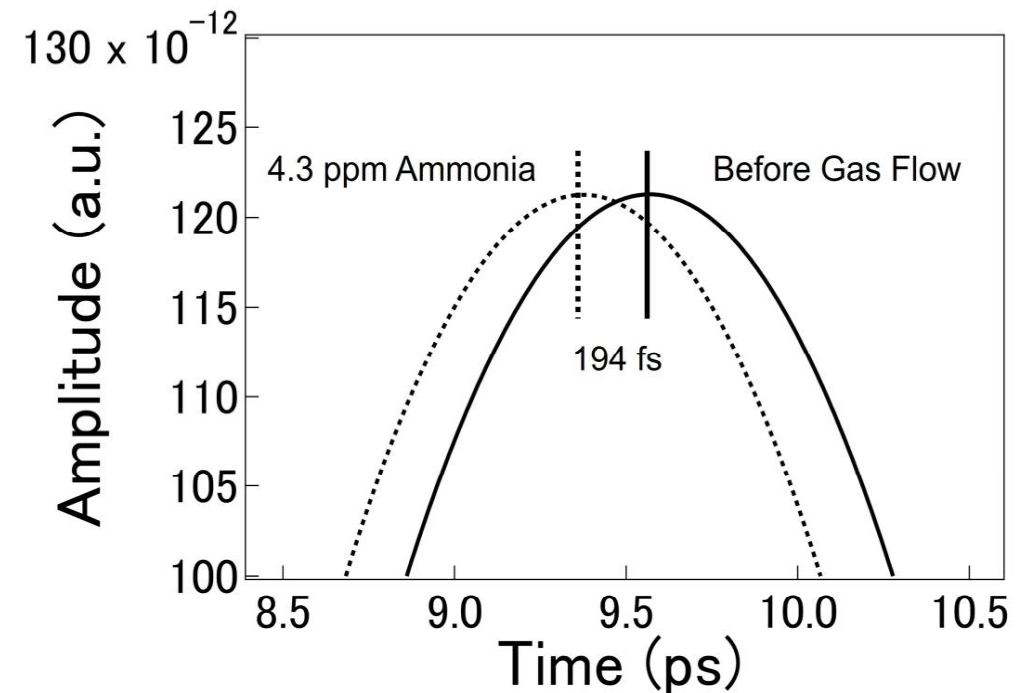


図 このグラフは、4.3 ppmのアンモニアガスを導入した際の、テラヘルツ波のパルス波形の変化を示したものです。ガスの有無によって、パルスの到達時間に明確な時間差（遅延）が生じていることがわかります。

ポスト5G/6Gに向けたテラヘルツ波帯材料評価技術の開発とデバイス応用

牧野孝太郎¹, Verdad C. Agulto², 中嶋誠²

1) 産業技術総合研究所 先端半導体研究センター, 2) 大阪大学 レーザー科学研究所

SUMMARY

2030年代には6G通信が商用化されると見込まれており、それに向けた各種のデバイスの開発が急務となっている。デバイス化には材料の特性を適切に評価し、それを設計に反映させることが不可欠であるが。しかし、テラヘルツ波帯での各種材料、特に金属の特性は十分に評価されているとは言えない。本研究では膜厚や伝導率が異なる金属薄膜に対してテラヘルツ波時間領域分光測定を実施し、解析により誘電率を求めた。Fig.1(a)にTiを含む複数の金属薄膜で得られた時間領域信号を示す。伝導率が比較的低く、測定がより容易であると推測したTiについて解析により得られた誘電率を(b), (c)に示す。実部は大きく揺らいでいるが、理論的にこのような振る舞いは予測されないことから測定の誤差によるものであると考えられる。ただし、実部・虚部ともに膜厚の依存性がみられていることから、膜厚に伴う伝導率の変化に起因する誘電率の変化が観測されたと考えている。

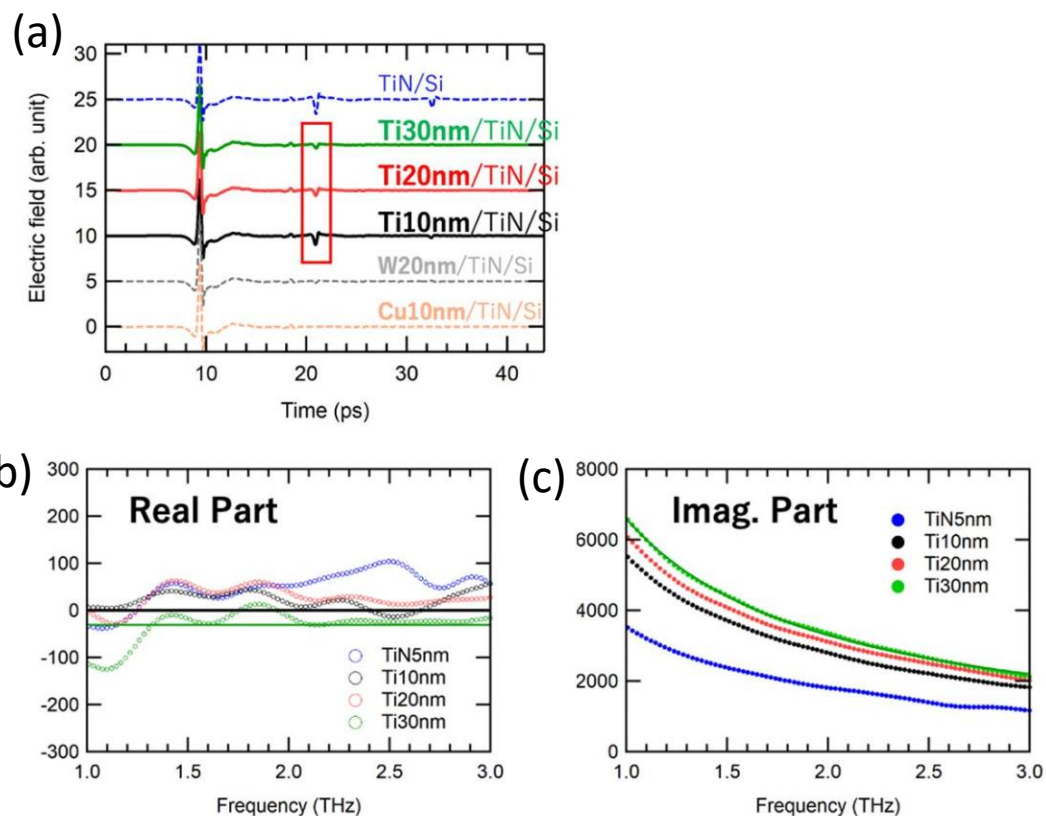


Figure 1. (a)Tiを含む複数の金属薄膜のテラヘルツ波透過信号。膜厚の異なるTi薄膜について得られた複素誘電率の(b)実部及び、(c)虚部。

ピコ秒シート状電子バンチ電子銃開発とテラヘルツ波源への応用

浅川誠¹, 中嶋誠^{1,2}

1) 関西大学, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

スリットアレイを用いた放射光過程においては、シート状電子バンチの生成が重要となる。そこで本研究では、楕円断面レーザー照射によるシート状光電子放出と、短軸方向の収束のための電界レンズを備えた電子銃の開発を進めている。本年度は、生成された電子バンチの断面電荷密度分布を測定するため、MCP+Phosphor plate および Wire grid モニターを電子銃に設置した。図に示すように、Focus電極の印加電圧を高くすることで、電子バンチが短軸方向に収束することが確認された。この結果は、設計時に行ったシミュレーションと良い一致を示した。さらに、Wire grid モニターによる測定結果は Phosphor plate による結果とも一致しており、電荷密度分布を良好な精度で測定できていると考えられる。

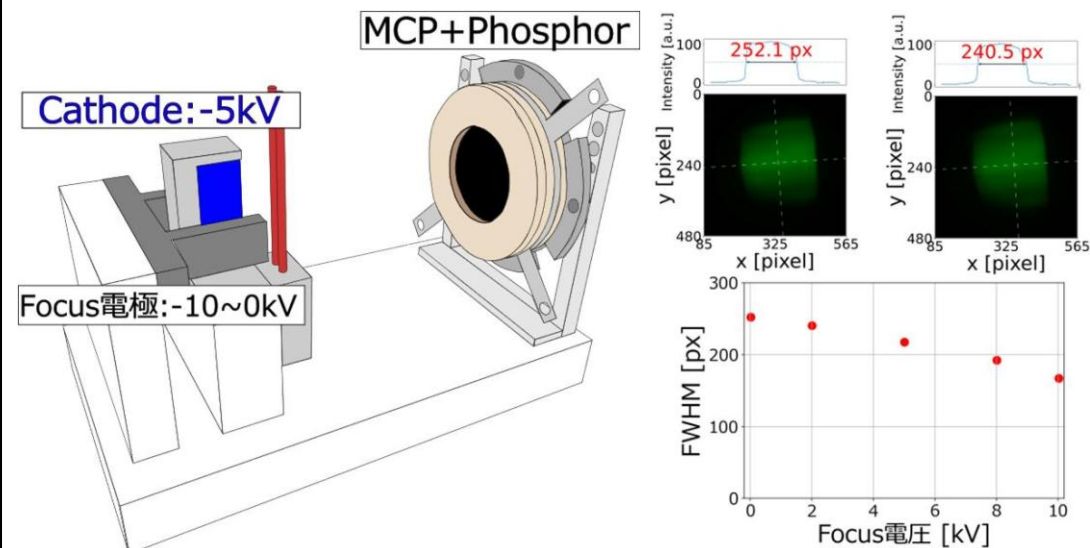


FIG. MCP+Phosphor plateによる電子バンチ電荷密度分布測定。現状ではAnode直後の電荷密度分布を測定することはできないが、設計通りFocus電圧10 kVで電子バンチの幅が最小になっている。

テラヘルツ帯における鋭峻化された透過スペクトルを有する金属開口の作製

菜嶋茂喜¹

1) 大阪公立大学

まとめ

昨年度の調査で得たコの字型開口対（開口対）の構造パラメータの鋭峻化条件を元に、2つの異径の開口対を配列させ、マイクロアレイ（MA）センシングを検討した。図1挿入図の2つの開口対は、それぞれ0.357 THzと0.463 THzの共鳴周波数で透過ピークを得る様に設計した開口対である。2つの開口対を含むようにTHz波パルスビームを照射した時の透過率スペクトルが図1であり、0.1 THz間隔で透過ピークを得ることに成功した。また、それぞれの透過ピークの周波数のTHz波を同じ様に照射した時の電磁界分布の結果より、それぞれの開口対に局在し、一方の開口対に影響していないことを確認した。さらに、レーザー加工機でこれを作製し、擬似試料のポリイミドフィルムを片方の開口対に付着させて透過ピークのシフトを調査した結果、フィルムを付着させた開口対の透過ピークのみが低周波側にシフトし、MA化が可能であることが実証された。

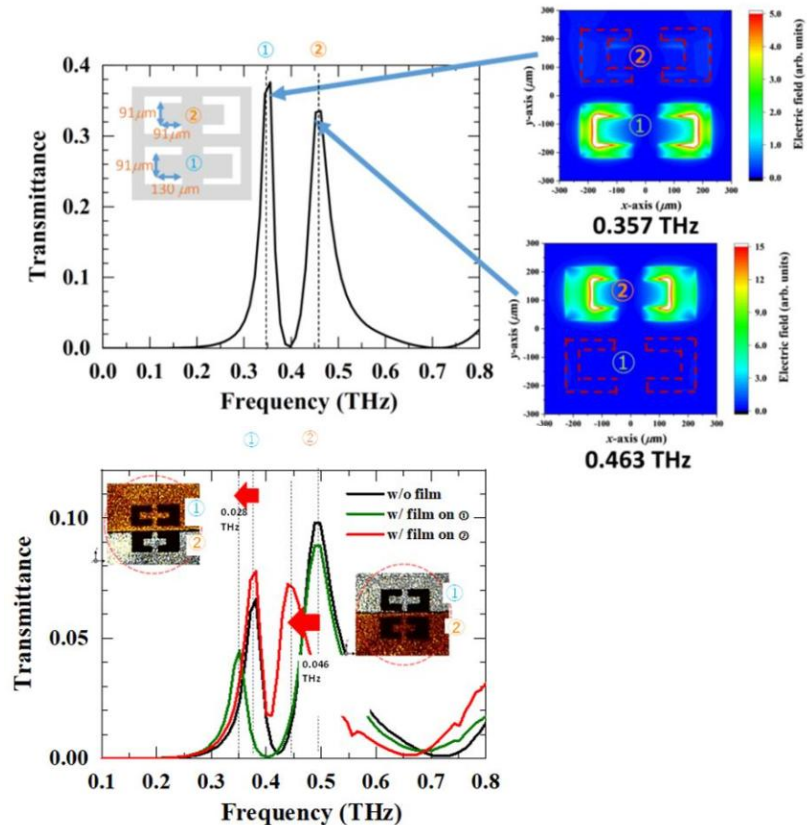


図1. 挿入図：2つの開口対の配置図．FDTD計算で得た2つの開口対にTHz波ビームを照射した時の透過率(上図)および透過ピーク位置での電場分布(右の2図)．25 μm厚のフィルム付着時（挿入図）のTHz分光結果(下図)．

放電重合法を用いた有機EL用高分子膜の作製

堺健司¹、山本桃子¹、河埜佑紀¹、佐藤祐喜¹、山ノ井航平²、中嶋誠²

1) 同志社大学理工学部, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

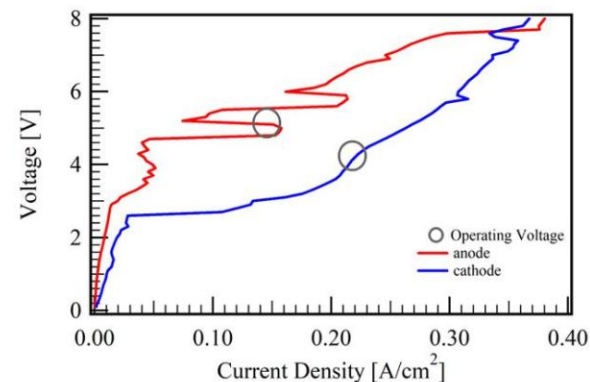
SUMMARY

本研究では、青色発光材料として注目されているアントラセン薄膜を放電重合法により作製する際の最適温度を調査した。放電重合法は、膜厚の制御が容易で原理的にピンホールのない薄膜が作製可能であり、高品質な有機EL素子を容易に作製できるという特徴がある。

今回は薄膜作製時にモノマ分子を入れるるつぼの温度を75~115°Cの範囲で変化させ、有機EL素子としての発光特性を調査した。その結果、製膜時のるつぼの温度が低い方が作製した有機EL素子の発光確率が高く、より低い印加電圧で発光することが分かった。一方、95°C以上で作製した場合、発光確率が著しく低下し、有機EL素子の特性が大きく劣化することがわかった。

今後は各条件下で作製したアントラセン薄膜の光学特性などを評価し、良好な有機EL素子の特性を示す原因を調査する予定である。

(a)



(b)

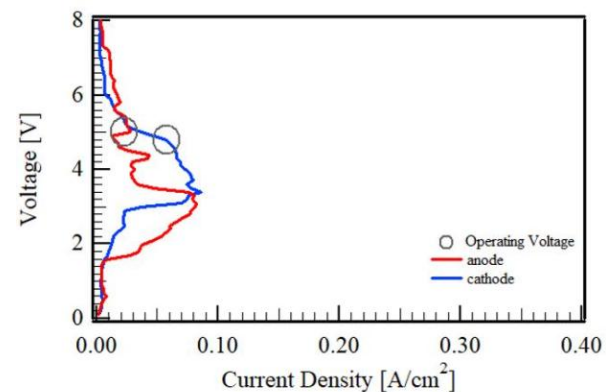


FIG. 放電重合法で作製したアントラセン薄膜のJ-V特性
製膜時のるつぼの温度は (a) 75°C, (b) 105°C
anode, cathodeは製膜時に基板をどちらの電極に設置したかを表す

廃プラ高精度分析のためのマルチ分光スペクトル分析技術の開発

古屋 岳¹, 清水 俊彦², 谷 正彦¹, 北原 英明¹, 馬場本³ 祥太, 粟田 涼介³

1) 福井大学 遠赤外領域開発研究センター, 2)大阪大学レーザー科学研究所, 3) 福井大学 工学研究科

SUMMARY

本年度はテラヘルツ時間領域分光法を用いて複数のプラスチックサンプルのテラヘルツ帯広帯域スペクトルを取得した。図はPEの広帯域スペクトルで2.2 THz付近に特徴的な吸収が確認できる。また、PSの測定では高周波に向かってブロードな吸収が出るなど、サンプル特有のスペクトルが得られた。一方で、テラヘルツ時間領域分光システムはレーザーの長時間揺らぎなどにより、測定精度が低下する。そのため、低損失のサンプルを高精度で計測することが困難であった。この問題に対して、分光装置に高速スキャンを組み込むことにより、超時間揺らぎを抑えることで、測定スペクトルにおいてダイナミックレンジを1桁以上改善した。

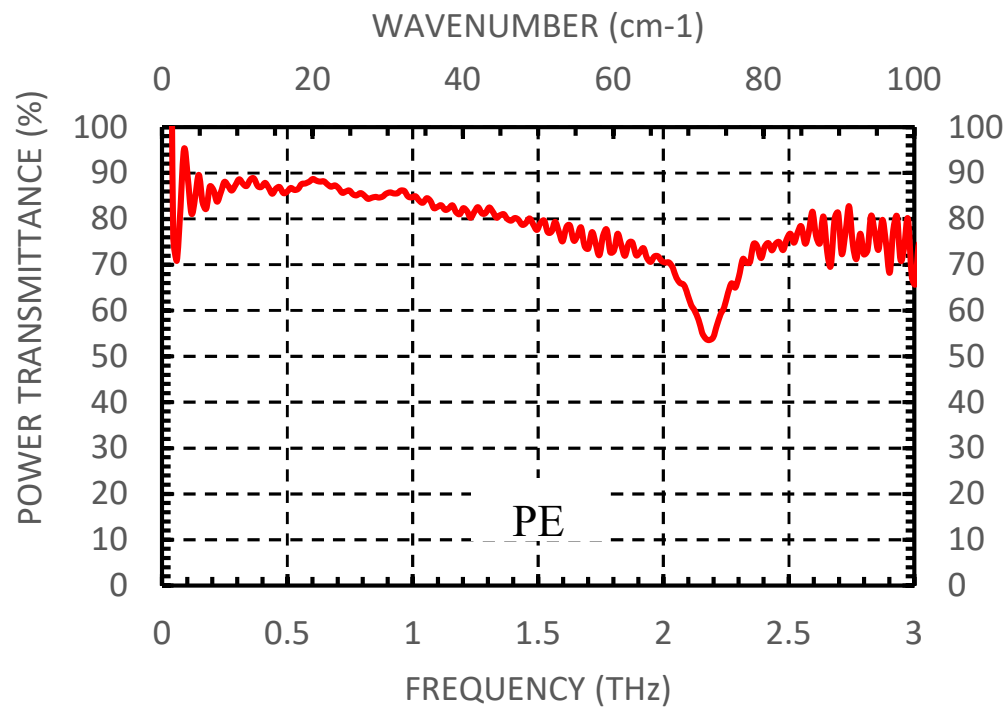


FIG. PEのテラヘルツ領域広帯域スペクトル例

集光高次光子による新規高次スピン状態の実現

森田健¹, 中嶋誠²

1) 千葉大学, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

近年、スピン角運動量 (SAM) と軌道角運動量 (OAM) を同時に持ついわゆる高次光子が注目を集めている。これまで、これらの光が物質に及ぼす力は主に原子や分子などの双極子系に対して議論されてきたが、単電荷である自由電子に光の力が直接どのように作用するかは、ほとんど明らかになっていない。自由電子に高次光子を直接照射することができれば、光子が持つSAMおよびOAMに由来するトルクを電子に直接伝え、その運動として観測できる可能性がある。

2025年度には、高次光子が自由電子に与える力学的トルクについて、非共鳴および共鳴の両領域で理論計算と時間発展シミュレーションを行った。その結果、特に共鳴領域において、OAMに起因するトルクが電子の回転運動、すなわち渦電流を生成し得ることが示され、新しい光-電子相互作用の可能性が見えてきた (右図)。

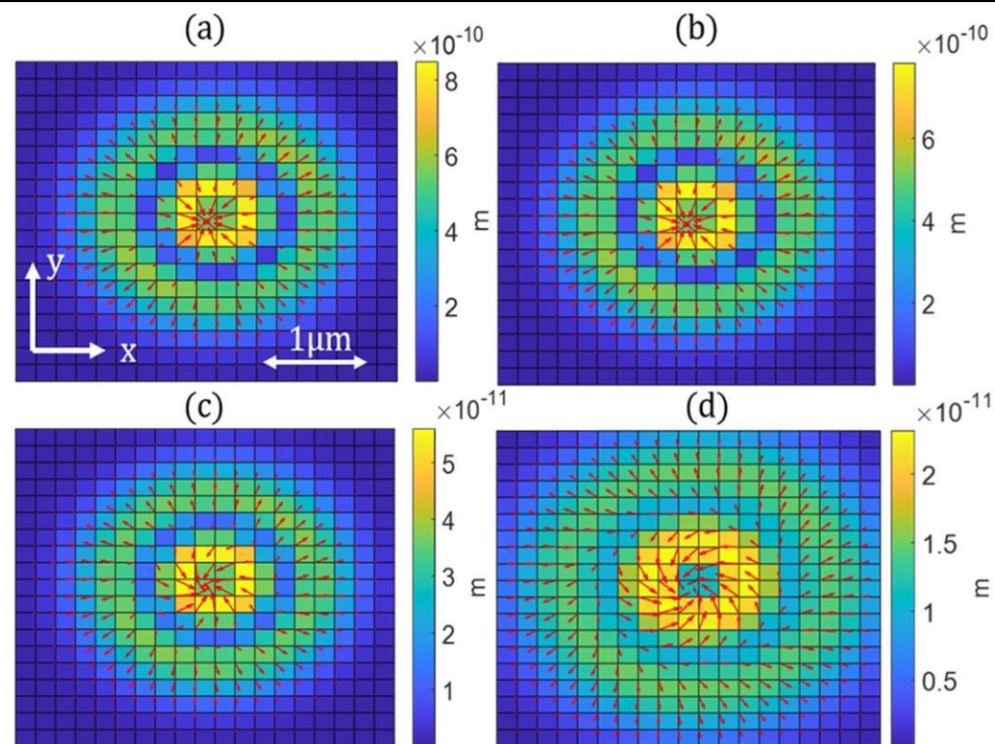


FIG. 集光光渦 ($l = 1$) 中での電子運動のシミュレーション結果。電子分布をカラーマップ、電子の移動ベクトルを矢印で示す。(a) - (d) は吸収係数を徐々に増やした様子を示し、共鳴領域では光渦のトルクが転写され、渦電流を生むことが明らかになった。

プラズモン光伝導アンテナを用いたレーザーカオス光におけるモードの同時性の解明
 栗島史欣¹, Mona Jarrahi², Semih Cakmakyapan², 森川 治³, 栗原 一嘉⁴, 北原 英明⁵, 和田 健司⁶, 中嶋誠⁷,
 原口雅宣⁸, 谷 正彦⁵

1) 追手門学院大学、2) カリフォルニア大学、3) 海上保安大学校、4) 福井大学教育学部、
 5) 福井大学遠赤センター、6) 大阪公立大学電子数物系、7) 大阪大学レーザー科学研究所、8) 徳島大学

SUMMARY

これまで、市販の半導体レーザー（数百円）に外部鏡による光学的遅延帰還をかけることでレーザーカオス発振させ、安定、広帯域、低価格なTHzの発生検出ができることを証明してきた。この原因としては、レーザーの縦モードの同時発振性が重要である。図1に示す、外部から逡倍器によるTHz波を加え、縦モード間の光ビート周波数との差を1GHz程度とし、RF領域で観測し、その安定性を評価することで、モードの同時性を評価した。今後光ビートの直接測定を通じてカオスの最適条件を調査する。また、カオスの領域分けも行う。プラズモン光伝導アンテナの試作機をSI-GaAs基板上に制作し、偏光特性による反射率の違いからプラズモン電極の効果を確認した。今後fsレーザーでの性能テストを行う。これらを通じてカオスでなければなしえない特性（カオス超越性）の実証を行う。

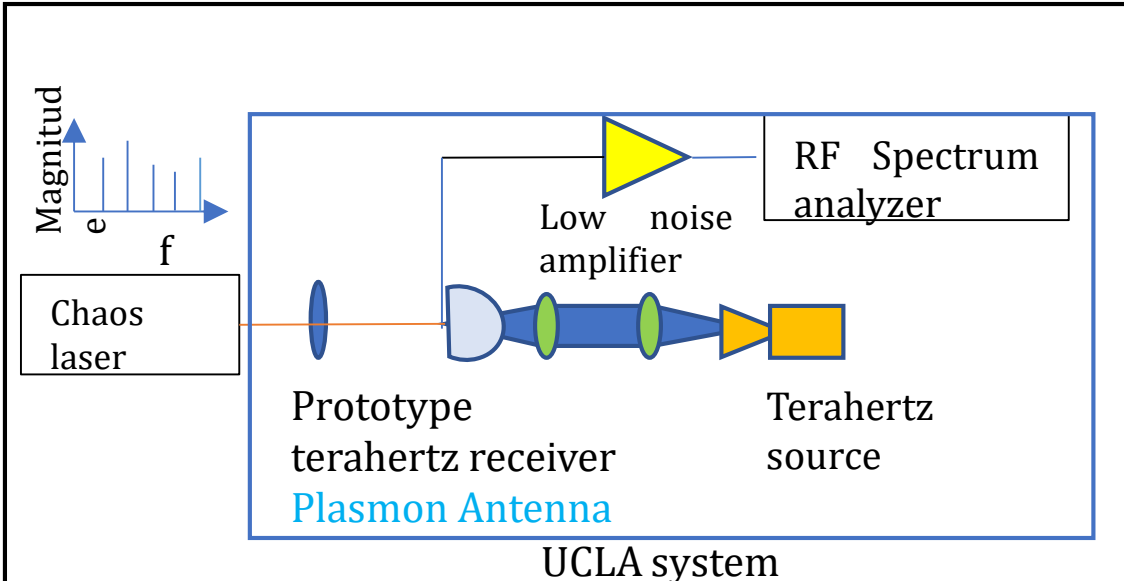


FIG.1 Radio frequency 領域に下方変換する実験系

火山灰の低コスト高安定CW-THz波による分光

栞島史欣¹, 川上由紀², 中島誠³

1) 追手門学院大学, 2) 福井工業高等専門学校, 3) 大阪大学

SUMMARY

自然災害の多い日本においては、被災者の状況を高速かつ、正確に知ることは喫緊の課題である。THz波を用いることで、高速化が望める。栞島が大学を移動したため、福井高専に、最適な透過特性をもつ周波数帯を調べるために、火山灰に対するSub-THz波帯の透過特性の測定系を構築中である。数センチの火山灰のサンプルに対して透過の実験が行えた。通常の高モード半導体レーザーを用いた場合は信号が安定せず分散も大きかったが、レーザーカオス光を用いることで、再現良く、ほとんど分散の無い実験結果が得られるようになった。今後より広帯域化を目指す。また、本研究で用いた半導体レーザーは、数百円の市販のものであり、外部鏡による戻り光を加えることでカオス発振させている。低価格な分光装置の実現が可能である。本システムを用いることで、THz分光も大きく普及することが期待される。今後、Georgia Tech. との共同研究を行うことを決定した。

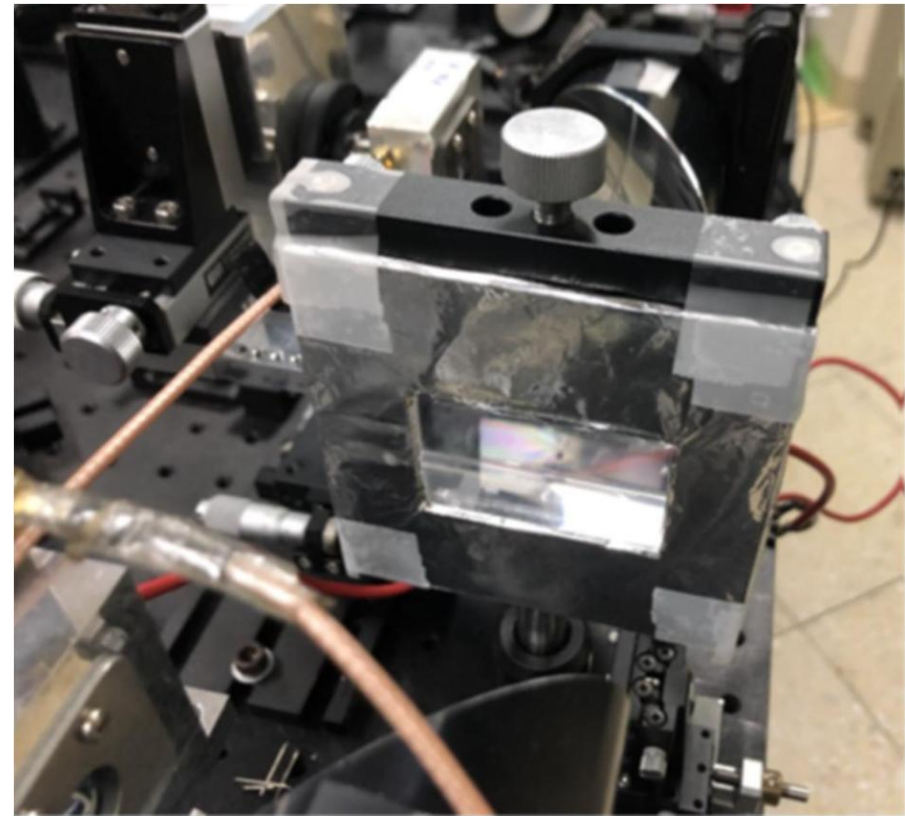


FIG. 1 レーザーカオスによるTHz-TDSのサンプル部分

放射性汚染水におけるテラヘルツと紫外光を用いたトリチウムの選択的除染の検討

小林かおり¹, 猿倉信彦²

1) 富山大学, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

放射性汚染水からのトリチウムの除去は重要な課題である。高効率での除去に対し、赤外光と紫外光による多光子イオン化を用いることで実験を予定している。テラヘルツ光は分子量のモニターに用いる。この手法はトリチウムのみの高効率分離して除去となり大きなインパクトがある。

