



RIKEN Center for Advanced Photonics

<https://rap.riken.jp/>



RIKEN Center for Advanced Photonics 2022 Annual Report



RIKEN Center for Advanced Photonics 2023 Annual Report

光量子工学研究センター 2023 Annual Report

アドバイザー・カウンシル
RAP Advisory Council (RAPAC)

はじめに / Director's Message	2
組織図 / Organization Chart	3
業績リスト / Publications, etc.	40
プレスリリース / Press Releases	63
ニュース、会議・イベント / News, Meetings, Events	66
受賞・表彰 / Awards	70
研究紹介記事 / Articles	73

エクストリームフォトンクス研究領域
Extreme Photonics Research Group

緑川 克美
Katsumi Midorikawa

アト秒科学研究チーム Attosecond Science Research Team	緑川 克美 Katsumi Midorikawa	4
超高速分子計測研究チーム Ultrafast Spectroscopy Research Team	田原 太平 Tahei Tahara	6
時空間エンジニアリング研究チーム Space-Time Engineering Research Team	香取 秀俊 Hidetoshi Katori	8
量子オプトエレクトロニクス研究チーム Quantum Optoelectronics Research Team	加藤 雄一郎 Yuichiro Kato	10
超高速コヒーレント軟X線光学研究チーム Ultrafast Coherent Soft X-ray Photonics Research Team	高橋 栄治 Eiji J. Takahashi	12
超短パルス電子線科学理研白眉研究チーム Ultrashort Electron Beam Science RIKEN Hakubi Research Team	森本 裕也 Yuya Morimoto	14

サブ波長フォトンクス研究領域
Subwavelength Photonics Research Group

中野 明彦
Akihiko Nakano

生細胞超解像イメージング研究チーム Live Cell Super-Resolution Imaging Research Team	中野 明彦 Akihiko Nakano	16
生命光学技術研究チーム Biotechnological Optics Research Team	宮脇 敦史 Atsushi Miyawaki	18
画像情報処理研究チーム Image Processing Research Team	横田 秀夫 Hideo Yokota	20
フォトン操作機能研究チーム Innovative Photon Manipulation Research Team	田中 拓男 Takuo Tanaka	22
先端レーザー加工研究チーム Advanced Laser Photonics Research Team	杉岡 幸次 Koji Sugioka	24

テラヘルツ光研究領域
Terahertz-wave Research Group

南出 泰亜
Hiroaki Minamide

テラヘルツ光源研究チーム Tera-Photonics Research Team	南出 泰亜 Hiroaki Minamide	26
テラヘルツイメージング研究チーム Terahertz Sensing and Imaging Research Team	大谷 知行 Chiko Otani	28
テラヘルツ量子素子研究チーム Terahertz Quantum Device Research Team	平山 秀樹 Hideki Hirayama	30

光量子技術基盤開発領域
Advanced Photonics Technology Development Group

和田 智之
Satoshi Wada

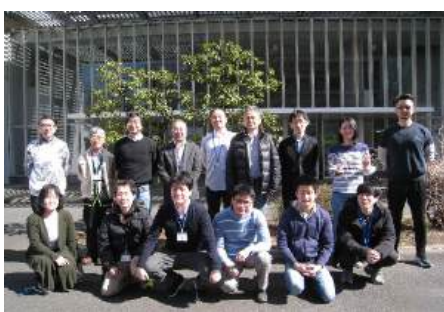
光量子制御技術開発チーム Photonics Control Technology Team	和田 智之 Satoshi Wada	32
先端光学素子開発チーム Ultrahigh Precision Optics Technology Team	山形 豊 Yutaka Yamagata	34
中性子ビーム技術開発チーム Neutron Beam Technology Team	大竹 淑恵 Yoshie Otake	36
技術基盤支援チーム Advanced Manufacturing Support Team	山形 豊 Yutaka Yamagata	38

アト秒科学研究チーム



チームリーダー / Team Leader

緑川 克美 工学博士
Katsumi Midorikawa, D. Eng.



FY2023 Core Members

(専任研究員) 鍋川 康夫、永田 豊
(上級研究員) 磯部 圭佑
(研究員) 沖野 友哉、藤原 孝成、
Yu-Chieh Lin、山崎 馨
(特別嘱託研究員) 小林 徹
(特別研究員) Lu Xu、Giang Nhan Tran
(特別嘱託職員) 若林 多起子

(Senior Research Scientist)
Yasuo Nabekawa, Yutaka Nagata
(Senior Scientist) Keisuke Isobe
(Research Scientist)
Tomoya Okino, Takashige Fujiwara,
Yu-Chieh Lin, Kaoru Yamazaki (Special
Temporary Research Scientist)
Tohru Kobayashi
(Postdoctoral Researcher)
Lu Xu, Giang Nhan Tran
(Special Temporary Employee)
Takiko Wakabayashi

研究テーマ

- ✓ アト秒パルスの発生と計測
- ✓ 原子・分子のアト秒ダイナミクス
- ✓ XUV領域における非線形光学
- ✓ 超短パルス高強度レーザー
- ✓ 多光子イメージング

Research Subjects

- ✓ Generation and measurement of attosecond pulses
- ✓ Attosecond dynamics in atoms and molecules
- ✓ XUV nonlinear optics
- ✓ Ultrashort intense lasers
- ✓ Multiphoton microscopy

研究成果 / Research Output



サブサイクル光渦パルスの発生

- サニャック干渉計を用いることによって、ガウス型空間分布のサブサイクルパルス光(1オクターブ以上のバンド幅)を、色分散を最小限に抑えて光渦に変換することに成功した。
- 特別に設計して開発した2次元f-2f干渉計を用いることで、サブサイクル光渦の波面がCEPの変化により回転することを証明した。

Generation of sub-cycle optical vortex pulse

- The sub-cycle Gaussian pulse involving a spectral component with more than one-octave bandwidth was converted to an optical vortex (OV) pulse by using a Sagnac interferometer with the minimum chromatic dispersion.
- Owing to the specially designed 2D f-2f interferometer, we successfully demonstrated that the chiral wavefront of the OV pulse was rotated with the alteration of the carrier envelope phase (CEP) of the sub-cycle OV pulse.

Yu-Chieh Lin, Katsumi Midorikawa and Yasuo Nabekawa, "Wavefront control of subcycle vortex pulses via carrier-envelope-phase tailoring," Light: Science & Applications 2023, 12: 279. DOI 10.1038/s41377-023-01328-7.

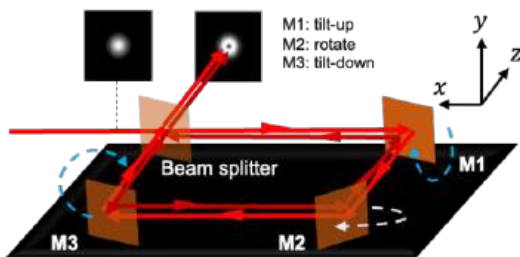
Attosecond Science Research Team

パルス幅が極端に短いパルス光、特にサブサイクルパルス光と呼ばれるパルス幅が光の搬送波周期よりも短いパルス光に於いては、キャリア包絡線位相 (Carrier Envelope Phase, CEP) の値によってパルス光の電場波形が大きく変化することが知られています。サブサイクルパルス光が光渦 (Optical Vortex, OV) のような空間構造を持てば、CEPは電場の時間波形だけではなく空間的な波面にも影響を及ぼします。電場が時空間で分かち難く繋がっているからです。しかしながら、CEP制御による空間波面の変化はこれまで測定されたことがありませんでした。

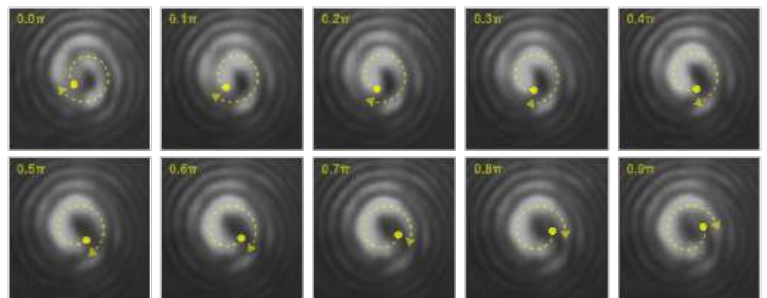
本研究ではCEPの制御によりサブサイクル光渦パルスの空間波面が変化することを、初めて実験的に示しました。実験では最初に光学パラメトリック増幅器によりガウス型空間分布を持つサブサイクルパルス光を発生しました。これをサニャック干渉計によるモード変換器を通すことで、十分に色分散の小さい状態でサブサイクル光渦を得ることができました。パルス幅は4.7fs、キャリア波長は1.54 μ mです。CEP制御によってサブサイクル光渦の波面が変化することを観測するために、我々は新たなf-2f干渉計 (2次元f-2f干渉計)を開発しました。これはサブサイクル光渦とガウス型空間分布のサブサイクルパルス光の2倍波を空間的に干渉させるものです。このときガウス型空間分布2倍波の放物型波面が参照光として働くので、光渦の波面が渦状の干渉縞として現れます。CEPを掃引しながらこの干渉縞を記録した結果、渦状の干渉縞が回転する様子を観測することができました。

The carrier-envelope phase (CEP) of an ultrashort laser pulse is getting more crucial to specify the temporal characteristic of the pulse's electric field when the pulse duration is getting shorter and attains the sub-cycle regime, where the pulse duration of the intensity envelope is shorter than one cycle period of the carrier field oscillation. When such a sub-cycle pulse involves a structured wavefront as is contained in an optical vortex (OV) pulse, the CEP should have an impact on not only the temporal but also the spatial characteristic owing to the spatio-temporal coupling in the structured optical pulse. Nevertheless, the direct observation of the spatial effect with the CEP control has not been demonstrated to date.

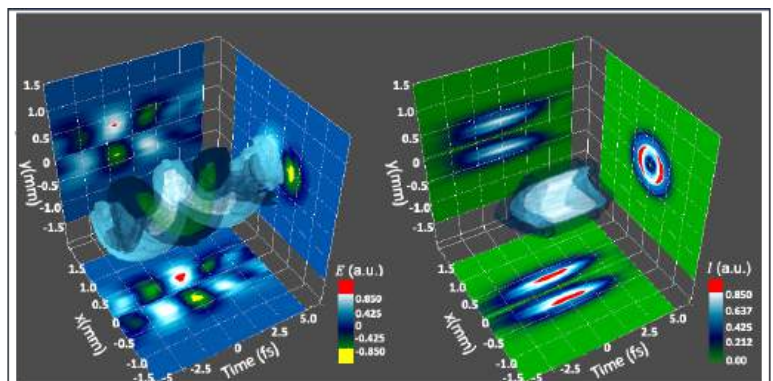
In this study, we demonstrated the measurement and control of the spatial wavefront of the sub-cycle OV pulse by adjusting the CEP. To generate sub-cycle OV pulses, we integrated an optical parametric amplifier delivering sub-cycle Gaussian pulses and a mode converter of a Sagnac interferometer, featuring adequate spectral adaptability. The pulse duration of the generated OV pulse was 4.7 fs at the carrier wavelength of 1.54 μ m. To confirm the wavefront control with the alteration of the CEP, we have developed a novel f-2f interferometer that can exhibit spiral fringes originating from the spatial interference between the sub-cycle OV pulse and the second harmonic of the sub-cycle Gaussian pulse serving a parabolic wavefront as a reference, resulting in the successful observation of the rotation of spiral interference fringes during CEP manipulation.



↑ 図1 サブサイクル光渦パルスへのモード変換をするために開発されたサニャック干渉系の模式図。
Fig.1 Schematic of Sagnac interferometer adopted as a mode converter to generate the subcycle OV pulse.



↗ 図2 CEPを掃引した時のサブサイクル光渦パルスの渦状干渉縞の回転。新たに開発した2次元f-2f干渉計により測定した。
Fig.2 Snap shots of the rotating spiral interference fringes of the subcycle OV pulse upon scanning the CEP. These were observed with the newly developed 2D f-2f interferometer.



→ 図3 測定したデータから再構築された、サブサイクル光渦パルスの時空間波面形状 (左パネル) と強度プロファイル (右パネル)。
Fig.3 Spatio-temporal wavefront (left panel) and the intensity profile (right panel) of the subcycle OV pulse retrieved from the measured data.

超高速分子計測研究チーム



チームリーダー / Team Leader

田原 太平 理学博士

Tahei Tahara, D. Sci.



FY2023 Core Members

(専任研究員)

石井 邦彦(兼務)、二本柳 聡史(兼務)

(研究員)

松崎 維信

(アシスタント)

加藤 智子(兼務)

(Senior Research Scientist)

Kunihiko Ishii (c),

Satoshi Nihonyanagi (c)

(Research Scientist)

Korenobu Matsuzaki

(Assistant)

Tomoko Kato (c)

研究テーマ

- ✓ 超短パルス光の発生とそれを用いた超高速分光計測法の開発
- ✓ 超高速分光を用いた凝縮相分子ダイナミクスの解明と制御
- ✓ 非線形分光を用いた界面分子ダイナミクスの観測と解明

Research Subjects

- ✓ Generation of ultrashort pulses and development of ultrafast spectroscopic methods
- ✓ Elucidation and control of molecular dynamics in the condensed phase by ultrafast spectroscopy
- ✓ Observation and elucidation of molecular dynamics at interfaces by nonlinear spectroscopy

研究成果 / Research Output

空気/水界面の水のOH伸縮振動のエネルギー緩和過程の全容解明



Woongmo Sung 研究員

- 界面選択的な光位相検出時間分解非線形分光を駆使して空気/水界面のOH伸縮振動の信頼できる振動緩和時間を決定
- 空気/水界面に存在する空気側に突き出したフリーOH基が回転によって他の水分子と水素結合したOH基に変わっていく過程を初めて観測
- 空気/水界面のOH伸縮振動のエネルギー緩和過程の全容を统一的に解明

Unified Picture of Vibrational Relaxation of OH Stretch at the Air/Water Interface

- Evaluating reliable vibrational relaxation time (T_1) of OH stretch motion at the air/water interface using phase-sensitive, time-resolved nonlinear optical spectroscopy.
- Direct observation of the conversion from free OH to hydrogen-bonded (HB) OH at the air/water interface.
- Providing a unified picture of the vibrational relaxation pathway of the OH stretch at the air/water interface.

Reference: W. Sung et al. Unified picture of vibrational relaxation of OH stretch at the air/water interface, *Nat. Commun.* **15**, 1258 (2024).

Ultrafast Spectroscopy Research Team

様々な環境下でエネルギーがどのように流れ、失われていくか（エネルギーの散逸過程）を理解することは、自然界で起こる様々な現象を理解する上で大変本質的です。特に我々の周囲に遍在する水の中でのエネルギー散逸過程は大変重要で、多くの研究が行われています。ところが、水素結合ネットワークが突然切れてしまう水界面でのエネルギー散逸についてはよくわかっていません。そこで本研究では、空気/水界面（水の表面）の水のOH基に注目し、その伸縮振動にエネルギーを与え、それがどのように、どれくらいの時間で失われていくのかを、界面選択的な超高速分光であるフェムト秒時間分解ヘテロダイン検出振動和周波発生分光法によって調べました。具体的には、振動励起された水素結合（HB）OH伸縮バンド（ $\nu=1\rightarrow 2$ 遷移）の時間変化を測定し（図1）、その減衰の様子から信頼性の高い振動緩和時間（ T_1 ）を決定しました。フェムト秒の赤外光でHB OH振動を直接励起した場合の T_1 は0.2~0.4 psであり（図2）、バルク水中の水の T_1 と差がないことがわかりました。その一方、水表面に特有な空気側に突き出したフリーOHの振動を励起した場合には、励起されたフリーOHがそのエネルギーを保ったままHB OHに変換する過程（ ~ 0.9 ps）と、それに続く緩和（ ~ 0.3 ps）が観測されました。この研究によって、水表面の水の振動エネルギーがどのように流れ、失われていくかの全容が明らかになりました。

The elucidation of the energy dissipation process is crucial for understanding various phenomena occurring in nature. Yet, the vibrational relaxation and its timescale at the water interface, where the hydrogen-bonding network is truncated, are not well understood. In this study, we focus on the water OH stretch at the air/water interface and investigate its vibrational relaxation by femtosecond time-resolved, heterodyne-detected vibrational sum-frequency generation spectroscopy. The temporal change of the vibrationally excited hydrogen-bonded (HB) OH stretch band ($\nu=1\rightarrow 2$ transition) is measured (Fig. 1), enabling us to determine reliable vibrational relaxation time (T_1). The T_1 times obtained by direct excitations of HB OH stretch with femtosecond infrared pulses are 0.2-0.4 ps (Fig. 2), which are similar to the T_1 time in bulk water. The delayed rise and the following decay of the excited-state HB OH band are observed with excitation of free OH stretch, indicating conversion from excited free OH to excited HB OH (~0.9 ps) followed by relaxation to low-frequency vibrations (~0.3 ps). Our study provides a complete set of the T_1 time of the interfacial OH stretch and presents a unified picture of its vibrational relaxation at the air/water interface.

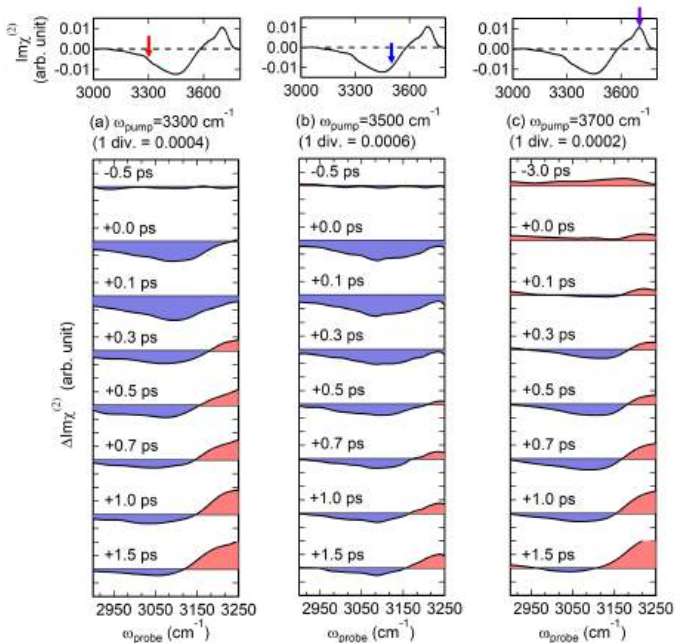


図1 空気/水界面の界面選択的な時間分解振動スペクトル。(a) 3300 cm^{-1} 励起（水素結合バンドの低波数側）(b) 3500 cm^{-1} （水素結合バンドの高波数側）励起 (c) 3700 cm^{-1} （フリーOH）励起。

Fig.1 Time-resolved $\Delta\text{Im}\chi^{(2)}$ spectra of the air/water interface upon excitations at (a) 3300 cm^{-1} (low-frequency side of the HB OH stretch), (b) 3500 cm^{-1} (high-frequency side of the HB OH stretch), and (c) 3700 cm^{-1} (free OH stretch).

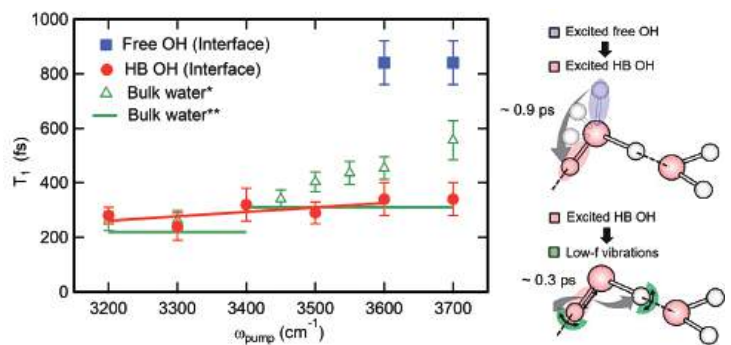
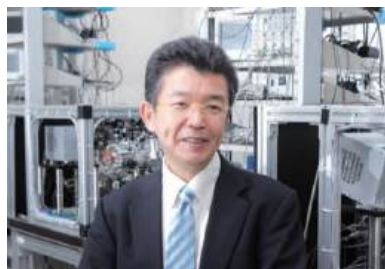


図2 空気/水界面のOH伸縮振動の振動緩和時間（ T_1 ）の励起振動数依存性。（青四角）フリーOH、（赤丸）水素結合OH。比較のために文献にあるバルク水中の T_1 （緑）も示してある。

Fig.2 T_1 times of free- (blue square) and HB OH stretch (red square) at the air/water interface plotted against the excitation frequency. For comparison, the T_1 times of bulk water from literature are also shown (green triangles and bars).

*van der Post et al. *Nat. Commun.* 6, 8384 (2015). **De Marco et al. *J. Chem. Phys.* 145, 094501 (2016).

時空間エンジニアリング研究チーム



チームリーダー / Team Leader

香取 秀俊 博士(工学)

Hidetoshi Katori, D. Eng.