赤外光と紫外光による励起効率を量子化学計算で求める基本情報として、基底状態及び4個の1重項励起状態の量子化学計算を実施した。ポテンシャルについては同位体でも同様であるため、 H_2O のポテンシャルを求めた。プログラムはORCA6.0.1を用い、計算手法はCASSCF NEVPT2 (基底関数cc-pVDZ)である。片方の結合距離は 0.957 \AA 、結合角は 105 度とし、もう一方の結合距離を変化させた結果は右図のようになった。今後、このデータを用いて振動回転準位・波動関数を導出し、遷移双極子モーメントの計算を行う基礎を整えることができた。

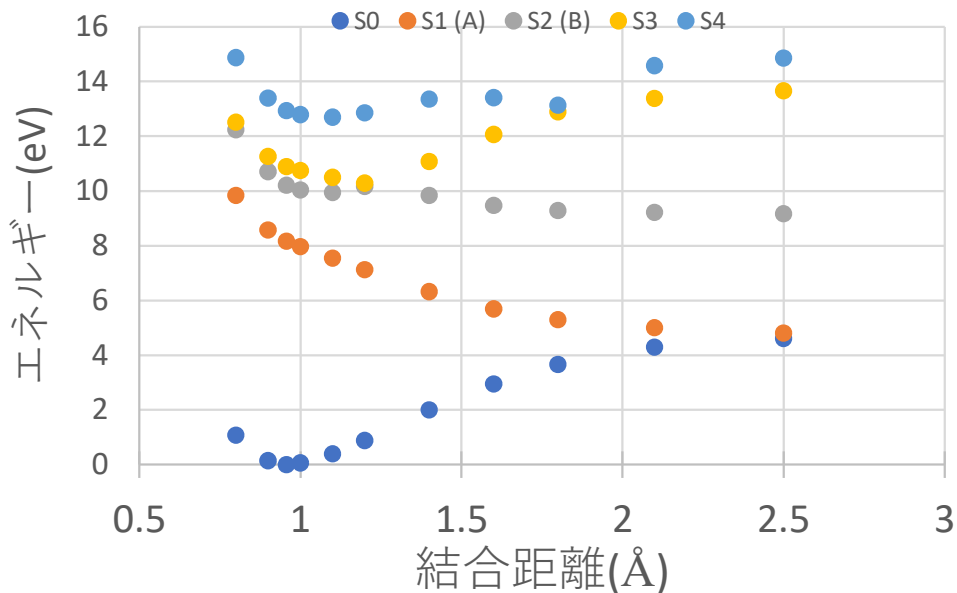


FIG. 基底状態および4つの電子励起状態における一重項水分子のポテンシャル

テラヘルツ光によるレーザー励起磁化反転の探索

和達大樹^{1,2}, 清水俊彦²

1) 兵庫県立大学, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

複数の磁性元素を含む磁性体薄膜において、レーザー励起スピンドYNAMICSが精力的に研究されており、その解明のために元素ごとにスピン状態を観測可能な測定手法が不可欠である。そのためのポンププローブ法において、ポンプ光として可視・赤外レーザーに加えテラヘルツレーザーを用いることで、熱的から非熱的な励起によるスピン制御を目指した。そして、プローブ光として当研究室で製作した高次高調波ビームラインからの高次高調波軟X線を用いる装置の建設を行った。PHAROSレーザー（波長：1030 nm、パルス幅：200 fs）による高次高調波発生とその安定化のために、今年度は図上のような全長4mのビームラインを建設した。高次高調波スペクトルとしては図下のように59次の70 eV程度まで出ており、3d遷移金属のM吸収端をカバーできた。また、テラヘルツポンプについては効果的な発生方法について方針を立てると同時に、オランダのFEL施設FELIXでの測定も開始した。

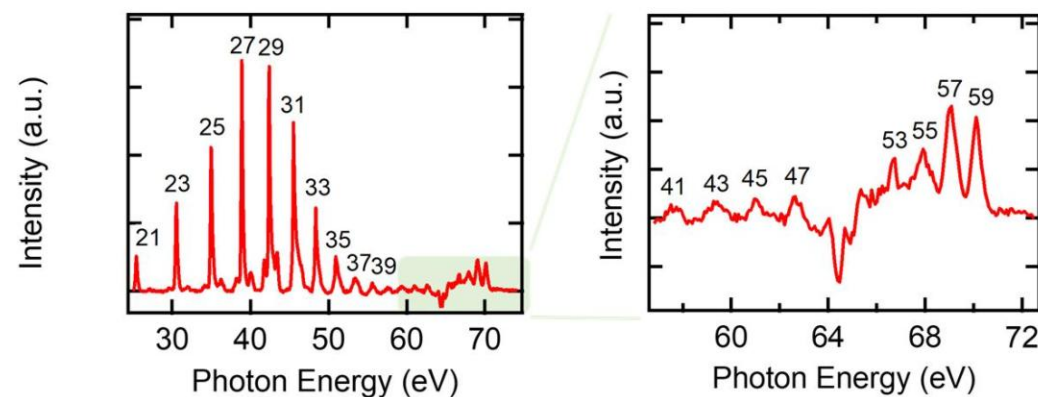
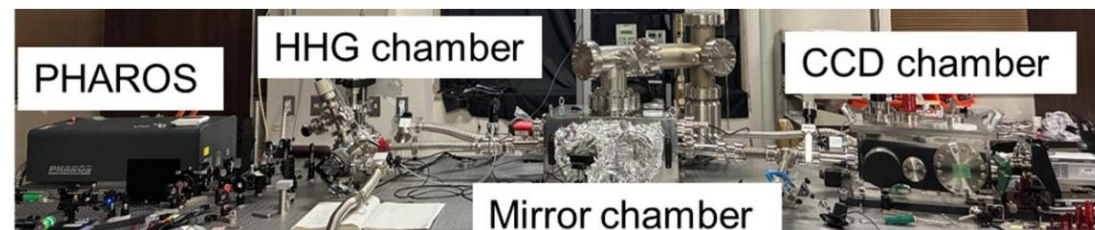


FIG. 上：兵庫県立大学に建設した高次高調波のビームライン（全長：4m）。下：高次高調波のスペクトル。

Crystal phase identification and imaging of biominerals by terahertz spectroscopy

丸山美帆子¹, 吉村政志子³, 塚本勝男², 古川善博², 田中勇太郎¹, 中嶋誠³, 森勇介¹

1) 大阪大学大学院工学研究科, 2) 東北大学大学院理学研究科, 3) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

前年度は、生体鉱物として主要なリン酸カルシウムの準安定相（第二リン酸カルシウム：DCPD）が同じく準安定相のリン酸八カルシウム：OCP）を経て安定相（アパタイト：HAp）に相転移していく経時変化をテラヘルツ領域における赤外分光分析反射測定にて追跡し、各相に特有なピークを得ることに成功していた。2025年度は、この3相を全て含有するリン酸カルシウムを主成分とする尿路結石についてマッピングを実施した。HAp特有のピークなどは得られつつあるが、生体由来物質は多種多様の有機物の含有もあり、この分析およびマッピングに困難を生じているが、各相の判別ができる状況になりつつある。今後の生体鉱物分析に向け、尿路結石に加えて骨や歯などの材料のマッピングに継続して挑戦していく。

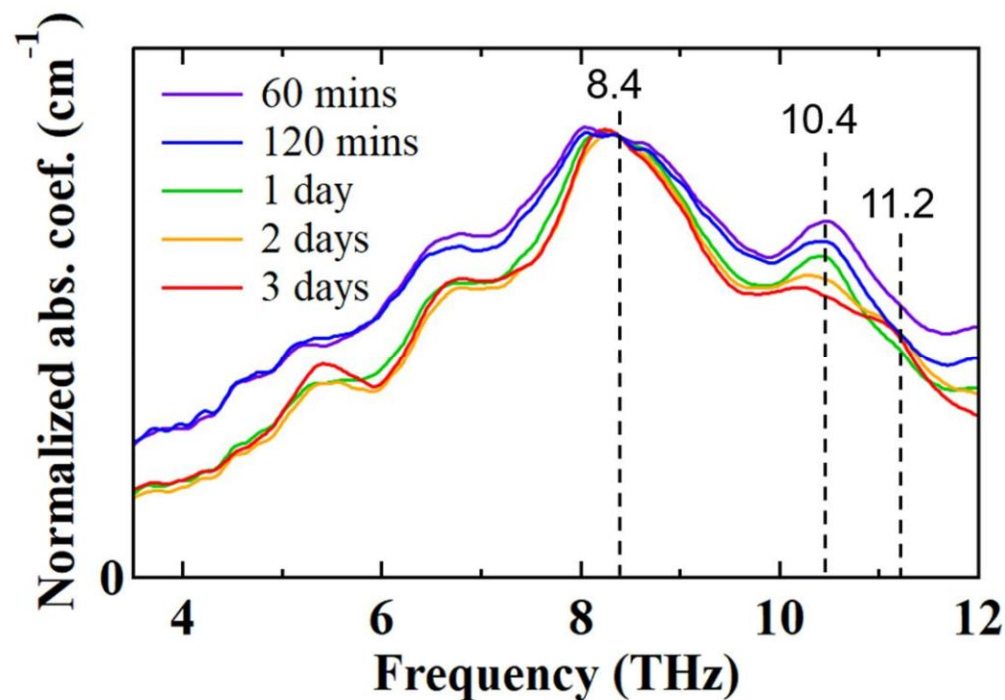


FIG. DCPDサンプルを60分、120分、1日、2日、3日間加熱し、それぞれの時間経過後に吸収係数スペクトルを測定した。全てのスペクトルは8.4 THzの値で正規化した。

中間・遠赤外線天文学のための高剛性分光フィルタの開拓

松山周平¹, 植田雅大¹, 中岡俊裕¹, 加藤康作², Thanh Nhat Khoa Phan², 中嶋誠²

1) 上智大学理工学部機能創造理工学科, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

中間・遠赤外域 (30–200 μm) は星形成や銀河進化を探る重要帯域だが、観測系の極低温運用が必須であり、従来のメタルメッシュフィルタでは機械的強度と分解能 (約10) の不足が課題であった。本研究ではシリコン一体化構造を採用し、低温環境に耐える剛性と分解能約40を両立した (FIG.1)。構造の均一化で更なる高性能化も期待できる。本成果は、宇宙観測の効率と到達深度を底上げするだけでなく、地上の環境・産業計測の共通基盤としても広範な波及効果をもたらすと期待できる。

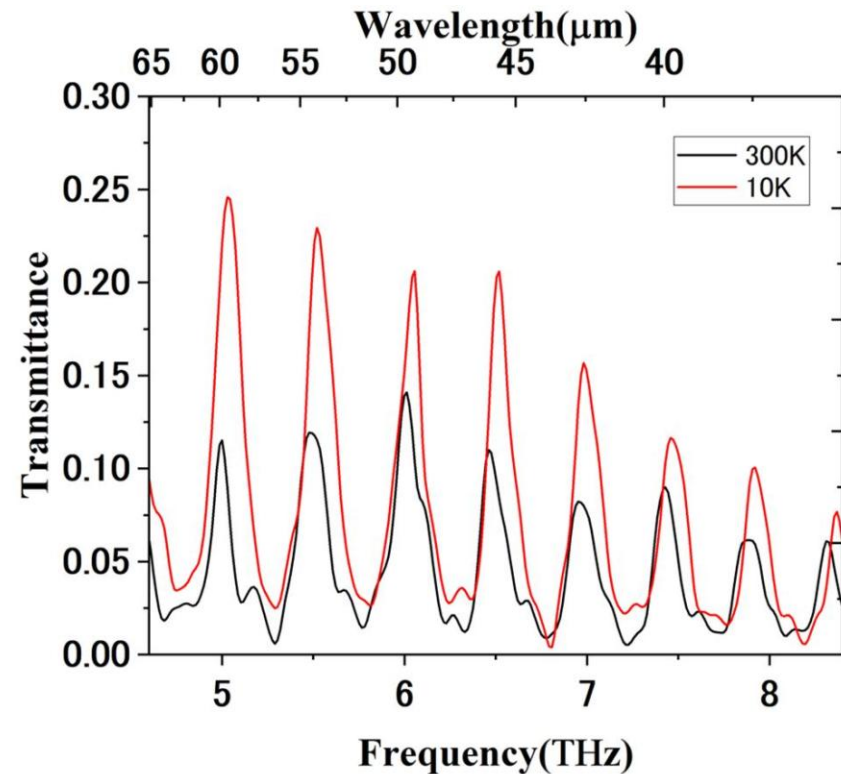


FIG.1: 大阪大学レーザー科学研究所の共同利用設備 (JASCO FTIR-660) により測定した、本分光フィルタ透過スペクトルの温度依存性。

量子ビーム源の開発、制御ならびにその応用に関する研究

染川智弘^{1,2}, 磯谷舟佑¹, 猪口和彦¹, 倉橋慎理¹, 余語 覚文²

1) (公財) レーザー技術総合研究所, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

2018年の国連気候変動に関する政府間パネルでは、全世界的に大規模なCO₂排出削減を実施する必要性を指摘している。自然界で最大級のCO₂吸収源である海洋の効果解明が求められており、海水中のCO₂ガスの挙動や漏洩を効率よくモニタリングすることが可能な、水中ライダー技術として、ハイパースペクトル測定とラマンライダー技術を組み合わせたハイパースペクトルラマンイメージングライダー (HSRIL) を開発している。

FIG.(a)に示すHSRILでは、シリンドリカル凹レンズでレーザーを150 mmの直線状 (FIG.(b)) に照射したそれぞれの位置でのラマンスペクトルの測定が可能になり、受光素子にナノ秒間隔でコマ撮り可能なICCDカメラを利用することで、測定対象の距離情報 (距離分解能: 0.75 m) の取得も可能である。FIG.(c)に示すように、上下に並べた水、炭酸水のそれぞれの位置で、ラマンスペクトルの取得が可能であり、水中のCO₂の位置がわかる。

本研究は科学研究費補助金 (JP22H03756)、JST、CREST、JPMJCR24J3によって遂行した。

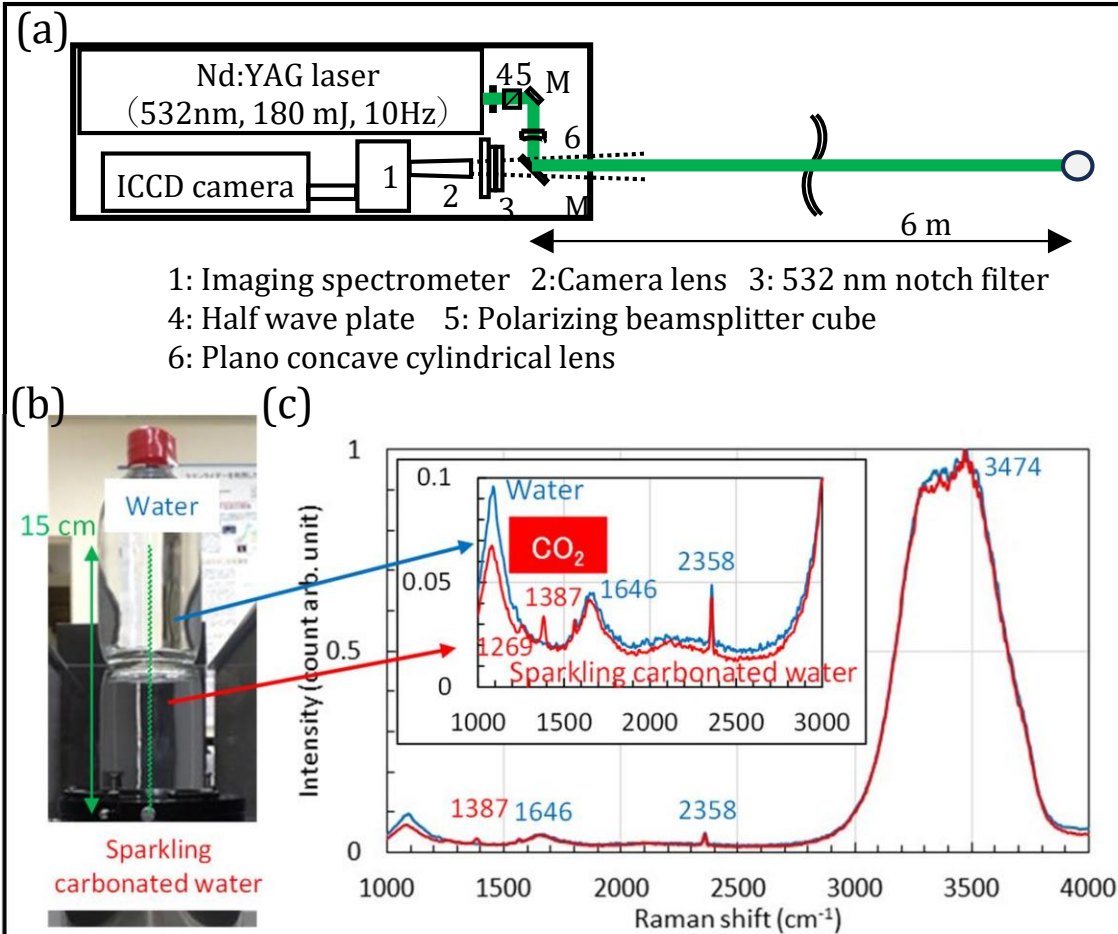


FIG. (a)ハイパースペクトルラマンイメージングライダーの光学配置図、(b) 試料 (上: 水、下: 炭酸水)、(c)ラマンスペクトル

次世代ハイパワーレーザー用ファラデー回転子の開発

時田 茂樹¹, 吉田 英次², 荻野 純平²

1) 京都大学化学研究所, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

次世代のハイパワーレーザーの開発・運用に向けて、光アイソレーター用ファラデー回転子の開発を進めている。大口径化が容易で低損失なTb添加ガラスを用い、次世代ハイパワーレーザー用スラブ型ファラデー回転子の開発を進め、以下の結果を得た。

1. 従来のドーナツ型構造に対し、スラブ型磁石を用いた新規構造を採用することで、ファラデー回転子の小型化・軽量化を実現した。
2. 試作したファラデー装置について熱的影響評価を行い、10 kW級高平均出力レーザー動作を想定した条件で実装試験を実施した。その結果、200 W照射・15 min動作で45°以上の偏光回転角を維持できることを確認した。
3. 以上の結果から、開発したTb添加ガラスベースのスラブ型ファラデー回転子は、次世代ハイパワーレーザー用光アイソレーターとして適用可能であり、実機実装に向けた有効な構成であることを示した。

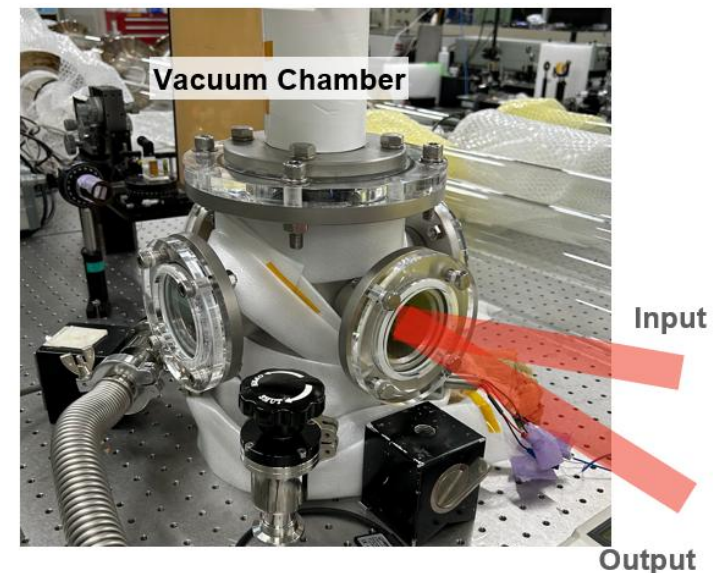
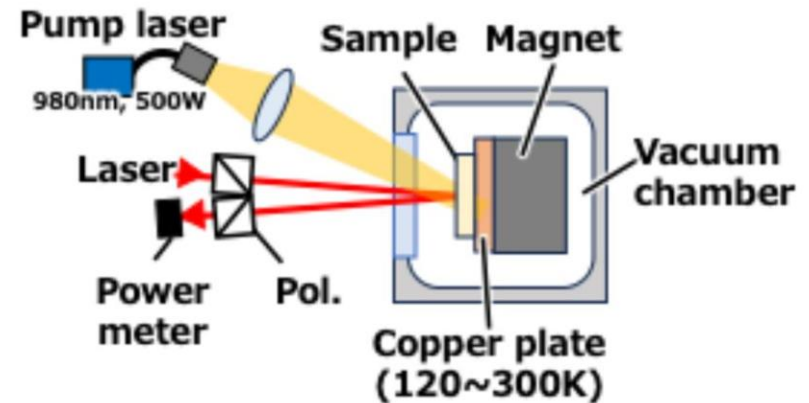


FIG. 1 開発したスラブ型ファラデー回転子

中性子による新しい土壌水分計測システムの開発

徳本家康¹, 余語覚文², 有川安信²

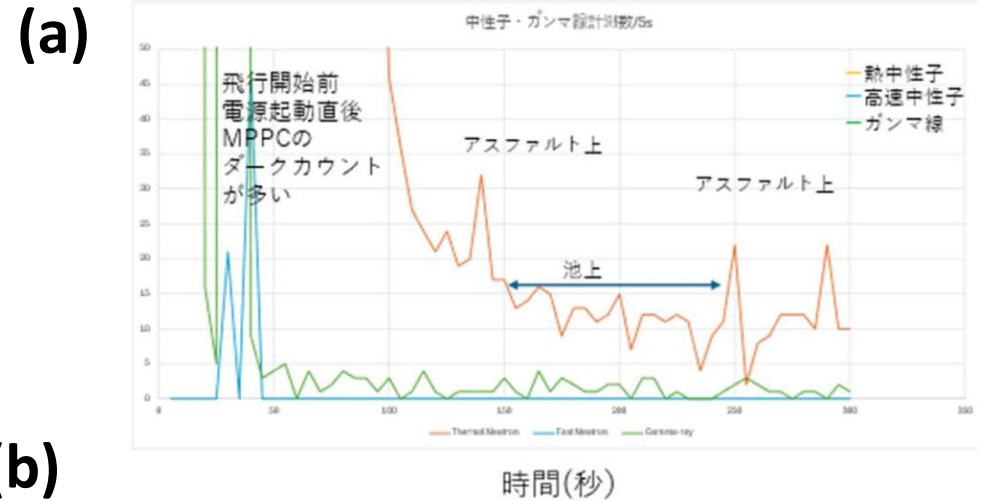
1) 佐賀大学, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

本研究では、特許出願中のUAV搭載型超小型宇宙線計測システムを開発し、土壌表面環境の異なる地点上空で基礎的な飛行計測試験を実施した。その結果、飛行位置の違いに応じて熱中性子、高速中性子、ガンマ線のカウント数に差異が認められ、本装置が地表条件の違いを反映した信号変化を捉え得ることが示された (FIG. a)。

しかし、これらの信号と土壌水分量との対応関係を定量評価するには、均一な土壌条件下における検証が不可欠である。そのため、既存のCOSMOSとの比較観測を行うために、鳥取大学乾燥地研究センターの砂丘試験地にCOSMOSを設置し、基準観測系の構築を進めている (FIG. b)。

さらに、地上に埋設したセンサーネットワークを用いて土壌水分量 θ の空間変動性を把握し、UAVによる面的計測値との比較検討を可能にする観測配置を整備した (FIG. c)。これにより、圃場スケールでの面的計測の妥当性と適用性を段階的に検証する予定である。



(b)



(c)

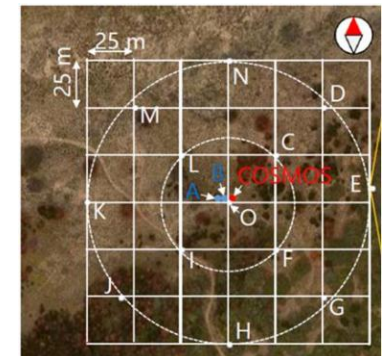


FIG. 開発した超小型宇宙線計測システム: (a) 計測データの例, (b) 検証実験のためのCOSMOSの設置の様子, (c) 空間変動性の検証実験におけるセンサー配置図

Exploring zinc oxide thin films for the detection of high-energy radiation

M.C. Raduban¹, Y. Akabe², N. Sarukura², K. Yamanoi²

1) Unitec Institute of Technology, New Zealand, 2) Institute of Laser Engineering, Osaka University, Japan

SUMMARY

Ultrafast luminescence below 100 ps is critical for time-of-flight systems and high-speed photonic applications. However, materials such as barium fluoride (BaF₂) and bulk zinc oxide (ZnO) typically exhibit undesirable slow emission components in the nanosecond to microsecond range. In this work, undoped ZnO films with thicknesses of 2.2–5.7 μm were deposited on soda-lime glass substrates without buffer layers using hybrid pulsed reactive magnetron sputtering in the medium-frequency (MF) regime, assisted by electron cyclotron wave resonance plasma. The films demonstrate strong ultraviolet emission, ultrafast decay, and significantly suppressed defect-related visible luminescence. Notably, the 4.7 μm thickness film achieved an exceptional 12.8 ps decay at room temperature. These properties are attributed to enhanced plasma conditions that improve crystallinity and reduce defects. The results highlight the potential of ZnO films for advanced time-resolved detection and imaging technologies.

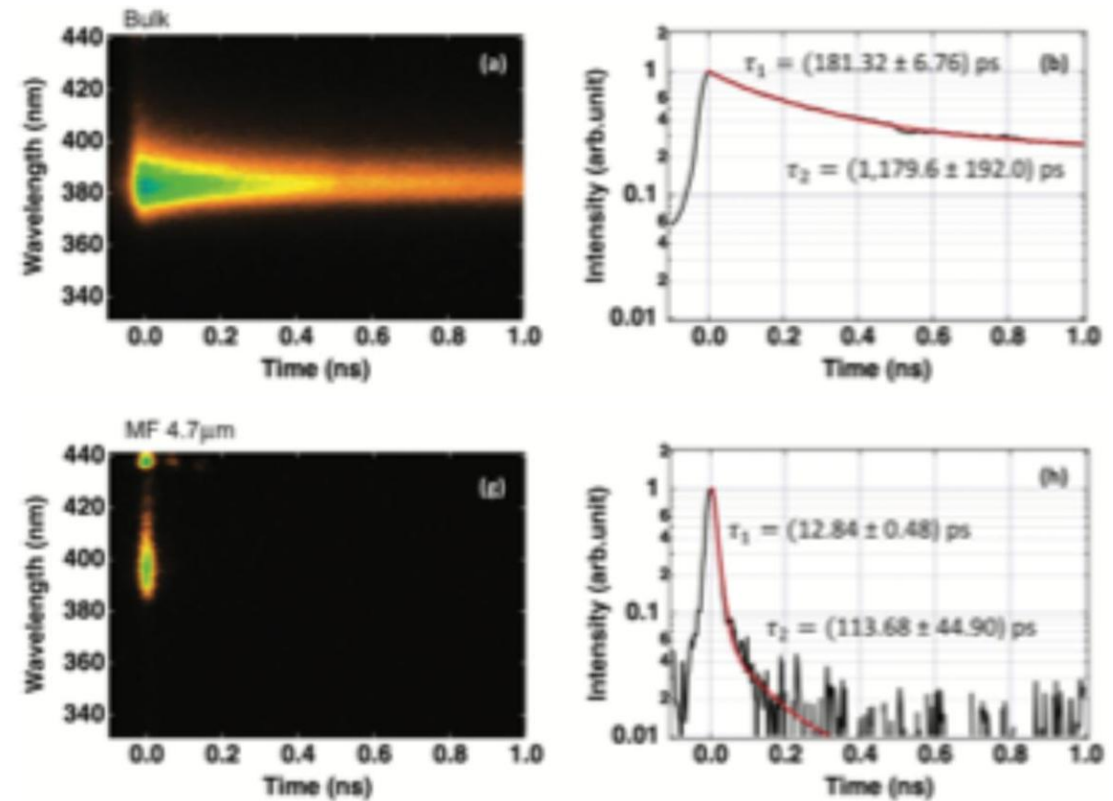


FIG. Ultrafast decay time of the 380-nm UV luminescence from MF-deposited film with a decay time of about 12.8 ps compared to bulk ZnO with a decay time of about 181.3 ps.

(Gd, Y, Lu)₃(Ga, Al)₅O₁₂:Ce, Tbガーネット型シンチレータの合成と発光特性評価

吉野 将生¹, 大室 和也¹, 金 敬鎮¹, 鎌田 圭¹, 清水 俊彦², 猿倉 信彦², 吉川 彰¹

1) Tohoku University, Japan, 2) University of Osaka, Japan

SUMMARY

時間分解能サブミリ秒の時間分解型4D-X線CTの実用化には、極大発光量を示すシンチレータの開発が不可欠である。本研究ではCe, Tb共添加ガーネット型結晶に着目し、LuGAG:Ce, Tbを作製し発光特性を評価した。ホスト結晶のイオン半径が小さいLuGAGでは、Ce³⁺とTb³⁺間のエネルギーミスマッチが拡大し、Ce³⁺からTb³⁺へのエネルギー移動が支配的となる。結果としてLuGAGはGAGGやYAGGを凌駕する最大のX線誘起発光積分強度を示し、次世代X線CTの実現に大きく貢献する成果が得られた。

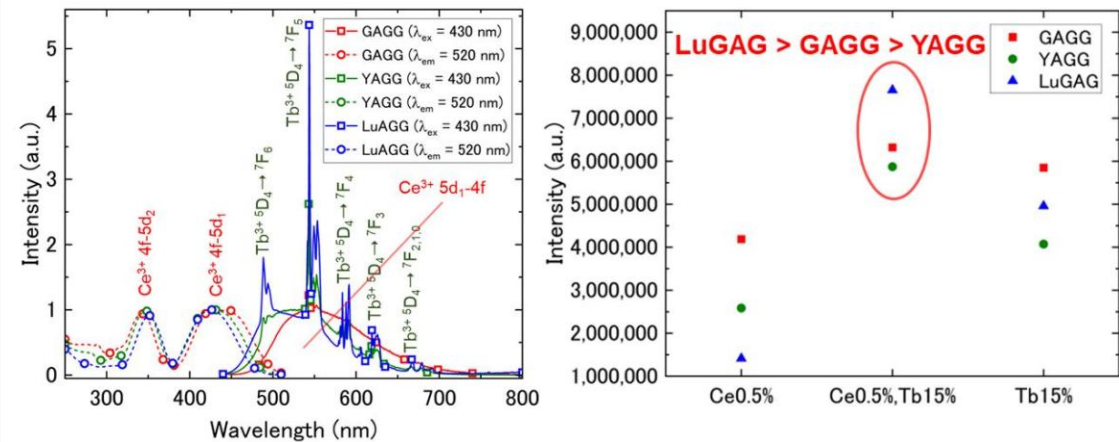


FIG. Ce, Tb共添加ガーネット型シンチレータのPLPLEスペクトル (左) および、Ce, Tb共添加ガーネット型シンチレータの放射線誘起発光 (RL) 積分強度の比較 (右)。ホストのイオン半径が小さいLuGAGではCe³⁺からTb³⁺へのエネルギー移動が支配的となり、極大発光量の達成に寄与する。

Improvement on characteristics of Pr³⁺-doped glass scintillator for neutron detector

Takahiro Murata

Faculty of Advanced Science and Technology, Kumamoto University, Japan

SUMMARY

The aim of this collaborative research is to develop a glass scintillator for high-performance neutron beam measurements combining fast response and high light output.