FY2023 Core Members

(専任研究員)

高本 将男 (兼務)

山口 敦史 (兼務)

(アシスタント)

小林 恵

(Senior Research Scientist)

Masao Takamoto (c)

Atsushi Yamaguchi (c)

(Assistant)

Megumi Kobayashi

研究テーマ

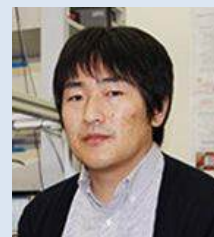
- ✓ 光格子時計の実用化に向けた応用の開拓
- ✓ 相対論的測地技術の構築
- ✓ 次世代可搬型光格子時計の開発

Research Subjects

- ✓ Exploration of practical applications of optical lattice clocks
- ✓ Establishment of relativistic geodetic technology
- ✓ Development of the next-generation transportable optical lattice clocks

研究成果 / Research Output

可搬型光格子時計を用いた 応用的研究と次世代機の開発



- 「秒」の再定義に向けた光格子時計の国際比較
- 長距離光ファイバ伝送を用いた遠隔時計比較
- 次世代小型光格子時計の開発

Development of a transportable optical lattice clock for relativistic geodesy

- International comparison of optical lattice clocks towards the redefinition of the second
- Remote comparison of optical lattice clocks using a long-distance optical fiber link
- Development of next-generation transportable optical lattice clocks

Space-Time Engineering Research Team

時空間エンジニアリング研究チームでは、光格子時計の実用化に向けた技術開発を行っています。この一環として現在、可搬型光格子時計を用いた応用的研究、相対論的測地技術応用の実証実験と次世代小型光格子時計の開発を行っています。

光格子時計は、現在の秒の定義として用いられているセシウム原子時計の精度を2桁以上上回る18桁の精度を実現しており、秒の再定義の候補として注目されています。秒の再定義に向けた課題の一つは、世界各国の光格子時計の整合性を確認することです。我々は今年度、可搬型の光格子時計を欧州の標準研に移設し、理研、NPL（英標準研）、PTB（独標準研）の三者でSr原子を用いた光格子時計の国際比較を行いました。その結果、現行の秒の精度を1桁以上上回る精度で互いの周波数が整合していることが確認されました。

一方で高精度な時計は、標準だけでなくさまざまな分野への応用も期待されます。時間の進み方は重力の影響により地上では1 cmの標高差で時計周波数の18桁目が変化します。標高の違う2台の時計を比較すれば、時間の進み方の違いから標高差を計測できます。このような相対論的測地技術を利用すれば、標高の高分解能空間マッピングや時間変化の実時間計測なども可能となります。現在、可搬型光格子時計を水沢の国立天文台に運び、長さ800 kmの光ファイバを用いて、理研に設置された時計と遠隔比較する実験を行っています（図1）。6時間の積算で1 cmの標高差の計測精度を実現できれば、12時間周期で振動する潮汐効果の観測が可能となります。また、1年のスケールで1 cmの標高計測の再現性が実現できれば、地震後の長期的な地面の隆起も観測できる可能性があります。

今後、このような測地技術と開発中の次世代小型光格子時計（図2）を組み合わせることで、プレート運動や火山活動による地殻変動の観測などを通して地球物理学に応用したり、全球測位衛星システムや高感度重力計と補完的に利用できる光格子時計ネットワークの確立を目指します。

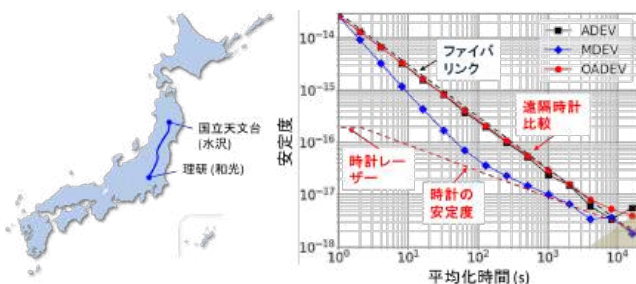


図1 理研（和光）と国立天文台（水沢）を繋ぐ長距離光ファイバリンクと遠隔比較の安定度。長距離光ファイバリンクを用いて理研－国立天文台間で遠隔比較を行いました。

Fig.1 Long-distance optical fiber link between RIKEN (Wako) and NAOJ (Mizusawa). An optical lattice clock is transported to NAOJ, and the frequencies of the RIKEN clock and the NAOJ clock are remotely compared using the optical fiber.

Space-Time Engineering Research Team is developing technologies for the practical use of optical lattice clocks. As part of the activities, the team is currently demonstrating geodetic applications and developing next-generation compact clocks.

Optical lattice clocks have achieved an accuracy of 18 digits, two orders of magnitude better than that of cesium clocks, and have attracted attention as candidates for the redefinition of the second. One of the challenges is to confirm the consistency of the clocks worldwide. This year, we transported our clock to Europe and conducted an international comparison of Sr optical lattice clocks at RIKEN, NPL (UK), and PTB (Germany). As a result, it was confirmed that their frequencies were consistent with an accuracy more than one order of magnitude better than the second.

High-precision clocks are expected to be applied not only to standards but also to various other fields. Due to the effect of gravity, a 1 cm difference in height above the ground can be measured by comparing the two clocks, which changes from the 18th digit of the clock frequency. Such relativistic geodesy allows high-resolution spatial mapping and real-time measurement of elevation. We are conducting an experiment in which an optical lattice clock is transported to the observatory in Mizusawa and remotely compared with the clock at RIKEN using an 800 km long optical fiber (Fig. 1). If the reproducibility of the 1 cm elevation measurement over a one-year scale can be realized, it may be possible to observe long-term ground uplift after the earthquake.

By combining such geodetic technology with the next-generation compact clock (Fig. 2), we aim to establish an optical lattice clock network that can be applied to geophysics through observations of crustal deformation caused by plate movement and volcanic activity, and that can be used complementary to global positioning satellite systems and high-sensitivity gravimeters.

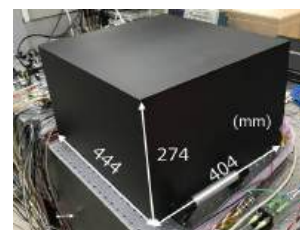
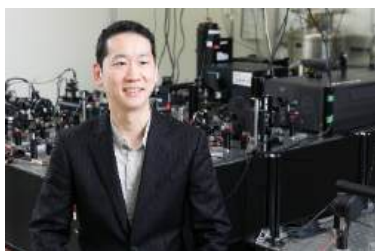


図2 次世代小型光格子時計の物理パッケージ。物理パッケージとレーザー光源システムを含めて総体積250 L（従来の7分の1）のシステムを開発しました。

Fig.2 Physical package for the next generation of compact optical lattice clocks. The team has developed a system with a total volume of 250 L (one-seventh of our previous system), including the physical package and laser system.

量子オプトエレクトロニクス研究チーム



チームリーダー / Team Leader

加藤 雄一郎 Ph.D.

Yuichiro Kato, Ph.D.



FY2023 Core Members

(特別研究員)

西留 比呂幸、Mengyue Wang,
Clement Deleau, Ufuk Erkilic (兼務)

(客員研究員)

小澤 大知、山下 大喜、藤井 瞬
(アシスタント)

新坂 頼子 (兼務)

(Postdoctoral Researcher)

Hiroyuki Nishidome,
Mengyue Wang, Clement Deleau,
Ufuk Erkilic (c)

(Visiting Scientist)

Daichi Kozawa, Daiki Yamashita,
Shun Fujii

(Assistant)

Yoriko Nissaka (c)

研究テーマ

- ✓ 室温動作通信波長単一光子源の開発
- ✓ 極低消費エネルギー発光素子の開発
- ✓ 新機能性光センサーの開発

Research Subjects

- ✓ Room-temperature telecommunication-wavelength single photon source
- ✓ Electroluminescence devices with extremely low energy dissipation
- ✓ Optical sensors with novel functionalities

研究成果 / Research Output

原子層ナノ物質と高Q値微小光共振器による高効率波長変換



- 高Q値シリカ微小光共振器と原子層2次元物質のハイブリッド光デバイス
- 2次の非線形光学効果を微弱な連続光励起で実現
- 2次と3次の非線形効果の両立と制御を実証

van der Waals Decoration of Ultra-High-Q Silica Microcavities for $\chi^{(2)}$ - $\chi^{(3)}$ Hybrid Nonlinear Photonics

- Atomically-thin 2D material integrated high-Q silica microcavity device
- Observation of second-order nonlinearity with low-power, continuous-wave excitation
- Flexible controllability of nonlinear susceptibility by van der Waals decoration

Reference: S. Fujii, N. Fang, D. Yamashita, D. Kozawa, C. F. Fong, and Y. K. Kato, "van der Waals Decoration of Ultra-High-Q Silica Microcavities for $\chi^{(2)}$ - $\chi^{(3)}$ Hybrid Nonlinear Photonics," *Nano Lett.* **24**, 4209-4216 (2024).

Quantum Optoelectronics Research Team

近年、原子1層程度の厚みしか持たない2次元材料の活用が、次世代半導体などのいろいろな分野で注目されています。中でもセレン化タングステン(WSe₂)をはじめとする遷移金属ダイカルコゲナイドは単層で良質な直接遷移型の半導体特性を示し、その厚みは0.7ナノメートル (nm、1nmは10億分の1メートル) 程度という究極的なナノ材料の一つです。さらにその薄さにもかかわらず巨大な非線形光学係数を持つことが先行研究より示唆されてきました。

本研究では、単層WSe₂を高Q値シリカ微小光共振器上に転写することで、従来制限されてきた2次の非線形波長変換が微弱な連続光レーザーでも高効率に発生できることを実証しました。共振器の光学損失を極力低減しながら作製したデバイスを通信波長帯の連続光レーザーで励起し、可視光帯に感度を持つ分光器で波長変換光を観測しました。そのとき励起光の半分の波長である773nm付近において大きなピークが得られており、代表的な2次非線形光学効果である第二高調波発生が起きていることが確認されました。さらに転写するWSe₂の大きさと微小光共振器上の位置を変えることで、2次と3次の非線形光学効果の強さを制御可能であることを明らかにしました。

本来シリカは二次の非線形光学効果は示しません。今回、原子層2次元材料を高Q値微小光共振器に組み合わせることで、従来観測できなかった高効率な波長変換過程の誘起と制御を実証したことは、材料固有の特性を打破する重要な結果です。本手法を活用することでナノフォトニクス素子開発の自由度を飛躍的に高めることが期待されます。

In recent years, the utilization of atomically-thin two-dimensional materials has been attracting great attention in various applications such as next-generation semiconductor devices. Transition metal dichalcogenides such as tungsten diselenide (WSe₂) exhibit high-quality direct-transition semiconductor properties in a single layer with a thickness of approximately 0.7 nm. Moreover, these materials potentially possess giant nonlinear susceptibilities despite their ultimate thickness.

Here we demonstrated efficient second-order nonlinear frequency conversion in a monolayer WSe₂ integrated high-Q silica microcavity with a low-power, continuous-wave excitation. When a low-loss hybrid microcavity was pumped by a telecom laser, a clear peak was observed around 773 nm, which is half the wavelength of the excitation wavelength, confirming the occurrence of second harmonic generation. We also revealed the coexistence of second- and third-order nonlinearities as well as its flexible control in a single device.

Silica does not inherently exhibit second-order nonlinearity. This method breaks the intrinsic properties of material and offers the further development of nanophotonic devices.



図1 (左) 高Q値微小光共振器とセレン化タングステンを組み合わせたハイブリッドデバイス (右) 走査電子顕微鏡像。

Fig.1 (left) Schematics of a high-Q silica microcavity decorated by monolayer WSe₂. (right) Scanning electron micrograph image.

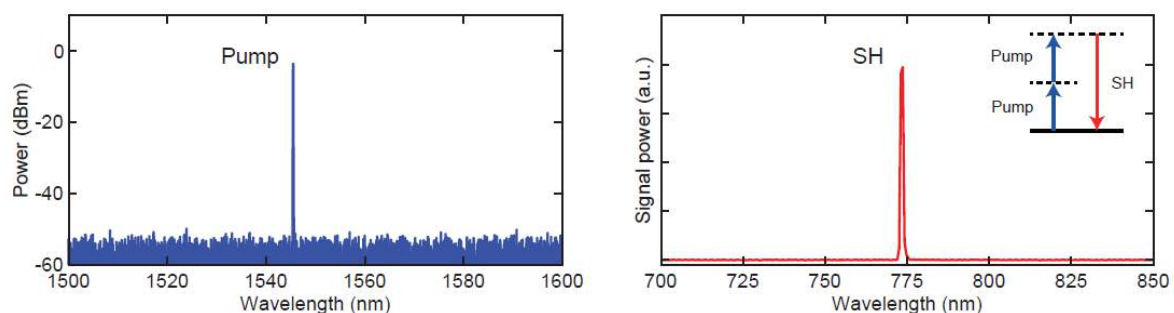
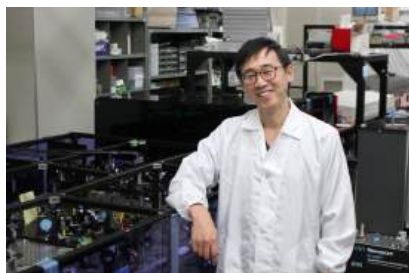


図2 (左) 励起光の光スペクトル (右) と観測された第二高調波の光スペクトルとエネルギーダイヤグラム。

Fig.2 (left) Optical spectrum of the pump light. (right) Observed optical spectrum of the second-harmonic light and the energy diagram.

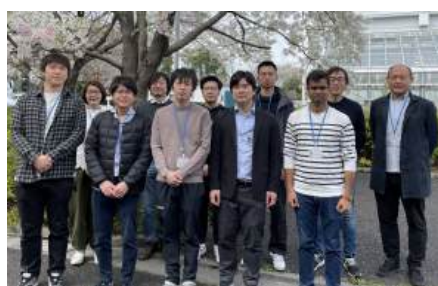
超高速コヒーレント軟X線光学研究チーム



チームリーダー / Team Leader

高橋 栄治 博士 (工学)

Eiji J. Takahashi, D. Eng.



FY2023 Core Members

(専任研究員)

鍋川 康夫 (兼務)

(研究員)

神田 夏輝

Lu Xu (兼務)

(特別研究員)

今坂 光太郎

西宮 海人

池田 大

RAJPOOT Rambabu

Tran Giang Nhan (兼務)

(国際プログラム・アソシエイト)

Dong Dianhong

(アシスタント)

板井 亮子

(Senior Research Scientist)

Yasuo Nabekawa (c)

(Research Scientist)

Natsuki Kanda

Lu Xu (c)

(Postdoctoral Researcher)

Kotaro Imasaka, Kaito Nishimiya,

Dai Ikeda, Rambabu Rajpoot,

Tran Giang Nhan (c)

(International Program Associate)

Dianhong Dong

(Assistant)

Ryoko Itai

研究テーマ

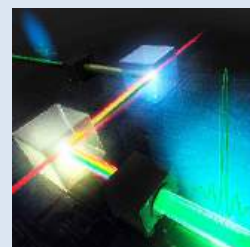
- ✓ 高強度・単一サイクルレーザーの開発
- ✓ 高出力・コヒーレント軟X線光源の開発
- ✓ 超高速軟X線科学の開拓
- ✓ 次世代光量子ビーム源に関する研究

Research Subjects

- ✓ High-intensity single-cycle laser pulse
- ✓ High-power coherent soft x-ray attosecond pulse
- ✓ Ultrafast soft x-ray science
- ✓ Next-generation quantum beam sources

研究成果 / Research Output

TW 級シングルサイクル レーザーシステムの開発



- 理研独自のレーザー増幅法 (DC-OPA) を採用
- シングルサイクルレーザーの増幅法を世界で初めて実現
- アト秒レーザーの短波長化、及び高出力化へ貢献

Development of a TW-class single-cycle laser system

- RIKEN's original laser amplification method called the advanced DC-OPA
- First demonstration of single-cycle laser amplification
- Pave the way to shorter wavelength and higher output energy attosecond lasers

L. Xu, and E. J. Takahashi, "Dual-chirped optical parametric amplification of high-energy single-cycle laser pulses", Nature Photonics **18**, 99-106 (2024).

Ultrafast Coherent Soft X-ray Photonics Research Team

レーザー光と物質の相互作用を取り扱う高強度レーザー科学研究においてパルス包絡線内に含まれる「レーザー電場のサイクル数」は、物質と光の相互回数を決定する極めて重要なパラメーターとなります。超高速コヒーレント軟 X 線光学研究チームでは独自のレーザー増幅法である DC-OPA を用いて TW 級の出力を持つシングルサイクルレーザーシステムの開発に取り組みました。

DC-OPA の増幅は BiBO (BiB3O6) 結晶と MgO:LN (MgO:LiNbO₃) 結晶をカスケード配置した、3段構成としました (図 1)。またシングルサイクル化を実現する為に、シード光発生には自己位相変調と自己差周波発生を採用し、搬送波位相が安定した超広帯域シード光を発生させました。DC-OPA 増幅の結果、パルス幅 8.5 フェムト秒、パルスエネルギー 56 ミリジュール、ピーク出力 6.5 テラワットのレーザーシステムの開発に成功しました (図 2)。レーザーの中心波長は 2.4 マイクロメートルであることから、強度包絡線の半値全幅内の電場サイクル数において 1 サイクルを達成しました。

これまでの水の窓高調波発生実験より、開発したレーザー光源を励起光として使用することで、光子エネルギー 500 – 300 eV 域において、10 ナノジュールを超える単一アト秒パルスの発生が可能になります。結果、サブギガワット級の出力を持つ軟 X 線アト秒パルスの実現が期待できます。

In high-intensity laser science dealing with an interaction of light and matter, the "cycle number of electric field" within a pulse envelope becomes an extremely important parameter. Ultrafast coherent soft x-ray photonics research team has demonstrated a TW-class single-cycle laser system using DC-OPA.

Our DC-OPA consists of three stages comprising BiBO and MgO:LN crystals (see Fig. 1). To achieve a CEP-stabilized single-cycle pulse, SPM and intra-DFG have been employed for generating a broadband seed pulse. Thanks to the DC-OPA scheme, we have succeeded in developing a laser system with a pulse duration of 8.5 fs, pulse energy of 56 mJ, and peak power of 6.5 TW (see Fig.2). The center wavelength of the output pulse is around 2.4 μm, which achieves single-cycle electric field within the FWHM of the intensity envelope.

From our previous experiments on water window harmonic generation, it is possible to generate 10-nJ class isolated attosecond pulses with photon energy region in the 500 - 300 eV using our developed IR source. This result is expected to realize soft x-ray attosecond pulses with sub-GW peak power.

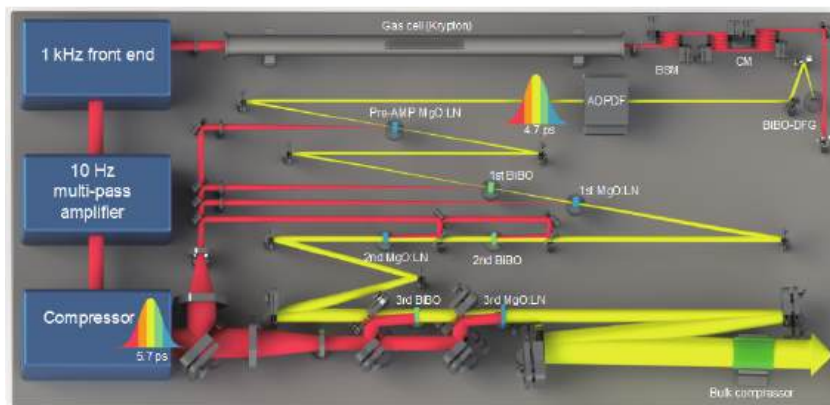


図1 TW 級シングルサイクルレーザーシステムの概略図

Fig.1 TW-class single-cycle laser system based on DC-OPA.

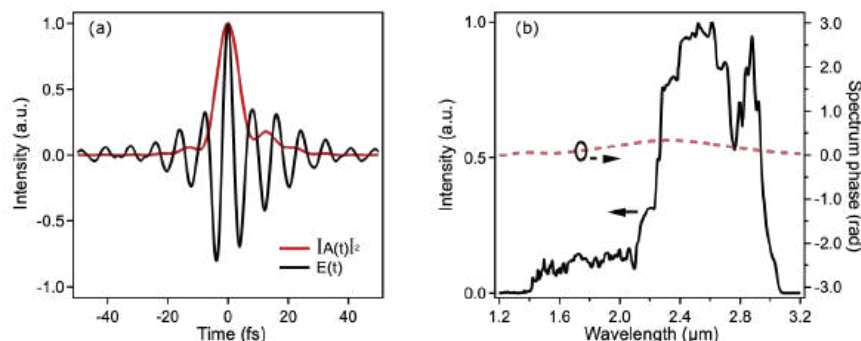


図2 (a) 出力されたレーザーパルスの時間波形、(b) スペクトル強度とスペクトル位相

Fig.2 (a) Reconstructed temporal profile with a pulse duration of 8.5 fs (FWHM), (b) Reconstructed spectral phase (red dashed line) and measured spectrum after the final DC-OPA stage (black solid line).

超短パルス電子線科学理研白眉研究チーム



理研白眉研究チームリーダー /
RIKEN Hakubi Team Leader

森本 裕也 Ph.D.
Yuya Morimoto, Ph.D.



FY2023 Core Members

(基礎科学特別研究員)

立花 佑一
Marie Ouillé

(テクニカルスタッフ)

山下由衣

(事務パートタイマー)

石川 朱美

(Special Postdoctoral Researcher)

Yuichi Tachibana

Marie Ouillé

(Technical Staff)

Yui Yamashita

(Part-time worker)

Akemi Ishikawa

研究テーマ

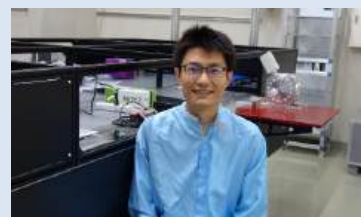
- ✓ 電子線のアト秒制御
- ✓ 電子パルスによる化学反応の超高速イメージング
- ✓ コヒーレント電子線を用いた原子衝突過程制御
- ✓ 赤外領域の高強度超短パルスレーザー光源の開発とその応用

Research Subjects

- ✓ Attosecond control of electron beams
- ✓ Ultrafast electron-beam imaging of chemical reactions
- ✓ Control of collisional processes using coherent electron beams
- ✓ Development of ultrashort and intense infrared laser sources and their applications

研究成果 / Research Output

アト秒ロッキングカーブ効果の観測



- アト秒電子ビームによる時間分解電子回折を実現
- 超高速で振動する光電磁場で電子回折強度が変調される超高速ロッキングカーブ効果を観測
- 高強度中赤外レーザー光により、非線形ロッキングカーブ効果を観測

Observation of attosecond rocking-curve effect

- Demonstration of time-resolved electron diffraction with attosecond electron beams
- Observation of rocking-curve effect induced by optical electromagnetic field oscillating at ultrahigh speed
- Observation of nonlinear rocking-curve effect induced by intense mid-infrared light waves.

Yuya Morimoto and Peter Baum, "Field-induced rocking curve effects in attosecond electron diffraction," Phys. Rev. Lett. (accepted).

Ultrashort Electron Beam Science RIKEN Hakubi Research Team

電子回折は、物質内部の原子の位置や電子の空間分布を精密に決定できる強力な手法です。化学反応や光物性に関わる物質中の電子の動きを調べるために、アト秒の時間分解能かつ原子レベルの空間分解能を有するアト秒電子回折法の開発が待ち望まれています。

本研究では、アト秒電子回折法の原理証明実験を行いました。図(a)に示すように、我々独自の手法であるナノ薄膜を用いた方法で、800アト秒の時間幅の電子ビームを発生させました。そして、アト秒電子ビームを用いて光で励起した単結晶ケイ素薄膜試料からの電子回折像を測定しました(図(b))。アト秒電子ビームと励起光の間の遅延時間をアト秒レベルで掃引すると、電子回折の強度が周期的に変化しました(図(c))。

電子回折強度がアト秒レベルで変化する原因を調べたところ、試料内のアト秒ダイナミクスではなく、電子ビームのダイナミクスに由来することが分かりました。薄膜試料上のレーザー光の電磁場により、アト秒電子ビームの軌道が変調され、回折が起きるために満たさねばならないブラッグ回折条件からビームの入射角度にずれが起き、その結果、回折強度が変化しました(ロッキングカーブ効果)。ここで用いた波長 $1\ \mu\text{m}$ のレーザー光の一周期は $3.4\ \text{fs}$ のため、それより短いアト秒の時間スケールで電子回折強度が変化しました。

波長が長いレーザー光を用いると、周期が長いいため、大きなロッキングカーブ効果が現れます。波長 $7\ \mu\text{m}$ の中赤外レーザー光を用いた実験では、レーザー電場強度に対して非線形なロッキングカーブ効果が観測されました。

Electron diffraction is a powerful technique that can precisely determine the position of atoms and the spatial distribution of electrons inside a material. The development of attosecond electron diffraction will allow filming the ultrafast motion of electrons.

In this study, we performed proof-of-principle experiments of attosecond electron diffraction. As shown in panel (a), we generated an electron beam with a duration of 800 as by a method using a membrane. We then measured electron diffractions from a single-crystalline silicon sample which was excited by a laser light (panel (b)). The observed diffraction intensity changed periodically as the delay between the electron beam and the excitation light wave was scanned (panel (c)).

The attosecond modulation of the diffraction intensity is attributed to the dynamics of the electron beam. The laser electromagnetic fields modulated the trajectory of the attosecond electron beam, and the incidence angle to the sample deviated, resulting in a change in diffraction intensity (rocking-curve effect). Since the cycle period of the $1\text{-}\mu\text{m}$ light field used here is $3.4\ \text{fs}$, the diffraction intensity changed on a shorter attosecond time scale.

The use of a laser light with a longer wavelength causes a stronger effect due to its longer cycle period. In an experiment using a $7\text{-}\mu\text{m}$ laser light, a nonlinear rocking-curve effect was observed.

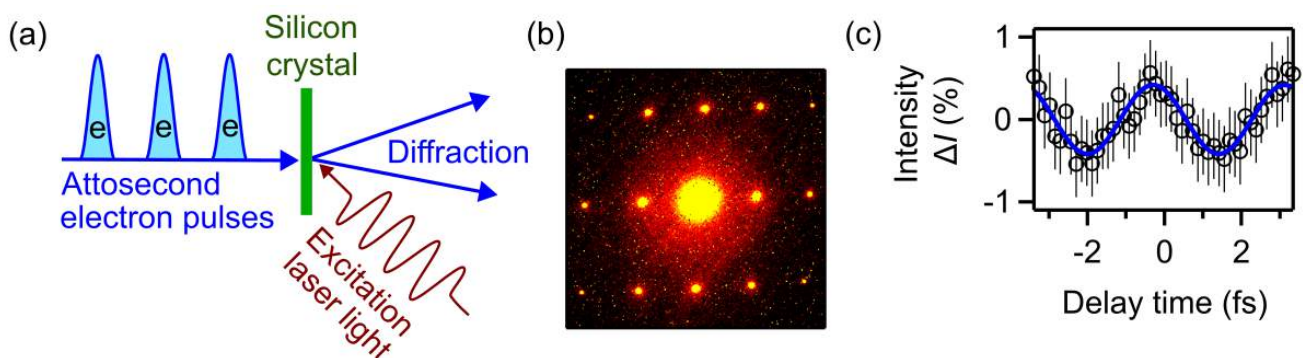
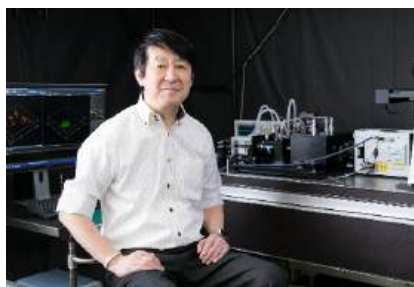


図1 アト秒電子回折におけるロッキングカーブ効果観測実験。(a)実験の概略。レーザー光(赤)で励起された単結晶薄膜(緑)によって、アト秒電子ビーム(青)が回折される。(b)アト秒電子ビームによって観測したケイ素単結晶の透過回折像。(c)レーザー光とアト秒電子ビームの遅延時間と共に変化する回折強度。

Fig.1 Experiment to observe the rocking-curve effect in attosecond electron diffraction. (a) Schematic of the experiment. Attosecond electron beam (blue) is diffracted by a single-crystal film (green) excited by a laser light (red). (b) Transmission diffraction image of a single-crystal silicon observed by the attosecond electron beam. (c) Diffraction intensity changes with the delay time between the laser light and the attosecond electron beam.

生細胞超解像イメージング研究チーム



副チームリーダー / Deputy Team Leader

中野 明彦 理学博士
Akihiko Nakano, D. Sci.



FY2023 Core Members

(専任研究員・上級研究員)

黒川 量雄、戸島 拓郎

(研究員) 神奈亜子、松浦 公美

(技師) 宮代 大輔

(テクニカルスタッフ)

石井 久美子、和賀 美保、蛭川 英男

(研究パートタイマー)

カライ マディ ムニアンディ

(アシスタント) 徳田 恵子

(Senior Research Scientist)

Kazuo Kurokawa, Takuro Tojima

(Research Scientist)

Natsuko Jin, Kumi Matsuura

(Technical Scientist)

Daisuke Miyashiro

(Technical Staff)

Kumiko Ishii, Miho Waga,

Hideo Hirukawa

(Research Part-time Worker)

Kalai Madhi Muniandy

(Assistant)

Keiko Tokuda

研究テーマ

- ✓ 超解像ライブイメージング顕微鏡技術の開発
- ✓ 細胞内膜交通の分子機構

Research Subjects

- ✓ Development of super-resolution live imaging microscopy
- ✓ Molecular mechanisms of intracellular membrane trafficking

研究成果 / Research Output

ゴルジ体の一生の時空間ダイナミクス



- ゴルジ体形成の足場となる膜区画 (ERGIC) を酵母細胞で発見
- ERGICが徐々に性質を変えていく (槽成熟) ことでゴルジ体が生まれることを発見
- 超解像共焦点ライブイメージング顕微鏡システム (SCLIM) による観察

Spatiotemporal dissection of the Golgi apparatus and the ER-Golgi intermediate compartment in budding yeast

- The new membrane compartment called ERGIC, which acts as a scaffold for Golgi formation, is identified in yeast.
- The ERGIC gradually changes its nature to give rise to the Golgi.
- Observation by super-resolution confocal live imaging microscopy (SCLIM).

Reference: Tojima, T., Suda, Y., Jin, N., Kurokawa, K., and Nakano, A., "Spatiotemporal dissection of the Golgi apparatus and the ER-Golgi intermediate compartment in budding yeast", eLife, 13, e92900 (2024).

Live Cell Super-Resolution Imaging Research Team

ヒトや酵母を含む真核生物の細胞内には、細胞小器官と呼ばれるさまざまな膜構造があります。その一つであるゴルジ体は、小胞体（ER）で作られた多種の積荷タンパク質を取り込んで糖鎖修飾を施し、それぞれが働くべき場所に選別・搬出するという、細胞内物質輸送の中心的な役割を担っています。

当チームの戸島拓郎上級研究者らは、独自に開発した高速高解像度共焦点顕微鏡システム（SCLIM）を駆使して、生きた酵母細胞におけるゴルジ体の時空間ダイナミクスを精密に観察しました。その結果、酵母細胞では初めて、小胞体とゴルジ体の間に、ER-ゴルジ中間区画（ERGIC）と呼ばれる膜区画を発見し、これが徐々にその性質を変えていく（槽成熟）ことでゴルジ体が生まれることが分かりました。その後、ゴルジ体がさらにトランスゴルジ網（TGN）という選別輸送に特化した区画に成熟していく詳細な過程も明らかにしました。

SCLIMを用いた今後のさらなる研究により、ゴルジ体を中心とした膜交通機構の全貌が明らかになることが期待されます。また将来的には、細胞内タンパク質輸送選別機構の破綻が原因となって起こるさまざまな疾患や、ウイルス感染のメカニズムの解明にも貢献することが期待できます。

Eukaryotic cells contain a variety of membrane structures called organelles. The Golgi apparatus, one of these organelles, plays a central role in intracellular trafficking by receiving various types of cargo proteins synthesized in the endoplasmic reticulum (ER), modifying them through glycosylation, and sorting and exporting them to where they are needed.

Takuro Tojima (Senior Research Scientist) and his collaborators investigated the spatiotemporal dynamics of the Golgi apparatus in living yeast cells using super-resolution confocal live imaging microscopy (SCLIM), which they developed. They discovered, for the first time in yeast, a membrane compartment between the ER and the Golgi, called the ER-Golgi intermediate compartment (ERGIC), which gradually changes its nature (cisternal maturation) to give rise to the Golgi. They also uncovered the detailed process by which the Golgi further matures into the *trans*-Golgi network (TGN), a compartment specialized for cargo sorting and export.

In the future, the SCLIM technology will reveal the comprehensive mechanisms of the membrane traffic systems and contribute to the elucidation of the mechanisms of various diseases caused by the disruption of the membrane trafficking machinery, as well as the mechanisms of viral infections.

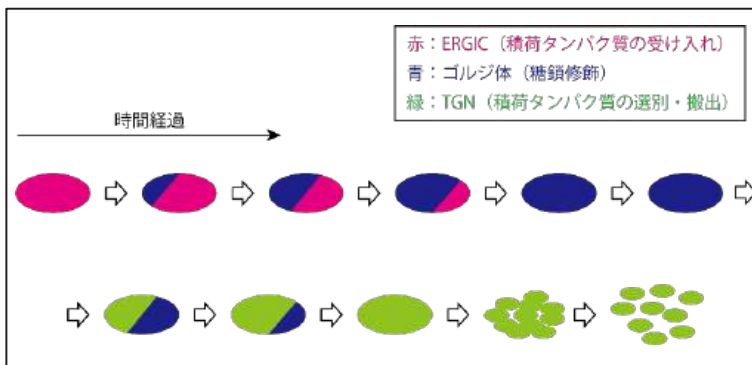


図1 ゴルジ体の時空間ダイナミクスの模式図

Fig.1 Schematic diagram of the spatiotemporal dynamics of the Golgi apparatus

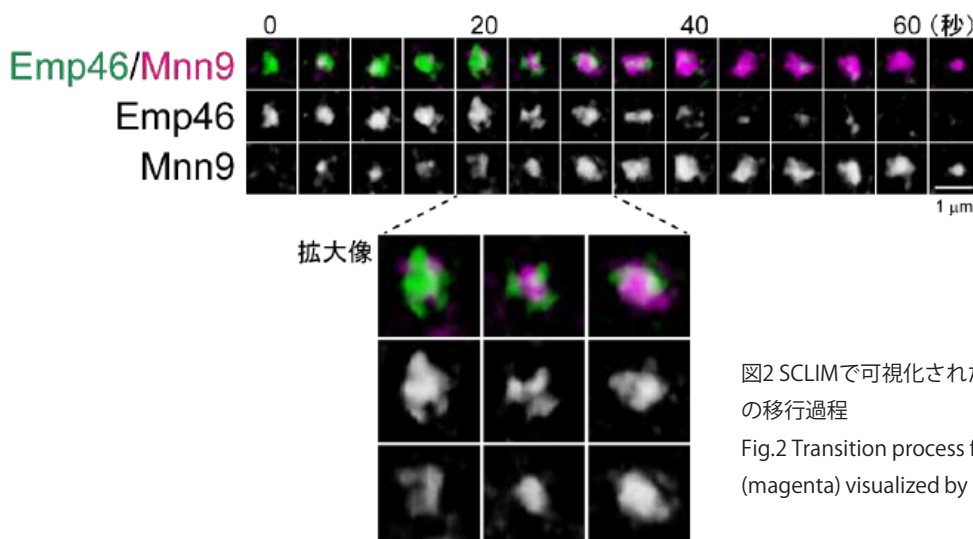


図2 SCLIMで可視化されたERGIC（緑）からゴルジ体（マゼンタ）への移行過程

Fig.2 Transition process from the ERGIC (green) to the Golgi (magenta) visualized by SCLIM.



チームリーダー / Team Leader

宮脇 敦史 医学博士
Atsushi Miyawaki, M.D., Ph.D.



FY2023 Core Members

(研究員)

阪上-沢野 朝子

(技師)

平野 雅彦

(テクニカルスタッフ)

戸崎 麻子

(Research Scientist)

Asako Sakaue-Sawano

(Technical Scientist)

Masahiko Hirano

(Technical Staff)

Asako Tosaki

研究テーマ

- ✓ 蛍光タンパク質の発色団の構造と機能
- ✓ 生命と光との相互作用
- ✓ 微小生物の水中運動の高速ビデオ撮影

Research Subjects

- ✓ Structure-function relationships of fluorescent protein chromophores
- ✓ Interplay between ambient light and organisms
- ✓ Ultra-fast observation of swimming behavior of micro-organisms

研究成果 / Research Output

光安定性の高い蛍光タンパク質、StayGoldの改良

StayGoldの2量体性を解消することにより、

- ミトコンドリア内膜のラベリングに成功
- 細胞分裂期のCondensin Iの動態を解明

Improvement of an extremely photostable fluorescent protein, StayGold

By making StayGold monovalent, we succeeded in:

- visualizing the inner membrane of mitochondria
- revealing the dynamics of Condensin I in mitosis

Ando R, Shimozono S, Ago H, Takagi M, Sugiyama M, Kurokawa H, Hirano M, Niino Y, Ueno G, Ishidate F, Fujiwara T, Okada Y, Yamamoto M, and Miyawaki A. "StayGold variants for molecular fusion and membrane-targeting applications." Nat. Methods (2023). <https://doi.org/10.1038/s41592-023-02085-6>

Hirano M, Yonemaru Y, Shimozono S, Sugiyama M, Ando R, Okada Y, Fujiwara T, and Miyawaki A. "StayGold photostability under different illumination modes." Sci. Rep. 14, 5541 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-55213-3>

StayGoldはタマクラゲからクローニング・開発された蛍光タンパク質です。StayGoldは、現在入手可能な蛍光タンパク質と比較して数十倍以上の高い光安定性を示します (図1)。StayGoldをミトコンドリアや小胞体の内腔に発現させ、超解像顕微鏡法を用いて観察することにより、それら細胞内小器官の運動性を詳細に解明することに成功しています。

しかし、StayGoldは2量体として存在するという欠点がありました。蛍光タンパク質が2量体を形成するとラベル対象物によっては人工的構造物を形成してしまう危険性があります。

この欠点を2つの方法により解消しました。一つはタンデムダイマーの開発です。タンデムダイマーとは2量体をリンカーを介して融合し1つのタンパク質分子にする方法です。リンカーの配列などを工夫することにより明るいタンデムダイマーを開発することに成功しました。もう一つの方法は、単量体の開発です。2量体形成に関与していると予想される複数のアミノ酸に変異を導入することにより、光安定性を損なうことなく単量体化を実現しました (図1)。単量体StayGold (mStayGold)を用いてミトコンドリア内膜を高速・高精細に長時間追跡することに成功しました (図2)。

StayGold, a fluorescent protein (FP), exhibits over one order of magnitude higher photostability than the other currently available FPs (Fig. 1). Targeting StayGold into organelles such as the endoplasmic reticulum and mitochondria, we successfully analyzed their motility at a high spatio-temporal resolution using super-resolution microscopy.

StayGold, however, has a limitation: it exists as a dimer. Dimeric FPs targeted to biomembranes or naturally oligomeric proteins have the potential to induce artificial structures.

We have made it monovalent by two approaches. First, we have created tandem dimers of StayGold by linking the two molecules. Secondly, we have monomerized StayGold by introducing mutations into the dimeric interface without compromising the outstanding photostability (Fig. 1). Using the monomerized StayGold (mStayGold) under super-resolution microscopy, we have achieved prolonged visualization of the inner membrane of mitochondria at a high spatio-temporal resolution (Fig. 2).

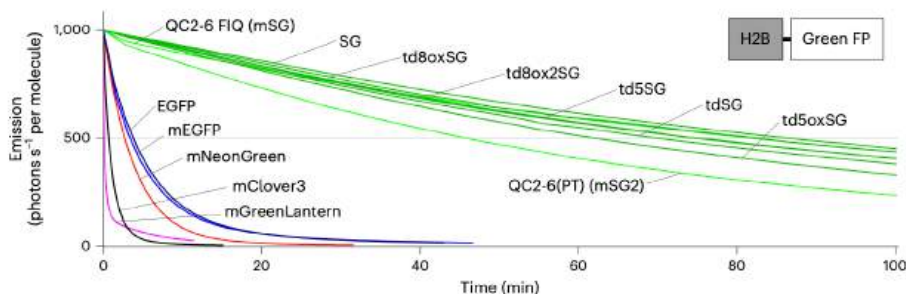


図1/Fig.1 タンデムダイマーおよび単量体StayGoldの光安定性。

8.66 W/cm²の強い励起光を照射した際のフォトブリーチングを定量した。接頭語tdはタンデムダイマーを示し、QC2-6 FIQ (mSG)及びQC2-6(PT) (mSG2)が単量体である。SGは元の2量体StayGoldである。

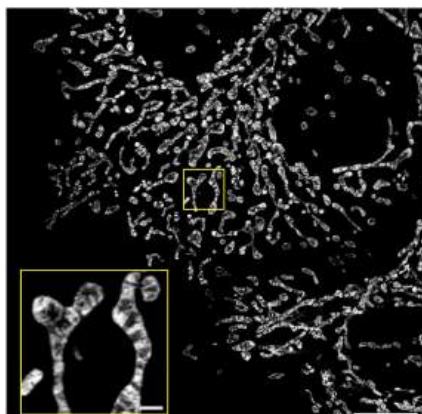


図2/Fig.2 mStayGoldにより可視化したミトコンドリア内膜
mStayGoldをミトコンドリア内膜に局在させ、超解像顕微鏡法 (lattice SIM) により可視化した。左下に拡大図を示す。スケールバー：10 μm (全体像)、1 μm (拡大図)。

画像情報処理研究チーム



チームリーダー / Team Leader

横田 秀夫 博士(工学)

Hideo Yokota, D. Eng.



FY2023 Core Members

(上級研究員)

吉澤 信、道川 隆士、野田 茂穂

(特別嘱託研究員)

太田 聡史

(研究員)

竹本 智子、山下 典理男

(テクニカルスタッフ)

辻村 有紀、中村 佐紀子、

西村 将臣、蛭川 英男

(アシスタント)

田中 晶予、岩崎 久美

(客員研究員)

孫 哲、深作 和明、

大山 慎太郎、古川 大記、

藤崎 和弘、古城 直道、村上 幸己

(Senior Research Scientist)

Shin Yoshizawa, Takashi Michikawa,
Shigeho Noda

(Special Temporary Research Scientist)

Satoshi Oota

(Research Scientist)

Satoko Takemoto, Norio Yamashita

(Technical Staff)

Yuki Tsujimura, Sakiko Nakamura,

Masaomi Nishimura, Hideo Hirukawa

(Assistant)

Akiyo Takana, Kumi Iwasaki

(Visiting Scientist)

Zhe Sun, Kazuaki Fukasaku,

Shintaro Oyama, Taiki Furukawa,

Kazuhiro Fujisaki, Naomichi Furushiro,

Yukimi Murakami

研究テーマ

- ✓ 画像情報処理に関するアルゴリズム研究
- ✓ 画像情報処理システムの開発
- ✓ 生物情報データ作成のための計測システムの構築

Research Subjects

- ✓ Development of algorithms for image processing
- ✓ Development of image processing systems
- ✓ Construction of instrumentation system for bio-research data creation

研究成果 / Research Output

早期胃がんの自動範囲診断AIを開発



- 専門医でも診断が難しい早期胃がんを対象とした内視鏡画像のコンピュータ支援診断法を開発
- 少ないデータからAIが効率的に病変特徴を学習し、がんの存在領域を1画素レベルで正確に予測
- 専門医と同等レベルの範囲診断を実現

Development of AI system for demarcation of early gastric cancer

- Computer-assisted diagnosis of early gastric cancer has been established using endoscopic images, which is difficult even for experienced gastroendoscopists.
- The pixel-wise probability of cancer presence was predicted using our efficient AI training scheme for lesion characteristics.
- The diagnostic accuracy in detecting the extent of lesions was comparable to that of gastroendoscopists.

Reference:

Takemoto, S., Hori, K., Yoshimasa, S., Nishimura, M., Nakajo, K., Inaba, A., Sasabe, M., Aoyama, N., Watanabe, T., Minakata, N., Ikematsu, H., Yokota, H., Yano, T., "Computer-aided demarcation of early gastric cancer: a pilot comparative study with endoscopists", *Journal of Gastroenterology*, 58, 741–750 (2023).