We have investigated new glass compositions based on modified APLF80 glass. The PL and PLE spectra of representative Pr³⁺-doped glasses are shown in the figure. Compared to APLF80 glass, the PL and PLE spectral profiles of all samples were nearly identical. However, the PLE profiles were slightly broadened and the PL peaks shifted to longer wavelengths. We plan to measure fluorescence lifetimes and evaluate scintillation properties of Pr³⁺-doped glasses with new compositions.

The glass scintillator developed through this collaboration will serve as a fundamental technology supporting a safe and secure society.

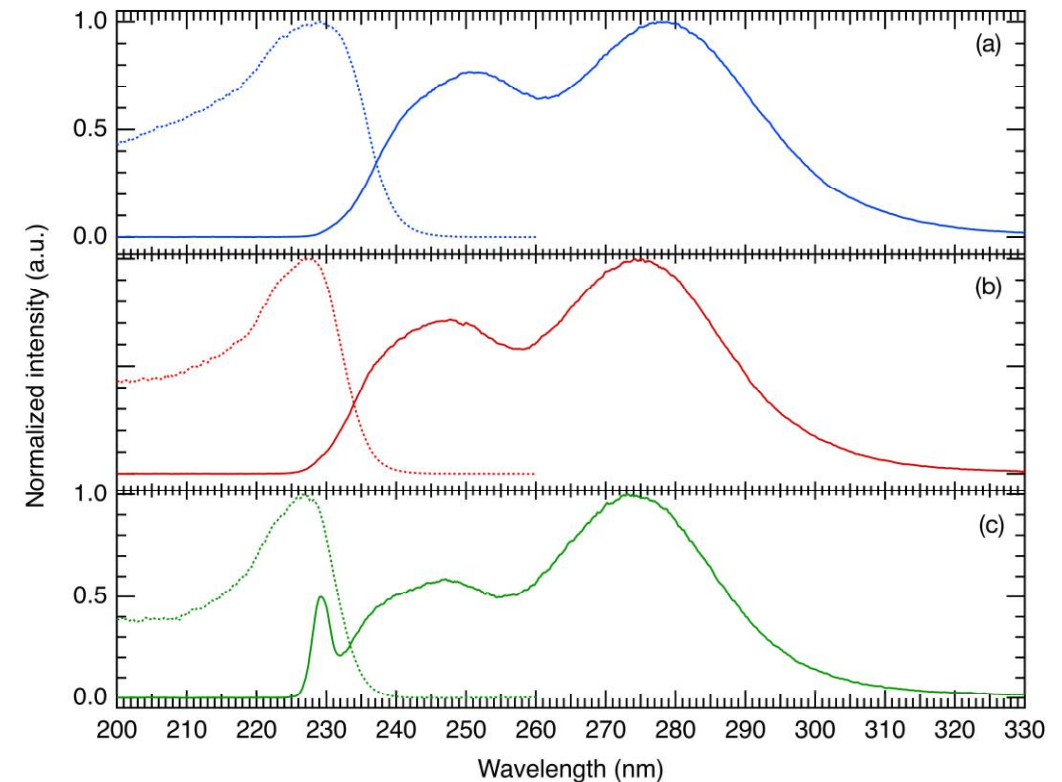


FIG. PL and PLE spectra of Pr³⁺ in lithium fluorophosphate glasses of type (a) and type (b) compared to (c) APLF80 glass: excited at (a) 229 nm, (b) 227 nm, and (c) 227 nm; monitored at (a) 273 nm, (b) 274 nm, and (c) 273 nm.

High pressure effects in wide band gap fluoride crystals

M.C. Raduban¹, N. Sarukura², K. Yamanoi², T. Shimizu²

1) Unitec Institute of Technology, New Zealand, 2) Institute of Laser Engineering, Osaka University, Japan

SUMMARY

This project investigates the luminescence properties of fluoride crystal scintillators such as cerium-doped lithium calcium aluminum fluoride (Ce:LiCAF) under high-pressure conditions. Scintillators are essential for detecting high-energy radiation in applications such as PET, X-ray imaging, and security systems, where high luminescence intensity and fast decay times are required. Although Ce:LiCAF offers high neutron sensitivity and short fluorescence lifetime, its low luminescence intensity limits performance. To address this, the study explores whether applying high pressure can enhance emission properties through structural phase transitions. Using a diamond anvil cell, pressures up to ~ 10 GPa were applied, and X-ray diffraction confirmed a phase transition from hexagonal to monoclinic structure around 7.8 GPa. Luminescence measurements showed a pressure-induced shift in emission wavelength, although intensity changes remain inconclusive. Future work will focus on lifetime measurements and understanding the emission shift mechanism.

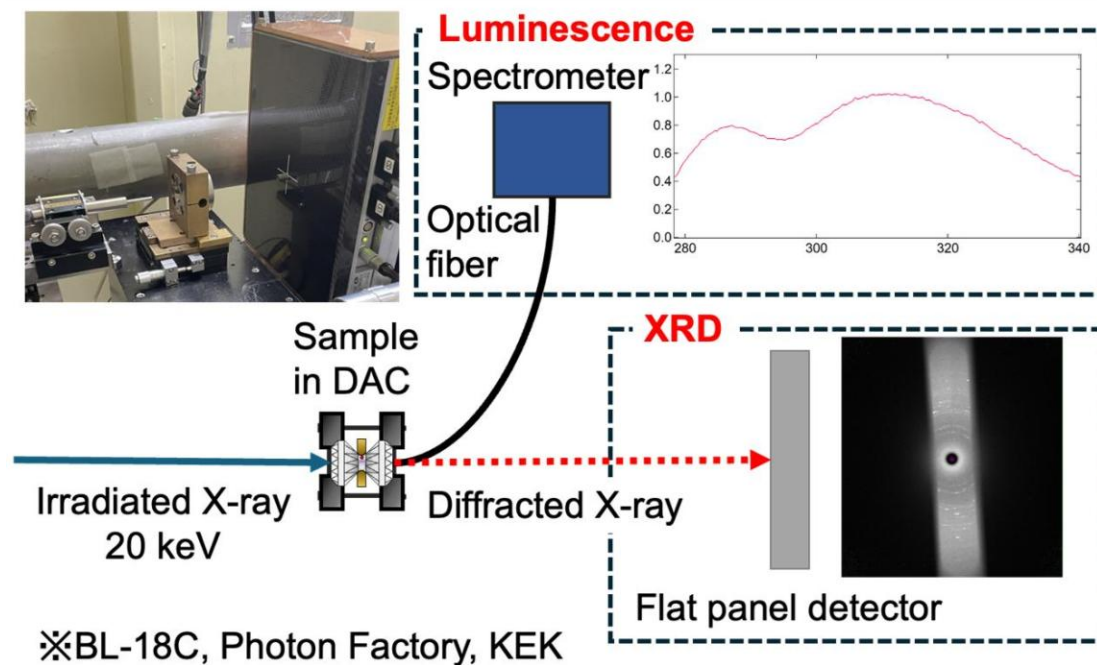


FIG. Schematic diagram of the experimental setup used to investigate the effect of high pressure on the structural and luminescence properties of Ce:LiCAF crystal. XRD measurement is performed to confirm structural phase transition of the Ce:LiCAF crystal. Luminescence measurement is performed to investigate the effect of high pressure application on the emission intensity and emission wavelength of Ce:LiCAF crystal.

統計モデルによる光学材料のシミュレーションおよびその物性への応用に関する研究

佐々木 明

量子科学技術研究開発機構・関西光量子科学研究所

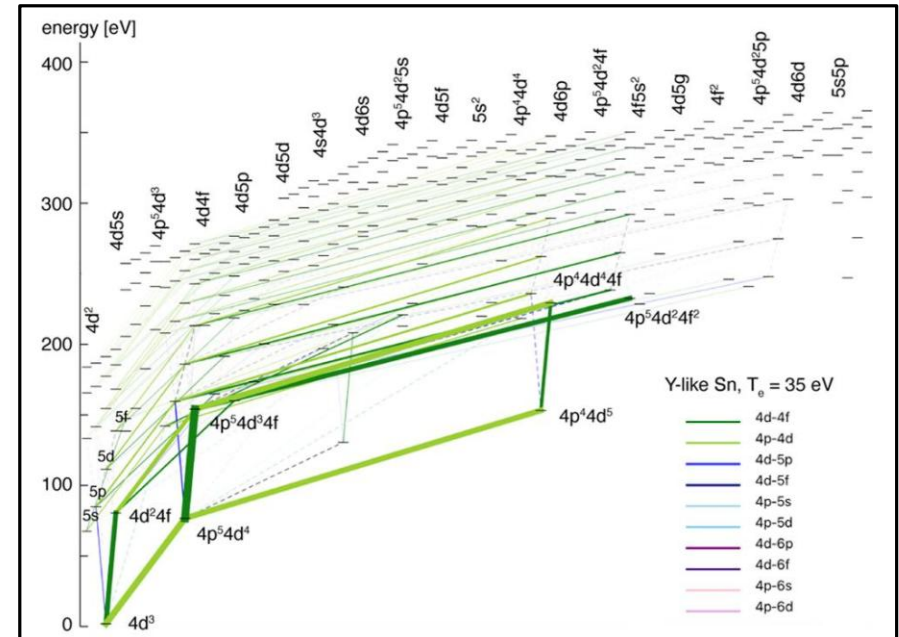
SUMMARY

光学損傷の複雑なメカニズムの解明を目的に、自然界および人工的な多様な絶縁破壊現象の物理モデルとシミュレーションの研究を行っている。

研究代表者は、原子分子過程のレート方程式のモデルと、輻射流体シミュレーションなどのマクロな物性のモデルを組み合わせたモデルを構築し、統計手法の利用により複雑な現象の解析を行ってきた。

今年度は手法の活用の条件について検討し、(1)対象とする物理状態の適切な定義、(2)原子分子過程などの素過程データの確立、(3)観測量との定量的な比較を行うことが重要なことを示した。

そして、スズプラズマ中の原子過程に基づくEUVスペクトルの解析とレーザー生成プラズマEUV光源の高出力、高効率化の研究、放電現象の突発性や構造形成の研究に加え、コロナウイルス感染の影響の研究が同じフレームワークの上で行えることを示した。



(図) スズ11価イオンのエネルギー準位図。スズイオンにはイオン種ごとに多数の励起状態があり(図中の短い横線)、その間の原子遷移(斜めの線)がEUV発光に寄与する。数値計算による状態のエネルギーや輻射遷移確率のデータを用いて発光スペクトルを評価する[1]。

参考文献

[1] A. Sasaki, Plasma Fusion Res. 20, 2401007 (2025).

真空紫外領域における光学材料の屈折率測定

梅村 信弘¹, 吉村 政志²

1) 公立千歳科学技術大学, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

本研究は、次世代半導体製造装置に用いられる光学材料の真空紫外線波長領域における屈折率を測定するものである。

屈折率の温度変化の測定概要をFIG. 1(a)に示す。屈折率の精密測定を行うためには、プリズムの設置と光軸調整が重要となる。そのため、光軸調整に使用するレーザー光 (He-Neレーザー) の波長における屈折率を正確に求める必要がある。今回、可視光領域において、複数のSBO結晶プリズムの屈折率の測定値が、 $\pm 4 \times 10^{-5}$ 以内の精度で一致することを確認した。このことから、真空紫外線波長領域においても同様の精度での測定が可能と見込まれる。

また、屈折率の温度変化量 (dn/dT) の測定を実施するための予備実験として、Nd:YAGレーザーの第4高調波である波長 $0.2660 \mu\text{m}$ の深紫外線を用いて石英ガラスの dn/dT を測定した。測定値を比較したところ、企業が公表している方程式による計算値と概ね一致することが分かった (FIG. 1(b)参照)。SBO結晶についても同様の測定を行った。今後、実験結果の再現性の検証を行うとともに、更なる短波長光源での測定を実施する。

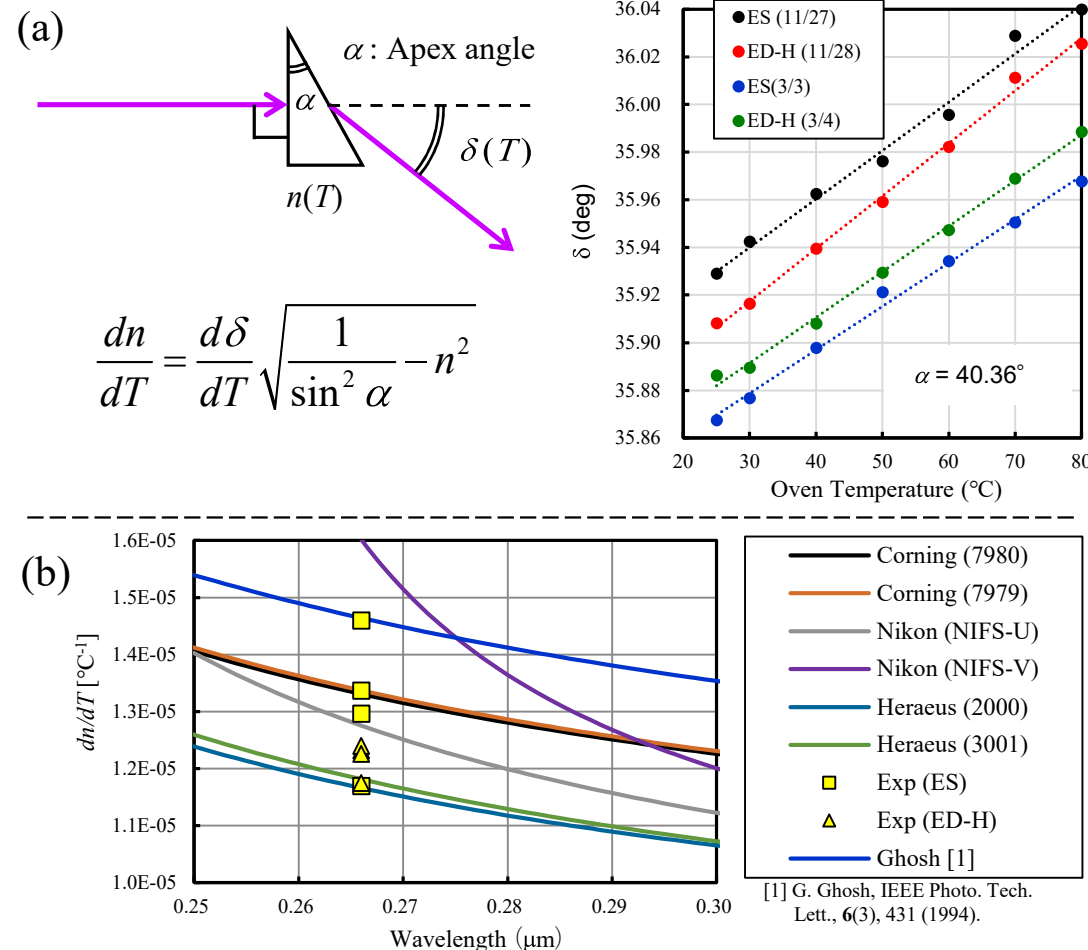


FIG. 1 (a) Temperature-dependent angle of refraction δ in the synthetic silica glass prism at $0.2660 \mu\text{m}$.

(b) Thermo-optic constant (dn/dT) of the synthetic silica glass in the DUV spectral range.

高強度レーザーを用いた高機能性有機結晶創製法の開発

吉川洋史¹

1) 大阪大学工学研究科

SUMMARY

本研究の目的は、高強度レーザーによる結晶化制御法を用いて、高機能を有する結晶を創製することにある。本年度は、特に超短パルスレーザーを用いた結晶核発生機構に関する研究に取り組み、査読付き国際論文誌に原著論文を発表した（右図）。ここでは光干渉によるイメージング技術を駆使して、レーザー照射位置近傍の屈折率変化を調べた。その結果、レーザー照射によって発生するキャビテーションバブル近傍の溶質濃縮現象を明確に捉えることに成功した。本研究成果は、レーザーを用いた結晶化の作用原理の解明とそれに基づく技術高度化に資すると期待できる。

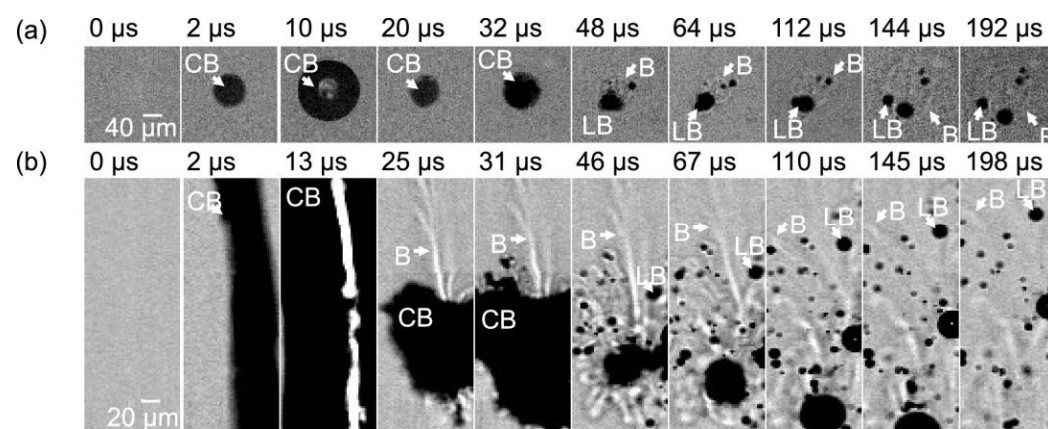


FIG. 超短パルスレーザーによる溶液濃縮の瑕疵か : Y. Tsuru, M. Maruyama, M. Yoshimura, H. Y. Yoshikawa et al., J Phys Chem C, vol 129, pp 6863–16871, 2025から許可を得て転載

Reevaluation of Ceramic Product Distribution in East Asia through Imaging Spectroscopy Analysis

G. Miyabara¹ and T. Shimizu²

1) Graduate School of Humanities, The University of Osaka, Japan, 2) Institute of Laser Engineering, Osaka University, Japan

SUMMARY This project uses imaging spectroscopy to reevaluate East Asian ceramic distribution (17th–18th centuries), moving beyond typological and limited compositional analysis. The goal is to connect pigment production/distribution and consumer color preferences (specifically the red overglaze enamel) with ceramic distribution.

Samples will be analyzed from key consumption sites like the Jesuit House, Parian, Cebu, the Philippines, and production centers such as Arita Uchiyama and Jingdezhen. The red overglaze enamel's history is complex: initially imported from Chittagong to Nagasaki, domestic production began in Okayama (early 18th century). In Jingdezhen, it replaced expensive cobalt in underglaze blue, dominating the international market and prompting Arita's imitations.

This year, Raman spectroscopy analyzed the red overglaze enamel from Cebu-excavated porcelain. This data will be integrated with the broader imaging spectroscopy dataset to validate provenance tracing models.



↑Fig.1 ↓Fig.3



↑ Fig.2 ↓Fig.4



FIG 1. Red Pigment Sample from Cebu City.

FIG 2-4. The red pigment variation across different production sites and time periods. (The collection at the Arita Town Historical and Folk Museum.)

変色釉薬の開発

吉田英樹¹, 清水俊彦², 猿倉信彦²

1) 長崎県窯業技術センター, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

ガラス中に分散したNd³⁺イオンは主に紫色を呈し、外光の種類によって発色が変わることが知られている。昨年度はNd³⁺イオン単体をドープした釉薬について検討したが、今年度は淡青色を呈する変色釉薬の開発を目的に、磁器用の代表的な無色の基礎釉である石灰透明釉にNd₂O₃, Eu₂O₃, CuO, MnO₂を添加して素焼素地に施釉し、ガス焼成炉で1300°C酸化雰囲気にて焼成を行い、釉薬の分光反射率を分光測色計 (CM-3700A, コニカ・ミノルタ製) にて測定した。

Xeフラッシュ光源を用いて測定した分光反射率及び、太陽光下で撮影した試料写真を右図示す。

試料は淡青色を呈しており、Nd³⁺イオンに起因する反射スペクトルをベースとして、600nm以上の赤色波長領域の反射が抑制されたことで、Nd単体の紫色に比べてより青みがかった発色となったと考えられる。

本成果は、変色釉薬を使用した磁器製品のカラーバリエーションの拡大に寄与するものである。

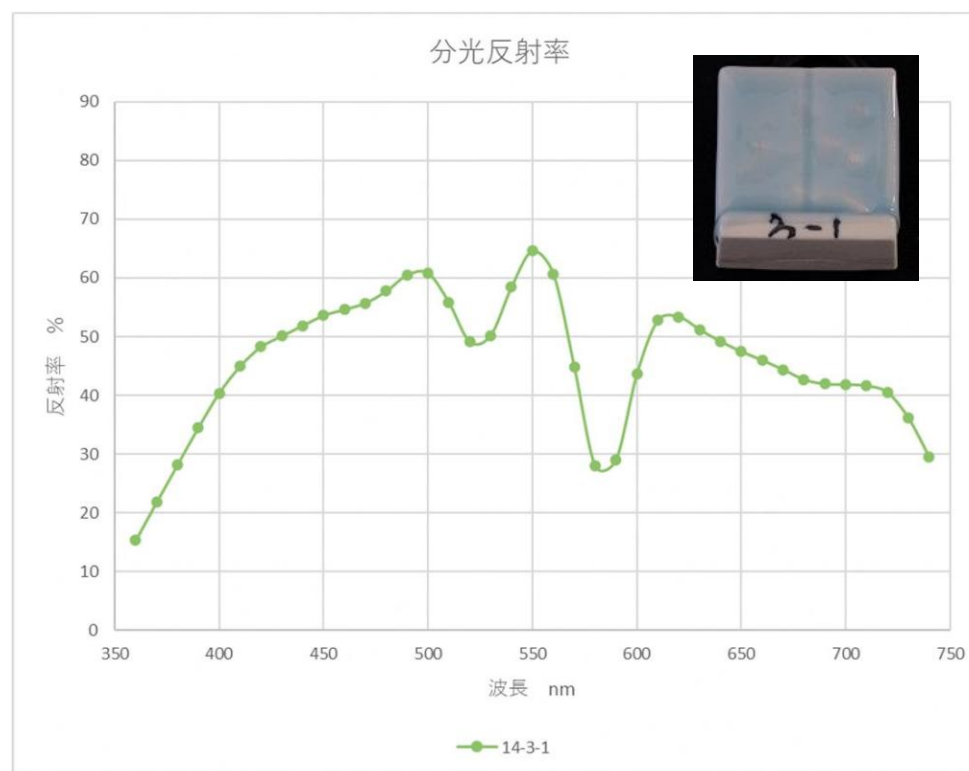


FIG. Nd, Eu, Cu, Mnを添加した釉薬の分光反射率

誘電体ミラー向け固体材料の第一原理電子ダイナミクスシミュレーション

M. Uemoto¹, K. Shimaoka¹, K. Shibata²

1) Kobe University, Japan, 2) University of Osaka, Japan

Please modify the frame size if necessary.

SUMMARY

高強度レーザーの光学系にもちいられる反射鏡は、非線形光学効果とレーザーアブレーションによる表面損傷の影響を受けやすく、高耐久な材料の探索が望まれている。本研究で誘電体多層膜ミラーの高屈折率層に用いられる酸化チタン(TiO_2)の非線形な光反射特性を第一原理計算(時間依存密度汎関数理論)によるシミュレーションから予測した。現実の多層膜と同様のアモルファス材料の応答特性の理解に向け、ルチル・アナターゼ・ブルッカイトなどの結晶多形を計算対象とし、レーザー励起の結晶構造・偏光方向・強度依存性またレーザーアブレーションしきい値の見積もりを行っている。薄膜状の反射ミラーの場合、 10^{12} W/cm^2 の強度領域での反射率が急減することを今回の計算から明らかにした。これらの結果は、理論計算にもとづく材料探索と組み合わせた反射ミラーの設計の可能性に結びつくと期待される。

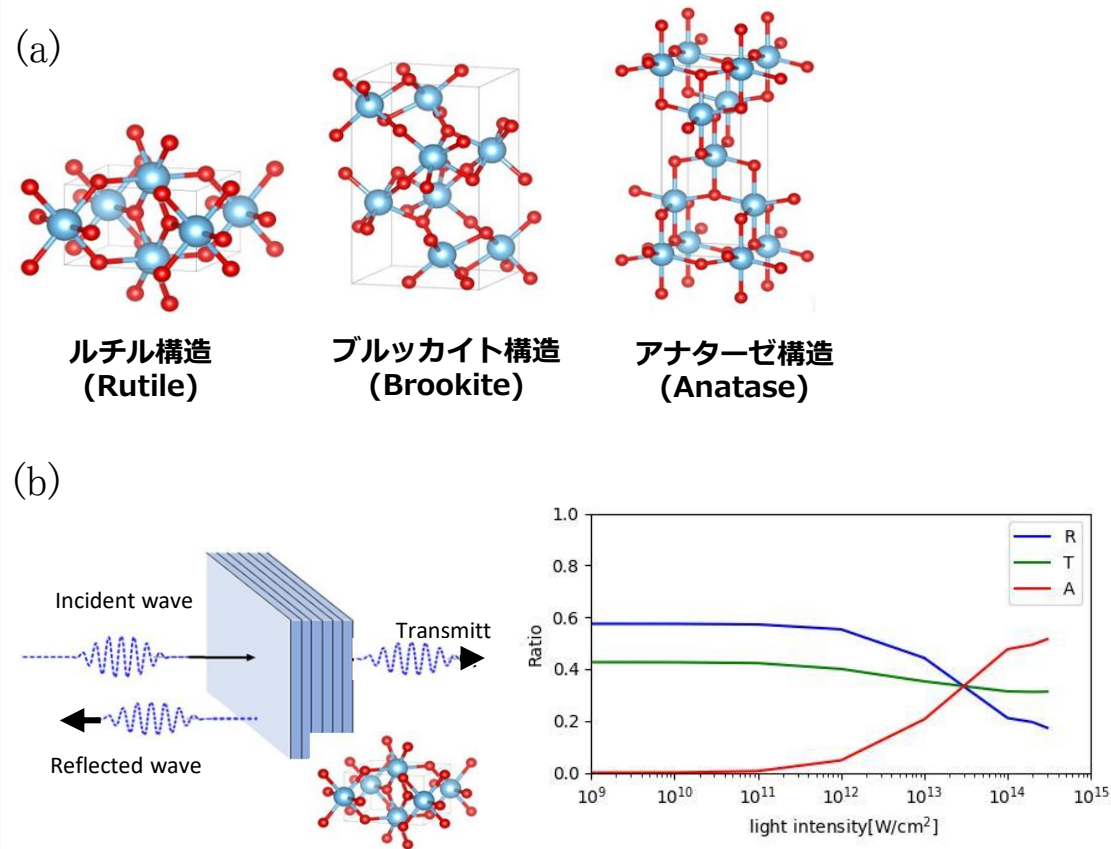


FIG. 計算例: (a) 計算対象とした TiO_2 結晶の構造例 (b) $d=100 \text{ nm}$ ルチル薄膜による光反射率の入射光強度依存性、高強度領域で反射率Rの低下と二光子過程による吸収率Aの増加が確認される

野鍛冶作成民具の鋼の元素分析と分光による電子状態解析

田中慎一郎¹, 清水敏彦², 猿倉信彦²

1) 大阪大学産業科学研究所, 2) 大阪大学レーザー研

SUMMARY

本研究の目的は、日本古来の工業製品を科学的見地から実証的に研究することで、文理融合型研究を推進することである。特に、野鍛冶が作成した民具に用いられた鋼に着目し、その材料学的・分光学的特性を明らかにすることを旨とする。具体的には、放射光を用いたX線吸収分光およびX線顕微分光により元素組成、化学状態、空間分布を調べ、光電子分光により表面近傍の電子状態や酸化状態を解析する。これにより、民具に用いられた鋼の材料学的特徴を明らかにし、日本古来の製鉄・鍛造技術を科学的に実証することを目指した。本年度は、放射光施設（分子科学研究所UVSOR）のスタッフとの打ち合わせを行い、ビームラインの選定などの下準備を行ない、さらに野鍛冶の歴史的な経緯などの調査を行い、実験可能な民具の収集を目指したが、試料収集が十分ではなく、残念ながら具体的な実験などを行うまでは至らなかった。