Image Processing Research Team

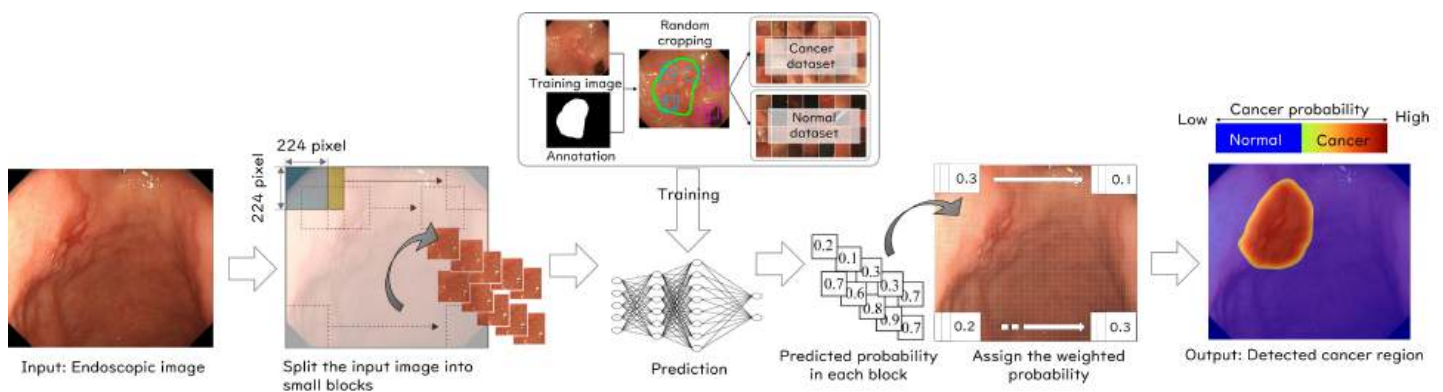
当チームは、情報科学の立場から医学や生命科学の発展に寄与することを目指しています。最近、国立がん研究センター東病院との共同研究によって、内視鏡専門医の診断精度に迫る早期胃がんの自動範囲診断AIを確立しました。

胃がんは最も死亡率が高いがんの一つですが、早期発見ができれば予後が良いとされています。内視鏡検査は早期発見に有効な手段の一つであり、近年は検診にも取り入れられています。しかし、早期の胃がんは胃炎や炎症との判別が難しく、医師や施設によって診断精度に差があることが問題となっていました。そこで本研究では、検査画像から病変を自動検出するAIを開発し、医師らの診断を補助することを目指しました。このAIは、少ない学習用データから効率的に胃がん表面の画像特徴を学習し、1画素単位で胃がんの存在確率を予測できます。臨床現場で約1年間に収集された連続症例を用いた精度検証では、137症例中130症例（94.9%）で早期胃がんを正しく検出できました。また、AIが示した病変の存在範囲を、専門医6名による範囲診断と比較したところ、AIは専門医とほぼ同等の診断精度を獲得したことが分かりました。今後、世界中で内視鏡検査の増加が予想されています。本研究の成果は、医師の負担を軽減するだけでなく、熟練度や装置性能の違いによる診断能の差を軽減するなど、診断技術の均霑化にも役立てられることが期待されています。

Our team aims to contribute to the progress in medical and life science research from an information science perspective. Recently, in collaboration with the National Cancer Center East Hospital, we established an AI-based demarcation system for early gastric cancer with a diagnostic performance comparable to that of expert endoscopists.

Gastric cancer has one of the highest mortality rates, and early-stage detection is known to lead to a relatively good prognosis. Gastrointestinal endoscopy is very useful in the diagnosis of gastric cancer and has recently been incorporated into health screening tests. However, early gastric cancer is difficult to distinguish from gastritis or inflammation, and as a result, depending on the endoscopist's experience and the facilities, diagnostic accuracies may differ.

In this study, our AI-based system was trained on image features of gastric cancer using a small amount of training data, which enabled the pixel-wise prediction of the presence of gastric cancer. For validation, consecutive one-year cases showed that the system correctly detected early gastric cancer in 130 out of 137 cases (94.9%). In addition, when the extent of lesions indicated by the AI was compared with those of six specialists, AI was found to achieve a diagnostic accuracy almost equal to that of the specialists. Screening with endoscopy is expected to increase worldwide in the future, and our results would not only reduce the labor burden of endoscopists but also help standardize diagnostic accuracy.



学習済みの畳み込みニューラルネットワーク（CNN）を用いて、入力画像（内視鏡検査画像）に存在する早期胃がんの領域予測を実現するフロー。入力画像を変数数のブロックに分割し、CNNによってブロックごとの病変の存在確率を予測する。存在確率を重み付き関数に従って元の入力画像に当てはめることで、1画素ごとにがんの存在確率が求まる。出力としてのヒートマップ画像は、存在確率が50%以上の画素を病変領域としてレインボーカラーで表示したもの。

The proposed detection and demarcation scheme uses a convolutional neural network (CNN). A newly captured endoscopic image input is divided into several block images, which are subjected to probability prediction by CNN. Subsequently, the output probability of each block image is assigned to each pixel of the input according to a weighted function. Finally, a heat-map image, which delineates the region of cancer, shows the extent of the lesion.

フォトン操作機能研究チーム



チームリーダー / Team Leader

田中 拓男 博士(工学)

Takuo Tanaka, D. Eng.



FY2023 Core Members

(専任研究員)

早澤 紀彦 (兼務)

(特別研究員)

Maria Vanessa Balois Oguchi,
Maria Herminia Marallag Balgos,
Cherrie May Mogueis Olaya

(テクニカルスタッフ)

山口 剛史

(アシスタント)

梁 怡蓉

(ジュニアリサーチアソシエイト)

藤田 優人

(Senior Research Scientist)

Norihiko Hayazawa (c)

(Postdoctoral Researcher)

Maria Vanessa Balois-Oguchi,
Maria Herminia Marallag Balgos,
Cherrie May Mogueis Olaya

(Technical Staff)

Takeshi Yamaguchi

(Assistant)

Yi-Jung Liang

(Junior Research Associate)

Yuto Fujita

研究テーマ

- ✓ 3次元メタマテリアルや完全吸収メタマテリアルなど、メタマテリアルの設計と加工技術の開発
- ✓ メタマテリアルを用いた新規な赤外分光法の創成と高感度な分子の定性・定量分析法及び単一分子分析デバイスの開発
- ✓ チューナブルメタマテリアルに向けた新規な材料開発
- ✓ 可視～THz帯にわたるナノ・マイクロ顕微分光システムの開発
- ✓ 機能性表面増幅グースヘンシェンシフトバイオセンサーの開発

Research Subjects

- ✓ Novel metamaterials such as 3D metamaterials and perfect absorbers
- ✓ Infra-red spectroscopy using metamaterials for ultra-sensitive detection and identification of molecules and single molecule analysis
- ✓ Alternative materials for tunable metamaterials
- ✓ Development of nano-/micro- spectroscopy from visible to THz region
- ✓ Functional surface-enhanced Goos-Hänchen shift biosensor

研究成果 / Research Output

レーザー繰返周波数超高速ロックイン検出によるテラヘルツ時間領域分光



- MHzオーダーのレーザー繰返し周波数をロックインの強度変調に用いることを提案
- 高速変調により従来技術より100倍高速な1 μ sでの信号検出を達成
- 10kHzで高速変化するダイナミックな信号検出が可能に
- qPlusセンサーを用いたAFMとの融合によるナノスケールテラヘルツ検出を設計

Rapid lock-in detection in terahertz time domain spectroscopy using laser repetition rate modulation

- Proposed the use of MHz laser repetition rate in terahertz time domain spectroscopy, which allowed faster modulation for lock-in detection
- Fast modulation rates translated to faster detection time of up to 1 μ s, which is 100 \times faster than conventional systems.
- Demonstrated real-time monitoring of dynamic signal that is changing with rates of up to 10 kHz.
- qPlus sensor based AFM was designed for rapid nano-THz detection

Innovative Photon Manipulation Research Team

環境によるゆらぎの存在する常温大気圧環境においてナノスケールの領域からの微弱なテラヘルツ(THz)信号を検出するには、信号の増幅と共に信号を高速に検出する技術の開発が重要となります。

テラヘルツ時間領域分光は、物質の吸収など誘電関数が検出可能な手法ですが、その微弱な信号は大きなバックグラウンドノイズに埋もれてしまいます。そこでSN比を向上するために、従来から光学変調とロックイン検出が用いられており、変調周波数の高速化が高速なTHz検出に直結します。我々は外部変調器を必要とせず、MHzオーダーのパルスレーザー繰り返し周波数そのままをロックイン検出用変調に用いる手法を提案しました。現在は電気光学素子(EOM)をパルスピッカーとして繰り返し周波数制御のために用いていますが、原理的にはEOMも不要とすることができます。

提案した手法では、パルスレーザー繰り返し周波数の半分の40MHzでの超高速変調を達成しました。従来技術に比べ100倍高速な時定数 $1\mu\text{s}$ でのTHz信号検出を可能とし、100kHzでダイナミックに変化する信号計測に成功しました。THz-TDSスペクトルの測定時間のボトルネックは光遅延回路に用いるモーター駆動ステージの速度なので、光学遅延の高速化と本提案手法を組み合わせればリアルタイムなハイパースペクトラルイメージングが可能になると期待しています。

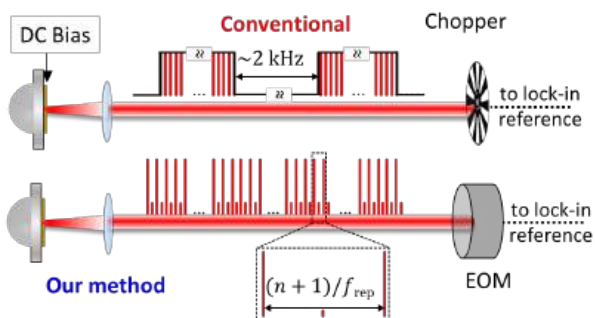


図1チョッパーを用いた従来法と、新たに提案したパルスレーザー繰り返し周波数そのままを強度変調に用いるMHz変調THz-TDSの比較。

Fig.1 Comparison of conventional (top) lock-in detection using optical chopper and our proposed scheme (bottom) of using the pulse train of the incident femtosecond laser. Our method allows for to faster modulation reference for lock-in detection, resulting in rapid data acquisition

In order to detect weak terahertz (THz) signals from the nanoscale in a room-temperature, atmospheric-pressure environment where environmental fluctuations exist, signal amplification and high-speed signal detection are important development factors.

THz time domain spectroscopy allows the simultaneous measurement of refractive index and absorption of materials. In cases where the THz signal is buried in large background noise, optical modulation and subsequent lock-in detection is often employed to improve SNR. The caveat is that the fastest detection speed will be limited to half the modulation frequency.

Our work proposed the use of MHz laser repetition rate of the femtosecond pulse train as reference for modulation. Instead of optical chopper or AC bias, we placed an electro-optic pulse picker in the pump beam path (Figure 1).

We showed the fastest modulation achievable is at 40 MHz, half of the laser repetition rate, allowing rapid data acquisition with the highest signal-to-noise ratio. Using our system, we reduced the lock-in time constant to $1\mu\text{s}$, which is $100\times$ faster than commercial systems. We demonstrated real-time signal monitoring of the time-varying signal with up to 10 kHz frequencies. Our technique makes the use of fast optical delay lines and hyperspectral imaging at video rate frequencies feasible.

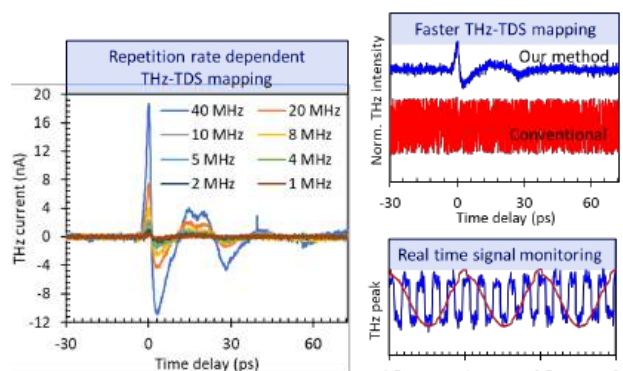
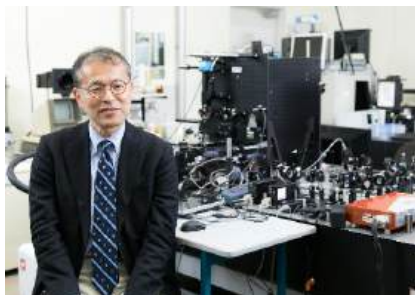


図2 (左) THz-TDSの繰り返し周波数依存。40MHzでの変調が可能。(右) 従来法では時定数 $100\mu\text{s}$ で既に検出不可。提案手法ではさらに高速な $1\mu\text{s}$ での検出が可能で、10kHzのダイナミックな信号変化に追従できるようになる。

Fig.2 (left) Repetition rate dependent THz-TDS mapping showing best SNR using 40 MHz, which is half the laser repetition rate. (right) Our method is capable of faster THz-TDS mapping and real-time signal monitoring of dynamic signals up to 10 kHz.

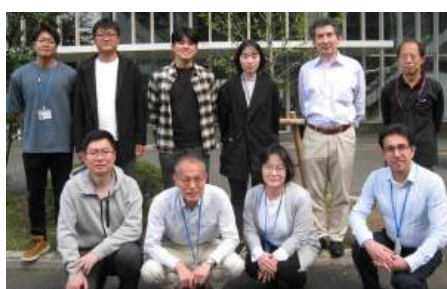
先端レーザー加工研究チーム



チームリーダー / Team Leader

杉岡 幸次 工学博士

Koji Sugioka, D. Eng.



FY2023 Core Members

(研究員) 小幡 孝太郎、Shi Bai
(特別嘱託研究員) 尾笹 一成
(特別研究員) Jiawei Zhang、
Ashkan Momeni Bidzard
(客員主管研究員) 青柳克信
(客員研究員) Daniela Serien、
Xinyuan Qi、Felix Sima、
花田 修賢、中嶋 聖介、黒瀬 範子
(理研スチューデント・リサーチ
チャー M) 川端 祥太
(研修生) 森本 純至、半澤 未来
(特別嘱託職員) 若林 多起子

(Research Scientist) Kotaro Obata,
Shi Bai
(Special Temporary Research Scientist)
Kazunari Ozasa
(Postdoctoral Researcher) Jiawei Zhang,
Ashkan Momeni Bidzard
(Senior Visiting Scientist)
Yoshinobu Aoyagi
(Visiting Scientist) Daniela Serien,
Xinyuan Qi, Felix Sima,
Yasutaka Hanada, Seisuke Nakashima,
Noriko Kurose
(RIKEN Student Researcher M)
Shota Kawabata
(Student trainee) Junji Morimoto,
Mirai Hanzawa
(Special Temporary Employee)
Takiko Wakabayashi

研究テーマ

- ✓ 3次元マイクロ・ナノレーザー加工技術の開発とマイクロ・ナノデバイス作製への応用
- ✓ ビーム整形による高品質・高効率・高解像度加工技術の開発
- ✓ 超短パルスレーザーによるナノ材料創成および表面ナノ構造化
- ✓ レーザー光と物質との相互作用の解明に関する研究

Research Subjects

- ✓ Development of laser-based 3D micro and nanoprocessing and application for fabrication of micro and nanodevices
- ✓ Development of high quality, high efficiency, high resolution processing based on beam shaping techniques
- ✓ Nanomaterials synthesis and surface nanostructuring by ultrafast lasers
- ✓ Elucidation of laser and matter interactions

研究成果 / Research Output

超短ベッセルパルスによるガラス製デジタル核酸増幅チップの高速作製



- 超短ベッセルパルスをガラス基板を高速掃引しつつ連続照射することにより、大規模微小貫通穴アレイを形成する技術を開発。20,000 個の貫通穴を300秒の照射時間で1枚のガラス基板に形成することに成功。
- 加工条件を最適化した後、レーザー光照射試料をフッ酸を用いてエッチングすることにより、デジタル核酸増幅に最適な寸法の貫通穴を作製。
- 作製した貫通穴アレイを用いて核酸増幅を行なった結果、優れたデジタル核酸増幅ができることを実証。

Rapid Manufacturing of Glass-Based Digital Nucleic Acid Amplification Chips (NAAT) by Ultrafast Bessel Pulses

- Technique that can fabricate a large-scale micro through-hole array has been developed by ultrafast Bessel pulses with fast moving of glass substrates. 20,000 holes can be created in a single glass substrate within 300 seconds for laser writing.
- After optimization of fabrication parameters, chemical etching using hydrofluoric acid solution was performed to form through-holes with a size suitable for digital NAAT.
- NAAT experiment using the created through-hole array was performed, demonstrating excellent performance for NAAT.

Advanced Laser Processing Research Team

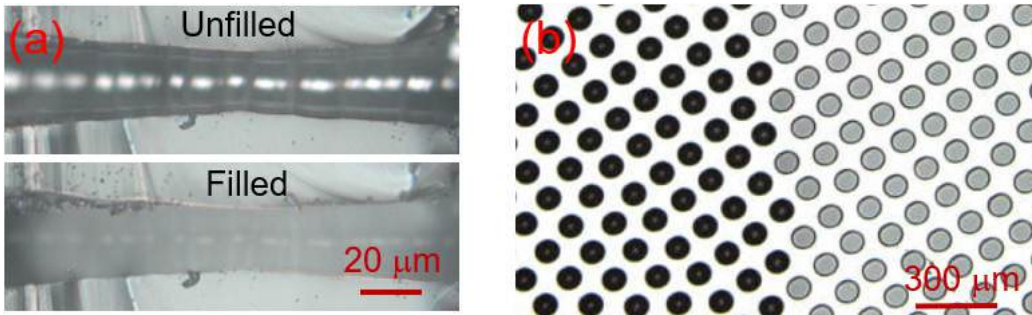


図1 シングルショットのベッセルパルスで作製したガラス貫通孔の顕微鏡像。(a)断面像、下の写真は水を充填。(b)表面像、右側は水を充填。

Fig.1 Microscopic images of through glass holes fabricated by a single Bessel pulse: (a) Cross-sectional and (b) surface images of holes filled (upper, left) and unfilled (lower, right) with water, respectively.

デジタルポリメラーゼ連鎖反応（デジタルPCR）などのデジタル核酸増幅技術（デジタルNAAT）は、生物学的試料中の標的DNAまたはRNA分子を極めて高い定量精度と感度で増幅・検出できるため、次世代の分子診断技術として期待されている。

デジタルNAATは、試薬を分離するために多数のマイクロユニットを必要とする。このような多数のマイクロユニットを作製するために、我々はこれまで開発を行ってきた超短パルスレーザー誘起選択的エッチング（ULISE）と呼ばれる技術を適用した。ULISEでは、ガラス基板中で集光した赤外超高速レーザー光を走査し、非線形多光子吸収による改質領域パターンを形成する。その後、フッ酸またはアルカリ溶液で改質領域をエッチングすることにより、所望の3次元中空微細構造を形成する。ULISEは従来のエッチング法に比べて、加工において高精度、高アスペクト比、製造時の損傷が少ないという利点を有する。

ULISEは電子部品実装に広く使用されているが、処理速度が遅いためデジタルNAATデバイスの製造にはこれまで適用されていない。そこで我々は、超短ベッセルパルスと高速位置決めステージを組み合わせた加工方法を提案した。ベッセルビームの集光長を調整することにより、シングルショットでガラス基板の厚み方向全体を改質することができる。繰り返し周波数数百kHzで照射することにより、300秒以内にスライドガラス上に20,000個のマイクロホールを高密度に配列することができた（図1）。これにより、デジタルNAATに適したバイオチップをガラス上に迅速に作製することができることを実証した。作製したバイオチップを定温NAAT(RPA)に応用し、DNA分子を高精度で増幅・計数することに成功した（図2）。この方法は操作を簡素化し、正確な結果を保証するため、デジタルNAATにおける広範囲な応用が期待される。

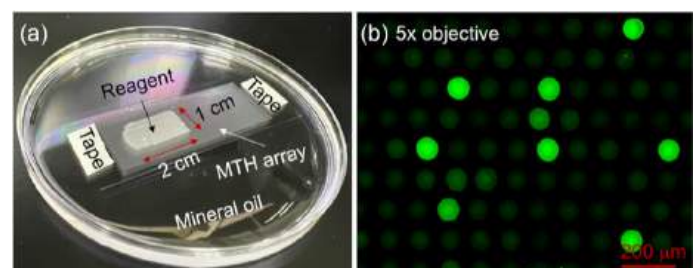
図2 ガラスマイクロホールアレイを用いた定温デジタルNAAT実験。(a) 標的DNA分子を含む試薬で満たされたガラスチップの写真。(b) 増幅処理後のマイクロホールアレイの蛍光顕微鏡観察（5×対物レンズ）。明るいスポットは標的DNA分子の存在を示す。

Fig.2 Constant temperature digital NAAT experiment using a glass micro-hole array. (a) Photograph of glass chip filled with reagent containing target DNA molecules. (b) Fluorescence microscope image (5× objective lens) of micro-hole array after amplification process. Bright spots indicate the presence of target DNA molecule.

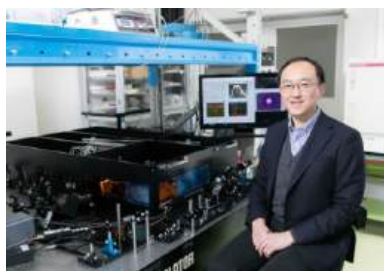
Digital nucleic acid amplification (Digital NAAT) technology including digital polymerase chain reaction (Digital PCR) is expected to be a next generation molecular diagnostic technique that amplifies and detects target DNA or RNA molecules in biological samples with extremely high quantitative accuracy and sensitivity.

Digital NAAT requires numerous micro-units to separate reagent. To fabricate such numerous micro-units, we employed our technique termed ultrafast laser induced selective etching (ULISE). In ULISE, a focused ultrafast laser beam is scanned inside the glass to generate a pattern of modified regions by nonlinear multiphoton absorption. Subsequent etching with hydrofluoric acid or alkaline solution can rapidly removes the modified region, forming desired 3D hollow microstructures. ULISE offers advantages of precision, high aspect ratio, and minimal damage in fabrication over the traditional etching methods.

Despite its widespread use in electronic packaging, ULISE has not been applied to the manufacture of Digital NAAT devices due to its slow processing speed. To address this, we proposed a method using ultrafast Bessel pulses combined with a high-speed positioning stage. By adjusting the Bessel beam's focusing length, a single pulse can modify the entire thickness of glass substrate. With a repetition frequency of several hundred kHz, this method can create a densely packed array of 20,000 micro-holes on a glass slide within 300 seconds (Fig. 1). This verified ability of the rapid production of biochips on glass suitable for digital NAAT. The fabricated biochip was successfully applied to constant temperature NAAT (RPA) to amplify and count target DNA molecules with high accuracy (Fig. 2). This method simplifies the operation and guarantees accurate results, thus facilitating the large-scale application of digital NAAT.



テラヘルツ光源研究チーム



チームリーダー / Team Leader

南出 泰亜 博士(工学)

Hiroaki Minamide, D. Eng.



FY2023 Core Members

(研究員) 瀧田 佑馬、
Joselito Muldera, Deepika Yadav,
Alexander De Los Reyes

(特別研究員) Yuehong Xu
(パートタイマー)

齋藤 美紀子、八重柏 典子、
山下 美保子、福田 航一

(アシスタント)

佐々木 玲子

(客員主管研究員) 伊藤 弘昌

(客員研究員) 大野 誠吾、鈴木 哲

(Research Scientist)

Yuma Takida, Joselito Muldera,
Deepika Yadav,
Alexander De Los Reyes

(Postdoctoral Researcher)

Yuehong Xu

(Part-time Worker)

Mikiko Saito, Noriko Yaekashiwa,
Mihoko Yamashita,
Koichi Fukuda

(Assistant) Reiko Sasaki

(Senior Visiting Scientist)

Hiromasa Ito

(Visiting Scientist)

Seigo Ohno, Tetsu Suzuki

研究テーマ

- ✓ 高出力・超広帯域波長可変THz波光源の開発
- ✓ 高感度THz波検出
- ✓ 広帯域周波数可変THz波光源を用いたTHz波応用
- ✓ THzスペクトルデータベース

Research Subjects

- ✓ High-output, frequency-agile, ultra-widely tunable THz-wave sources
- ✓ High-sensitive THz-wave detection
- ✓ THz-wave applications using frequency-agile THz-wave sources
- ✓ THz spectroscopic database

研究成果 / Research Output



波長可変バックワードテラヘルツ波パラメトリック発振器を用いた波長掃引光源光干渉断層計測

- バックワードテラヘルツ波パラメトリック発振器(BW-TPO)を用いた波長掃引光源光干渉断層計(SS-OCT)システムの開発(深さ分解能~2 mm)
- BW-TPO を用いた SS-OCT システムは、非破壊 3 次元イメージングと深さプロファイリング測定に応用可能

Swept-Source Optical Coherence Tomography Based on a Tunable Backward Terahertz-Wave Parametric Oscillator

- Development of a swept-source optical coherence tomography (SS-OCT) system based on a backward terahertz-wave parametric oscillator (BW-TPO) with ~2 mm depth resolution
- The SS-OCT system based on BW-TPO has applications in nondestructive three-dimensional imaging and depth profiling measurements.

In preparation for submission.

バックワードテラヘルツ波パラメトリック発振器(BW-TPO)を用いた波長掃引光源光干渉断層計(SS-OCT)システムを開発しました。非線形光学結晶として独自にデザインした酸化マグネシウムドープの斜周期分極反転二オブ酸リチウム(PPLN)結晶を用いました。新しく発見した疑似同軸位相整合(QCPM)方式に従って、励起光をフォワード・アイドラー光とバックワード・テラヘルツ波に下方変換しました。周波数掃引は、PPLN 結晶を回転させることにより得られ、周波数 0.370~0.530 THz で連続可変に成功しました。実験では、BW-TPO のテラヘルツ波出力をマイケルソン型干渉計に導入して、サンプルとリファレンスに分離し、戻ってきたテラヘルツ波を干渉させ、その干渉信号をショットキーバリアダイオードで測定しました(図1 参照)。

図2 は、2 枚の鏡をそれぞれ参照とサンプルとして用いた場合のテラヘルツ波干渉信号の結果を示しています。挿入図は干渉信号の逆高速フーリエ変換(iFFT)により点広がりに関数(PSF)を算出した結果で、PSF のピークは2つのミラー間の初期経路差に対応します。PSF の半値全幅(FWHM)から深さ分解能 2 mm が得られました。BW-TPO を用いた SS-OCT システムは、厚さ評価と深さプロファイル測定のための全光学的かつ非接触の特性評価ツールとして期待されます。

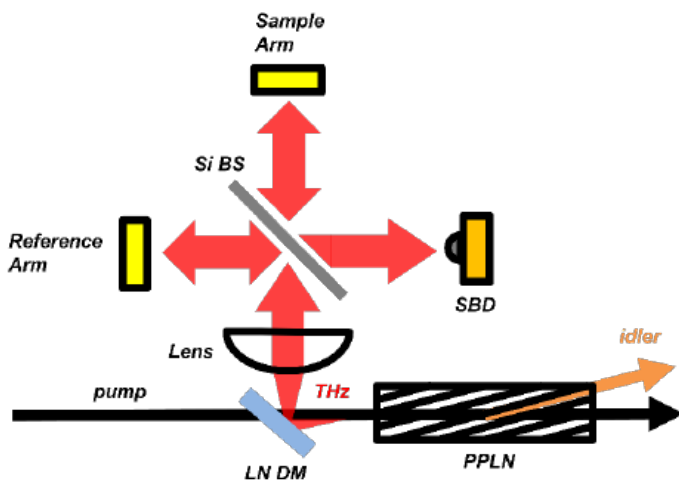


図1 実験系の概略図。PPLN から発生した THz 波出力を、マイケルソン型干渉計に導入し、リファレンスアームとサンプルアームに分割しました。干渉信号はショットキーバリアダイオードによって測定しました。

Fig.1 Schematic of the experimental setup. The generated THz-wave emission from the PPLN was redirected to a Michelson-type interferometer. The THz-wave beam was split into reference and sample arms and the interference signal was measured by a Schottky barrier diode.

A swept-source optical coherence tomography (SS-OCT) system based on a backward terahertz-wave parametric oscillator (BW-TPO) was developed. A slant-stripe-type magnesium oxide-doped periodically-poled lithium niobate (PPLN) crystal down-converts the pump beam into a forward-propagating infrared idler and backward-propagating THz-wave signal beam according to a quasi-collinear phase-matching (QCPM) scheme. The frequency sweep from 0.370–0.530 THz was generated by rotating the PPLN crystal which leads to different QCPM conditions and the generation of new idler and THz-wave frequencies. The THz-wave was collected and redirected into a Michelson-type interferometer and the interference signal was measured with a Schottky barrier diode (see Fig. 1).

Fig. 2 shows the interference signal using two mirrors as reference and sample objects. The point spread function (PSF) was calculated via inverse Fast Fourier Transform (iFFT) of the interference signal. The peak of the PSF corresponds to the initial path difference between the two mirrors. The full width at half maximum (FWHM) of the PSF is 2 mm which is the experimental depth resolution of the system. The SS-OCT system based on BW-TPO offers an all-optical and non-contact characterization tool for thickness evaluation and depth-profile measurements.

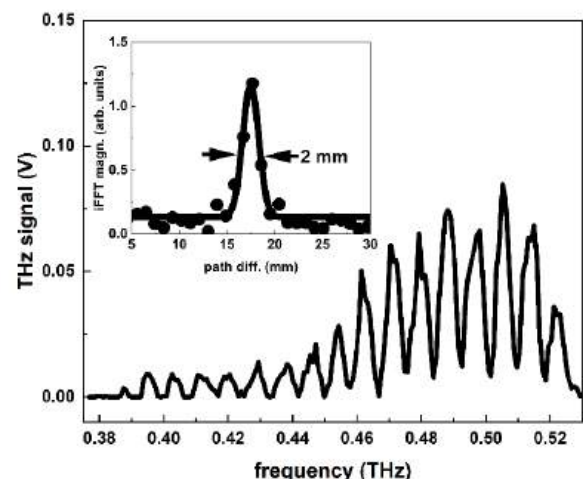
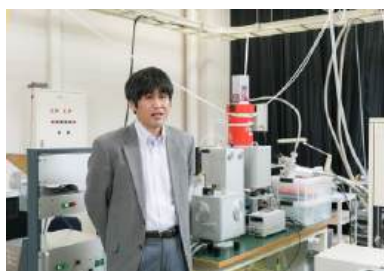


図2 金コーティングされたミラーを参照とサンプルとして使用した場合の THz 波干渉信号の結果。挿入図は、実験値から iFFT によって得られた PSF です。深さ分解能は PSF の半値全幅から 2 mm でした。

Fig.2 THz-wave interference signal using gold-coated mirrors as reference and sample objects. Shown in the inset is the PSF calculated via iFFT. The FWHM is 2 mm which corresponds to the experimental depth resolution of the system.

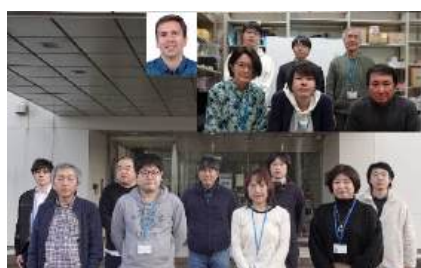
テラヘルツイメージング研究チーム



チームリーダー / Team Leader

大谷 知行 博士(理学)

Chiko Otani, D. Sci.



FY2023 Core Members

(上級研究員) 保科 宏道

(技師) 佐々木 芳彰

(特別研究員) 中島 周作, 亀井 雄斗

(基礎科学特別研究員)

Miguel Hernandez Javier

(客員主管研究員) 斗内 政吉、彌田

智一、川瀬 晃道、尾崎 幸洋

(大学院生リサーチ・アシリエイト)

上野 佑也, Chen Mingxi, 伊藤 凌太

(アシスタント) 山田 真美

(パートタイマー) 渡辺 博、倉門 雅彦、

喜多村 卓也、小林 達哉、中城 悠翔、

小林 裕美子、南川 理利

(Senior Research Scientist)

Hirokichi Hoshina

(Technical Scientist) Yoshiaki Sasaki

(Postdoctoral Researcher)

Shusaku Nakajima, Yuto Kamei

(Special Postdoctoral Researcher)

Javier Miguel Hernandez

(Senior Visiting Scientist)

Masayoshi Tonouchi, Tomokazu

Iyoda, Kodo Kawase, Yukihiko Ozaki

(Junior Research Associate)

Yuya Ueno, Mingxi Chen, Ryota Ito

(Assistant) Mami Yamada

(Part-time Worker) Hiroshi Watanabe,

Masahiko Kurakado, Takuya Kitamura,

Tatsuya Kobayashi, Yuto Nakajo,

Yumiko Kobayashi, Riri Minamikawa

研究テーマ

- ✓ 細胞内タンパク質のテラヘルツ光による構造・機能の制御
- ✓ 超高感度の超伝導検出器の研究開発と宇宙マイクロ波背景放射 (CMB)偏光観測
- ✓ テラヘルツセンシング・イメージングに関する応用開拓

Research Subjects

- ✓ Terahertz control of molecular structures and functions of biological protein
- ✓ Development of high-sensitivity superconducting detectors for CMB polarization observations
- ✓ Applications of terahertz sensing and imaging

研究成果 / Research Output

高感度粒子計測を目指した超伝導力学インダクタンス検出器の研究開発

- 超高エネルギー分解能と超低エネルギー閾値を実現する力学インダクタンス検出器 (KIDs) の基礎開発
- KIDsの粒子物理学 (二重ベータ崩壊事象探索、暗黒物質探索など) への応用を検討
- イットリア安定化ジルコニア (YSZ) という基板材料を新たに用いたKIDsの動作実証に成功



Development of the kinetic inductance detectors for high sensitive particle detection

- Development of the Kinetic Inductance Detectors (KIDs) with ultra-high resolution and ultra-low threshold of energy.
- Studying application of KIDs to particle physics (double-beta decay search, dark matter search).
- Successful demonstration of KIDs operation using a new substrate material, yttria stabilized zirconia (YSZ), for double-beta decay search

Reference: Y. Kamei, K. Ishidoshiro, R. Ito, T. Kobayashi, S. Mima, Y. Nakajo, C. Otani, T. Taino, "Development Of Kinetic Inductance Detector On ZrO₂ Substrate For Double-Beta Decay Search", Preprint, J. Low Temp. Phys., Oct. 27, 2023.

Terahertz Sensing and Imaging Research Team

力学インダクタンス検出器 (KIDs) は、超伝導共振器を利用した検出器であり、宇宙天文分野で応用が進められてきました。KIDsは一部の超伝導状態がエネルギー流入により破壊されて準粒子が生じることを利用してエネルギー検出を行います。準粒子を作るためにはエネルギーギャップ $2\Delta_0$ 以上のエネルギーが必要ですが、この $2\Delta_0$ は一般的にmeV程度と小さいため、従来の半導体検出器などに比べて低いエネルギー閾値、高いエネルギー分解能が実現可能です。この特徴を活かして天文分野以外にも幅広い応用を期待することができます。その一つが粒子計測です。

図1のような構造を持つKIDsの基板材料に観測したい事象を起こす物質を使用することで「観測対象=検出器自身」というユニークな検出器で高感度観測を目指します。例えば、ジルコニウム94は宇宙誕生の謎を解く鍵として注目されている二重ベータ崩壊を起こす原子核の一つです。この原子核を基板材料に含有させるためにイットリア安定化ジルコニア (YSZ) という無機結晶を用いたKIDs(図2)の使用を提案し、共振Q値が 10^5 程度と通常のKIDsと同程度の性能を有することを確認しました(図3)。我々は他にも暗黒物質の検出を目指してフッ化カルシウム基板を用いたKIDsなどを開発しており、宇宙素粒子物理学の謎を解き明かしたいと考えています。

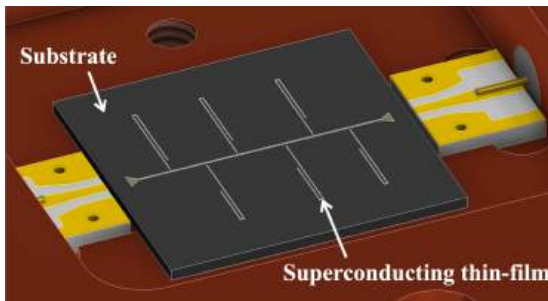


図1 KIDsの構造

黒い基板の上に白い超伝導体でパターンが形成されている。

Fig.1 Structural schematic of KIDs. The pattern of KIDs is formed by superconductor (white) on the substrate (black).

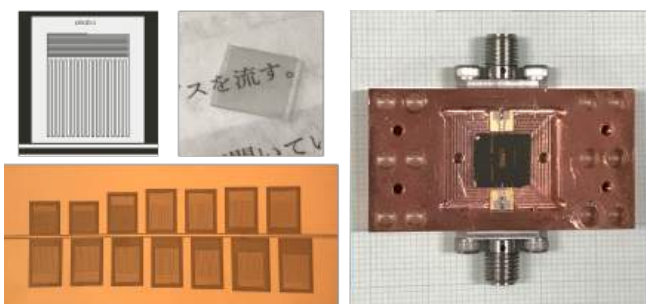


図2 YSZ基板を用いたKIDs. (左上)KIDのデザイン. (右上)YSZ基板、(左下) 作製したKIDsの顕微鏡写真、(右)測定ジグに載せたKIDs
Fig.2 Schematic of YSZ-KIDs. (upper-left) Design of KIDs. (upper-right) YSZ substrate, (lower-left) Micrograph of fabricated KIDs, (right) KIDs mounted on measurement jig

The kinetic inductance detectors (KIDs) are detectors based on superconducting resonators and have been applied in the field of astronomy. KIDs perform energy detection by utilizing the fact that quasiparticles are created by breaking superconducting states due to energy deposition. To create quasiparticles, energy above the $2\Delta_0$ of the energy gap is required. This $2\Delta_0$ of superconductors is generally small, around meV order. Thus a lower energy threshold and higher energy resolution can be achieved than with conventional semiconductor detectors. This feature can be expected to have wide range of applications outside the field of astronomy. One such application is particle measurements.

By using a substance that causes the event to be observed as the substrate material of KIDs with structure shown in Fig.1, we aim for high-sensitivity observation with its unique detector in which the "observation target = detector itself". For instance, Zr-94 is one of the nuclei that undergoes double-beta decay, which is attracting attention as a key to solving the mystery of the universe. To include Zr-94, we proposed the use of KIDs made of yttria stabilized zirconia (YSZ) crystal (Fig.2) and confirmed that the resonant quality factor is $\sim 10^5$ (Fig.3), which is consistent with ordinary KIDs. We are also developing KIDs using CaF_2 substrates for the detection of dark matter, in the hope of unraveling the mysteries of astroparticle physics.

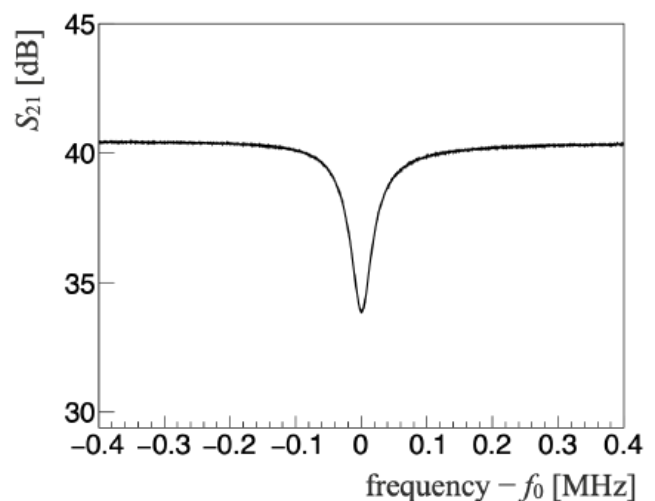
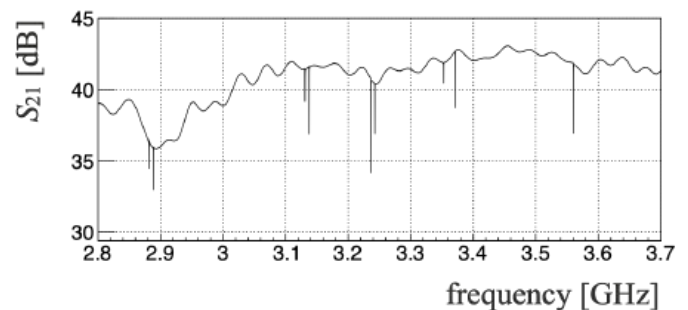
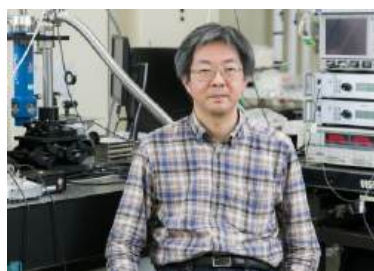


図3 希釈冷凍機で測定した共振構造 (全体と1つの拡大図)

Fig.3 Resonant structure measured in a dilution refrigerator, Overall (top) and magnified (bottom) features.

テラヘルツ量子素子研究チーム



チームリーダー / Team Leader

平山 秀樹 博士(工学)

Hideki Hirayama, D. Eng.



FY2023 Core Members

(研究員)

王 利

(特別嘱託研究員)

山澤 健二

(研修生)

陳 明曦

(アシスタント)

佐藤 知子

(Research Scientist)

Li Wang

(Special Temporary Research Scientist)

Kenji Yamazawa

(Trainee)

Mingxi Chen

(Assistant)

Tomoko Sato

研究テーマ

- ✓ 室温動作THz-QCLの実現へ向けた量子構造設計
- ✓ ワットクラス高出力THz-QCLの技術開拓
- ✓ 窒化物、及び、酸化物半導体を用いた未開拓波長QCLの開発
- ✓ 面発光THz-QCLの開発

Research Subjects

- ✓ Development toward room temperature operation of THz-QCLs
- ✓ Development of watt-class high-power THz-QCLs
- ✓ Development of unexplored-frequency QCL using nitride and oxide semiconductors
- ✓ Development of surface emitting THz-QCL

研究成果 / Research Output



ワイドギャップ窒化物・酸化物を用いたテラヘルツ量子カスケードレーザ (THz-QCL) の高性能化の理論実証

- GaN/AlGaIn系THz-QCLで1.5~15.5 THzの領域で室温発振が可能であることを解析で明らかにした
- GaN系THz-QCLの室温光利得がGaAs系より4倍高いことを解析で明らかにした
- ZnO/ZnMgO系を用いた2.5-13THz帯室温光利得を解析により明らかにした

Theoretical demonstration of high performance operation of nitride and oxide semiconductor THz-QCL

- Demonstration of 1.5-15.5 THz 300K operation of GaN/AlGaIn QCL by simulation
- Demonstration of 4 times higher optical gain for GaN THz-QCL compared with GaAs THz-QCL by simulation
- Demonstration of 300K optical gain of ZnO/ZnMgO QCL at 2.5-13 THz by simulation

Terahertz Quantum Device Research Team

本研究では、小型、高効率・高出力、狭線幅、連続発振など優れた特徴を備え持つテラヘルツ光源であるテラヘルツ量子カスケードレーザ(THz-QCL)の開発を行っています。新規量子構造の導入やデバイス構造の開拓を行う事により、高性能なTHz-QCLの実現を目指しています。また、未踏周波数の5-12THz発振を実現するために、窒化物や酸化半導体を用いたQCLの開発を行っています。

今年度は、THz-QCLの未開拓周波数を含む幅広い動作周波数領域を実現するためにGaN/AlGa系、及びZnO/ZnMgO半導体を用いたTHz-QCLの動作解析を行いました。その結果、GaN/AlGa-QCLにおいて1.5~15.5 THzの幅広い範囲で室温発振が可能で、さらに、室温においてGaAs系THz-QCLに比べ4倍高い光利得が得られる事が、解析で示されました。ZnO/ZnMgO半導体を用いたTHz-QCLでは、高速なLOフォノン散乱による量子準位のブロードニングにより光利得が得られなく問題がありましたが、ディチューニング準位を介した電子引きによりLOフォノン散乱速度を減速することで、光利得は回復し、2.5~13 THzの幅広い領域で室温動作が可能であることが解析で示されました。

Terahertz quantum-cascade laser (THz-QCL) is promising as an advanced THz laser source with small size, high power and narrow emission linewidth, and are expected for wide variety of applications. We are researching on higher operation temperature and output power THz-QCL by introducing novel scheme structures.