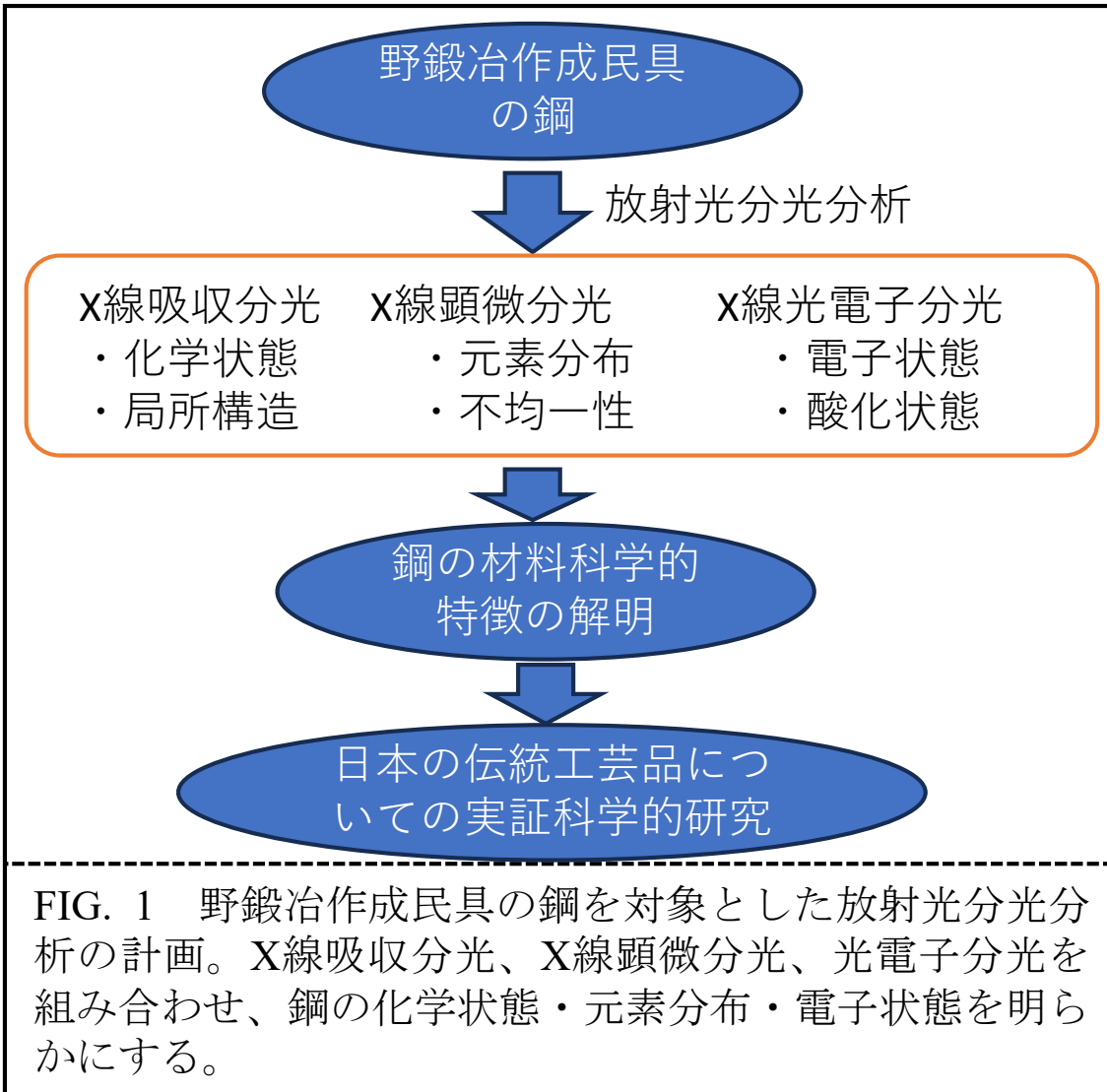


FIG. 1 野鍛冶作成民具の鋼を対象とした放射光分光分析の計画。X線吸収分光、X線顕微分光、光電子分光を組み合わせ、鋼の化学状態・元素分布・電子状態を明らかにする。

新規高融点酸化物単結晶の育成と光学特性評価

横田 有為

東北大学 金属材料研究所

SUMMARY

これまで材料探索が進んでこなかった2200°C以上の融点を有する機能性酸化物単結晶材料に対して、東北大学が新たに開発したW坩堝と脱酸素断熱材を用いた高融点酸化物材料の結晶育成技術を用いることで、様々な発光中心元素を添加した高融点単結晶を作製した。

Prを添加した(Lu,Y,Sc)₂O₃単結晶とTbを添加した(Lu,Y,Sc)₂O₃単結晶、およびPr,Tbを共添加した(Lu,Y,Sc)₂O₃単結晶に対して、フォトルミネッセンス(PL)の評価を行った。Pr:(Lu,Y,Sc)₂O₃単結晶およびTb:(Lu,Y,Sc)₂O₃単結晶のPLスペクトルでは、それぞれPr, Tbに起因する発光ピークが確認された。一方、Pr, Tb共添加(Lu,Y,Sc)₂O₃単結晶では両者の発光ピークが同時に現れており、FIR法適用の可能性を示した。これらの単結晶は、高温で使用かのような蛍光温度計としての応用が期待される。

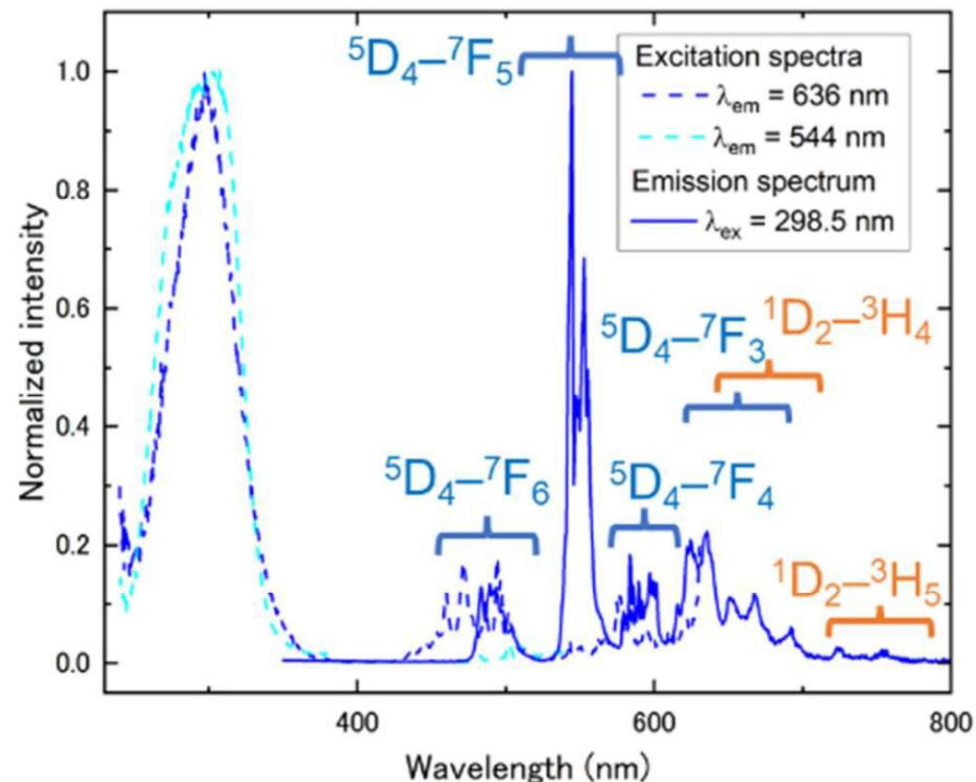


FIG. (Please put the figure caption here.)

Pr,Tb共添加(Lu,Y,Sc)₂O₃単結晶のPLスペクトル。

短パルスレーザーを用いた有機低分子化合物の結晶化制御

釣 優香¹

1) 奈良先端科学技術大学院大学

SUMMARY

本研究では短パルスレーザーを用いた有機化合物やタンパク質の高効率な結晶化制御を目的としている。結晶化の制御性を向上させ、高効率な結晶化を実現するためには、レーザー照射によってどのように核形成が生じるのかを理解することが重要である。本年度は、シャドウグラフ法を用いたレーザー誘起キャビテーションバブルに伴う屈折率変化の可視化と評価によって、核形成過程の濃度変化を考察し、論文をまとめるに至った（右図：Y. Tsuru et al., J. Phys. Chem. C, 129 (37), 16863-16871 (2025)）。また、定量評価に向けた干渉測定により、レーザー誘起二次核形成に伴う溶液中の屈折率変化の計測を進めている（Oral presentation, The 9th International Congress on Laser Advanced Materials Processing, (2025)）。

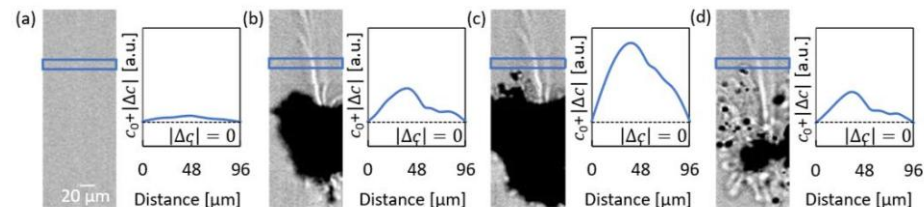


FIG. 1 フェムト秒レーザー誘起キャビテーションバブルの挙動とそれに伴う濃度プロファイルの時間変化。 Y. Tsuru et al., J. Phys. Chem. C, 129 (37), 16863-16871 (2025) から許可を得て転載。

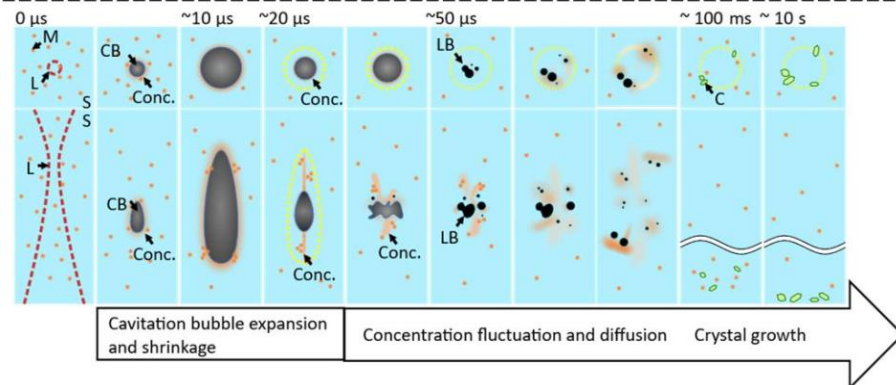


FIG. 2 レーザー誘起核形成過程の模式図。上図：照射方向からの図、下図：照射方向と垂直方向から見た図。 Y. Tsuru et al., J. Phys. Chem. C, 129 (37), 16863-16871 (2025) から許可を得て転載。

Cycle-dependent degradation of second-harmonic generation characteristics in CsLiB₆O₁₀ associated with reabsorption of water impurities

Y. Mori¹ and M. Yoshimura²

1) Graduate School of Engineering, The University of Osaka, 2) Institute of Laser Engineering, The University of Osaka

SUMMARY

We investigated the effects of reabsorption of water impurities on the 266-nm deep-ultraviolet light generation characteristics of CsLiB₆O₁₀ (CLBO) crystal and found that repeated reabsorption and desorption cycles of water impurities lead to degradation of DUV output. Raman spectroscopy revealed that heat treatment at 150 °C after reabsorption induces the diffusion of H₂O molecules, which were initially localized at the crystal surface, into the crystal interior, suggesting the formation of defect precursors during this process. In addition, based on numerical simulations of DUV light generation, we considered that defect accumulation associated with these cycles contributes to increased UV absorption and subsequent output degradation. These results indicate that suppressing water reabsorption is essential for achieving stable operation of CLBO-based high-power DUV laser sources.

[Opt. Mater. Express, Vol. 16, pp. 733-743 \(2026\).
https://doi.org/10.1364/OME.591839](https://doi.org/10.1364/OME.591839)

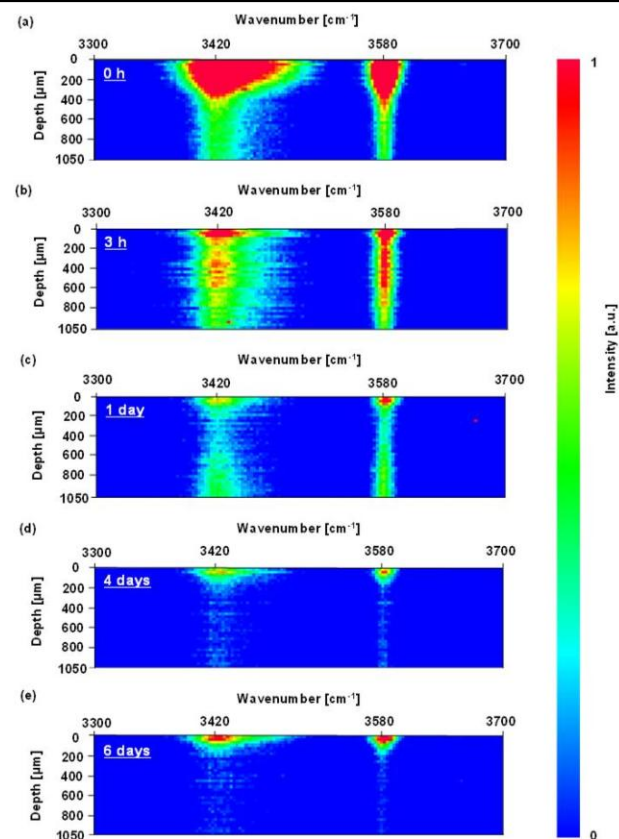


FIG. Depth-dependent Raman spectral intensity distribution of H₂O-related OH stretching bands induced by heat treatment: (a) 0 h, (b) 3 h, (c) 1 day, (d) 4 days, and (e) 6 days.

紫外放射による光学素子の劣化特性評価

岩佐祐希¹, 山ノ井航平²

1) 産業技術総合研究所 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

光学素子の使用に伴う劣化特性を理解することは、値の信頼性を評価する上で極めて重要である。本研究では、反射率測定において、基準拡散板として用いられる、テフロン製白色拡散板の紫外照射による劣化特性を評価した。これまでの成果で、短波長の紫外照射を行うと、紫外域の反射率が回復する傾向がみられた。本年度は一旦、拡散反射率が回復した試料に、引き続き紫外照射を実施した際の特徴を評価した。図に示す通り、 110 J/cm^2 程度の照射では、 300 nm 以下の拡散反射率が回復傾向を示す一方で、 1100 J/cm^2 まで照射すると、 215 nm および 250 nm 付近をピークとして、拡散反射率の大きな低下が観測された。これらは不純物由来の吸収バンドと考えられ、 100 J/cm^2 の照射時にもピークが見られた。回復と吸収バンド形成が同時に生じ、最終的には吸収バンド形成の効果が優位になったためと考えられる。

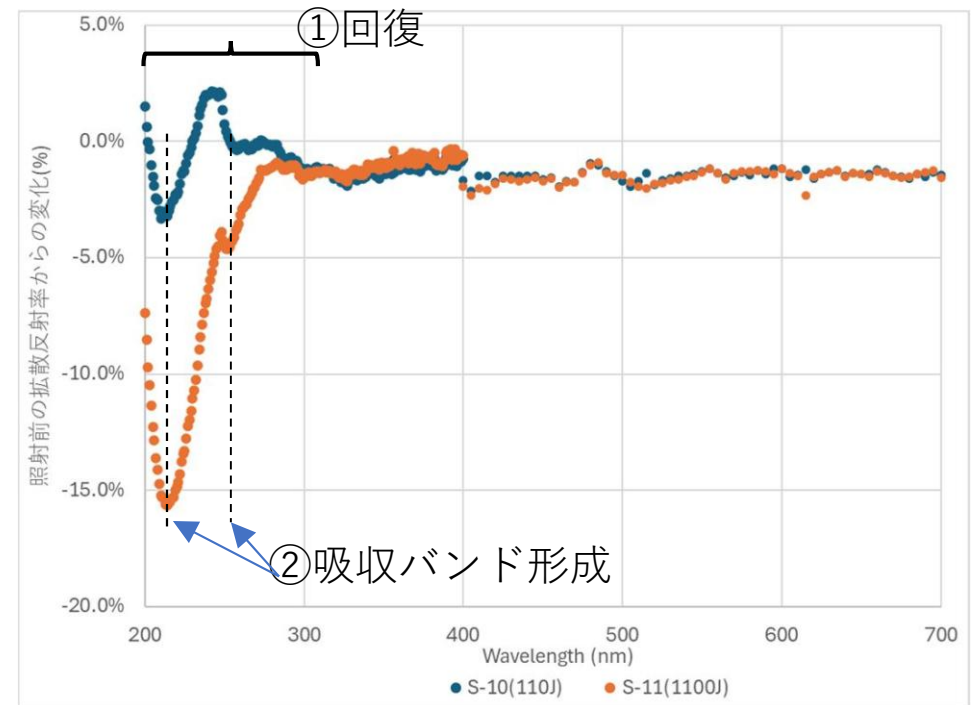


FIG. PTFE拡散板への過剰な紫外照射による拡散反射率変化

Prediction of physical properties of $\text{Sr}_x\text{Ca}_{1-x}\text{F}_2$ mixed crystal

川添良幸¹, 清水俊彦², 猿倉信彦^{1,2}

1) 東北大学, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

フッ化物は、その光学特性により、光学材料としての実用化されている。VUV 光検出器材料として、 $\text{Sr}_x\text{Ca}_{1-x}\text{F}_2$ に注目が集まっているが、電子状態と機械的性質の理論研究はいまだ初期段階にあり、カチオン原子の配列までを含む詳細な物性研究が必要である。原子配列に関する情報を実験から得ることは難しいため、第一原理計算を用いた結晶構造・原子配列予測が重要である。

そこで、定期的なオンラインミーティングに加え、結晶育成、モデル計算、材料物性計測の専門家を集めた研究会を開催した。今年度の研究会において、無機化合物の合成及びそれらの物性測定についての専門家を招いての講演会を行い、研究会の参加者との意見交換を行った。その結果、結晶の物性予測から合成・測定までの実際の実験方法について知見を得た。シミュレーション予測と計測の両方から継続してコミュニティを作って、研究を発展するという事で合意がなされた。

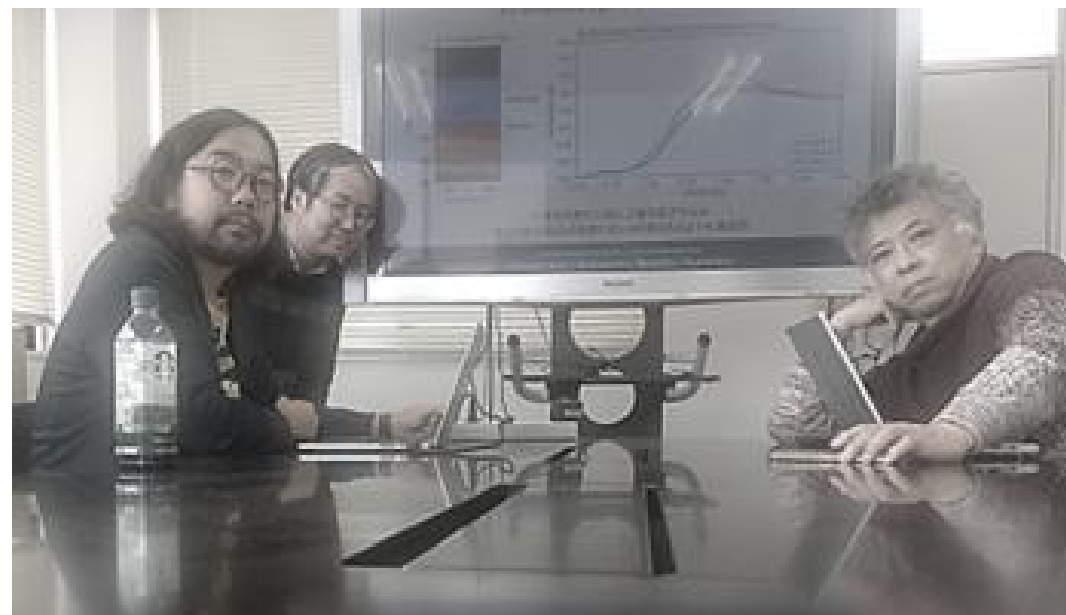


FIG. 研究会の風景

2026年2月25日13:00~16:00

レーザー科学研究所I棟P2階会議室「天光」

ゲストスピーカー 琉球大学小林氏

Stochastic ray tracingの分布屈折率媒質への応用

瀬戸慧大¹, 坂田匠平², 小菅淳³, 長友英夫⁴

1) 核融合科学研究所, 2) 早稲田大学 理工学術院,

3) 日本原子力研究開発機構 敦賀総合研究開発センター, 4) 大阪大学 レーザー科学研究所.

SUMMARY

Stochastic ray tracing法は光波伝搬を確率微分方程式に書き換える技法であり、この技法での描画には現状、光波の関数を要求する。本研究では、分布屈折率媒質中における光伝搬を、Maxwell 方程式から近軸近似/包絡線近似 (SVEA)により導かれる Schrödinger 型方程式として定式化し、対応する Hamilton 系として光線力学を構成した。光軸周りで線形化した光線束の伝播は、行列微分方程式の基本解として定義される ABCD 行列で記述され、その行列式が保存されることを厳密に示した。これにより回折積分の方法との整合性が保証されるとともに、微小光伝搬ステップに分解した逐次伝播スキームが得られ、stochastic ray tracing への数値実装基盤を与える。

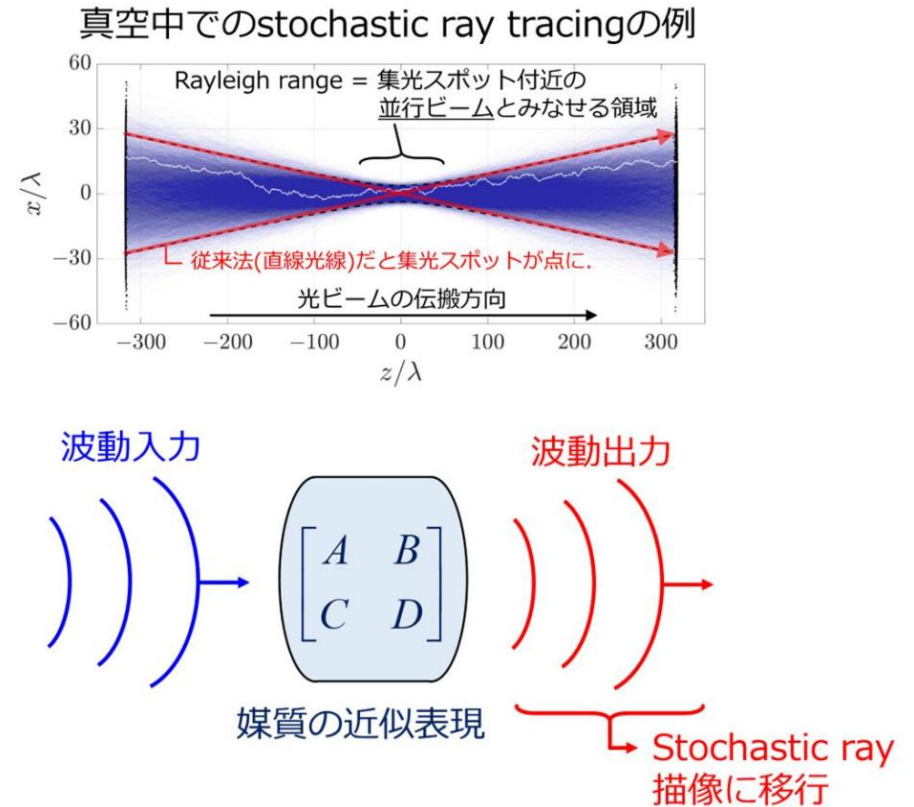


FIG. Stochastic ray tracingの出力例と、媒質挿入時の計算方法。媒質をABCD行列で近似し、媒質伝搬中の波動の変化をstochastic ray tracingに代入する。

Optimization and testing of neutron spectroscopic imaging at a laser driven neutron source

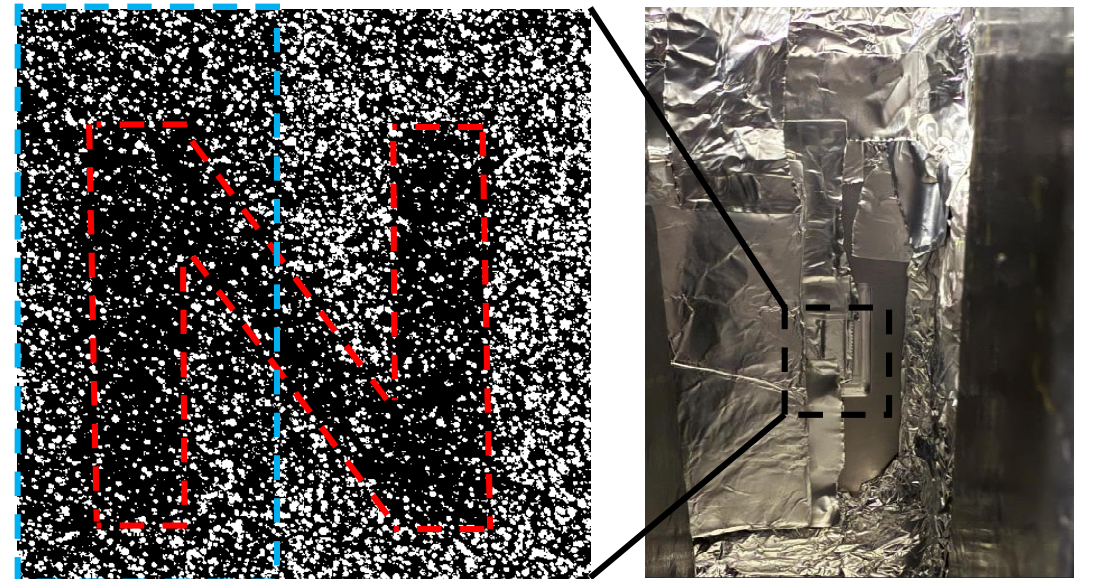
Anton Tremsin¹, Z. Lan², Y. Arikawa², T. Wei³, A. Morace², T. Hayakawa³, R. Kodama² & A. Yogo²

1) University of California at Berkeley, US, 2) Institute of Laser Engineering, Osaka University, Japan, 3) Kansai Institute for Photon Science, National Institutes for Quantum Science and Technology, Japan.

SUMMARY

This year, we demonstrated neutron imaging with a laser-driven neutron source using Anton Tremsin's MCP/Timepix energy-resolved detector[1], which combines a 512×512 pixel readout with high spatial and time-of-flight capability. In only three laser shots, we successfully observed the transmission shadow of an indium sample cut into the letter "N" and, simultaneously, the shadow of a cadmium mask covering half of the detector window. These results verify that LDNS can provide spatially resolved neutron transmission signals above the intense prompt background and support the feasibility of energy-resolved neutron imaging in harsh laser-plasma environments. Scientifically, this is an important step from proof-of-principle neutron detection toward spectroscopic imaging, with broader impacts on compact non-destructive testing, isotope-selective imaging, and future pulsed neutron diagnostics.

[1] A. S. Tremsin, J. V. Vallerga, O. H. W. Siegmund, *Nucl. Instrum. Meth. A*, 949, 162768 (2020).



- - - Cd

- - - In

In("N" cut) $t = 0.2 \text{ mm}$

Cd(half of detector) $t = 0.5 \text{ mm}$

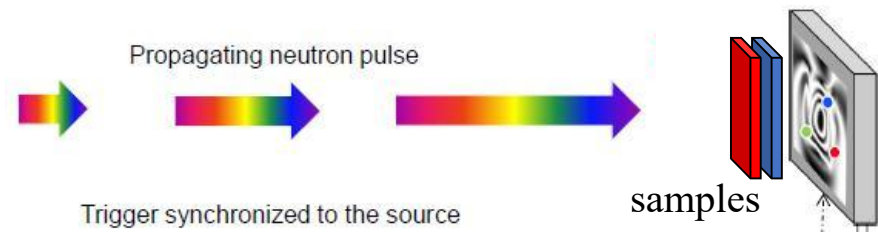


FIG.1 Neutron radiography using Laser-driven neutron source

高エネルギープラズマからの直接的エネルギー変換に関する実験的検証

古場健斗¹, 藤岡慎介², 森田太智¹, 山本直嗣¹, 森芳孝³, 城崎知至⁴, 尾川知也¹, 椎葉龍希¹, 栗丸空¹
 1) 九州大学 2) 大阪大学レーザー科学研究所 3) 光産業創成大学院大学 4) 広島大学

SUMMARY

本実験では、高強度レーザーで生成されたプラズマを用いて、外部磁場中のプラズマ運動の制御およびピックアップコイルを用いた誘導起電力の回収特性を評価した。外部磁場の印加により磁気キャビティの形成を確認し、エネルギー回収のパラメータ依存性に関する定性的傾向を捉えた。ピックアップコイルの位置・径・個数の影響を系統的に調査し、特にコイルを二つ設置することで回収エネルギーが約50%向上することを確認した。本成果は、核融合発電における直接発電方式および核融合ロケットにおけるエネルギー回収の設計に向けた基礎的な知見を与えるものである。

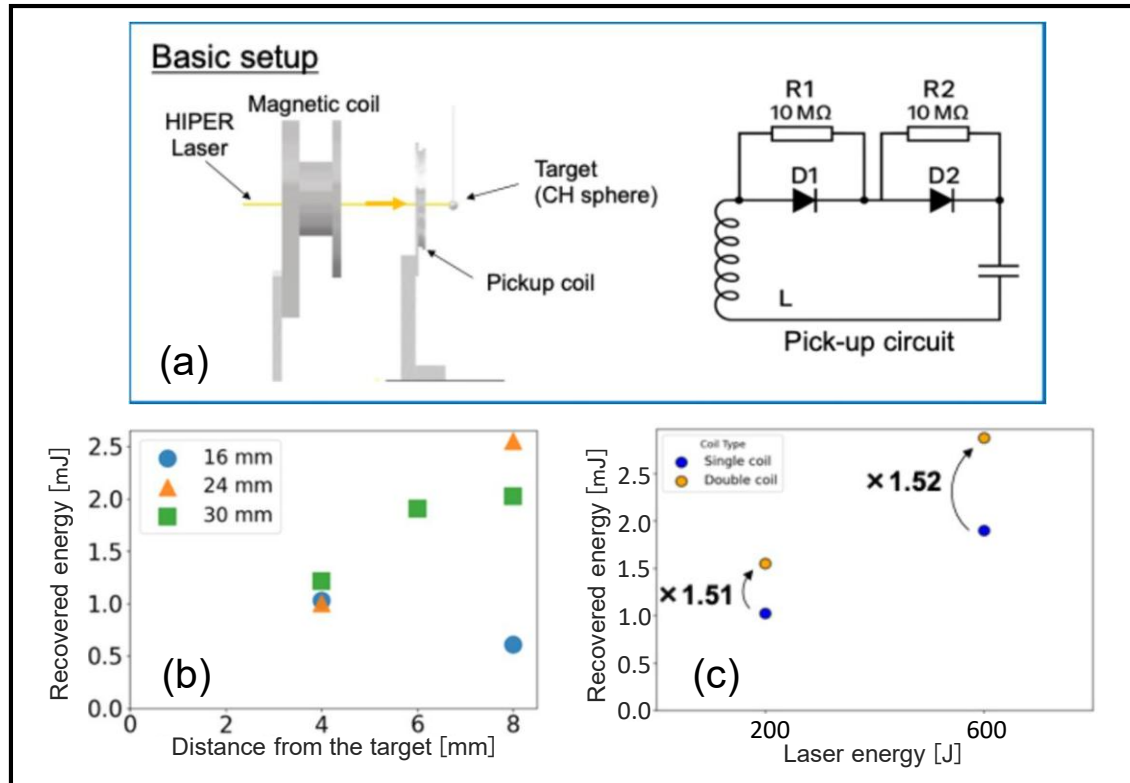


FIG.