In this fiscal year, we analytically demonstrated a wide operating frequency range of THz-QCL using GaN/AlGa and ZnO/ZnMgO semiconductors. It was shown that GaN/AlGa-QCL is capable of 300K operation in a wide range of 1.5 to 15.5 THz, and furthermore, it can obtain four times higher optical gain than GaAs THz-QCL at 300K. ZnO/ZnMgO THz-QCL had a problem in that optical gain could not be obtained due to quantum level broadening by quite fast LO-phonon scattering. It was shown that the optical gain was restored by slowing down the LO-phonon scattering using electron extraction through detuning levels and that 300K operation was possible at 2.5 to 13 THz.

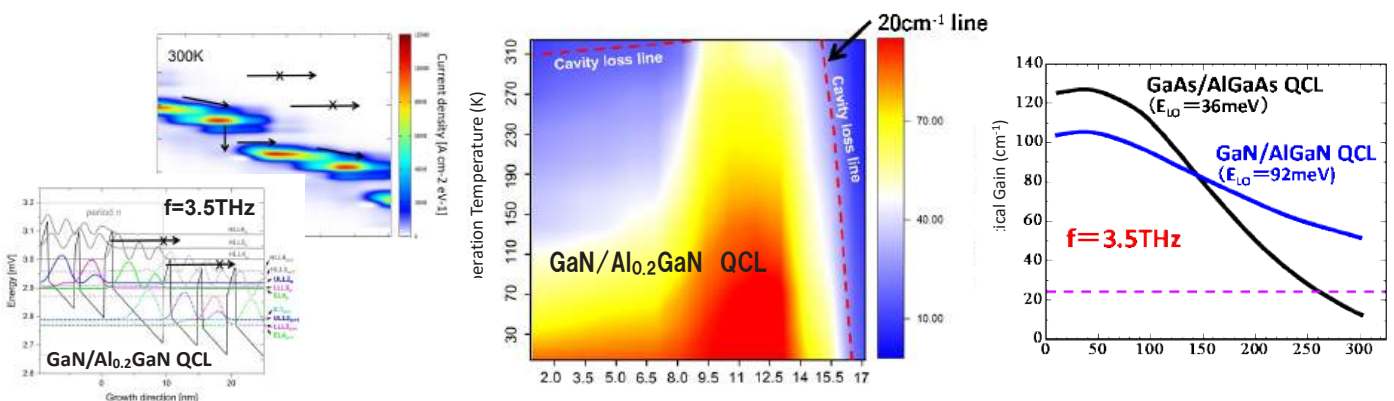


図1 GaN系半導体QCLで解析的に得られた幅広い周波数領域の室温光利得 (1.5~15.5 THz)、および、300KにおいてGaAsよりも高い光利得
Fig.1 Room temperature optical gain in a wide frequency range (1.5 to 15.5 THz) analytically obtained for GaN-based semiconductor QCL

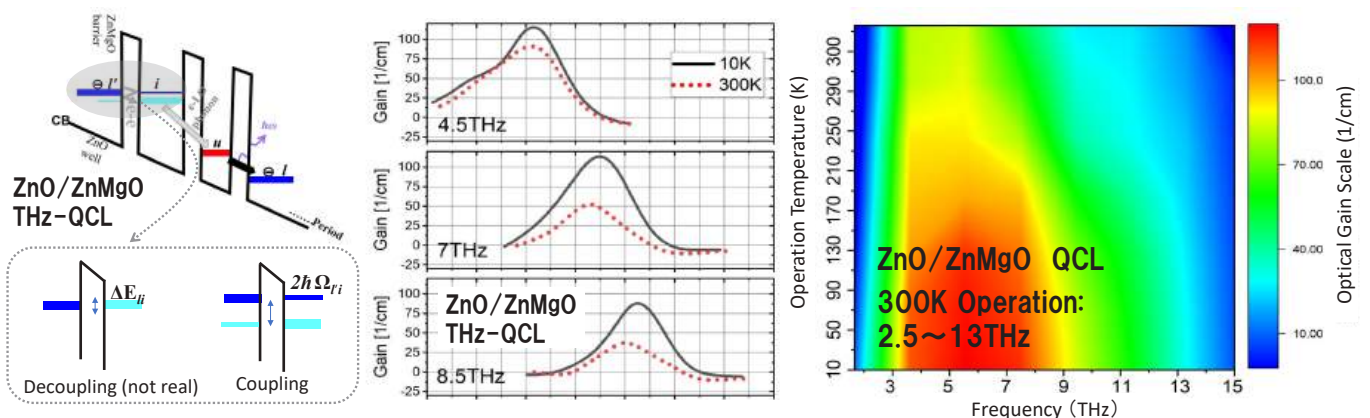
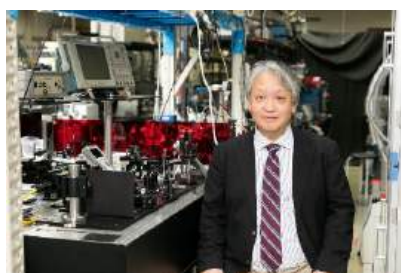


図2 ZnO/ZnMgOを用いたTHz-QCLの動作機構、及び、解析で得られた幅広い周波数帯 (2.5~13 THz) における室温光利得
Fig.2 Operation mechanism of ZnO/ZnMgO-based THz-QCL and analytically obtained wide frequency range (2.5 to 13 THz) optical gain

光量子制御技術開発チーム



チームリーダー / Team Leader

和田 智之 Ph.D.

Satoshi Wada, Ph.D.



FY2023 Core Members

(先任研究員) 加瀬 究
(上級研究員) 斎藤 徳人
(専任研究員) 佐々 高史, 守屋 繁春,
松山 知樹 (兼務)
(研究員) 藤井 克司, 丸山 真幸, 村上 武晴,
宮田 憲太郎, 小田切 正人, 犬飼 学
(技師) 小川 貴代 (兼務), 春日 博
(特別研究員) 伊敷 喜斗
(テクニカルスタッフ) 坂下 亨男, 川田 靖,
岡下 敏宏, 棚橋 晃宏, 森下 圭, 月花 智博,
宮島 早紀, 松鷹 宏, 櫻福 亜矢, 松山 典弘,
津野 克彦 (兼務), 大野 陽子, 松本 健,
奈良美幸
(アシスタント) 渡邊 博子, 鈴木 利佳子
(パートタイマー) 国本 幸紀, 山根 秀公,
有本 裕, 小池 一輝, 高地 勇, 植松 洋子,
中川 淳子, 稲田 美和子, 隅川 整
(Senior Research Scientist)
Kiwamu Kase, Norihito Saito,
Takafumi Sassa, Shigeharu Moriya,
Tomoki Matsuyama (c)
(Research Scientist)
Katsushi Fujii, Masayuki Murayama,
Takeharu Murakami, Kentaro Miyata,
Masato Otagiri, Manabu Inukai
(Technical Scientist)
Takayo Ogawa, Hiroshi Kasuga
(Postdoctoral Researcher)
Yoshito Ishiki
(Technical Staff)
Michio Sakashita, Yasushi Kawata,
Toshihiro Okashita, Akihiro Tanabashi,
Kei Morishita, Tomohiro Tsukihana,
Saki Miyajima, Hiroshi Matsutaka,
Aya Kashifuku, Norihiro Matsuyama,
Katsuhiko Tsuno (c), Yoko Ono,
Takeshi Matsumoto, Miyuki Nara
(Assistant)
Hiroko Watanabe, Rikako Suzuki
(Part-time Worker)
Yukinori Kunimoto, Hideaki Yamane,
Kazuki Koike, Yutaka Arimoto,
Isamu Takachi, Yoko Uematsu,
Junko Nakagawa, Miwako Inada,
Tadashi Sumikawa

研究テーマ

- ✓ リモートセンシング、微量ガス計測応用の中赤外パルスレーザー開発
- ✓ 農業における光技術を駆使した土壌環境制御・計測システム開発
- ✓ レーザーアブレーションによるレーザー照射技術・宇宙用レーザー開発
- ✓ 水素エネルギー製造・貯蔵・利用に関するエネルギー供給システム開発
- ✓ インフラ診断における人の判断の可視化技術
- ✓ 紫外線を用いたCOVID-19の不活性化開発
- ✓ レーザーおよび光音響の医療・農業・工業計測への応用

Research Subjects

- ✓ Mid-infrared electronic wavelength tuning via Intracavity difference-frequency mixing in Cr:II-VI lasers
- ✓ Development of next-generation agri-photonics research
- ✓ Development of laser irradiation technology and a laser for space
- ✓ Development of renewable energy supply systems for hydrogen energy production, storage, and utilization
- ✓ Visualizing human judgment in diagnostics of infrastructure
- ✓ Application to biomedical, agricultural, and industrial measurement using lasers and photoacoustic wave

研究成果 / Research Output

Cr:ZnSeレーザーにおける自己差周波発生に基づく超広帯域電子制御・中赤外コヒーレント光源の開発

- 多結晶Cr:ZnSe利得媒体におけるランダム擬似位相整合下での自己差分周波数発生の実証
- 音響光学可変フィルターの制御によるナノ秒中赤外パルスの超広帯域スペクトル電子制御 (7.6 ~ 16 μm)

Development of an ultrabroadband mid-IR coherent light source based on self-difference frequency generation in an electronically tuned Cr:ZnSe laser

- The first of self-difference frequency generation under random quasi-phase-matching in a polycrystalline Cr:ZnSe gain medium.
- Ultrabroad electronic tunability of nanosecond mid-IR pulses in the 7.6 – 16 μm spectral range through control of an intracavity acousto-optic tunable filter.

8 ~ 13 μm のスペクトル範囲は、分子指紋領域および中赤外領域の大気の窓として知られています。このような波長帯でチューナブルなパルス固体レーザーは、さまざまなガス分子のリモートセンシングや微量分析にとって重要です。当チームは10年以上にわたり、2 ~ 3 μm のスペクトル範囲で動作する Cr^{2+} ドープ II-VI カルコゲナイドをベースとした中赤外レーザーを開発し、それらを励起光源とした非線形周波数下方変換の研究を推進してきました。

本研究では、多結晶 Cr:ZnSe のランダム位相整合を用いることにより、 Cr:ZnSe レーザー共振器内で励起光 (Tm:YAG レーザー) に Cr:ZnSe レーザー光を直接混合した自己差周波発生に初めて成功しました。一般的な差周波発生プロセスには、2つの励起レーザーと別途非線形光学結晶が必要となりますが、この自己差周波発生では1台の励起光源で共振器内に配置されたレーザー結晶から直接差周波光を取り出すことができ、光学システムを大幅に簡略化し、製品コストの低減に繋がります。

さらに、前記共振器内で音響光学可変フィルター (AOTF) を用いて共振光の波長をチューニングすることにより、電子制御による自己差周波光の波長掃引が可能で、同方法により、我々は7.6 ~ 16 μm までをカバーする自己差周波混合光の超広帯域電子波長掃引を実現しました。この波長領域には、芳香族炭化水素 (トルエン、キシレン等) や冷媒 (HFC、CFC等) の特徴的な赤外吸収スペクトルが得られるため、それら高分子量ガス成分の分析応用光源として利用されることが期待されます。

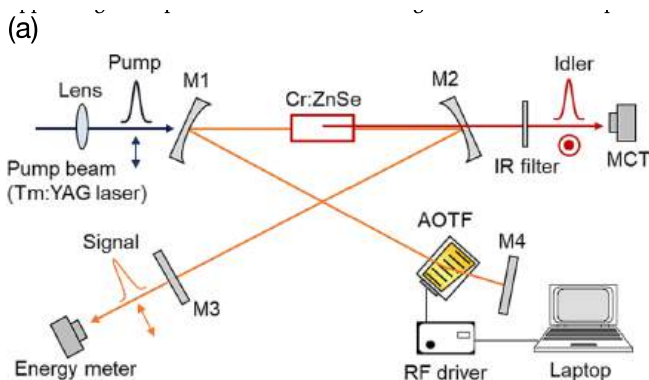
本研究では、実際に開発した中赤外光源を用いて、7-8 μm 波長帯に吸収ピークを持つ N_2O の微量検出を行い、応用光源として十分な光出力と解像度を有することを確認しました。

The spectral range from 8 to 13 μm is known as the fingerprint region of molecules and the window of the atmosphere in the mid-IR region. Solid state pulsed lasers tunable in such a wavelength band are important for remote sensing and trace analysis of various gas molecules. From more than a decade, we have developed mid-IR lasers based on Cr^{2+} -doped II-VI chalcogenides operating in the 2-3 μm range and used them as pump sources for mid-IR nonlinear frequency downconversion.

In this research, using random phase matching in a polycrystalline Cr:ZnSe , we have achieved self-difference frequency generation (DFG) by directly mixing an intracavity oscillating light with the pump pulses (Tm:YAG laser). While a typical DFG process requires two pump sources and a separate nonlinear optical crystal, the present technique enable an extraction of DFG light directly from the laser crystal with one pump source, simplifying the optical system and reducing the production cost, drastically.

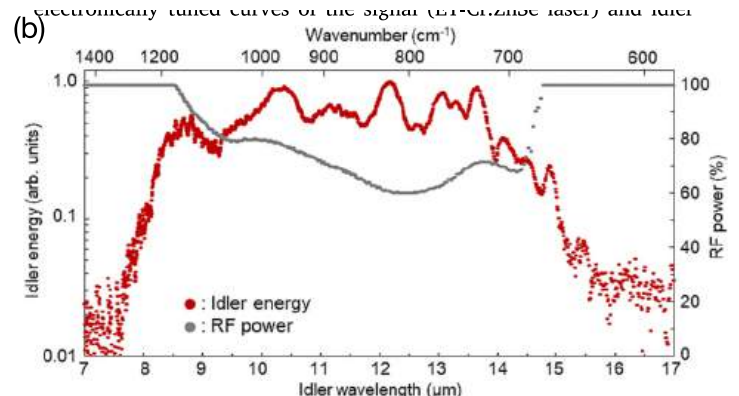
Furthermore, by tuning the oscillating wavelength through an acousto-optic tunable filter (AOTF) inside the resonator, it is possible to electronically tune the self-DFG wavelength. Using this method, we achieved an ultrabroad electronic wavelength tuning of self-DFG in the 7.6 to 16 μm spectral range, where characteristic infrared absorption spectra of aromatic hydrocarbons (toluene, xylene, etc.) and refrigerants (HFC, CFC, etc.) exist. Thus, it is expected to be used as an application light source for spectroscopy of such high molecular weight gas components.

In this research, we used the present light source to detect trace amounts of N_2O , which has an absorption peak in the 7-8 μm band, and confirmed that it has sufficient output power and resolution as an application light source.



(a) 電子波長制御 Cr:ZnSe レーザーによる自己差周波発生 の概略図

(a) Schematic of self-DFG from an electronically-tuned Cr:ZnSe laser.



(b) 自己差周波発生光の波長掃引領域、グレーのプロットは、電子波長制御の際に、AOTFに供給されるRFの周波数

(b) Electronic tuning range of self-DFG. Gray plots are RFs fed into the AOTF.

先端光学素子開発チーム



チームリーダー / Team Leader

山形 豊 博士(工学)

Yutaka Yamagata, D. Eng.



FY2023 Core Members

(先任研究員) 城田 幸一郎

(専任研究員) 田島 右副, 滝澤慶之、
青山哲也

(上級研究員) 細島 拓也

(研究員) 海老塚 昇

(アシスタント) 佐藤 祐子

(Senior Research Scientist)

Koichiro Shirota, Yusuke Tajima,

Yoshiyuki Takizawa, Takuya

Hosobata, Tetsuya Aoyama

(Research Scientist)

Noboru Ebizuka

(Assistant) Yuko Sato

研究テーマ

- ✓ 超精密光学素子の加工・設計・計測・シミュレーション技術の研究開発
- ✓ 超精密機械加工による微細構造形成技術の研究開発
- ✓ 技術基盤支援チームとの連携による超精密光学素子の試作開発

Research Subjects

- ✓ Fabrication, design, metrology and simulation of ultrahigh precision optics
- ✓ Fabrication of micro structure by precision machining
- ✓ Prototyping of precision optics in collaboration with Advanced Manufacturing Support Team

研究成果 / Research Output

超精密光学素子加工技術で 先端科学研究機器開発に貢献

- 新たなスーパーミラー型中性子干渉計の開発に成功
- 油滴天目茶碗の光彩に関する考察を行った

Contributing most advanced scientific apparatus by using ultrahigh precision optics manufacturing technology

- A novel neutron interferometer using supermirror has been successfully developed
- A spectroscopic consideration on the Oil Drop Tenmoku Tea Bowl has been conducted

Ultrahigh Precision Optics Technology Team

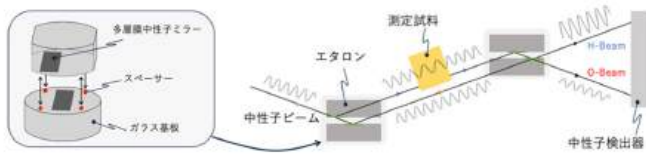
先端光学素子開発チームでは、光学素子等の超精密加工、光学設計、超精密計測技術に関する研究開発を推進しています。

名古屋大学らとの共同で革新的な中性子干渉計の開発に成功しました。従来の中性子干渉計は、シリコン結晶のインゴットによる回折を利用したものがほとんどで、利用できる中性子帯域が非常に狭かったのに対し、新たに開発したスーパーミラー型中性子干渉計は、パルス中性子源の広帯域なビームを利用可能で大幅に感度を控除させられる可能性があります。このため、各種物質の中性子散乱長測定のみならず、様々な基礎物理学の課題に対して有用なツールとなると期待されます。また、分光学的見地から国宝である油滴天目茶碗の色彩について、単なる薄膜干渉ではなく、表面の微細な凹凸が寄与している可能性があることを示唆する考察を行いました。

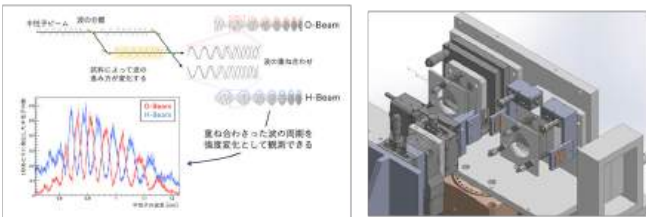
At Ultrahigh Precision Optics Technology Team, we conduct ultrahigh precision machining, metrology and design of optical components and systems.

A novel neutron interferometer using supermirror has been successfully developed. Conventional neutron interferometers use single-crystal silicon ingot to separate neutron beams by diffraction, so usable bandwidth of neutron wavelength was very narrow. The new interferometer can use wide range of neutron wavelength generated by pulsed neutron source, hence there is a very high possibility to greatly enhance senseitivity. This interferometer is not only useful for measuring neutron scattering lengths of various material, but may be useful for various fundamental physics experiments.

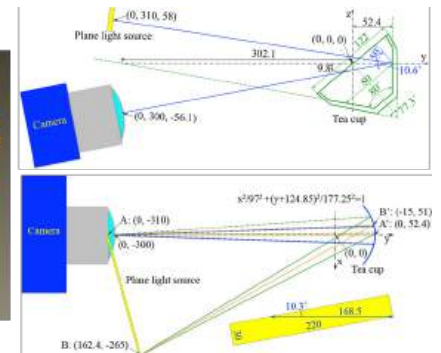
Also a consideration on the brillianace of the Oil Drop Tenmoku Tea Bowl has been conducted based on spectroscopic point of view.



新たに開発したスーパーミラー型中性子干渉計の構成図（上）、得られた干渉シグナル（左下）および装置の3D CAD図
Newly developed supermirror neutron interferometer: structural configuration (upper), neutron interferometry sigal (left bottom) and 3D CAD structure



油滴天目茶碗の独自の光彩に関する考察を分光学的見地から行った
A consideration on brilliance of the Oil Drop Tenmoku Tea Bowl



中性子ビーム技術開発チーム



チームリーダー / Team Leader

大竹 淑恵 理学博士
Yoshie Otake, D. Sci.



FY2023 Core Members

(専任研究員) 小林 知洋
(研究員) 水田 真紀、高梨 宇宙、岩本
ちひろ、奥野泰希、福地知則、若林
泰生
(特別研究員) 池田 翔太
(アシスタント) 岸野 みゆき
(パートタイマー) 橋口孝夫、大橋勝美、
山本哲、大塚翔、河村裕司

(Senior Research Scientist)
Tomohiro Kobayashi
(Research Scientist) Maki Mizuta,
Takaaki Takanashi, Chihiro Iwamoto,
Yasuki Okuno, Tomonori Fukuchi,
Yasuo Wakabayashi
(Postdoctoral Researcher)
Shota Ikeda
(Assistant) Miyuki Kishino
(Part-timer) Takao Hashiguchi,
Katsumi Ohashi, Satoshi Yamamoto,
Sho Otsuka, Yuji Kawamura

研究テーマ

- ✓ いつでもどこでも非破壊計測可能な小型中性子システム開発。
- ✓ インフラ予防保全に寄与！超小型中性子塩分計 RANS- μ 実橋梁計測
ならびに、可搬型中性子源システム RANS-III 開発
- ✓ ものづくり現場導入可能な普及型小型中性子源システムの実現
- ✓ 月・火星の水探査、元素分析を目指した中性子システム開発

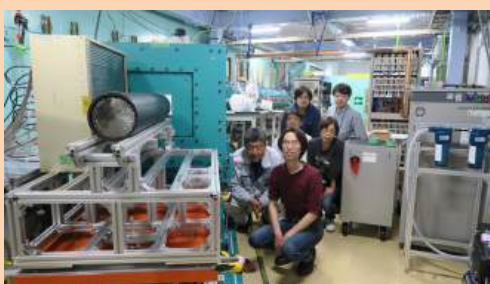
Research Subjects

- ✓ Research and development of compact neutron systems for non-destructive measurement anytime, anywhere.
- ✓ Contributing to preventive maintenance of infrastructure! Neutron salt meter RANS- μ for real bridge measurements and the transportable neutron system RANS-III.
- ✓ Realization of the on-site use compact neutron system
- ✓ R&D for the water exploration and elemental analysis on the Moon and Mars

研究成果 / Research Output

RANS-IIIによる吊り橋ケーブル定着部の内部劣化要因である滞水非破壊可視化への挑戦ー可搬型中性子源システム RANS-IIIの実現へ

- 落橋防止に寄与。吊り橋ケーブル定着部内部滞水可視化
- RANS-IIIによる可視化
- 路面からの照射検出の開発



左図：RANS-IIでの斜張橋
ケーブル可視化実験
Fig. Cable-stayed bridge
cable visualization
experiments with RANS-II.

Challenges in non-destructive visualization of water stagnation, a factor in the internal degradation of suspension bridge cable anchorage, using RANS-II - towards the realization of the portable neutron source system RANS-III.

- -Contributes to the prevention of falling bridges. Visualization of water retention inside suspension bridge cable anchorage.-New visualization techniques developed by RANS-II.-Development towards the realization of RANS-III

中性子塩分計 RANS- μ の実用化、
社会実装：

- ・国土交通省「点検支援技術性能カタログ」に RANS- μ 掲載
- ・理研発ベンチャー ランズビュー設立（2023年4月3日）
- ・2023年度 15橋 50か所以上の計測実績
- ・自治体：大田区の干潮河川での計測成功
- ・第7回 インフラメンテナンス大賞 国土交通大臣賞受賞「中性子によるコンクリート塩分濃度非破壊検査の技術開発」



Practical application and social
implementation of the RANS- μ Neutron
Salt meter RANS- μ :

- ・ RANS- μ is included in the 'Performance Catalogue for Inspection Assistive Technology' of the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism.
- ・ RIKEN venture RANSVIEW established (3 April 2023).
- ・ Measurements at more than 50 locations on 15 bridges /
- ・ Municipalities: Successful measurement in low-tide rivers in Ota-ku, Tokyo.
- ・ The 7th Infrastructure Maintenance Grand Prize, Minister of Land, Infrastructure, Transport, and Tourism Award: 'Technological development of non-destructive inspection of concrete salinity using neutrons'.



図1 大田区干潮河川計測

左上 仲之橋へのボードでの移動の様子

右上：RANS- μ による橋台計測の様子

Fig.1 RANS- μ salt measurement in low-tide rivers in Ota Ward.

Top left: view of boardings to Nakano Bridge

Top right: bridge abutment measurement using RANS- μ



図2 第7回インフラメンテナンス大賞 国土交通大臣賞受賞

Fig. 2: 7th Infrastructure Maintenance Award, Minister of Land, Infrastructure and Transport.

技術基盤支援チーム



チームリーダー / Team Leader

山形 豊 博士(工学)

Yutaka Yamagata, D. Eng.



FY2023 Core Members

(副チームリーダー) 細島 拓也
(前任研究員) 池田 滋、滝澤慶之
(専門技術員) 藤本 武
(テクニカルスタッフ) 竹田 真宏、
綿貫正大
(アシスタント) 伊藤 純子

(Deputy Team Leader)

Takuya Hosobata

(Senior Research Scientist)

Shigeru Ikeda, Yoshiyuki Takizawa

(Expert Technician) Takeshi Fujimoto

(Technical Staff) Masahiro Takeda

Masaharu Watanuki

(Assistant) Junko Ito

研究テーマ

- ✓ 研究機器・装置の開発、設計・製作、改造
- ✓ 共同利用施設の運用とプロジェクトに対する機器開発支援
- ✓ 3Dプリンターや超精密加工による研究開発支援の高度化

Research Subjects

- ✓ Design, manufacturing, modification and development of experimental apparatuses
- ✓ Facility management of the machine shop and technical assistance for project
- ✓ Advanced manufacturing development and support such as 3D printer or ultraprecision machining

研究成果 / Research Output

研究者の依頼に基づく研究機器開発支援と先端的加工技術開発を実施

- 研究者の依頼に基づく研究機器の設計、部品の機械加工、組み立て、電子回路設計製作、ガラス加工等を実施
- 2023年度は、理研全体から552件の工作依頼を実施
- 3Dプリンターや超精密加工による光学素子の開発などの新しい技術開発を推進

Experimental apparatus manufacturing by the requests from RIKEN researchers and advanced technological developments such as 3D printer and ultraprecision machining

- Experimental apparatus design, parts machining and assembly, electronics design and manufacturing and glassware machining was conducted upon request from RIKEN researchers
- 552 manufacturing request was processed in FY2023 from all RIKEN sectors
- Advanced technological developments such as 3D printer and ultraprecision machining was conducted

Advanced Manufacturing Support Team

技術基盤支援チームでは、研究者の依頼に基づき、研究に必要な実験装置等の設計・部品の機械加工、組み立て、電気・電子回路の設計・製作、ガラス加工などを通じて研究機器の構築を支援することを目的としています。こうした工作支援の範囲は、顕微鏡のステージの改造などから、部品製作、新規の検出装置の開発、生物実験用機器の製作など多岐にわたっています。2023年度は、552件の研究ワーク依頼を実施しました。2023年4月からは、R-COMSを用いてWeb上から工作依頼の受付を実施するようにし、利用者の利便性が向上しています。工場には、NC マシニングセンター、放電加工装置、レーザー切断機、手動旋盤・フライス盤などの装置を有しています。また、研究本館地下と基盤技術棟に研究者自身が作業可能なマシンショップを運営しており、こうした作業のための工作機械の取り扱い安全講習も実施しています。機械加工以外にも溶接やガラス加工も行っています。超精密加工のように研究者と密接に協力したサンプル加工も実施しています。

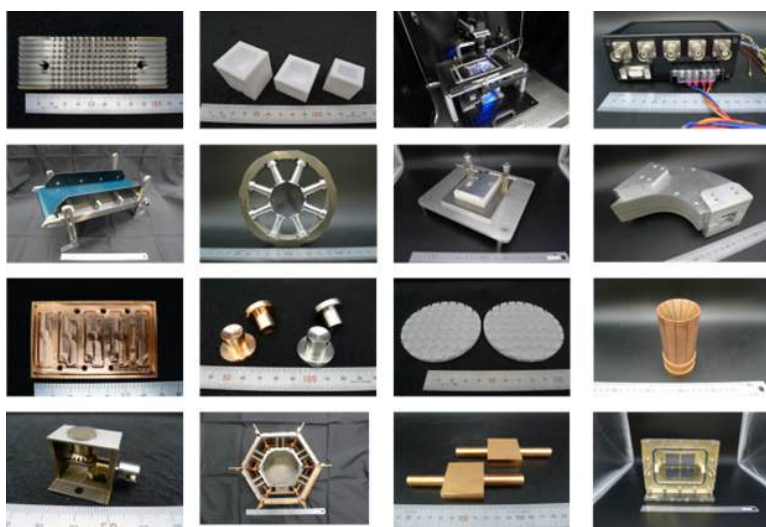
At Advanced Manufacturing Support Team, manufacturing support for the construction of experimental apparatus is performed through mechanical design and machining, electric/electronics and glassware fabrication etc. Those apparatus manufacturing support include modification of microscope stages, parts machining, construction of detector systems, and devices for biological experiments.

For FY2023, 552 manufacturing requests have been processed. As of April 2023, all the manufacturing requests are accepted through Web-based system of R-COMS.

Various machining systems are used in the factory such as NC machine tool, Electro-discharge machining system, laser cutter, and manually operated milling and lathing machine and so on. Do-it-yourself machine shops are maintained at main building and Instrumentation center and necessary safety training is given by the staff. Also, a close collaboration with RIKEN researchers has been conducted such as ultrahigh precision machining.

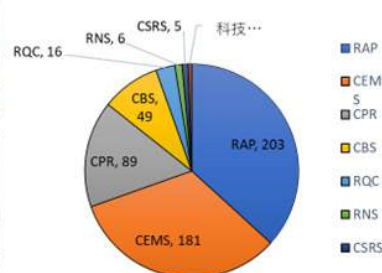
研究ワーク製品例

Examples of Manufactured Apparatuses



研究セクターごとの研究ワーク依頼の状況

Numbers of Manufacturing Requests for each research sectors of RIKEN



552 Manufacturing requests for FY2023

アト秒科学研究チーム / Attosecond Science Research Team

(1) 原著論文 (accept) を含む / Original Papers

1. Tran G. N., Midorikawa, K., and Takahashi, J. E., "Quantitative diffraction imaging using attosecond pulses", *J. Opt. Soc. Am. B*, b14 (2024).
2. Xu, L. and Takahashi, J. E., "Dual-chirped optical parametric amplification of high-energy single-cycle laser pulses", *Nat. Photo.* 18, 99 (2024).
3. Lin, Y. C., Midorikawa, K., and Nabekawa, Y., "Wavefront control of sub-cycle vortex pulses via carrier-envelope-phase tailoring", *Light: Sci. Appl.* 12, 279 (2023).
4. Nabekawa, Y., and Midorikawa, K., "Analysis of attosecond entanglement and coherence using feasible formulae", *Physical Review Research* 5, 033083 (2023).
5. Yamazaki, K., Goto, S., Yohsino, S., Gubarevich, A., Yoshida, K., and Yamamoto, M., "Surface defect healing during Transformation from Nanoporous carbons to nanoporous graphenes", *Phys. Chem. Chem. Phys.* 25, 32972 (2023).
6. Vela-Perez, I. Yamazaki, K., et al., "High-energy molecular-frame photoelectron angular distributions: a molecular bond-length ruler", *Phys. Chem. Chem. Phys.* 25, 13784 (2023).

(2) 著書・解説など / Book Editions, Review Papers

1. 鍋川康夫, 緑川克美, "高次高調波の発見とアト秒科学への展開", *科学* 93, 1070-1076 (2023).
2. 緑川克美, "一瞬の現象を光で捉えるアト秒科学", *化学同人* 78, 21 (2023).
3. Yamamoto, M., Goto, S., Tang, R. and Yamazaki, K., "Toward three-dimensionally ordered nanoporous graphene materials: template synthesis, structure, and applications", *Chem. Sci.* 25, 32972 (2023).

(3) 招待講演 / Invited Talks

1. Lin, Y. C., Midorikawa, K., and Nabekawa, Y., "Generation of sub-cycle vortex pulses", *The High-Intensity Lasers and High-Field Phenomena Topical Meeting (HILAS)*, Vienna, Austria, March (2024).
2. 鍋川康夫, 高橋栄治, 緑川克美, "理化学研究所に於けるアト秒科学研究", *レーザー学会学術講演会第44回年次大会*, 東京, 日本, January (2024).
3. Nabekawa Y., "Beamline Delivering XUV Attosecond Pump & XUV Attosecond Control & a Few Femtosecond DUV Probe Pulses", *The 4th International Conference on Optics, Photonics, and Lasers (OPL-2023)*, Hiroshima, Japan, December (2023).
4. Lin, Y. C., Midorikawa, K., and Nabekawa, Y., "Sub-cycle vortex pulse generation and its application," *The 4th International Conference on Optics, Photonics, and Lasers (OPL-2023)*, Hiroshima, Japan, December (2023).
5. Lin, Y. C., Midorikawa, K., and Nabekawa, Y., "Sub-cycle pulse generation and its applications", *Malaysian National Physics Conference*, online, Malaysian, November (2023).
6. Midorikawa, K., "Generation and control of sub-cycle optical vortex pulses", *The 2nd int. Conf. on UltrafastX*, Xi'an, China, November (2023).
7. 緑川克美, "高次高調波研究の30年を振り返って", *強光子場懇談会*, 東京, 日本, October (2023).
8. Midorikawa, K., "Generation and control of sub-cycle optical vortex pulses", *Int. Symp. on Ultrafast Intense Laser Science*, Sitges, Catalonia, Spain, October (2023).
9. Midorikawa, K., "The third generation attosecond light sources", *Int. Symp. on Ultrafast Phenomena and Terahertz Waves*, Qingdao, China, September (2023).
10. Midorikawa, K., "Generation of intense attosecond pulses and application to XUV multiphoton processes", *Nobel Symposium 172 Attosecond Science and Technology*, Båstad, Sweden, August (2023).
11. Okino, T., "Multiscale ion momentum imaging for investigating ultrafast molecular dynamics", *The 14th International Conference on Information Optics and Photonics (CIOP2023)*, Xi'an, China, August (2023).
12. Lin, Y. C., Midorikawa, K., and Nabekawa, Y., "Arbitrary CEP Manipulation for Spatiotemporal Control of Sub-cycle Optical Vortex", *CLEO/Europe-EQEC Conference*, Munich, Germany, June (2023).
13. Midorikawa, K., "The third-generation table-top attosecond light sources", *Japan-ELI Joint Workshop on Collaboration in High Power Laser Science and Technology*, Yokohama, Japan, April (2023).

14. Lin, Y. C., "Development of an optical parametric amplifier laser system delivering CEP-stabilized sub-cycle pulses in SWIR region", The 70th Japan Society of Applied Physics (JSAP) Spring Meeting, Tokyo, Japan, March (2023).

(4) 会議、シンポジウム、セミナー主催 / Meeting, Symposiums and Seminars

1. Extreme Photonics Seminar, "How to predict X-ray absorption spectra? - First-Principles Calculations and Machine Learning Approaches -", Prof. Hidekazu Ikeno, February 5, 2023.
2. Extreme Photonics Seminar, "Ultrafast Spectroscopy and Microscopy Using Supercontinuum Lasers", Prof. Shang-Da Yang, December 11, 2023.
3. Extreme Photonics Seminar, "Tracking Chemical Dynamics via Soft X-ray Spectroscopy", Prof. Zhong Yin, October 13, 2023.

(5) 特許出願 / Patent Applications

1. 松岡泰正, 當銘賢人, 稲澤健太, 磯部圭佑, 瀬上英明, 緑川克美, "走査型顕微鏡の高SNR化学法", 特願2024-054974, 2024年3月28日
2. 當銘賢人, 磯部圭佑, 緑川克美, "Treacy型回折格子対とTOD/GVD比を一致させた組み合わせファイバによるストレッチャーとそれらを用いたチャープパルス増幅法", 特願2024-055050, 2024年3月28日.
3. 當銘賢人, 磯部圭佑, 緑川克美, "IR領域における広帯域波長可変レーザーにおけるASEの影響を低減した光増幅の為にファイバ構成", 特願2024-054943, 2024年3月28日.
4. 當銘賢人, 磯部圭佑, 緑川克美, "超高速かつ高効率な二次高調波変換の為に波長変換用光学系", 特願2024-054981, 2024年3月28日.
5. 藤原孝成, 緑川克美, "液体ジェット生成装置及びX線分光装置", 特願2023-080596, 2023年5月16日.

(6) 特筆すべき事項・トピックス (雑誌表紙などの掲載記事) / Topics

1. 理研プレスリリース
極超短パルス光を「光渦」に変換 - 「渦」の時空間構造の制御に成功 -
https://www.riken.jp/press/2023/20231127_1/index.html
理研ニュースに掲載予定
2. 科学新聞, "松尾財団が学術賞・学術研究助成金贈呈式を開催", 2023年11月24日.

超高速分子計測研究チーム / Ultrafast Spectroscopy Research Team

(1) 原著論文 (accept) を含む / Original Papers

1. Matsuzaki, K. and Tahara, T., "Sub-shot-noise circular dichroism spectroscopy for the accelerated characterization of molecular chirality", ACS Photonics, accepted.
2. Sung, W., Inoue, K., Nihonyanagi, S., and Tahara, T., "Unified picture of vibrational relaxation of OH stretch at the air/water interface obtained by time-resolved, heterodyne-detected vibrational sum frequency generation spectroscopy", Nat. Commun. 15, 1258 (2024).
3. Kuramochi, H., Tsutsumi, T., Saita, K., Wei, Z., Osawa, M., Kumar, P., Liu, L., Takeuchi, S., Taketsugu, T., and Tahara, T., "Ultrafast Raman observation of the perpendicular intermediate phantom state of stilbene photoisomerization", Nat. Chem. 16, 22-27 (2024).
4. Gallop, N. P., Maslennikov, D. R., Mondal, N., Goetz, K. P., Dai, Z., Schankler, A. M., Sung, W., Nihonyanagi, S., Tahara, T., Bodnarchuk, M., Kovalenko, M., Vaynzof, Y., Rappe, A. M., and Bakulin, A. A., "Ultrafast Vibrational Control of Hybrid Perovskite Devices Reveals the Influence of the Organic Cation on Electronic Dynamics", Nat. Mater. 23, 88-94 (2023).
5. Chang, C., Konno, M., Inoue, K., and Tahara, T., "Effects of the Unique Chromophore - Protein Interactions on the Primary Photoreaction of Schizorhodopsin", J. Phys. Chem. Lett. 14, 7083-7091 (2023).
6. Kumar, P., Kuramochi, H., Takeuchi, S., and Tahara, T., "Photoexcited plasmon-driven ultrafast dynamics of the adsorbate probed by femtosecond time-resolved surface-enhanced time-domain Raman spectroscopy", J. Phys. Chem. Lett. 14, 2845-2853 (2023).

(2) 著書・解説など / Book Editions, Review Papers

1. Tahara, T., "Working on a dream: Bringing up the level of interface spectroscopy to the bulk level", Bull. Chem. Soc. Japan (Award Account), in press.
2. 松崎維信, "量子もつれ光を用いた超高感度吸収分光法", レーザー研究, 52, 122-127 (2024).

3. 松崎維信, “量子もつれ光を用いた超高感度吸収分光法の実現とその応用”, 応用物理学会フォトニクス分科会誌「フォトニクスニュース」, 9, 53 (2023).
4. Kubarych, K. J., Thielges, M. C., Tahara, T., Elsaesser, T., “Special issue on time-resolved vibrational spectroscopy”, J. Chem. Phys. 158, 160401 (2023).

(3) 招待講演 / Invited Talks

1. Matsuzaki, K., Kuramochi, H., and Tahara, T., “Inhomogeneity of hydrated electrons revealed by transient two-dimensional electronic spectroscopy”, The 24th East Asia Workshop on Chemical Dynamics (EAWCD 2024), Taiwan, March (2024).
2. 高梨司, “先端的フェムト秒時間分解分光で観る金属錯体・クラスターの超高速励起状態ダイナミクス”, 第17回先端レーザー分光シンポジウム, 東京, 12月22日, (2023).
3. Tahara, T., “Tracking ultrafast photochemistry at the water surface by phase-sensitive nonlinear spectroscopy”, 12th Asian Photochemistry Conference (APC2023), Australia, November (2023).
4. Tahara, T., “Unified picture of vibrational relaxation of OH stretch at the air/water interface obtained by time-resolved HD-VSFG spectroscopy”, The 9th SFG workshop 2023, 東京, 11月12日-13日, (2023).
5. Nihonyanagi, S., “Molecular-Level Elucidation of Buried Solid/Liquid Interfaces Studied by Heterodyne-detected Vibrational Sum Frequency Generation”, Structure and Dynamics of Chemical and Biomolecular Systems (SDCBS23), India, October (2023).
6. Tahara, T., “Unified picture of vibrational relaxation of OH stretch at the air/water interface obtained by ultrafast phase-sensitive nonlinear spectroscopy”, The 15th Femtochemistry Conference, Germany, July (2023).
7. Matsuzaki, K. and Tahara, T., “Sub-shot-noise absorption spectroscopy using entangled photon pairs and its applications to ultrasensitive concentration and chirality measurements”, Seminar at Max Planck Institute for the Science of Light, Germany, July (2023).
8. Matsuzaki, K. and Tahara, T., “Ultrasensitive Concentration and Chirality Measurements Realized by Sub-Shot-Noise Absorption Spectroscopy Using Entangled Photon Pairs”, CLEO/Europe-EQEC 2023, Germany, June (2023).
9. Tahara, T., “Ultraviolet resonance femtosecond time-resolved Raman spectroscopy of complex and fundamental molecules”, Time-Resolved Vibrational Spectroscopy 2023, Netherlands, June (2023).
10. 二本柳聡史, “和周波分光の現状と機能性界面研究への展望”, 第60回日本伝熱シンポジウム, 福岡, 5月25日-27日, (2023).

(4) 会議、シンポジウム、セミナー主催 / Meeting, Symposiums and Seminars

1. 8th Asian Spectroscopy Conference, Niigata, September 3-7 (2023).
2. セミナー, “Photo-detrapping of Hydrated Electron and Coherent Multidimensional Spectroscopy of Organic Semiconducting Materials”, T. W. Kee, 和光, 3月22日 (2024).
3. セミナー, “Transient Raman Spectroscopy for Probing Charge Transfer Chemistry”, J. Dasgupta, 和光, 9月8日 (2023).
4. セミナー, “Ultrafast Spectroscopy of Retinal Proteins and Molecular Materials for Energy Conversion”, S. Haacke, 和光, 7月22日 (2023).
5. セミナー, “Recent Progress in Ultrafast Spectroscopy of Light-Driven Molecular Motors”, S. R. Meech, 和光, 7月20日 (2023).

(5) 特筆すべき事項・トピックス (雑誌表紙などの掲載記事) / Topics

1. Nature Chemistry, Vol. 16, No. 1, Front Cover, 2024年1月発行.
2. レーザー研究, 52巻, 3号, 表紙, 2024年3月20日発行.

時空間エンジニアリング研究チーム / Space-Time Engineering Research Team

(1) 原著論文 (accept) を含む / Original Papers

1. Okaba, S., Takeuchi, R., Tsuji, S., and Katori, H., “Continuous outcoupling of ultracold strontium atoms combining three different traps”, Phys. Rev. Appl. 21, 034006 (2024).
2. Takeuchi, R., Chiba, H., Okaba, M., Takamoto, S., Tsuji, S., and Katori, H., “Continuous generation of an ultracold atomic beam using crossed moving optical lattices”, APEX 16, 042003 (2023).

(2) 著書・解説など / Book Editions, Review Papers

1. 香取秀俊, “超高精度の光格子時計は世界の標準をどう変えるか?”, CHEMISTRY & CHEMICAL INDUSTRY, (2023).
2. 香取秀俊, “300億年に一秒しかくわらない”, 学校図書館 雑学サイエンス, (2023).
3. 大前宣昭, 高本将男, 牛島一朗, 香取秀俊, “18桁精度の可搬型光格子時計による重力赤方偏移の精密な検証”, レーザー研究, 51巻8号, 506-510 (2023).