- (a) 実験セットアップおよび誘導起電力回収回路
 (b) ターゲット-ピックアップコイル間距離およびコイル径に対する回収エネルギーの依存性 ($E_L = 200 \text{ J}$, $B = 1 \text{ T}$)
 (c) ピックアップコイル個数に対する回収エネルギーの依存性 (コイル径: 24 mm , $B = 1 \text{ T}$)

DT混合比不均一性が爆縮・燃焼特性に及ぼす影響

城崎知至^{1,2}, 岩本晃史², 長友英夫², 藤岡慎介², 岩永誠人¹

1) 広島大学, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

DT燃料製造では、DT混合比1:1からのずれや、燃料内DT混合比の不均一性が生じる。本研究では、点火実験級から高利得級燃料を対象に理論・数値計算によりDT混合比が爆縮・燃焼過程に及ぼす影響を明らかにする。本年度は、高利得級燃料を対象に、DT燃料内の全イオン数密度に対する重水素数密度割合 f_D を0.25, 0.50, 0.75と極端に変えた場合の爆縮・燃焼計算を行った。

一次元爆縮計算の結果、最大圧縮時の燃料イオンの数密度や温度分布には顕著な差異は見られなかった。一方、最大圧縮時刻は大きくずれた。Fig.1(a)に示すように、 f_D の増加とともに質量密度が低下することにより、最大圧縮時刻は早くなり、 $f_D = 0.25, 0.75$ では約1 nsの差が生じた。これは、爆縮とは別に点火用レーザーを入射する高速点火方式では重大課題である。

爆縮計算結果を用いた二次元燃焼計算の結果、Fig.1(b)に示すように、 f_D が0.5からずれると点火に要する加熱エネルギーが増大した。特に、 $f_D = 0.75$ の場合、点火に要する加熱エネルギー $E_{h,ig}$ は $f_D = 0.5$ の場合($E_{h,ig} = 17.0$ kJ)に比べて、約2倍($E_{h,ig} = 33.9$ kJ)に増大した。

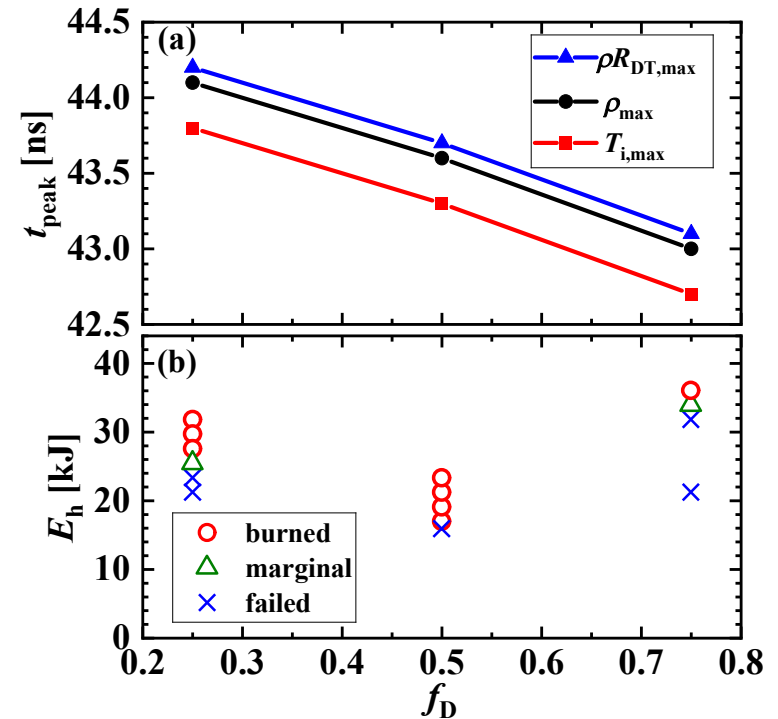


FIG.1 (a) 一次元爆縮計算で得られた最大圧縮時刻(燃料面密度最大時刻 $\rho R_{DT,max}$, 密度最大時刻 ρ_{max} , イオン温度最大時刻 $T_{i,max}$)の重水素割合 f_D 依存性、ならびに (b)爆縮計算結果を初期条件とした二次元燃焼計算により評価した、重水素割合 f_D と加熱エネルギー E_h に対する燃焼状態区分 (*burned, marginal, failed*)。

無衝突衝撃波-無衝突衝撃波の衝突現象における運動論的粒子加速機構の解明

Takayoshi Sano¹, Minh Nhat Ly¹, and Ryuka Tanigo¹

1) ILE, U Osaka

SUMMARY

超高エネルギー宇宙線の起源は長年謎とされており、その理解は天体プラズマ物理学の最重要課題の一つである。本研究では、「相対論的無衝突衝撃波同士の衝突過程」に着目し、この複合効果によって「最高エネルギー宇宙線の加速が可能か？」という疑問に答えていきたい。多次元プラズマ粒子シミュレーションを用いて、背景磁場強度など幅広いパラメータ空間を系統的にサーベイすることで、粒子加速機構の詳細や最大エネルギーの定量的見積もりを精査していく。

本年度は密度界面から駆動される無衝突衝撃波を対向から正面衝突させ、その際のイオンの加速現象や加熱過程をParticle-in-Cellシミュレーションを用いて詳細に解析した。一段衝撃波では見られなかった激しいイオンの加熱が二段衝撃波では顕著に見られた。密度差をパラメータにしたサーベイだけでなく、今後は外部磁場を印加し、その効果を解析していく。

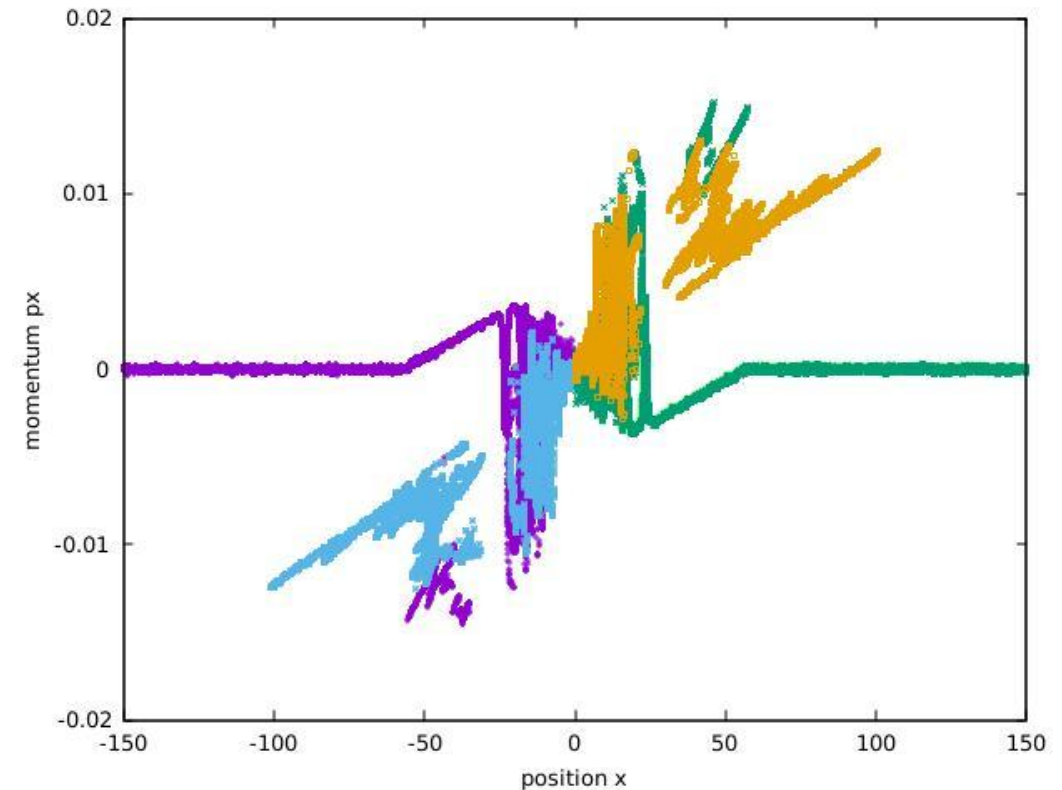


FIG. 無衝突静電衝撃波が正面衝突した後のイオンの位相図。衝撃波による加速と加熱が進行していることが見てとれる。

複合アニオン化合物を用いた新規発光材料の開発

荻野拓¹, 岩佐祐希¹, 猿倉信彦³

1) 産業技術総合研究所, 2) 東京理科大, 3) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

層状複合アニオン化合物と呼ばれる化合物群は、積層構造が天然の量子井戸として機能することで様々な特異物性を発現する。我々はこのような化合物の設計指針を構築することで、室温励起子発光を示す $\text{Sr}_3\text{Sc}_2\text{Cu}_2\text{Ch}_2\text{O}_5$, $\text{Sr}_2\text{ScCuChO}_3$ [1,2] など多数の新化合物の合成に成功してきた。これらは、半導体であるCuS層と絶縁層のSrScO層で構成されバンドエッジ近傍に鋭い発光線が観測される。昨年度は、高圧合成法を用いて類縁化合物新物質 $\text{Ca}_2\text{AlCuSO}_3$ 及び $\text{Ca}_2\text{GaCuSO}_3$ の合成に成功したことを報告した。今年度は合成した試料について、光学特性を中心に物性評価を行った。 $\text{Ca}_2\text{AlCuSO}_3$ 及び $\text{Ca}_2\text{GaCuSO}_3$ について粉末の拡散反射率を測定したところ、図のようにいずれも吸収端が確認され、直接遷移を仮定してバンドギャップを見積もったところ、Alは3.29eV、Ga2.65eVと、0.6eVほど差があることが分かった。今後は電子状態計算も含め電子構造の評価を進めていく予定である。

[1] H. Ogino *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* 101 (2012) 191901

[2] Y. Iwasa, H. Ogino *et al.*, *J. Mater. Sci.: Mater. Electron.* 30 (2019) 16827-16832

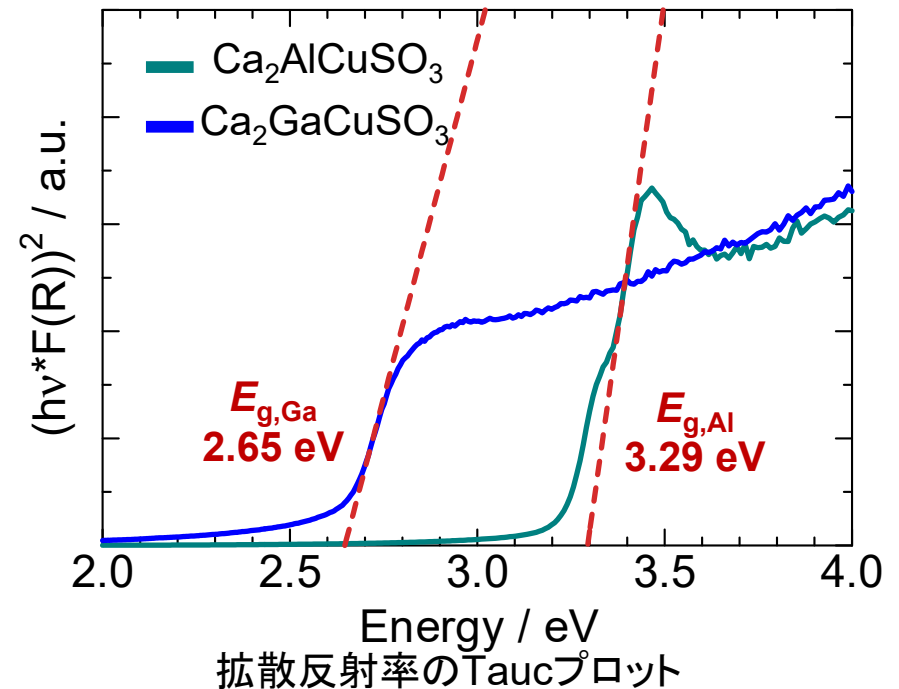


FIG. $\text{Ca}_2\text{AlCuSO}_3$, $\text{Ca}_2\text{GaCuSO}_3$ の拡散反射率

Application of Plasmonic Optical Tweezers in Photofixation of Nanobead Assemblies.

T. Shoji¹

1) Kanagawa University, Japan

SUMMARY

局在表面プラズモンにより増強された光圧を用いると、溶液中に分散したナノ粒子をプラズモンナノ粒子近傍に捕捉できるが、プラズモン励起を停止すると粒子は再分散してしまうため、捕捉粒子の固定化法の確立が重要である。本研究では、立方体状金ナノ粒子（金ナノキューブ）を合成し、その自己組織化膜を用いたプラズモン光捕捉の実証に成功した。さらに有限要素法解析により、数 nm のギャップをもつ隣接金ナノキューブ間に約 10^4 倍の電場増強が生じることを示し、この増強電場を利用して直径 500 nm のポリスチレンナノ粒子の光捕捉を達成した。本手法は、より小径粒子の捕捉および光重合による固定化への展開が期待される。

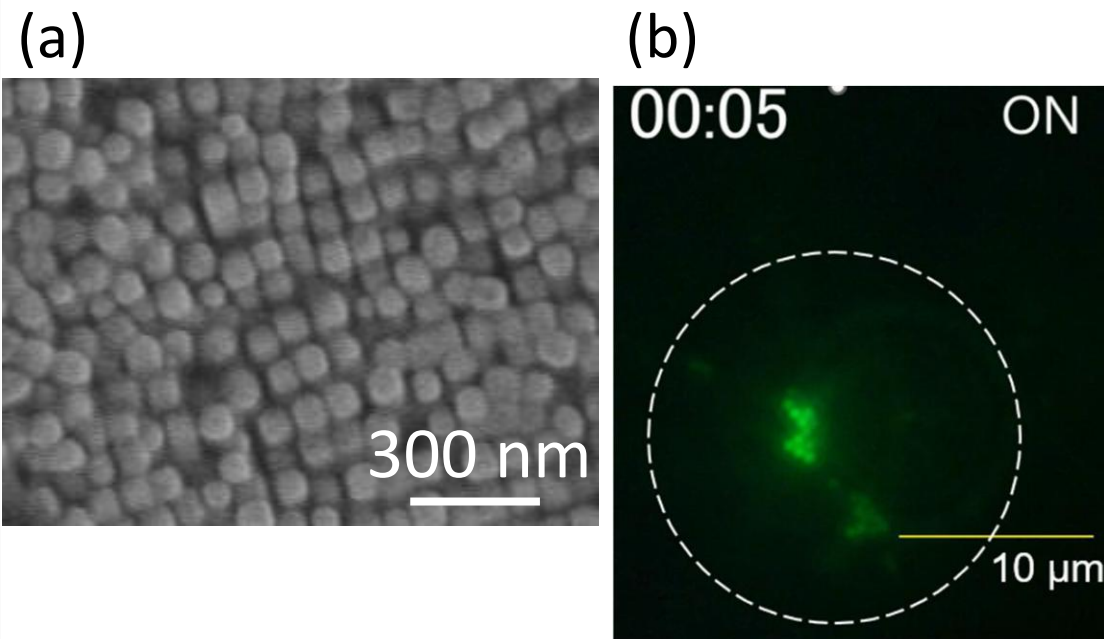


Fig. (a) A SEM image of gold nanocubes, and (b) a fluorescence micrograph during plasmonic optical trapping of polystyrene nanospheres.

高強度レーザー生成内殻電離プラズマの超高速時間発展とその応用

犬伏雄一¹, 藪内俊毅¹, 千徳靖彦²

1) 高輝度光科学研究センター, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

高温高密度プラズマではK吸収端のエネルギー位置や形状が大きく変化する。しかし、電離による束縛準位の変化、プラズマ環境によるイオン化ポテンシャル低下 (continuum lowering)、および電子状態密度の変化など複数の効果が同時に作用するため、K吸収端のシフトやエッジ形状の変化の起源は十分には解明されていない。本研究は、これを明らかにすることを目的とし、Feのプラズマに対しX線自由電子レーザー (XFEL) を用いたX線吸収分光計測を実施した。実験では20 μm のFe箔に高強度レーザーを照射し、その2ピコ秒後にXFELを入射し透過X線のスペクトルを計測した。FIG.1に固体状態の透過率 (T_{cold}) からプラズマ状態の透過率 (T_{plasma}) への変化率を示す。K吸収端の高エネルギー側で透過率が上昇し、K吸収端の低エネルギー側とK β 線近傍の特に高エネルギー側で透過率が低下することがわかった。今後は、実験においてより精度の高いデータの取得を目指す。また、プラズマ理論シミュレーションを用いた解析も行っていく。

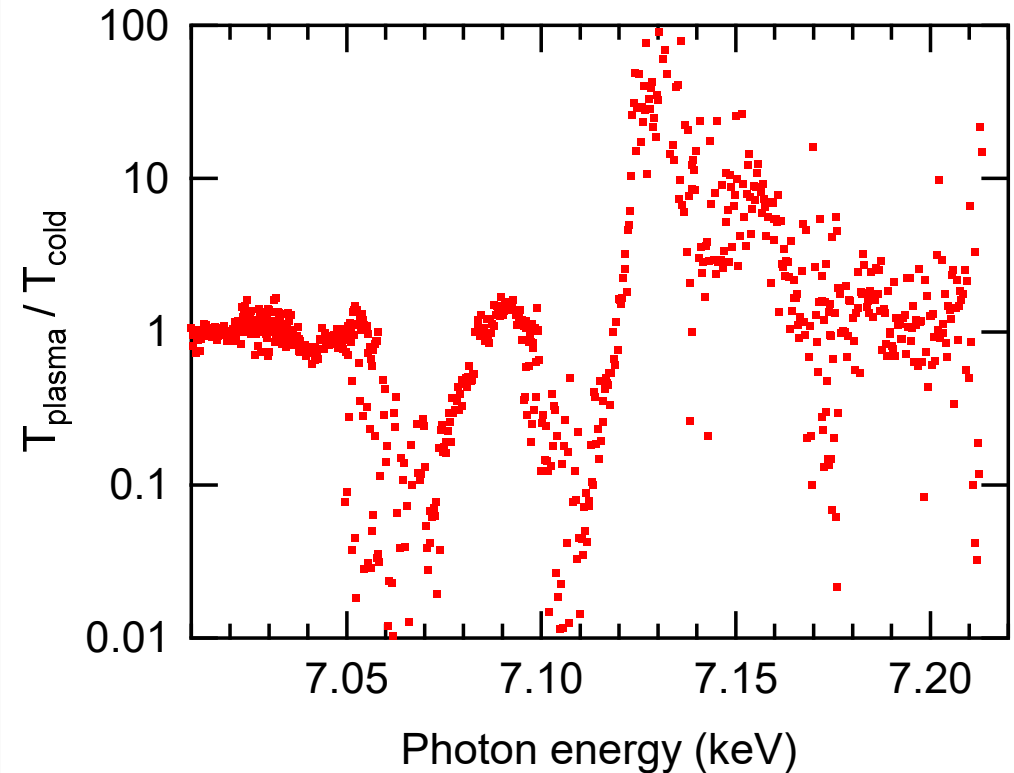


FIG.1. Feの高強度レーザー生成プラズマのX線透過率の変化率。7.11 keVがK吸収端、7.06 keVがK β 線である。横軸の光子エネルギーには数eVの不確かさが残っている。

高強度X線レーザーと物質の相互作用に関する研究

犬伏雄一¹, 藤岡慎介², 千徳靖彦²

1) 高輝度光科学研究センター, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

高強度のX線自由電子レーザー(XFEL)を物質に照射することで、これまでにないX線非線形光学現象を起こすことができる。K α 発光のレーザー発振は、さまざまな材料に対して高強度XFEL照射を行い、反転分布を形成することで実現されてきた。本研究では、光子エネルギー7.48 keV (Ni K α_1) および8.05 keV (Cu K α_1) における、2つの異なるK α 発光の同時レーザー発振を達成した (FIG. 1)。これは、強度 2.5×10^{19} W/cm²の10 keVのXFELパルスCu-Ni合金箔に照射することで実現された。2つのレーザー強度の間には、正の相関が観測された (FIG. 2)。これは、2つのレーザー発振過程が互いに競合していないことを示しており、飽和に至るまでは、照射するXFEL強度を増大させることで両レーザーを同時に増強できる可能性を示唆している。この成果は、将来の多色X線レーザーの実現に貢献し、同期した多色X線光源を必要とする非線形X線分光法などの新規応用を可能にすると期待される。

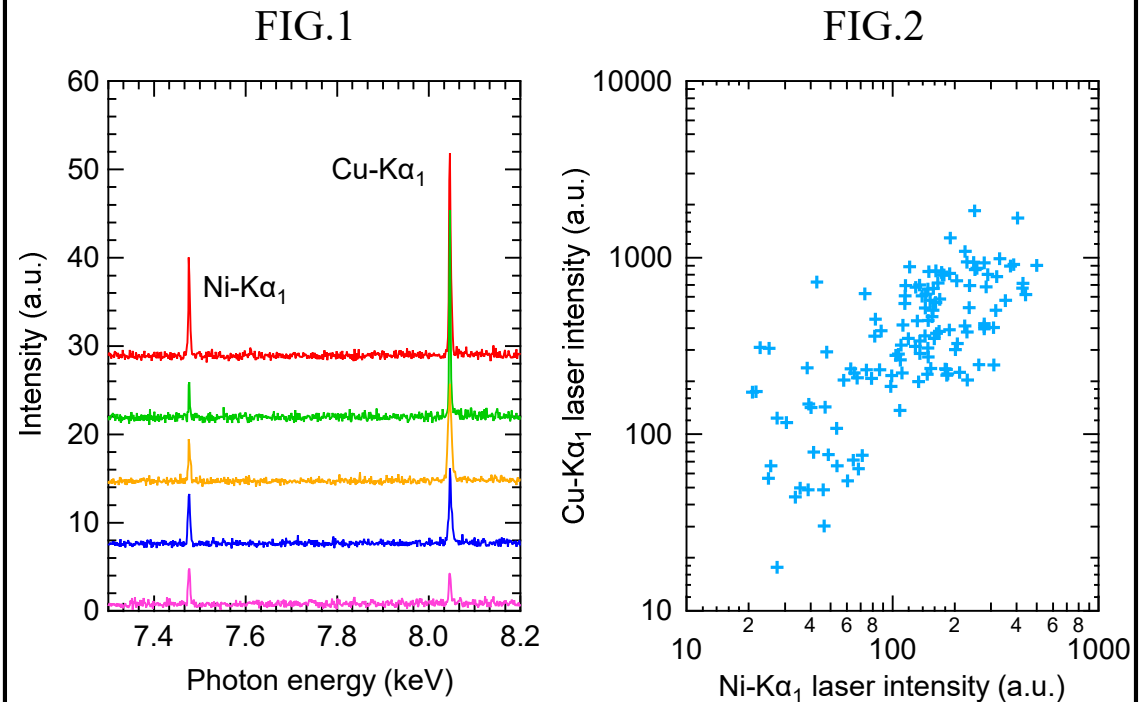


FIG.1. 厚さ20 μm のCuとNiの合金箔に高強度XFELを照射することで同時発振したNi-K α_1 とCu-K α_1 のレーザーのスペクトル。

FIG.2. Ni-K α_1 レーザーとCu-K α_1 レーザーの強度の相関。統計的に有意な正の相関が観測された。

トリチウム含有物から放出されるβ線誘起X線のシミュレーション

原 正憲¹, 山ノ井航平²

1)富山大学, 2)大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

レーザー核融合試験では、3層構造の燃料ターゲットが利用される。外側からプラスチックシェル、重水素-トリチウム固体、重水素-トリチウム気体となる。ここでのプラスチックシェルの厚さをトリチウムの壊変に伴い放出されるβ線のエネルギースペクトルより解析できるかをシミュレーションにより評価した。その結果、プラスチックシェルの厚さが5 μm以下であれば、スペクトルの解析により評価できることが示された。β線エネルギースペクトルはプラスチックシェルが厚くなるに従い、検出されるβ線が少なくなるとともに、低エネルギー側にシフトする。この変化をシェルの厚さの評価に利用できる。

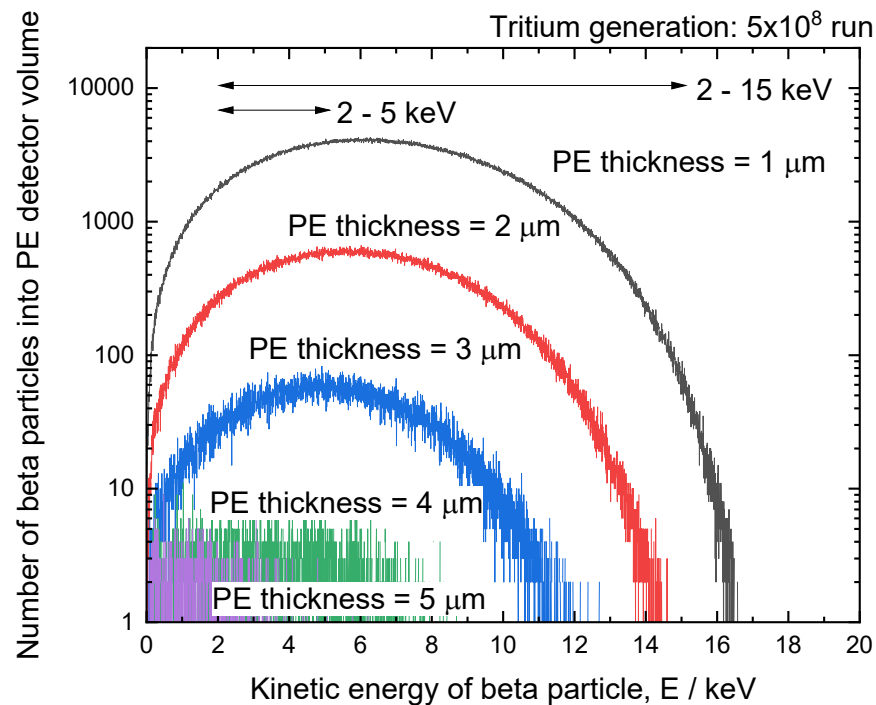


FIG. Monte Carloシミュレーションにより得られたポリエチレン(PE)層を通過後のトリチウムβ線のエネルギースペクトル

水素負イオン生成のための材料表面仕事関数計測

田中のぞみ¹, 山岡人志², 笹尾真実子², James Edward Hernandez¹, 井ノ口 雄矢³, 石川 孝明⁴, 細川 拓幹⁴, 中野治久^{4,5}, 松本新功⁶, 和田元², 藤岡慎介¹

1)大阪大学レーザー科学研究所, 2)同志社大学研究開発推進機構, 3)同志社大学, 4)名古屋大学, 5)核融合科学研究所, 6)徳島文理大学

SUMMARY

安全で効率的な水素負イオン生成にはCsフリーイオン源の開発が必須である。昨年度から仕事関数が2.9 eVと比較的低いGd表面を用いた負イオン生成の研究を行っており、今年度はレーザー科学研究所においてGdの仕事関数計測系を立ち上げた。図に示す仕事関数計測法は表面仕事関数よりも高い光子エネルギーの光を入射し、光電子検出を行う方法である。この手法ではチョップした100 mW程度のCWレーザーまたはLEDをGd表面に照射し、放出された光電子電流をチョッパーと同期したロックインアンプで検出する。280 nm, 365 nm, 405 nmのLED光と405 nm, 450 nmのレーザーダイオードを入射し光電子の検出を試みたが、いずれの場合も信号の取得に至らなかった。450 nm以外の光源は2.9 eV以上の光子エネルギーを持つが、表面汚染や酸化膜層による仕事関数の増大、また短波長側では出力の低さ(<0.5 mW)により光電子電流が検出限界を下回っていた可能性が高い。今後は真空内でのプラズマスパッタを導入し仕事関数を下げる他、短波長かつより出力の高い光源を導入することを予定している。

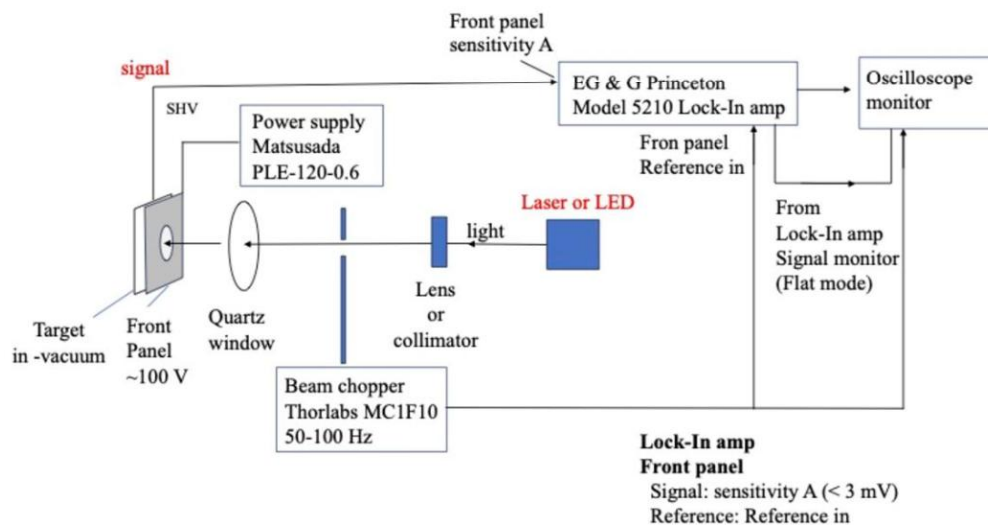
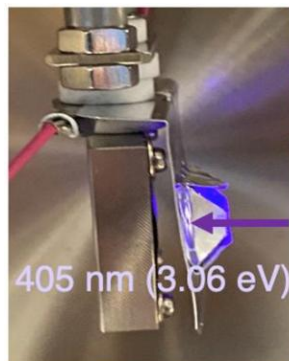


FIG. 仕事関数計測系。光源とロックインアンプで表面から光電子を放出し、その電流を検出する。

極紫外光アブレーション推進とこれを用いたデブリ軌道変更技術

森浩一¹, 田中のぞみ², 土田昂輝¹, 藤井幸介¹, James Edward Hernandez², Jijun Zhong², 藤岡慎介²

1) 大阪公立大学, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

宇宙デブリ除去において、レーザーの代わりに短波長な極端紫外線 (EUV) を用いることで、より大きい推力を実現できる可能性がある。本研究では、大阪大学レーザー研の保有する高強度EUV光発生装置を用いて、ターゲットへの照射実験を行った。推力測定には、ターゲットを付けた振り子の変位を、渦電流変位計により測定する手法を用いた。

先行研究ではアルミニウムのみを対象としていたが、材質依存性についても議論する必要があった。そこで、本研究では、新たなターゲットとして、シリコン、タングステンに対するEUV光アブレーション推力を測定した。その結果を右図に示す。オーダーとしては、アルミニウムの先行研究と同程度の推力が得られている。ただし、今年度の実験は、2026年2月24日からの実施であったため、報告書作成の3月31日時点では、実験条件の不確かさ評価は十分とはいえず、今後検討を重ねる。

さらにEUV光の強度をパラメータとし、各材質における推力の発生メカニズムについて議論する。

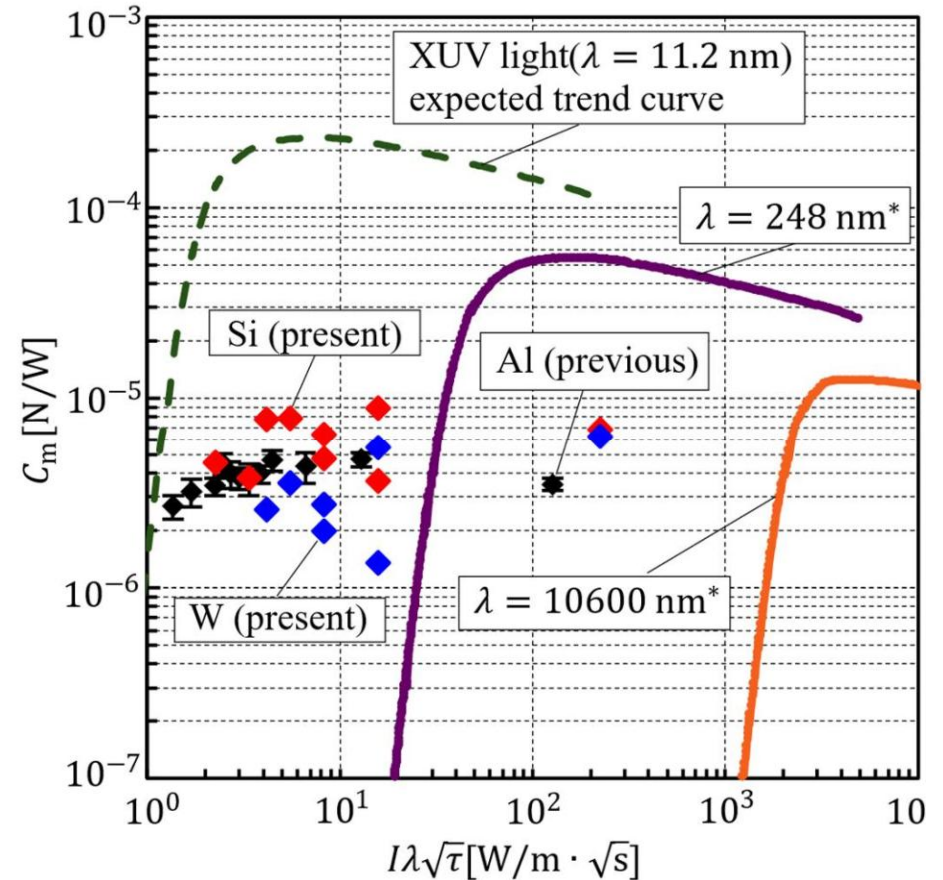


FIG. 各材質に対する運動量結合係数 C_m とスケーリングパラメータ: I (光強度)・ λ (光波長)・ $\sqrt{\tau}$ (光パルス幅)の関係。

相対論的流体における渦解とその応用

松岡千博^{1,2,3,4}

- 1)大阪公立大学大学院工学研究科, 2)大阪公立大学南部陽一郎物理学研究所 (NITEP),
3)大阪公立大学数学研究所 (OCAMI), 4)核融合科学研究所 (NIFS)

SUMMARY

非相対論的流体は相対論的流体の低エネルギー、低密度極限として得られる。従って、非相対論的流体中で知られている現象には必ずその相対論対応物が存在する。本研究では、非相対論的渦解を相対論的流れに拡張し、それが記述する物理を考察した。渦解の構造の他、相対論的流体における音速、密度、圧力、エンタルピー、角運動量といった物理量が計算され、非相対論的流体との比較が行われた。一般相対論的流れで計算しておく特殊相対論的流れ 非相対論的圧縮流、非相対論的非圧縮流と対応するすべての解が簡単に得られる。本研究では、ブラックホール周りの物理的諸量が厳密解として比較的簡単に得られることも示された。プラズマ物理、宇宙物理のような高エネルギー物理分野において相対論的流体力学は非常に重要であり、核融合への応用も期待される。

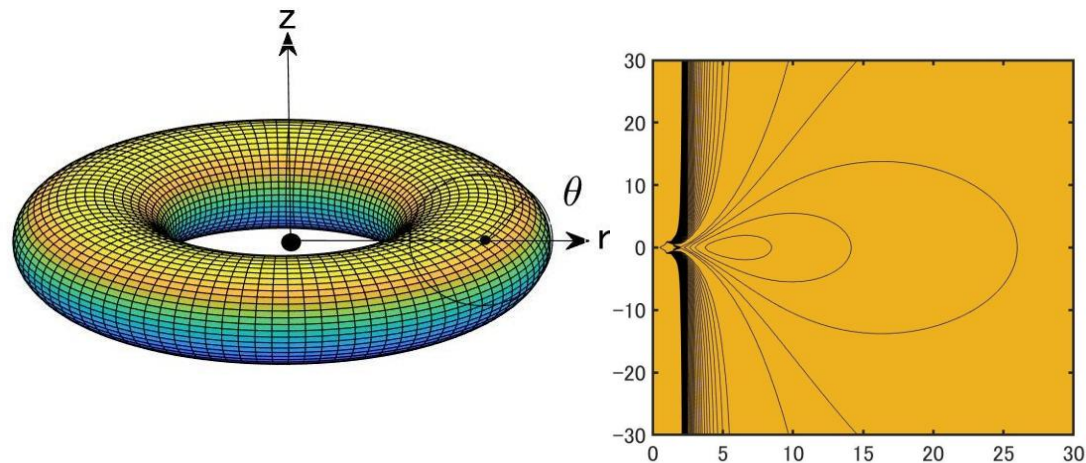


FIG. (左) ブラックホール周りの降着円盤模式図。中心の黒点はブラックホールを表す。その外側には真空領域が広がっており、真空の外側には降着円盤と呼ばれるトーラス状の流体が存在している。これらの構造は1つの渦解として表現できる。円盤は回転の強さ(渦度)によって無限遠まで広がる場合もあれば、途中で再び真空領域を伴う場合もある。(右) 渦度を1つ固定した場合の左図のポロイダル方向断面(赤道近傍)。曲線群は等エンタルピー線を表している。渦度を大きくしていくと、降着円盤は次第に薄くなり、流体部分の体積が減少していく。

直接照射型レーザー核融合用ダイヤモンドカップセルの開発

山田英明¹, 川崎昂輝¹, 堀本駿², 重森啓介²

1) 産業技術総合研究所, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

本研究では、衝撃波点火方式レーザー核融合における燃料カップセル材料として期待されるダイヤモンドに着目し、Si板挿入で変化させた基板温度に対するダイヤモンドの特性評価を行った。プラズマ中の水素による高速電子発生が圧力増大に寄与する可能性が示唆されているため、試料中の水素濃度評価も併せて行った。

熱電対による温度測定手法を開発したことで、基板温度の定量評価が可能になった。結晶・表面構造の評価から、基板温度が高い条件で成膜した平板ダイヤモンドほどアモルファス化が進んでいる傾向が見られた。また、ダイヤモンドの膜厚評価から成長速度の変化が明らかになった。上記の特性評価から、基板温度によるダイヤモンドの成長メカニズム変化の可能性が示唆された。また元素濃度分析より、トランスポリアセチレン(tPA)を含む試料のみ、水素濃度の深さ依存性が見られた。以上より、トランスポリアセチレンと水素濃度の関係や、より低温領域で成膜されたダイヤモンドの特性評価を今後進める。

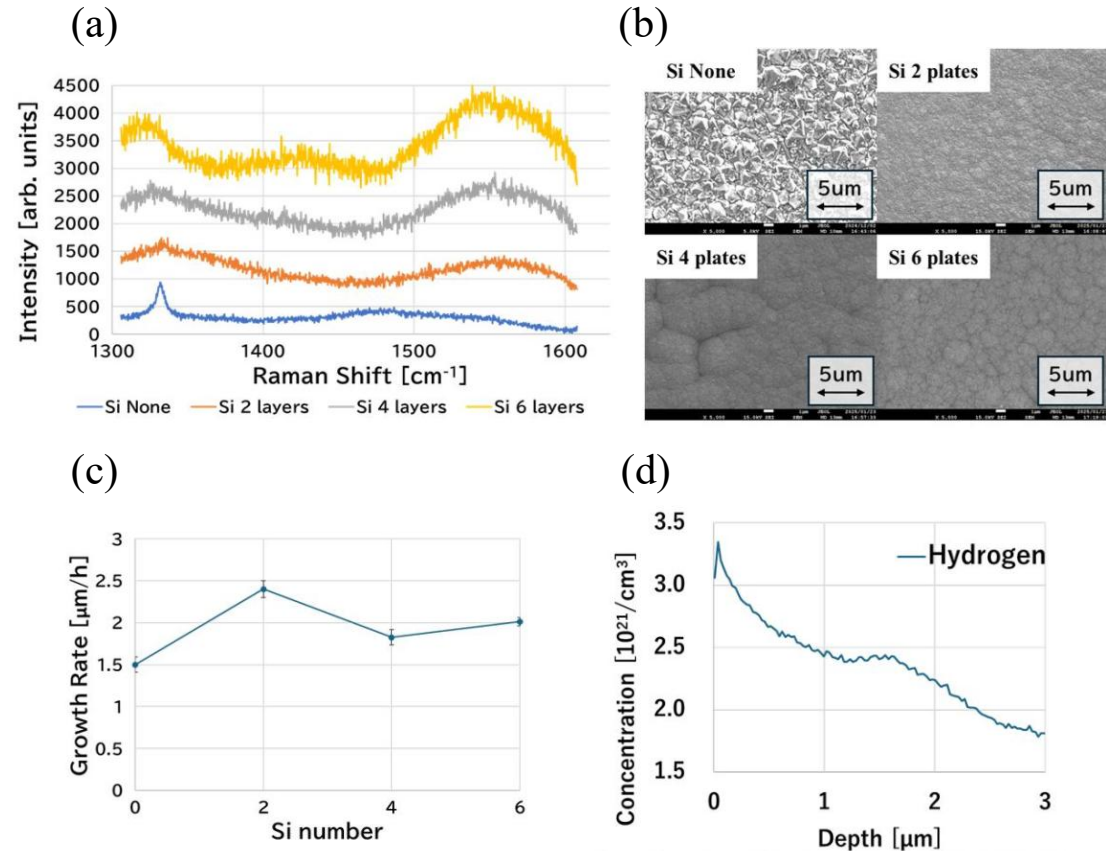


FIG. (a) 基板温度ごとの各ダイヤモンド試料の結晶構造 (b) 基板温度ごとの各試料の表面構造 (c) 基板温度ごとの各試料の成長速度 (d) tPAを含むダイヤモンド試料中の深さ方向に対する水素濃度

テラヘルツ波点光源の開発とバイオセンシング応用

芹田和則¹

1) 早稲田大学

SUMMARY

本研究では、高感度なテラヘルツ (THz) バイオ計測の実現に向けて、光-THz波長変換で生成する微小なTHz点光源の探索を行うことを目的とする。

早稲田大学北九州キャンパスにおいて、THz点光源をベースとするシステムを構築した。また、THz点光源のモデリングが可能なシミュレーターを整備した。非線形光学結晶GaAsへのフェムト秒パルスレーザー照射により、 $10\mu\text{m}$ 未満のスポットサイズのTHz点光源の生成と約4THzまでのTHz放射を確認した。また、メタマテリアルによる近接場共振応答を利用して、DNAの微量センシングが行えることも確認した。

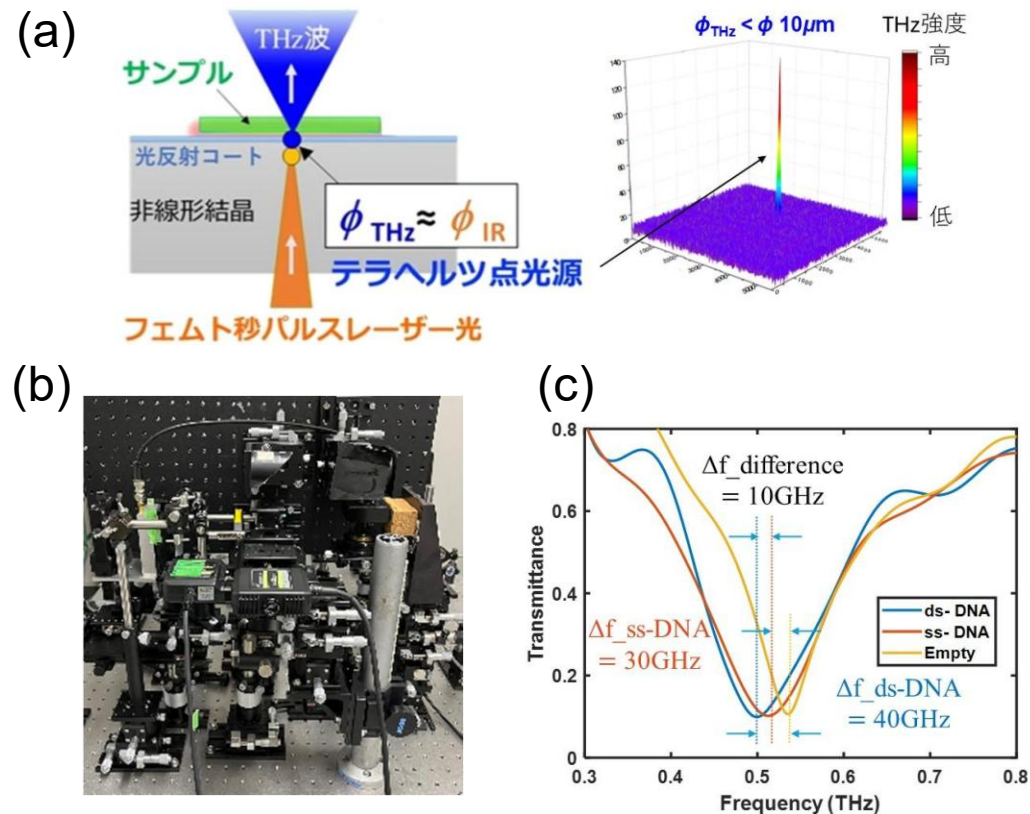


図1 (a) テラヘルツ点光源の生成原理とビームプロファイル (b) 構築したシステム外観 (c) メタマテリアルの共振応答を使った1本鎖と2本鎖DNAの識別実験 (論文査読中)

ホウ酸系光学結晶を用いた新規深紫外面発光レーザーの開発

大西一生¹, 南部誠明^{1,2}

1) 三重大学, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

近年、学術・産業・医療分野での需要増大に伴い、小型・高効率な深紫外（DUV）レーザー光源の開発が求められている。本研究では、青色InGaN VCSELとSrB4O7（SBO）微小共振器型第二高調波発生（SHG）デバイスを組み合わせた新規DUV面発光レーザー光源の実現を目指す。本年度は伝達行列法に基づく構造設計を行った。デバイス中央に分布ブラッグ反射鏡（DBR）を装荷することにより、光学的にデバイスを分断し、従来課題であった波長許容幅の狭さを克服し得るデバイス設計指針を確立した。

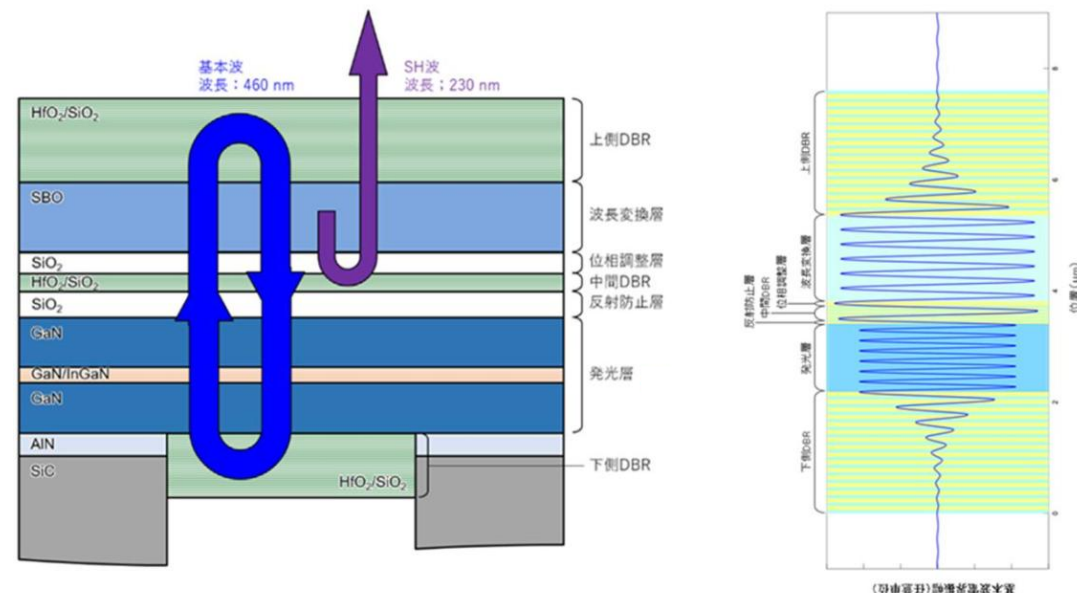


FIG. (Please put the figure caption here.)

新規深紫外面発光レーザーの概念図と内部電界分布

レーザー核融合実験によって真空容器内に生成される不純物分析

田中将裕¹, 加藤ひろみ, 岩本晃史²

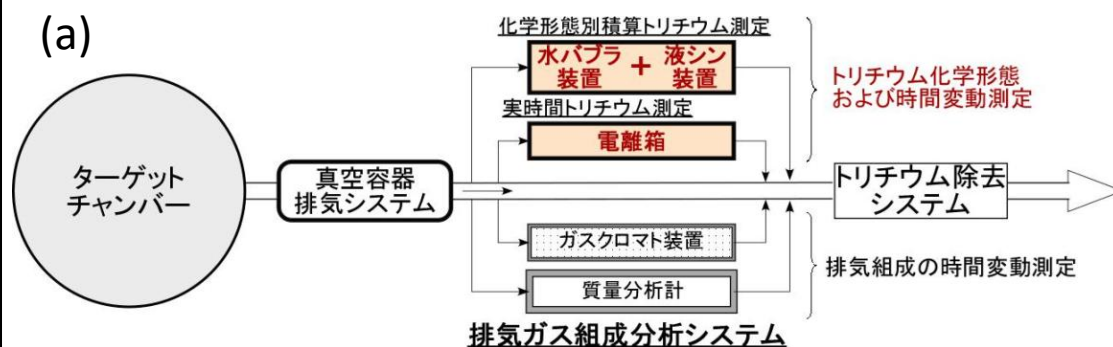
1) 核融合科学研究所, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

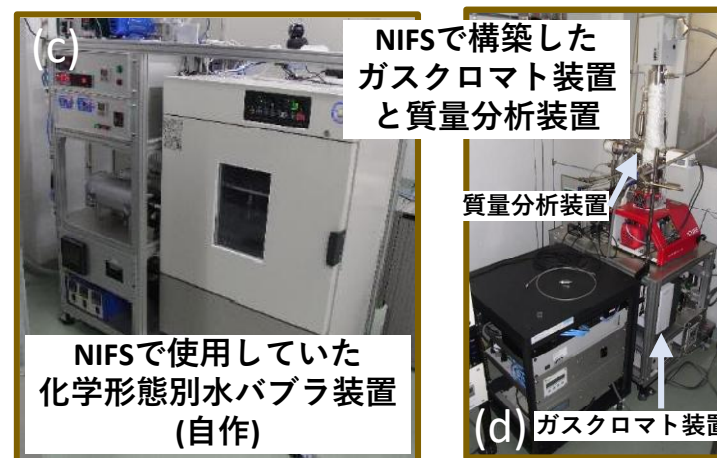
レーザー核融合炉用燃料循環装置の設計・開発や、レーザーと材料との相互作用研究に供することを目的として、レーザー核融合実験で生成され、排出される不純物組成を測定し、その排出挙動を明らかにする。

2025年度は、排気ガス分析群(図(a))と分析箇所を検討した。排気ガス分析装置として、NIFSの装置(図(b),(c), (d))を一部転用するため、装置の再構築を進めている。測定箇所としてトリチウム除去装置の入口を選定した。

分析で得られる排気組成情報は、レーザー核融合炉の燃料回収・精製処理システムの検討に有用であり、炉システム設計への貢献が期待できる。



選定した電離箱
β ionix
Mirion Technologies, Inc



図(a) 検討した排気ガス組成分析システムの概略図: トリチウム除去システム入口に分析装置群を設置
図(b)-(d) NIFSで運用していた排気ガス分析装置の設置例: この装置の一部を転用・再構築しILEで使用予定

ターゲット冷却用小型冷凍機の低振動化・高効率化研究

前川龍司¹, 今川信作², 岩本晃史³

1) オークリッジ国立研究所, 2) 核融合科学研究所, 3) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

ターゲットへの高精度レーザー照射を実現する為には、ターゲット冷却用の冷凍機のコールドヘッドが発生する振動（100マイクロン程度）を低減させる必要がある。これまでの装置では、振動が伝わらないように複雑な除振構造を採用したため、装置の大型化や冷却能力の低下の原因になっていた。また、レーザー核融合実験用装置は熱シールドなどの熱侵入対策を十分に行うことができない環境で使用されるため、高効率な冷凍機が望まれる。現状、%カルノー（カルノー効率に対する割合）として90 W at 30 Kの小型冷凍機は10%を達成するところまで開発が進んでいるが、更なる高効率化が期待されている。

本研究では低振動のパルス管冷凍機を基に高効率化の研究を行った。まず、一段冷凍機の蓄冷器内部の数値計算を実施した（FIG. 1）。この計算を基に高効率のパルス管冷凍機的设计～実験を実施する。

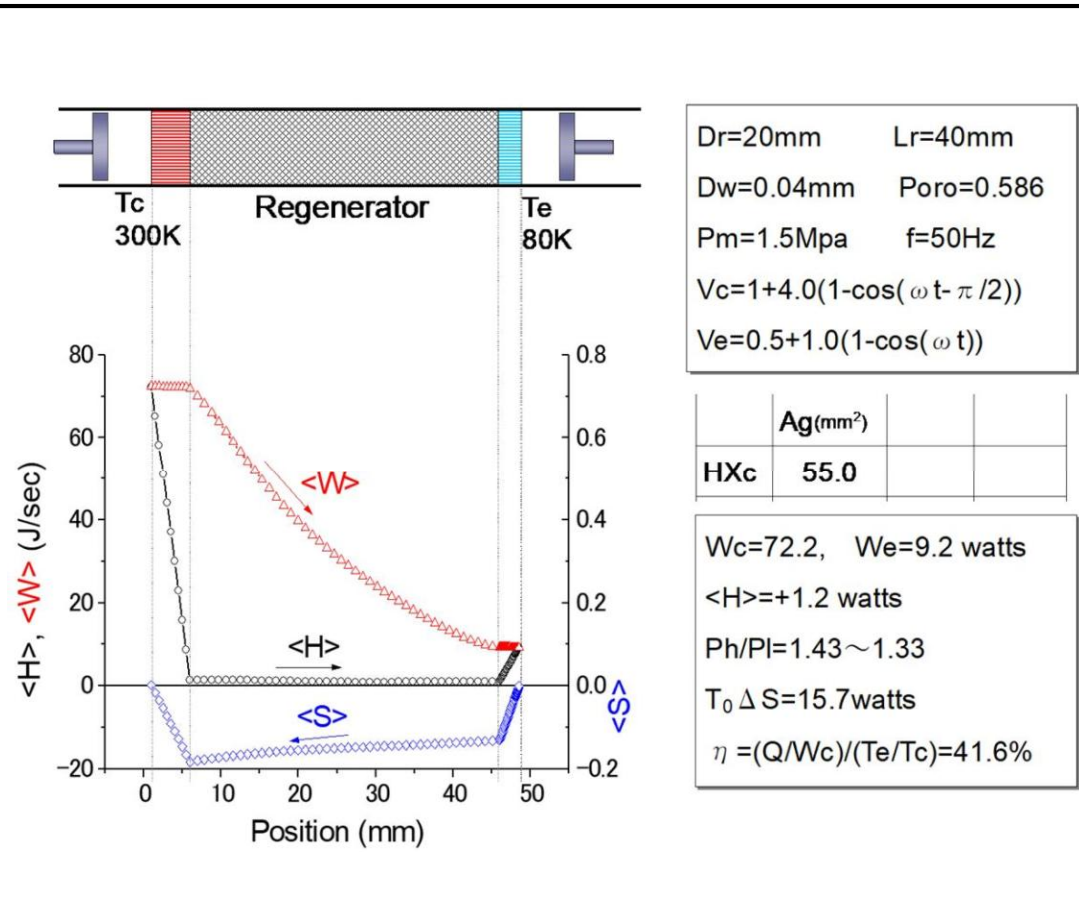


FIG. 1 蓄冷器内部のエネルギー流分布

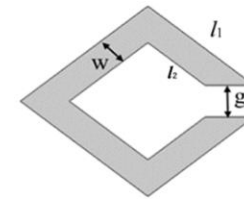
日本の伝統模様（菱形）のTHz-SRRパターンへの応用（作製・評価）

李相錫¹, 中嶋誠²

1) 鳥取大学工学部, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

メタ材料の多くはSplit Ring Resonator (SRR)の周期配列で実現される。SRR周期配列で用いるパターンはC字型またはコの字型が主である。本研究では日本の伝統模様（菱形）の一種である菱形パターンをテラヘルツ帯SRRのパターンとして応用し、THz波の透過特性を調べ、THz帯のメタ材料デザインにおけるフレキシビリティを高めることが目的である。菱形パターンにおいて辺の長さ、線幅、線のギャップをパラメータとし、有限要素法シミュレーションによる設計を行い、高抵抗Si基板上にAuを用いてSRRパターンを作製し、THz波の透過特性を調べた。



菱形パターンのモデル

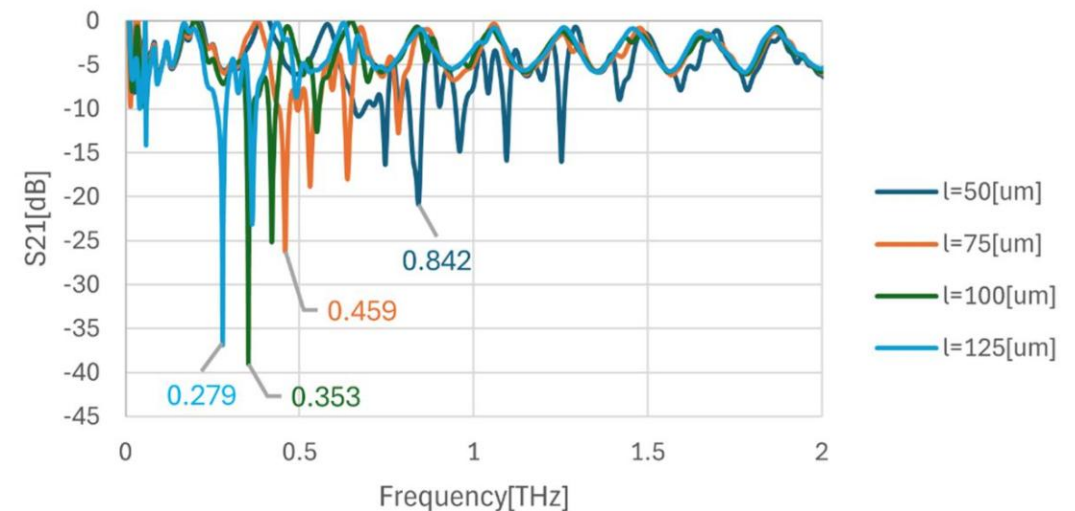


FIG. 菱形モデルにおいて辺の長さ(l), 線幅(w), 線のギャップ(g)をパラメータとし、 l を $50\mu\text{m}$ から $125\mu\text{m}$ まで変化させ ($w=5\mu\text{m}$, $g=5\mu\text{m}$)、Auでパターンニングを行い、THz波の透過特性を測定した。

テラヘルツ分光によるCNT構造フィルムの電気特性解明

古田 寛¹, 瀬戸口 修哉¹, M. Shahbaz¹

1) 高知工科大学システム工学群

SUMMARY

セルロースナノファイバ (CNF) と多層CNTの混合液の超音波分散プロセスを開発し、混合液塗布膜の電流電圧特性を評価した。超音波分散時間依存性を調査し、適切な分散状態で電気伝導にヒステリシスを生じ、電子顕微鏡観察によりCNTネットワークの分散形成との相関を確かめた。

CNT構造フィルムの電気特性応用として、木綿布へのCNT超音波含浸真空乾燥プロセスを開発し、スマートテキスタイルセンサ応用を提案[1]した。

[1] M. Shahbaz and H. Furuta, Crystals 16(1), (2026) 60.

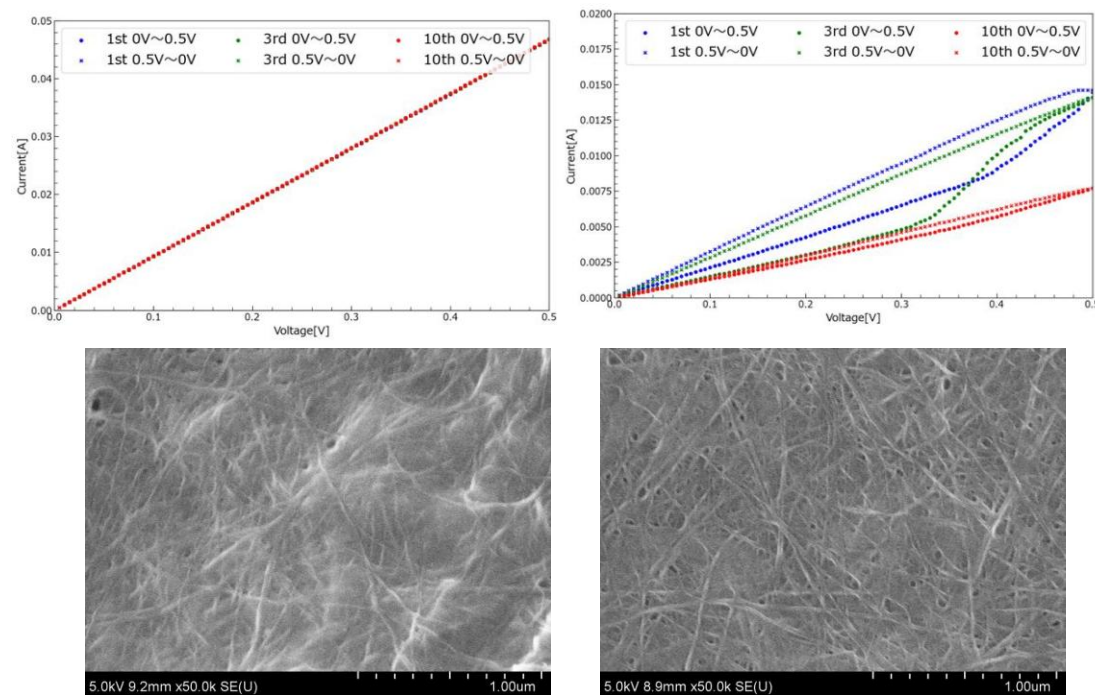


FIG. CNT/CNF分散塗布膜の電流電圧特性およびSEM像 (左) 分散時間1分 電子放出を表す白い領域に凝集したCNTが観測された。(右) 分散時間4分 分散したCNTネットワークの形成を確かめた。

繰り返しレーザー応用実験のためのリアルタイム制御システムの開発

小田 靖久¹

1) 摂南大学

SUMMARY

10～100Hzで繰り返し動作する高出力レーザーの開発が進む中、これを液滴ターゲットに照射する研究が検討されている。高繰り返し動作での実験では、ショット間のターゲット位置制御を自動化する必要がある。本研究では、ターゲットの位置を光学的に検出し、フィードバックでターゲット位置を制御するシステムの構築を目指している。今年度は、振動現象のような動きの速い現象に対して追従が可能な piezo 素子によってターゲット位置制御のためにノズルを駆動できる試験システムの動作検証を行った。液体ジェット照射装置を模擬した機材を用いて、プローブ光による影をフォトダイオードアレイにより検出する手法で、振動するノズルの動きを計測する。その計測信号をトリガとして、同じ振動周波数を持たせた信号を発生させ、これによって piezo 素子を動作させることで、ノズルの振動による振幅を $10\mu\text{m}$ 以内に抑制することに成功した。

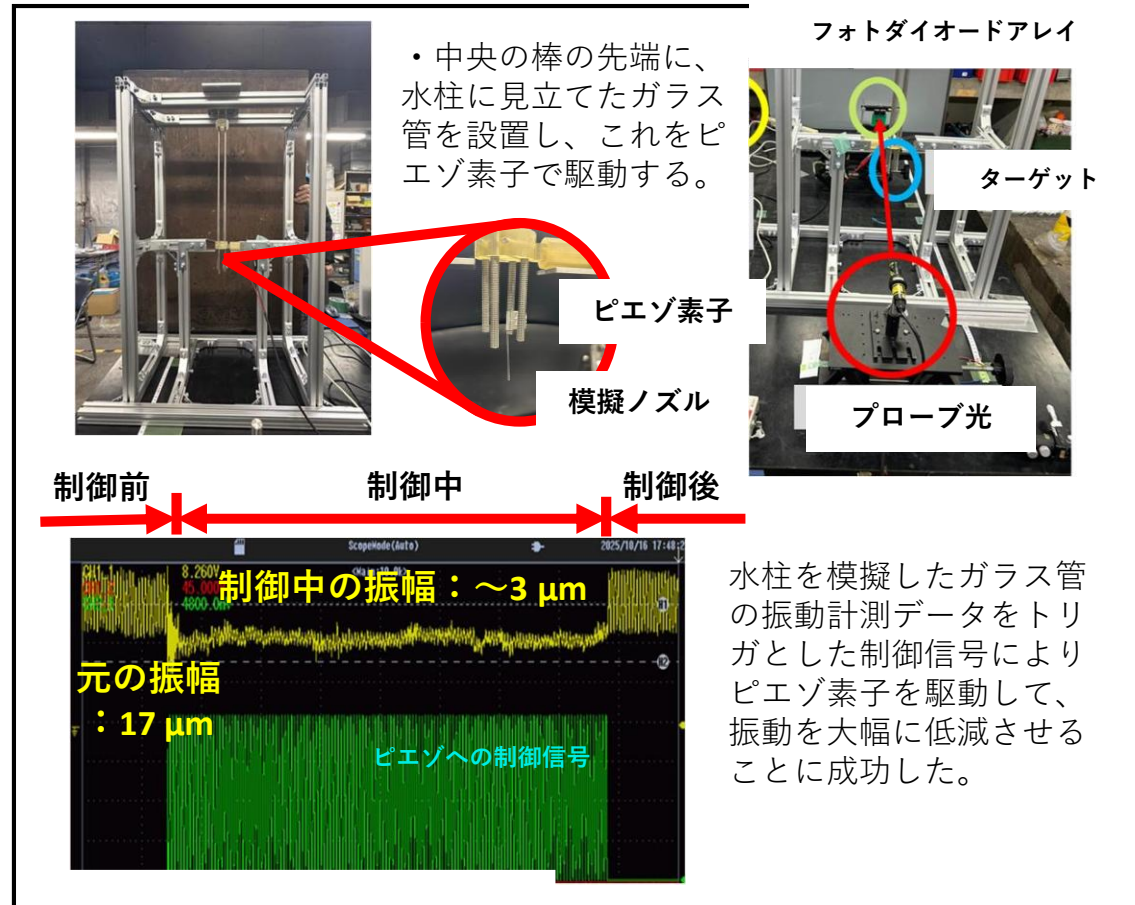


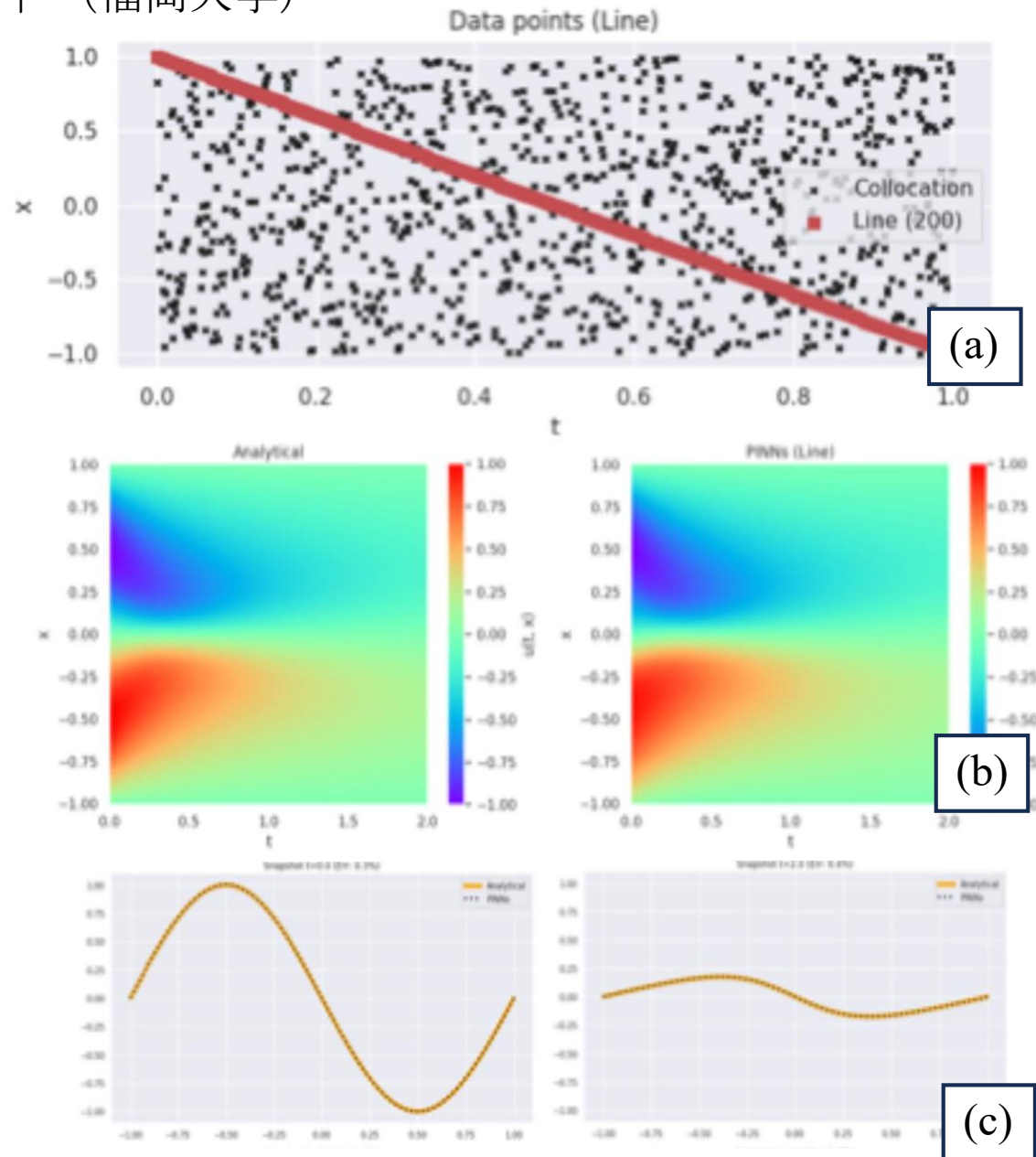
図1 piezo 素子によるノズル制御を行う液体ジェット照射装置の模擬システムと、振動を受けたノズル位置の piezo 素子による制御結果。

非局所・非平衡乱流理論とPhysics-informed Neural Network (PINN)を用いた 太陽恒星熱対流のサブグリッド輸送モデルの開発 政田洋平（福岡大学）

SUMMARY

Physics-informed Neural Network (PINN)を用いた太陽恒星熱対流のサブグリッド輸送モデルの開発を目指し、今年度は、PINNsを用い、惑星間空間におけるスパースな観測データから、衝撃波を含む流体構造を再構成するデータ同化手法を構築した。特に、衛星軌道上の限られた観測データのみから、時空間全体の構造を高精度に復元可能であることを示した。また、観測データ配置の違いが予測精度に与える影響を定量的に評価し、軌道データが長期予測において有効であることを明らかにした。さらに、必要なデータ数には臨界値が存在し、少数データでも高精度な再構成が可能であることを示した。本成果は、宇宙観測の効率化や宇宙天気予報の高度化に寄与する。

図(a)は観測データ点（赤点：衛星軌道を模擬）とコロケーション点の時空間配置。図(b)は衛星軌道データ（斜線上の観測点）のみを用いたPINNsによるバーガス方程式解の時空間再構成結果。図(c)は、ある時刻（左が進化初期、右が進化後期）での解析解とPINNsによる予測値を比較したものの。限られた観測データのみから、データが存在しない領域を含めて衝撃波構造の時空間分布が高精度に再現されていることが確認できる。



Development of Tritium Recovery Method by Laser Irradiation

Y. Hatano¹, K. Kobayashi², K. Yamanoi³, N. Sarukura³

1) Tohoku University, Japan, 2) University of Toyama, Japan, 3) Institute of Laser Engineering, Osaka University, Japan

SUMMARY

Nuclear industries generate wastewater contaminated with tritium (T); consequently, developing techniques to recover T from HTO molecules is of critical importance. Akagi et al. previously demonstrated the selective dissociation of the OD bond in HDO molecules (where D represents deuterium) [1]. In this approach, the OD stretching vibration is preferentially excited via near-infrared (NIR) laser irradiation. Then, the excited OD bond is selectively dissociated using an ultraviolet (UV) laser. This method achieved a selectivity higher than 12. A similar strategy may enable the selective dissociation of the OT bond in HTO. To conduct dissociation experiments with T, the experimental setup was constructed within a radiation-controlled area. A tunable laser generates an NIR beam to excite the OT vibrational state, while a Nd:YAG laser is utilized for UV irradiation. Initial testing focused on the UV light absorption under simultaneous NIR laser irradiation.

[1] H. Akagi et al., J. Chem. Phys. 123 (2005) 184305.

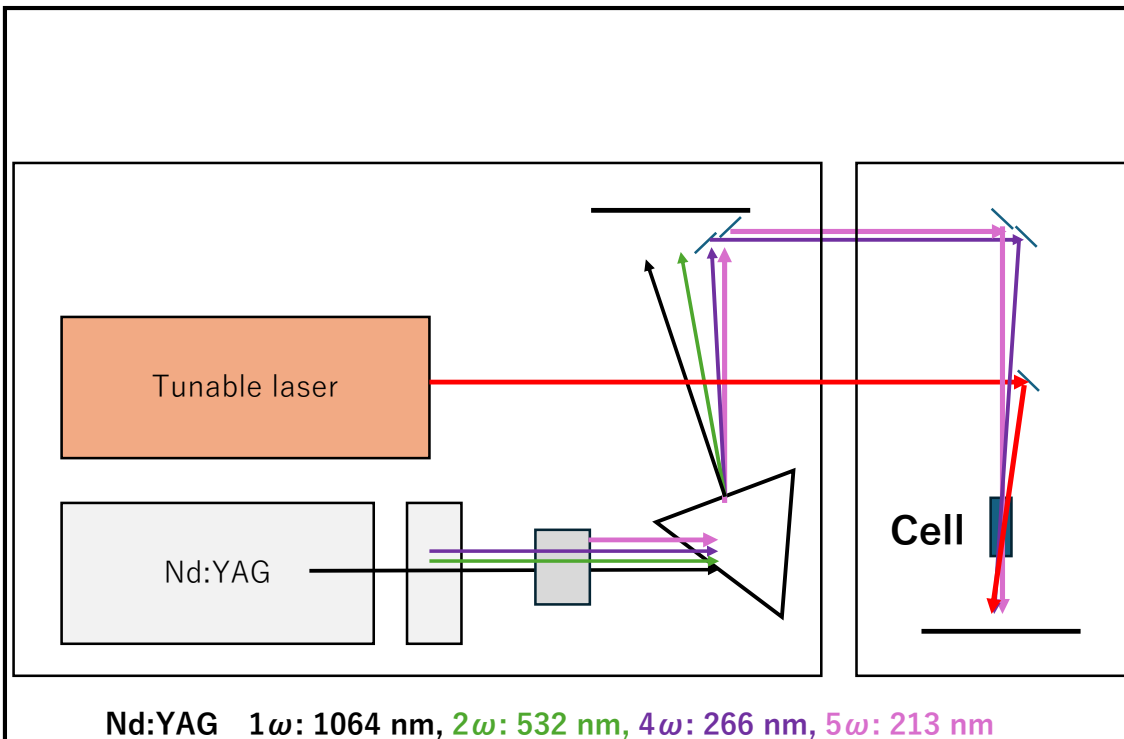


FIG. Schematics of experimental setup developed for tritium recovery using laser-induced photodissociation.

非線形光学結晶CsLiB₆O₁₀に含まれる点欠陥に関する第一原理計算

河村貴宏¹, 片岡義博², 森勇介², 吉村政志³

1) 三重大学大学院工学研究科, 2) 大阪大学大学院工学研究科, 3) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

CsLiB₆O₁₀ (CLBO) は紫外域での波長変換に用いられる非線形光学結晶であり、広い波長・温度許容幅や比較的小さなwalk-off角を有することから、Nd:YAGレーザーの高調波発生に広く利用されている。一方で潮解性に起因する水不純物による性能劣化や、レーザーシステムの高寿命化に向けた高品質結晶成長機構の未解明といった課題が残されている。本研究では、第一原理計算により点欠陥および不純物が電子構造に及ぼす影響を検討した。

Fig. 1(a)にCLBOの結晶構造を示す。完全結晶および、2つのB原子と結合したO原子 (Fig. 1(a)中のO1)、ならびにLi原子および2つのB原子に結合したO原子 (O13) をそれぞれ除去したO空孔構造について電子構造解析を行い、その結果をFig. 1(b)–1(d)に示す。これらの結果を比較すると、O空孔の導入により価電子帯上方にBおよびOに起因する欠陥準位が形成されることが明らかとなった。このような欠陥準位は、光吸収の増加やキャリア再結合の促進を通じて、波長変換効率の低下やレーザー損傷耐性の劣化を引き起こす可能性がある。

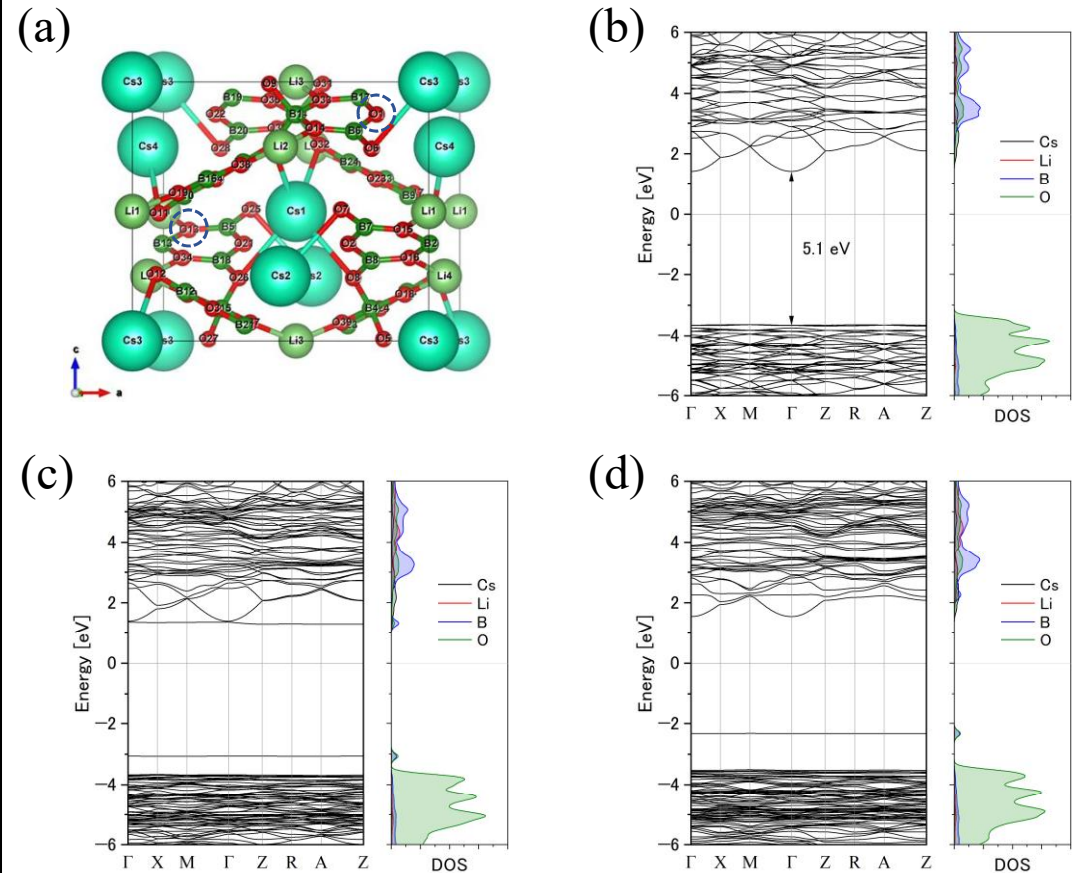


FIG. 1: (a) CsLiB₆O₁₀ (CLBO) の結晶構造、(b)–(d) はそれぞれ、(b) 完全結晶CLBO、(c) 2つのB原子と結合したO原子 (Fig. 1(a)中のO1) を除去したCLBO、(d) Li原子および2つのB原子と結合したO原子 (O13) を除去したCLBOのバンド構造および状態密度。

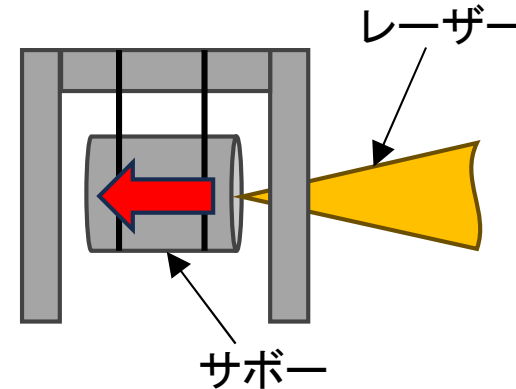
インジェクションシステムのためレーザーターゲット推進の研究

古賀麻由子¹

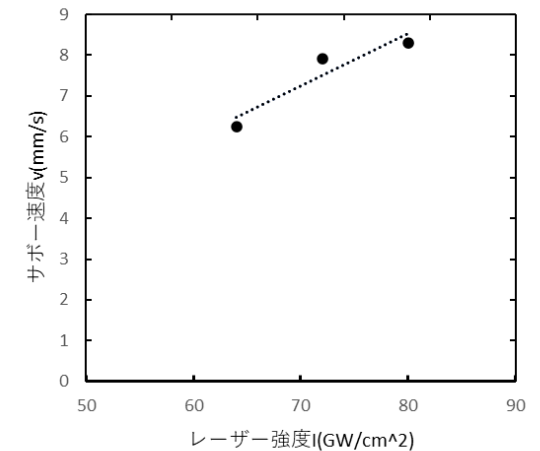
1)兵庫県立大学

SUMMARY

高速点火核融合の実現には、高速高繰り返しで高精度な燃料入射技術が不可欠である。そこで本研究では、レーザーアブレーションによる反力を利用した燃料加速の可能性を検討した。樹脂製ターゲットホルダーを格納したアルミ製サボ（直径10.0mm、長さ18.8mm、重量1.994g）にレーザー（波長1064nm、パルス幅11ns、最大強度1J）を照射し、その挙動をバックライト法により高速カメラで撮影した。画像解析の結果、レーザーアブレーションによりサボが前方へ推進されていること、照射レーザー強度が上昇すると推進速度が上昇することが確認された。本結果により、レーザー推進による燃料加速が原理検証されたと言える。



(a)



(b)

FIG. (a)実験模式図（赤矢印は進行方向）(b)レーザー強度とサボ速度の関係

高精度軌道計算による高速点火核融合燃料ターゲット射出条件の検討

古賀麻由子¹

1) 兵庫県立大学

SUMMARY

高速点火核融合炉では数ヘルツのペースで核融合反応を起こすことが想定されている。そのため、燃料ターゲットを高速高繰り返しで正確に炉中心に供給する技術が必要不可欠である。本研究では、ターゲット射出実験のデータと力学理論を組み合わせ、高精度軌道計算を行うことで、発電炉で要求される仕様を満たすために必要な射出速度や姿勢の安定性についての知見を得ることを目標としている。今年度は燃料の実際の位置と予測される位置の誤差を理論式で表すことで、要求される精度を達成できる射出条件はどのようなものかを考察した。図に想定した運動方程式と連立微分不等式、それらから導き出された不等式を示す。ここで、 \mathbf{e}_z は単位ベクトル、初期位置と速度を \mathbf{R}_0 、 \mathbf{V}_0 、予想する位置と速度を $\mathbf{R}(t)$ 、 $\mathbf{V}(t)$ 、重力加速度を \mathbf{g} 、空気抵抗を $k + \delta$ 、本当の位置と速度を $\mathbf{r}(t)$ 、 $\mathbf{v}(t)$ である。不等式の右辺をいかに小さくするかが位置の誤差を小さくする指標となることがわかった。

$$\begin{aligned} \text{想定した運動方程式} \quad & \frac{d}{dt} \mathbf{R}(t) = \mathbf{V}(t) \\ & \frac{d}{dt} \mathbf{V}(t) = -g\mathbf{e}_z - (k + \delta)\mathbf{V}(t) \\ & \mathbf{R}(0) = \mathbf{R}_0 \\ & \mathbf{V}(0) = \mathbf{V}_0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{連立微分不等式} \quad & A'(t) \leq B(t) + r_e \\ & B'(t) \leq kB(t) + |\delta| \int_0^t |\mathbf{V}(\tau)| d\tau + v_e \\ & A(0) = 0 \\ & B(0) = 0 \end{aligned}$$

ただし $A(t) = \int_0^t |\mathbf{r}(\tau) - \mathbf{R}(\tau)| d\tau$
 $B(t) = \int_0^t |\mathbf{v}(\tau) - \mathbf{V}(\tau)| d\tau$

$$\text{導き出された不等式} \quad |\mathbf{r}(t) - \mathbf{R}(t)| \leq \frac{|\delta|}{k} \int_0^t d\tau |\mathbf{V}(\tau)| \left(e^{k(t-\tau)} - 1 \right) + \frac{v_e}{k} (1 - e^{-kt}) + r_e$$

FIG. 想定した運動方程式と連立微分不等式、それらから導き出された不等式

高速点火核融合燃料ターゲットの姿勢制御に関する研究

古賀麻由子¹

1) 兵庫県立大学

SUMMARY

本研究では核融合燃料ターゲットの安定的な供給を目指し、ターゲットの射出と分離を様々な手法で行い、ターゲットの姿勢、主に角速度について解析した。コンデンサ容量 400 μ F、充電電圧 300V の 4 段コイルを用いた場合の結果を図に示す。

「回転コイル射出」とはモーターをターゲット後部に接続し、回転方向の初速度を与えたものである。「磁石分離」とは従来の永久磁石を用いてローレンツ力により分離する方法であり、「磁力による分離」は同様の原理で永久磁石をコイルに変更したものである。「衝突分離」は分離部にターゲット以上サボア以下の大きさの穴を開けた通過部を設置し、サボアを衝突させターゲットのみ通過させるというものである。図より、回転方向の初速度は持たせず、コイルにより分離することで角速度が小さくなる傾向がみられることがわかる。今後は減速コイルに電流を印加するタイミングや電流の大きさを調整し、さらに角速度が小さくなる条件を見出したいと考えている。

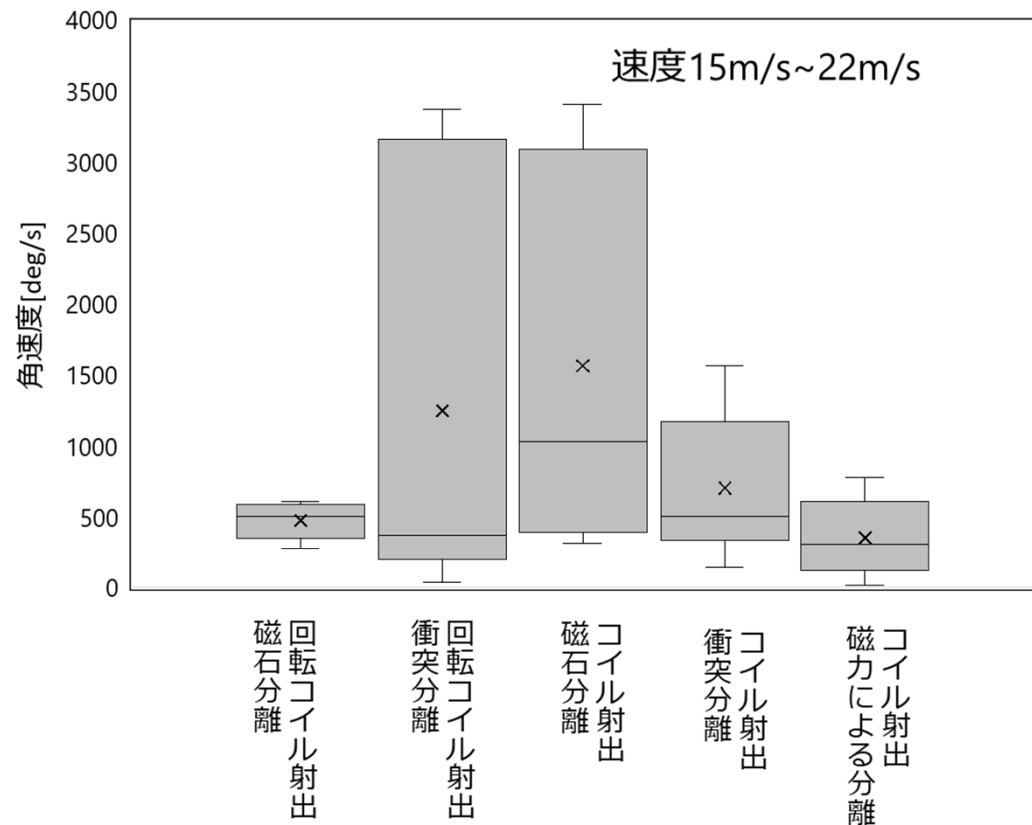


FIG. 様々な加速、減速方法によるターゲット姿勢の違い

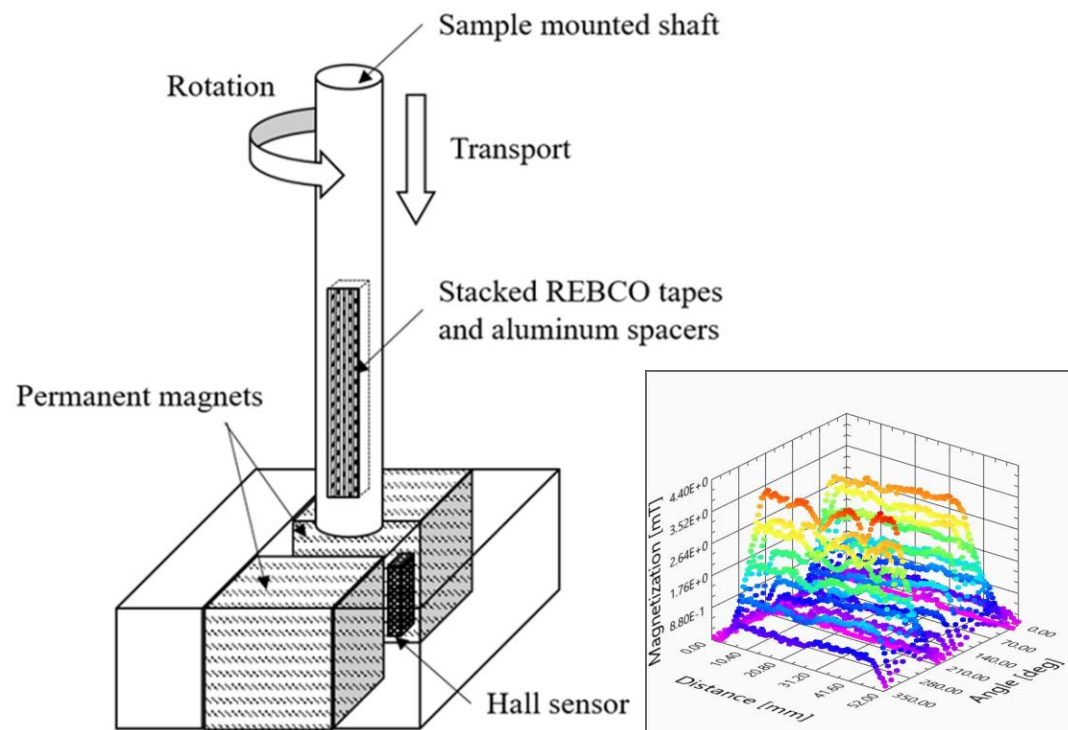
超伝導線材接合部の磁気光学手法を用いた非破壊検査に関する基礎研究

平野直樹¹, 小野寺優太¹, 筑本知子^{1,2}

1) 核融合科学研究所, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

将来の核融合炉実現に向けて、大容量高温超伝導導体を用いたコイル開発を進めている。このコイルを開発するには、低抵抗に高温超伝導導体を経済的に接続できる技術確立することが不可欠である。接続部にフォーカスし非破壊で評価できる磁気手法として磁気光学イメージング法と回転磁化法の適用可能性について検討した。接合部の理解が進めば、将来の大容量電力貯蔵装置 (SMES) 向けや核融合炉用の大型高温超伝導コイル製造には不可欠な導体接続を安価で確実に実施できる手法の社会実装に発展できる。



回転磁化法の装置概念図と代表的な測定結果の一例

Study of Spectroscopic Analysis of Scale Insect-derived Red Dyes.

Y. Shimadzu¹, N. Chikumoto², N. Sarukura²

1) National Museum of Japanese History, Japan, 2) Osaka University

SUMMARY

天然素材を原料とした前近代の彩色材料のうち赤色として、古くアジアではラックカイガラムシが、欧州では別種のコチニールが用いられた。15世紀以降、交易の広領域化に伴い両者の使用範囲も拡大したとされるが、実際の歴史資料での確認事例は限定的である。両者の区別が当時の経済史、技術史的に重要であること、色素の化学構造を非破壊で分析することの意義などをオンラインミーティングで共有し、分光学的なレーザー利用による同定の検証が提案された。原料から顔料を調製するとともに、実資料としては錦絵を対象に可視分光分析を試みた。

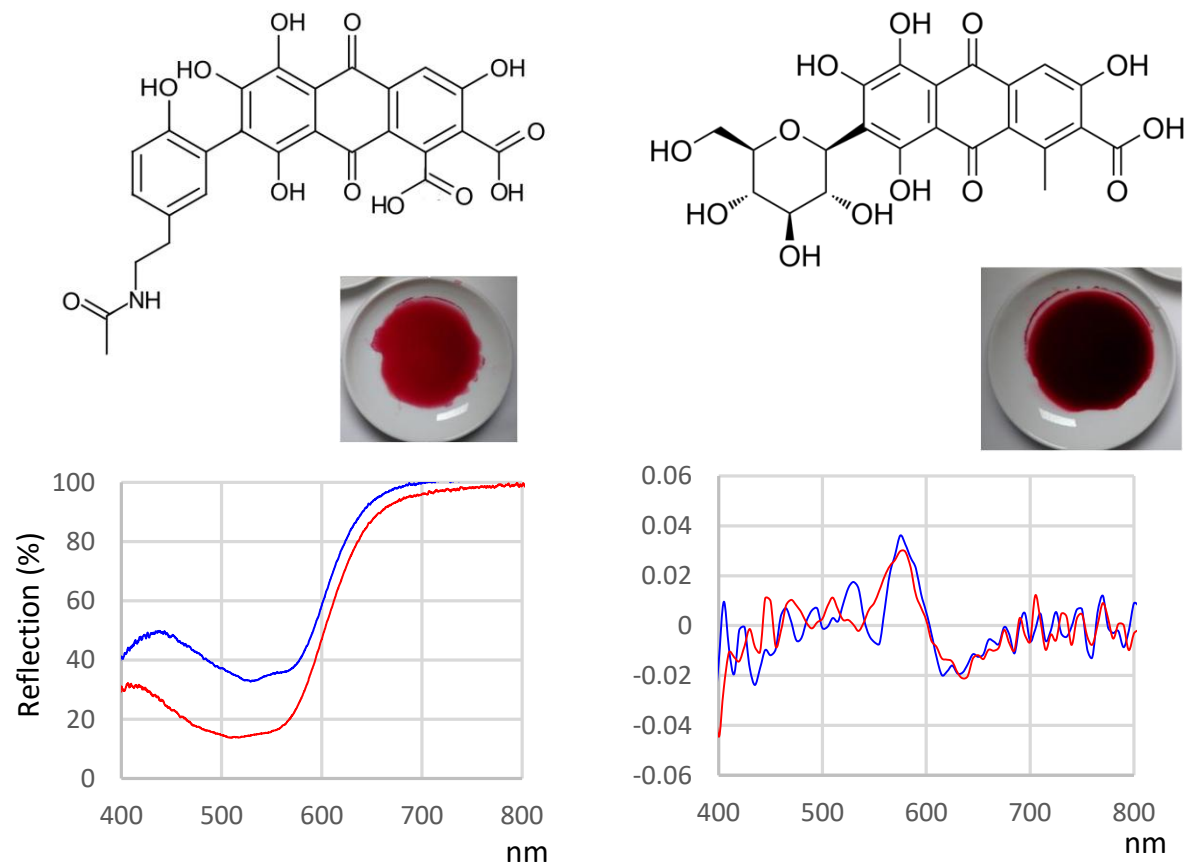


FIG. Representative data for lac dye and cochineal.

Top left: Laccic acid A and extracted lac dye

Top right: Carminic acid and extracted cochineal dye

Bottom left: Visible reflection spectra of lac dye (blue line) and cochineal (red line)

Bottom right: Second-derivative spectra of lac dye (blue) and cochineal (red)

Numerical modeling of plasma facing materials

A. Sunahara¹, T. Johzaki², S. Namba², K. Nishihara³, N. Yamamoto⁴, T. Morita⁴, T. Higashiguchi⁵, K. Tomita⁶, M. Hata⁷,
and H. Nagatomo³

1) *Purdue University, USA*, 2) *Hiroshima University, Japan*, 3) *Institute of Laser Engineering, University of Osaka, Japan*,
4) *Kyushu University, Japan*, 5) *Utsunomiya University, Japan*, 6) *Hokkaido University, Japan*, 7) *APRI, QST, Japan*

SUMMARY

This study aims to advance numerical modeling by developing a code capable of analyzing the physics associated with the first wall of the fusion reactor. We conducted the 2D simulation of extreme ultraviolet (EUV) light sources for semiconductor lithography.

Here, to compare the EUV emission characteristics for wavelengths of 1.06 μm and 2 μm , we conducted Star2D simulations with $5 \times 10^{10} \text{ W/cm}^2$ and 100, 200, 300 μm laser spots, 5, 10, 15 ns pulse durations, and initial density scales of 100, 200, 300 μm , respectively. Compared to the case without the initial plasma, cases with initial plasma scale lengths show increases in the radiation emission. On the contrary, the EUV spectral purity shows decreases with the initial scale lengths compared to that without it. Consequently, the dependence of initial scale lengths on CE is weak. The CE with a 2 μm laser increases about 1.5 x compared to the EUV conversion efficiency (CE) with a 1.06 μm because of the high spectral purity of the 2 μm laser.

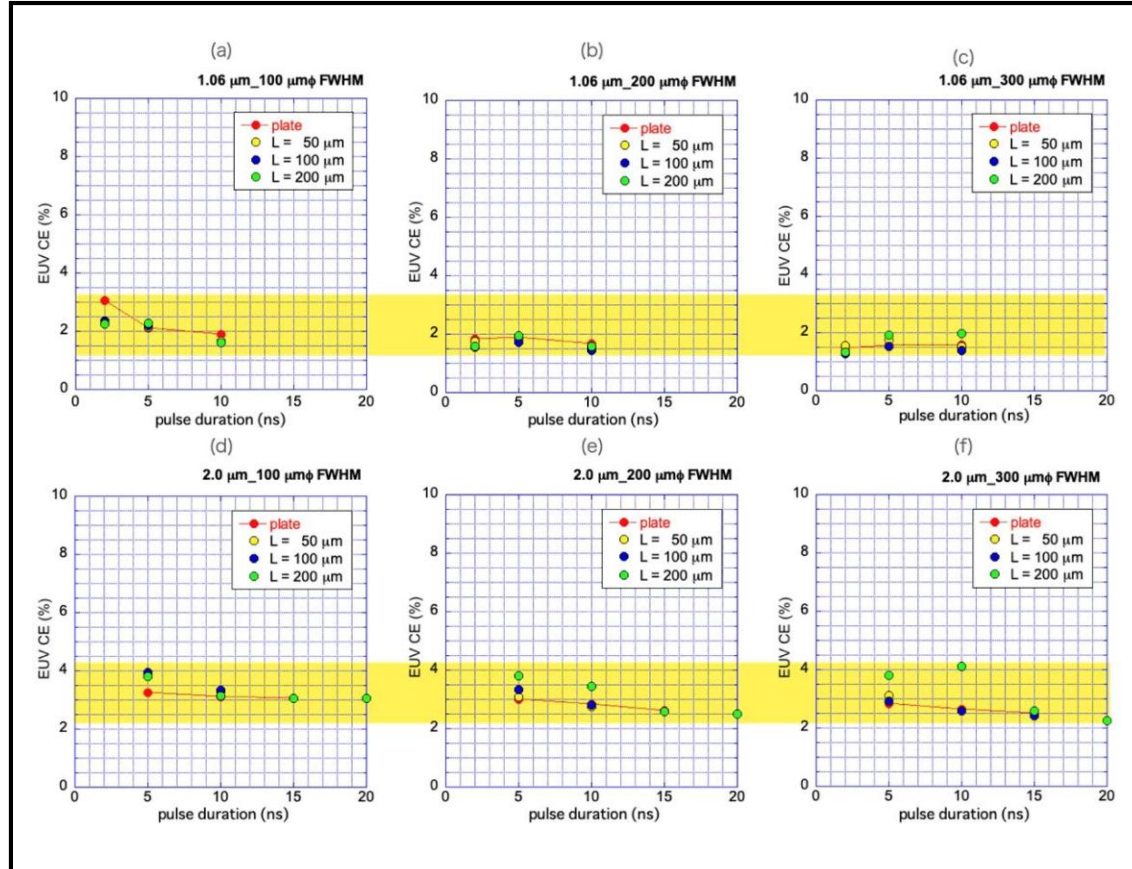


FIG. Comparing the 1.06 μm and 2 μm wavelength lasers, the 2 μm laser cases show about 1.5 to 2.0 x higher EUV CE. This comparison shows that the dependence of initial scale-length conditions on EUV CE is weak. (a)-(c) 1 μm , (d)-(f) 2 μm lasers.

高出力・広発光帯域NIR LED光源のためのFe³⁺添加酸化物蛍光体の育成と発光特性評価

堀合毅彦¹, 清水俊彦²

1) 産業技術総合研究所, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

近赤外光は、暗視技術、生物医学、植物栽培、食品分析分野等の多様な分野で応用されている一方で、高効率・広帯域の近赤外発光蛍光体の作製が課題となっている。そこで本研究では、発光中心として、新たにFe³⁺を用いた近赤外発光蛍光体の開発を実施した。

Fe³⁺のd-d遷移による発光は、スピンおよびラポルテ禁制のため、高効率な発光を得るためには、反転対称性が破れた歪んだ八面体サイトへの添加が必要になる。そこで、母材としてLu₂Si₂O₇を選定し、単結晶の育成および発光特性を評価した。

(Fe_xLu_{1-x})₂Si₂O₇ (x = 0.002, 0.005, 0.01, 0.03) 単結晶を育成し、フォトルミネッセンス発光スペクトルを評価したところ、全ての試料で840 nm近傍にFe³⁺ ⁴T₁ - ⁶A₁遷移に由来するブロードな発光が確認された。

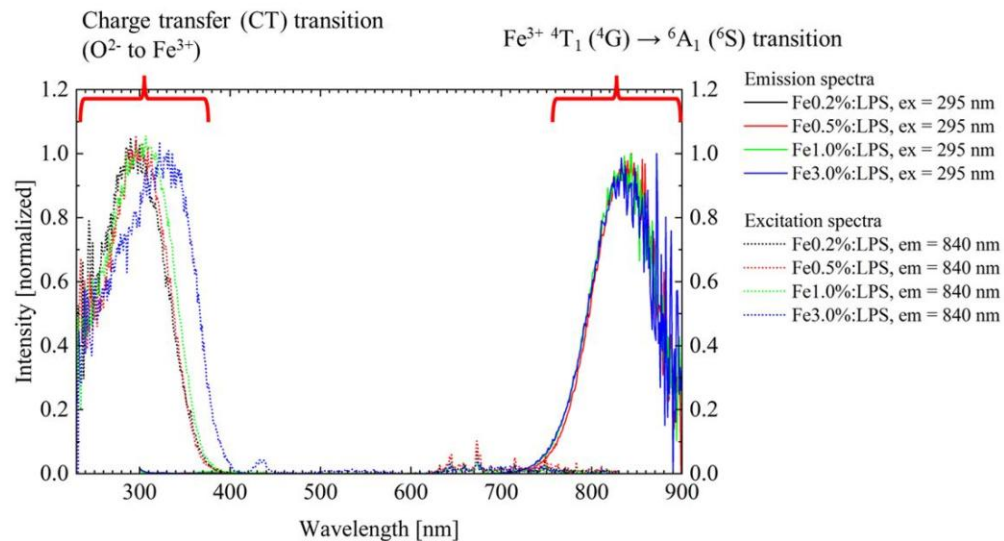


FIG. 1 (Fe_xLu_{1-x})₂Si₂O₇ (x = 0.002, 0.005, 0.01, 0.03) のフォトルミネッセンス励起波長（破線, 発光波長: 840 nm) および発光スペクトル（実線, 励起波長: 295 nm)

小型デブリ除去を達成できるパルスレーザーの性能の解明

柴田 一範、余語 覚文、椿本 孝治、山本 和久

大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

高強度レーザーの新しい活用の可能性として、宇宙デブリの除去の可否に関する共同研究を実施した。近年の宇宙開発の加速度的な展開は、近い将来において深刻な宇宙デブリ問題を引き起こすと考えられている。その有効な手立てとして、地上からレーザーを照射し、宇宙デブリの表面にアブレーションを起こし、その反力で軌道を変更させることを検討した。

本年度の研究ではレーザースペックと宇宙デブリの特性を鑑みた概念設計や基本的な計算を行った。

本研究の成果としては、特許を2件出願した。また、本研究での計算結果は、宇宙戦略基金への応募に際して基礎的なデータとなり、同基金の2件29億円の採択に貢献した。

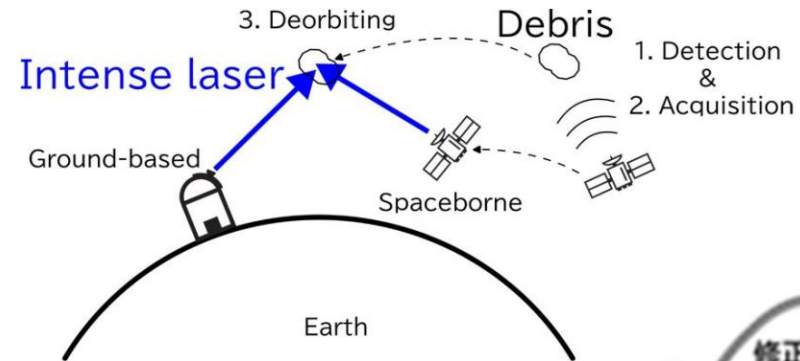


FIG. 1

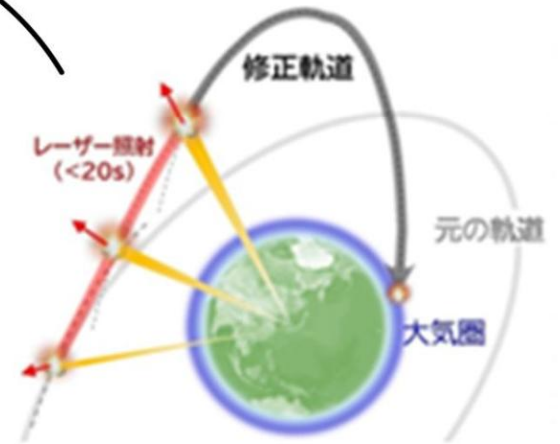


FIG. 2

FIG. 1 宇宙デブリの発見からレーザー照射による軌道変更を行うまでの概念図。

FIG. 2 数千発のパルスレーザーによる宇宙デブリの軌道変更と大気圏への落下の概念図。

Fundamental Development of Microparticle Capture System through Hypervelocity Impact Simulations and Experiments at >10 km/s

矢野創¹, 中澤淳一郎^{1,2}, 中村浩隆³, 尾崎典雅³, 佐野孝好⁴, 長友英夫⁴

1) 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所, 2) 総合研究大学院大学, 3) 大阪大学大学院工学研究科, 4) 大阪大学レーザー科学研究所

レーザープラズマシミュレーション(P4P)による超高速衝突現象の模擬照射実験条件の設定

プラズマを発生するほどの高エネルギー領域に至る固体微粒子の超高速衝突現象における熱拡散、電離、熱放射の影響を考慮して、宇宙機搭載ダスト計測器の開発実験データをP4P計算で再現することに成功した。これにより、地上では実現しがたい質量・速度領域の極超高速衝突現象とレーザー照射の同種性を、レーザープラズマ解析コードを使って、従来にない精度で定量的に評価できるようになった。今後は、模擬すべき衝突条件を近似的に再現するレーザー照射実験のエネルギー条件等の設定が可能となる。

学術成果

原著論文: J. Nakazawa, H. Nagatomo, and H. Yano: Modeling Non-Equilibrium Impact Ionization in Hypervelocity Impacts above 20 km s^{-1} with a Radiation Hydrodynamic Simulation, *Physics of Plasmas*, Accepted, (2026).

博士論文: J. Nakazawa: Mass Spectrometry Techniques for Sublimated Gas from Organic-Bearing Microparticles by Hypervelocity Impacts, Ph.D. Thesis, SOKENDAI, Japan, (2026).

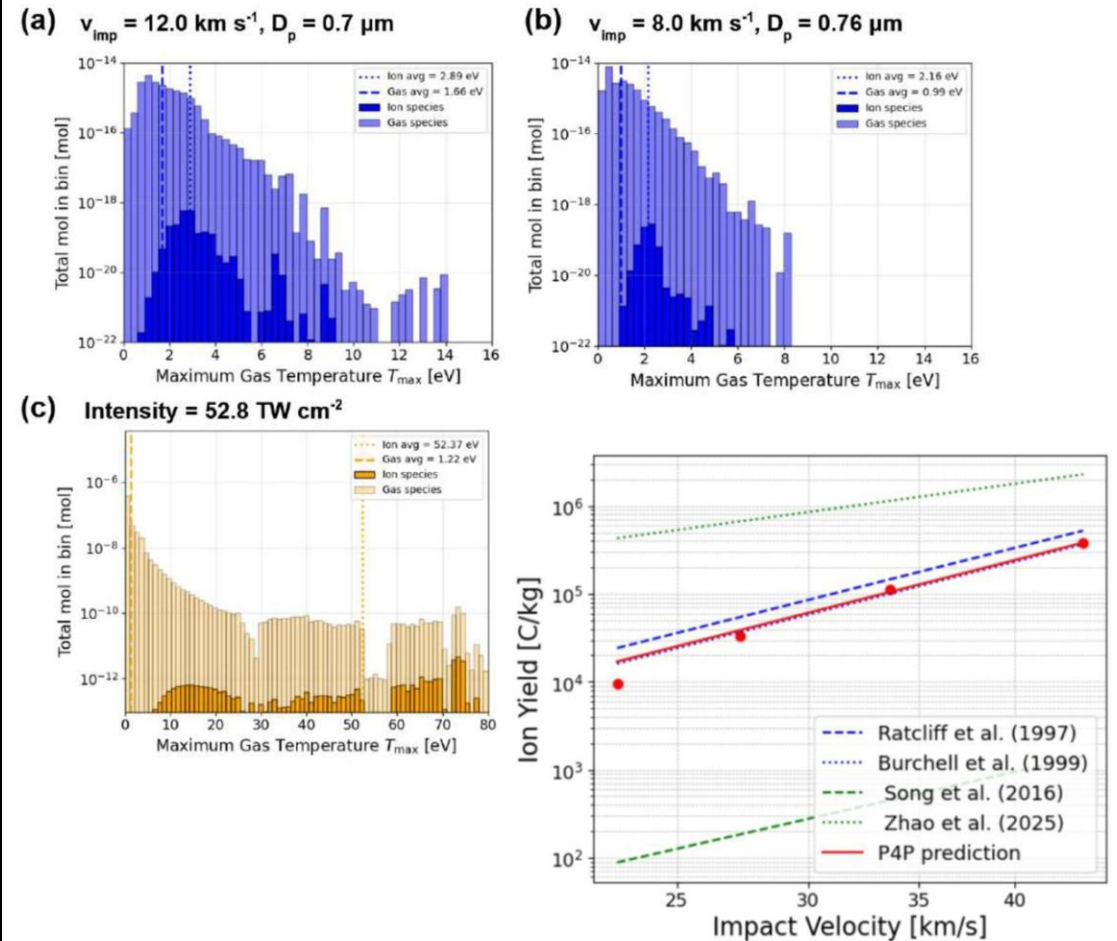


FIG. 超高速衝突実験条件とレーザー照射強度の比較計算 (左上), 過去の衝突実験例とP4P再現シミュレーションの比較 (右下)

新しい屈折率測定法のための屈折率分散計測

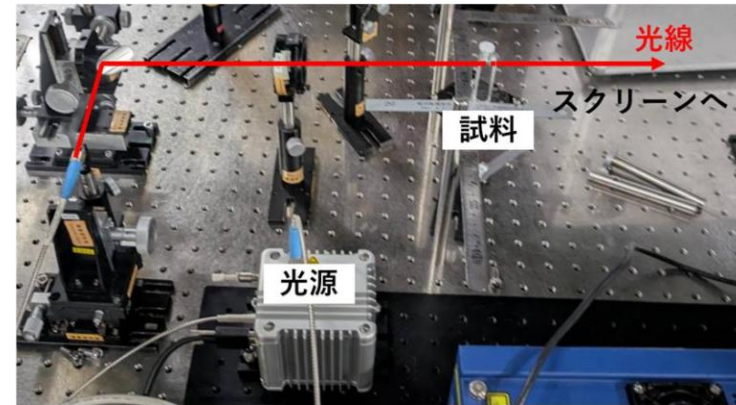
古賀麻由子¹

1)兵庫県立大学

SUMMARY

従来、不定形で加工が困難な透明材料の屈折率計測は難しい。そこで、屈折率が既知の液体を参照液体として使用することで簡便に屈折率を計測する手法を開発した。本申請では、2つのプリズムセルとイメージング分光器を用いて参照液体（糖度63.3%の砂糖水）の詳細な屈折率測定を行った。解析の結果、入射光の波長 $\lambda=485\text{nm}$ の時、参照液体の屈折率は1.4424、 $\lambda=589\text{nm}$ の時、屈折率は1.4368、 $\lambda=625\text{nm}$ の時、屈折率は1.4358となり、 10^{-2} の精度で測定することができた。また、上記の結果から $\lambda=450\text{nm}\sim 700\text{nm}$ におけるセルマイヤーの分散式を算出した。今後は、更に異なる糖度の参照液体について屈折率測定を行い、データベースを構築する。

(a)



(b)

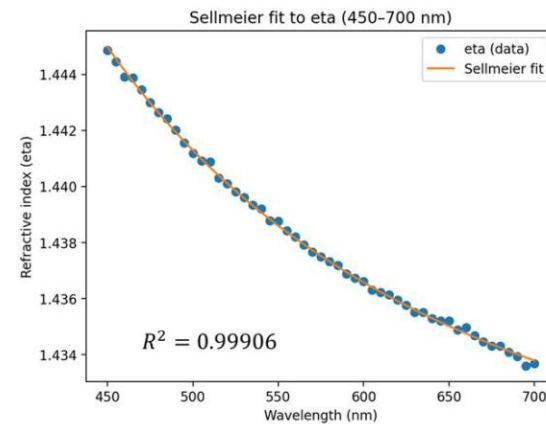


FIG. (a) 実験装置 (b) 糖度64%における屈折率波長分散

中性子バブル検出器の開発

田中巧仁¹，中井光男¹，有川安信²

1) 福井工業大学, 2) 大阪大学レーザー科学研究所

SUMMARY

高速点火核融合実験の様に、背景ガンマ線のノイズが多量に発生する実験では、シンチレータを用いた中性子計測は、ガンマ線信号の抑制、分離が難しく、積分型検出器で良い場合には中性子バブル検出器が利用されている。しかし、既存の中性子バブル検出器は、実験後のバブルの計数や再生処理（バブルの再圧縮）に手間がかかるうえ、分子レベルで応答するシンチレータなどに比して低感度である。そのため、大口径で、読み取り、再生に時間を取らない測定器の開発が期待されている。

本研究では、大口径で、実験用真空容器あるいは測定装置に取り付けた状態で、バブルの計数、加圧再生処理の可能な、大口径バブル検出系を開発する。最終的には、中性子画像分解装置と組み合わせることによって、撮像素子として利用可能なシステムとする。本年度は、試作装置の基本的な設計をすすめるとともに、現在阪大レーザー研で試行されているバブル検出ジェルを作成方法の指導を受けた。

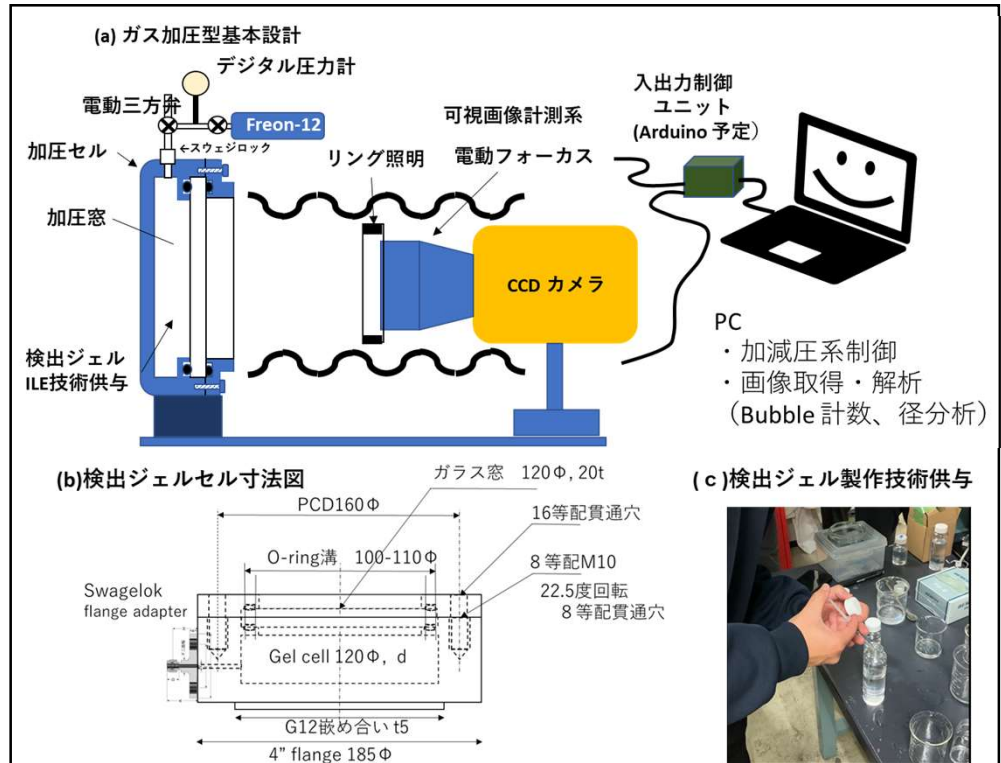


FIG. 円形開口中性子バブル検出器の概念設計

(a) システム全体の概念図、(b) 検出セルの寸法図（現行案）、(c) 阪大での試作の様子（製作技術供与）