(3) 招待講演 / Invited Talks

1. 香取秀俊, “光格子時計による相対論的な時空間センシング”, 電子情報通信学会 総合大会, 広島, 3月6日, (2024).
2. 高本将男, “光格子時計がもたらす新たな時間計測とその応用”, 応用物理学学会関西支部2023年度第3回講演会「計量・計測技術と国際標準化」, 大阪, 1月23日, (2024).
3. 香取秀俊, “光格子時計が拓く新たな時空間計測”, 分子科学フォーラム, オンライン, 12月15日, (2023).
4. Takamoto, M., “Fundamental Physics with Precision Clocks”, QUPosium 2023, Japan, December (2023).
5. 香取秀俊, “光格子時計による時空間センシング”, 量子技術研究会, 11月28日, (2023).
6. Katori, H., “Making optical lattice clocks compact and useful for real-world applications”, 28th International Conference on Optical Fiber Sensors, Japan, November (2023).
7. 香取秀俊, “光格子時計：新しい時間をつくる、使う”, 近畿計量協議会, 神戸, 11月17日, (2023).
8. Katori, H., “Development of transportable optical lattice clocks and applications”, The 9th Symposium on Frequency Standards and Metrology, Australia, October (2023).
9. Katori, H., “Micuis Prize Talk “Optical Lattice Clock: From curiosity-driven research to future technology””, ICEQT 2023, US, September (2023).
10. 香取秀俊, “光格子時計が拓く新たな時空間計測”, 理研イノベーションセミナー, 埼玉, 8月2日, (2023).
11. 香取秀俊, “量子時計は重力で曲がった時空間のセンサー”, Q2B 23 Tokyo, 東京, 7月20日, (2023).
12. Katori, H., “Making optical lattice clocks compact and useful for real-world applications”, The 27th International Conference on Atomic Physics (ICAP2022), Canada, July (2023).
13. Takamoto, M., Ushijima, I., Katori, H., “Development of a transportable optical lattice clock and its applications”, The 31st annual international Laser Physics Workshop, online, July (2023).
14. 香取秀俊, “好奇心が駆動するサイエンスを未来の技術につなぐ”, CREST「量子技術」公開シンポジウム, 東京, 4月27日, (2023).
15. Katori, H., “Making optical lattice clocks compact and useful for real-world applications”, OPIC2023 (the 12th Optics & Photonics International Congress), Japan, April (2023).

(4) 会議、シンポジウム、セミナー主催 / Meeting, Symposiums and Seminars

1. 第5回未来社会プロジェクトメンバーワークショップ, 和光, 12月18日 (2023).

(5) 特許出願 / Patent Applications

1. 香取秀俊, “原子トラップ装置、原子冷却装置、分光装置、光格子時計、量子コンピュータ、コイル、原子トラップ方法、原子冷却方法および分光方法”, 特願2023-222419, 2023年12月28日.
2. 香取秀俊, “分光装置、連続発振超放射レーザー装置および分光方法”, 特願2023-088759, 2023年5月30日.
3. 香取秀俊, 高本将男, 辻成悟, “冷却原子生成装置、冷却原子生成方法、物理パッケージ、光格子時計用物理パッケージ、原子時計用物理パッケージ、原子干渉計用物理パッケージ、量子情報処理デバイス用物理パッケージ、及び、物理パッケージシステム”, PCT/JP2023/20033, 2023年5月30日.
4. 小仁所志菜, 阪本隼志, 今井弘光, 赤塚友哉, 橋本俊和, 小栗克弥, 石澤淳, 後藤秀樹, 寒川哲臣, 香取秀俊, “光干渉回路”, PCT/JP2023/036614, 2023年5月10日.
5. 香取秀俊, 高本将男, 辻成悟, “原子ビーム生成装置、物理パッケージ、光格子時計用物理パッケージ、原子時計用物理パッケージ、原子干渉計用物理パッケージ、量子情報処理デバイス用物理パッケージ、及び、物理パッケージシステム”, PCT/JP2023/17053, 2023年5月1日.
6. 香取秀俊, 高本将男, 辻成悟, “磁気光学トラップ装置、物理パッケージ、光格子時計用物理パッケージ、原子時計用物理パッケージ、原子干渉計用物理パッケージ、量子情報処理デバイス用物理パッケージ、及び、物理パッケージシステム”, PCT/JP2023/16938, 2023年4月28日.

(6) 特筆すべき事項・トピックス (雑誌表紙などの掲載記事) / Topics

1. 日刊工業新聞, “光コンベヤーで原子運搬、東大など新技術 光格子時計の高度化に”, 2024年3月11日.
2. 日経新聞, “東大・理研・日本電子、交差する光ベルトコンベアで運動方向を変えて出力する連続原子源を開発”, 2024年3月7日.
3. BS フジTV, “なるほど納得塾「東京スカイツリーで一般相対性理論の実験」”, 2024年2月24日.
4. NHK Eテレ, “クイズほおスクール「光格子時計」”, 2024年1月15日.
5. 日経新聞, “先駆者「世界一正確な時計」”, 2023年9月1日.

量子オプトエレクトロニクス研究チーム / Quantum Optoelectronics Research Team

(1) 原著論文 (accept) を含む / Original Papers

1. Fang, N., Chang, Y. R., Yamashita, D., Fujii, S., Maruyama, M., Gao, Y., Fong, C. F., Otsuka, K., Nagashio, K., Okada, S., and Kato, Y. K., “Resonant exciton transfer in mixed-dimensional heterostructures for overcoming dimensional restrictions in optical processes”, Nat. Commun. 14, 8152 (2023).

(2) 招待講演 / Invited Talks

1. Kato, Y. K., “Exciton physics and cavity quantum electrodynamics in air-suspended carbon nanotubes”, The 36th International Winterschool on Electronic Properties of Novel Materials (IWEPNM), Kirchberg, Tirol, Austria, March 12 (2024).
2. Kato, Y. K., “Organic color centers in carbon nanotubes for telecom-band single photon generation at room temperature”, 33rd International Conference on Diamond and Carbon Materials (ICDCM 2023), Palma, Mallorca, Spain, September 11 (2023).
3. Kato, Y. K., “Carbon nanotubes and atomically thin materials integrated with silicon photonic crystal nanocavities”, 13th International Conference on Metamaterials, Photonic Crystals and Plasmonics (META 2023), Paris, France, July 19 (2023).
4. Kato, Y. K., “Excitons in carbon nanotubes meet layered materials: Mixed-dimensional heterostructures for nanoscale photonics”, The 23rd International Conference on the Science and Applications of Nanotubes and Low-Dimensional Materials (NT23), Symposium on Fundamental, Structural and Optical Properties of 1D and 2D Materials and Their Heterostructures, Arcachon, France, June 6 (2023).
5. Kozawa D, Wu X, Ishii A, Fortner J, Otsuka K, Xiang R, Inoue T, Maruyama S, Wang Y, Kato YK. Formation of organic color centers in air-suspended carbon nanotubes using vapor-phase reaction. 243rd ECS Meeting, Boston, Massachusetts, United States, May 30 (2023).

(3) 会議、シンポジウム、セミナー主催 / Meeting, Symposiums and Seminars

1. セミナー, Natthajuks Pholsen, Ph.D. student, Iwamoto Group, Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo, “Toward the Generation of On-Demand Coherent Single Photons for Scalable Quantum Information Processing”, 和光, 3月29日 (2024).
2. セミナー, Clement Deleau, Postdoctoral Researcher, LAAS- CNRS – National Polytechnic Institute, France “Integrated optical modulation for sensing applications”, 和光, 7月26日 (2023).
3. セミナー, Ufuk Erkilic, Research Associate, Low Dimensional Nanomaterials Research Group, NTT Basic Research Laboratories, NTT Corporation “Large-area high-quality conventional and novel TMDCs and their optical properties” 和光, 7月11日 (2023).
4. セミナー, Jan Heck, Department of Physics, The Cavendish Laboratory, University of Cambridge, “Protein Biophysics in Hollow-Core Photonic Crystal Fibres: Label-Free Monitoring of Biomolecules in Optofluidic Waveguides”, 和光, 5月18日 (2023).
5. セミナー, Alexey Nikitin, Ikerbasque Research Associate, Donostia International Physics Center, Spain, “Hyperbolic light”, 和光, 4月10日 (2023).
6. セミナー, 張 健一, 京都大学大学院理学研究科物理学・宇宙物理学専攻金光研究室 博士課程, 「ハロゲン化鉛ペロブスカイトナノ粒子における励起子格子相互作用」, 和光, 4月4日 (2023).

(4) 特許出願 / Patent Applications

1. 加藤雄一郎, 小澤大知, 塩田勇人, “反応制御装置及び反応制御方法”, 特願2023-190561, 2023年11月8日.

(5) 特筆すべき事項・トピックス (雑誌表紙などの掲載記事) / Topics

1. TECH+, “理研など、次元の異なるナノ半導体の界面でのエネルギー共鳴現象を発見”, 2023年12月20日.
2. Rakuten Infoseek News, “理研など、次元の異なるナノ半導体の界面でのエネルギー共鳴現象を発見”, 2023年12月20日.

3. Tii技術情報, “ナノ半導体界面でのエネルギー共鳴現象を発見～異次元ヘテロ構造を用いた半導体デバイスへの応用に期待～”, 2023年12月15日.
4. 日本経済新聞, “理研・筑波大・東大・慶大、ナノ半導体界面でのエネルギー共鳴現象を発見”, 2023年12月15日.
5. 日本の研究.com, “ナノ半導体界面でのエネルギー共鳴現象を発見—異次元ヘテロ構造を用いた半導体デバイスへの応用に期待—”, 2023年12月15日.J
6. BtoBプラットフォーム 業界Ch, “ナノ半導体界面でのエネルギー共鳴現象を発見”, 2023年12月15日.
7. オプトロニクスオンライン, “理研ら、ナノ半導体界面でエネルギー共鳴現象を発見”, 2023年12月15日.

超高速コヒーレント軟X線光学研究チーム / Ultrafast Coherent Soft X-ray Photonics Research Team

(1) 原著論文 (accept) を含む / Original Papers

1. Xu, L., and Takahashi, E.J., “Dual-chirped optical parametric amplification of high-energy single-cycle laser pulses”, Nature Photonics 18, 99-106 (2024).
2. Tran, G. N., Midorikawa, K., and Takahashi, E.J., “Quantitative diffraction imaging using attosecond pulses”, J. Opt. Soc. Am. B 41, B14-B25 (2024).

(2) 招待講演 / Invited Talks

1. Takahashi, E.J., “Novel ultrafast laser technology for generating gigawatt-class isolated attosecond pulses”, CLEO Euro 2023, Munich, Germany, June (2023).
2. Takahashi, E.J., “Generation of 60-mJ, 1-cycle pulses”, ISWAMP 2023, Québec, Canada, July (2023).
3. Takahashi, E.J., “Novel Amplification Method for a Single-Cycle Laser Pulse”, OPL-2023 Optics, Photonics and Lasers, Hiroshima, Japan, Dec. (2023).
4. Takahashi, E.J., “Amplification of a single-cycle pulse”, International Conference on Ultrafast X 2023, Xi’an, China, Nov. (2023).
5. 高橋 栄治, “アト秒科学のためのマルチ TW シングルサイクルレーザー光源”, レーザー学会学術講演会第44回年次大会, 東京 1月16- 19日, (2024).

(3) 会議、シンポジウム、セミナー主催 / Meeting, Symposiums and Seminars

1. 7th RIKEN-RAP and QST-KPSI Joint Seminar, 和光, 1月23日 (2024).

超短パルス電子線科学理研白眉研究チーム / Ultrashort Electron Beam Science RIKEN Hakubi Research Team

(1) 原著論文 (accept) を含む / Original Papers

1. Morimoto, Y., and Baum, P., “Field-induced rocking curve effects in attosecond electron diffraction”, Phys.Rev.Lett. (accepted).

(2) 著書・解説など / Book Editions, Review Papers

1. 森本裕也, “アト秒物理学とナノサイエンス：2023年ノーベル物理学賞とその先”, ナノ学会誌, 22 (2), 41-42, (2024).
2. Morimoto, Y., “News&Views: Attosecond movies of nano-optical fields”, Nat.Photon. 17(9), 736-737 (2023).
3. 森本裕也, “Award Account: アト秒電子パルスの発生と電子回折への応用”, Mol.Sci. 17, A0125 (2023).

(3) 招待講演 / Invited Talks

1. Morimoto, Y., “Electron-atom scattering with attosecond bunched pulses”, ACHIP+ workshop, Germany, March (2024).
2. Morimoto, Y., “Single-cycle Optical Control of Valence Electrons in a Solid and Free Electrons in a Beam”, CLEO 2023, USA, May (2023).
3. 森本裕也, “アト秒超高速電子線イメージング実現に向けた取り組み”, 日本顕微鏡学会 超高分解能顕微鏡法分科会研究会, 神奈川, 3月8日, (2024).
4. 森本裕也, “アト秒電子顕微鏡測定の実現に向けた我々の取り組み”, 非平衡固体物性の最前線, 東京, 11月13日, (2023).
5. 森本裕也, “アト秒電子ビーム技術: 最近の進展を振り返って”, 第43回 ナノテストングシンポジウム, 大阪, 11月8日, (2023).
6. 森本裕也, “アト秒電子パルスによる超高速現象観測に向けた取り組み”, 第7回レーザー加工若手研究会, 東京, 8月10日, (2023).
7. 森本裕也, “アト秒超高速電子線イメージングを目指して”, 第79回日本顕微鏡学会学術講演会, 6月26日, (2023).

8. 森本裕也, “アト秒電子線イメージングに向けた取り組み”, 第7回超高速光エレクトロニクス研究会, 4月7日, (2023).

生細胞超解像イメージング研究チーム / Live Cell Super-Resolution Imaging Research Team

(1) 原著論文 (accept) を含む / Original Papers

1. Toshima, J. Y., Tsukahara, A., Nagano, M., Tojima, T., Siekhaus, D. E., Nakano, A., and Toshima, J., “The yeast endocytic early/sorting compartment exists as an independent sub-compartment within the trans-Golgi network”, eLife 12, e84850 (2023).
2. Obata, Y., Kurokawa, K., Tojima, T., Natsume, M., Shiina, I., Takahashi, T., Abe, R., Nakano, A., and Nishida, T., “Golgi retention and oncogenic KIT signaling via PLC γ 2-PKD2-PI4KIII β activation in gastrointestinal stromal tumor cells”, Cell Rep. 42, 113035 (2023).
3. Tojima, T., Suda, Y., Jin, N., Kurokawa, K., and Nakano, A., “Spatiotemporal dissection of the Golgi apparatus and the ER-Golgi intermediate compartment in budding yeast”, eLife 13, e92900 (2024).

(2) 著書・解説など / Book Editions, Review Papers

1. 戸島拓郎, 中野明彦, “高速超解像顕微鏡法により明らかになった膜交通の時空間ダイナミクス”, 顕微鏡, 58, 80-83, (2023).
2. Nakano, A., “Full elucidation of sorting mechanisms in and around the Golgi apparatus by super-resolution live imaging”, Impact, 2024, 13-15 (2024).

(3) 招待講演 / Invited Talks

1. 戸島拓郎, “ゴルジ体時空間ダイナミクスの可視化解析”, 第75回日本細胞生物学会大会・シンポジウム「膜交通経路におけるオルガネラ時空間ダイナミクス～保存性と多様性～」, 奈良, 6月28日, (2023).
2. 中野明彦, “生化学者の地動説”, 第96回日本生化学会大会・シンポジウム「先輩からのメッセージ」, 福岡, 11月1日, (2023).
3. 神奈亜子, 黒川量雄, 中野明彦, “超解像ライブセルイメージングによるオルガネラ間膜接着を介した新規積荷輸送機構の解明”, 第46回日本分生生物学会年会・シンポジウム「種をこえたポストゴルジ輸送の共通システム」, 神戸, 12月7日, (2023).
4. 戸島拓郎, “ゴルジ体・トランスゴルジ網の時空間ダイナミクス”, 第46回日本分生生物学会年会・シンポジウム「種をこえたポストゴルジ輸送の共通システム」, 神戸, 12月7日, (2023).
5. Nakano, A., “Paradigm shifts in membrane traffic research – Seeing is believing?”, 5th CIBoG Retreat (16th NAGOYA Global Retreat), Obu, Japan, February (2024).
6. 中野明彦, “最先端の顕微鏡で生きている細胞の中の活動を見る”, サイエンスフロント MITAKA —最先端科学を楽しむ—, 三鷹, 3月3日, (2024).
7. 神奈亜子, “超解像ライブイメージングにより見えてきた、オルガネラ間タンパク質輸送の実態”, 酵母研究会第93回講演会, 西宮, 3月7日, (2024).

生命光学技術研究チーム / Biotechnological Optics Research Team

(1) 原著論文 (accept) を含む / Original Papers

1. Hirano, M., Yonemaru, Y., Shimozone, S., Sugiyama, M., Ando, R., Okada, Y., Fujiwara, T., Miyawaki, A., “StayGold photostability under different illumination modes”, Sci Rep. 14(1):5541. doi: 10.1038/s41598-024-55213-3(2024).
2. Ando, R., Shimozone, S., Ago, H., Takagi, M., Sugiyama, M., Kurokawa, H., Hirano, M., Niino, Y., Ueno, G., Ishidate, F., Fujiwara, T., Okada, Y., Yamamoto, M., Miyawaki, A., “StayGold variants for molecular fusion and membrane-targeting applications”, Nat Methods. doi: 10.1038/s41592-023-02085-6(2023).
3. Uchida, Y., Takahashi, Y., Kurata, C., Morimoto, Y., Ohtani, E., Tosaki, A., Kumagai, A., Greimel, P., Nishikubo, T., Miyawaki, A., “Urinary lumirubin excretion in jaundiced preterm neonates during phototherapy with blue light-emitting diode vs. green fluorescent lamp”, Sci Rep.13(1):18359. doi: 10.1038/s41598-023-45147-7(2023).
4. Ando, R., Sakaue-Sawano, A., Shoda, K., Miyawaki, A., “Two coral fluorescent proteins of distinct colors for sharp visualization of cell-cycle progression”, Cell Struct Funct. 48(2):135-144. doi: 10.1247/csf.23028(2023).

(2) 著書・解説など / Book Editions, Review Papers

1. 黒川裕, 杉山真由, 宮脇敦史, “大規模イメージングのための研究室内サーバー構築”, 実験医学 Vol.41 No16 (10月号), p.2618-2626, doi:10.18958/7335-00002-0000604-00 (2023).

(3) 招待講演 / Invited Talks

1. 宮脇敦史, "Casting light on life", 第2回骨免疫自然共生研究会講演会, 東京, 3月14日, (2024).
2. 宮脇敦史, "Casting light on life", 第32回ERATO共生進化機構先端セミナー, 茨城県, 2月14日, (2024).
3. 宮脇敦史, "Cruising in the cells", 2023年度大阪大学微生物病研究所学術講演会, 大阪府, 12月15日, (2023).
4. 宮脇敦史, "かつてない解像度を誇る高速ライブセルイメージングシステム ZEISS Elyra 7 with Lattice SIM2", 第46回日本分子生物学会ランチョンセミナー, 兵庫県, 12月7日, (2023).
5. 宮脇敦史, "生命凝縮系の分光学", 第61回日本生物物理学会年会ランチョンセミナー, 愛知県, 11月15日, (2023).
6. Atsushi Miyawaki, "Cruising in the cell", OptoRevolution: Exploring the Frontiers of Physiology with Light, China, November (2023).
7. 宮脇敦史, "細胞小器官の動と静", JST-ERATO 有田リビドームアトラスプロジェクト第1回公開シンポジウム, 東京都, 10月17日, (2023).
8. 宮脇敦史, "細胞を遊ぶ", 低酸素研究会2023, 東京都, 9月9日, (2023).
9. 宮脇敦史, "色褪せない蛍光タンパク質 StayGold の有用性", Revvity Japan 製品展示及びセミナー, 東京都, 7月26日, (2023).
10. 宮脇敦史, "Cruising in the cells", 第75回細胞生物学会若手の会, オンライン, 6月29日, (2023).
11. 宮脇敦史, "Cruising in the cells", 第96回日本内分泌学会学術総会, 愛知県, 6月1日, (2023).
12. 宮脇敦史, "Cruising in the cells", 第112回日本病理学会総会, 山口県, 4月15日, (2023).

(4) 会議、シンポジウム、セミナー主催 / Meeting, Symposiums and Seminars

1. EMBO | EMBL Symposium Seeing is Believing: Imaging the Molecular Processes of Life, EMBL Heidelberg, Germany, October (2023).

画像情報処理研究チーム / Image Processing Research Team

(1) 原著論文 (accept) を含む / Original Papers

1. Takemoto, S., Hori, K., Yoshimasa, S., Nishimura, M., Nakajo, K., Inaba, A., Sasabe, M., Aoyama, N., Watanabe, T., Minakata, N., Ikematsu, H., Yokota, H., Yano, T., "Computer-aided demarcation of early gastric cancer: a pilot comparative study with endoscopists", *Journal of Gastroenterology*, 58, 741–750 (2023).
2. Umebayashi, M., Takemoto, S., Reymond, L., Sundukova, M., Hovius, R., Bucci, A., Heppenstall, P. A., Yokota, H., Johnsson, K., Riezman, H., "A covalently-linked probe to monitor local membrane properties surrounding plasma membrane proteins", *J Cell Biol.* 222 (3): e202206119, (2023). <https://doi.org/10.1083/jcb.202206119>
3. Wang, J., Maeda, E., Tsujimura, Y., Abe, T., Kiyonari, H., Kitaguchi, T., Yokota, H., Matsumoto, T., "In situ FRET measurement of cellular tension using conventional confocal laser microscopy in newly established reporter mice expressing actinin tension sensor", *Scientific Reports*. Article number, 22729 (2023). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-50142-z>
4. Sasaki, S., Mori, T., Enomoto, H., Nakamura, S., Yokota, H., Yamashita, H., Goto-Inoue, N., "Assessing Molecular Localization of Symbiont Microalgae in Coral Branches Through Mass Spectrometry Imaging", *Mar Biotechnol* (2024). <https://doi.org/10.1007/s10126-024-10294-z>
5. Fukushima, R., Takamatsu, T., Mori, A., Sato, K., Okubo, K., Umezawa, M., Takeshita, N., Hasegawa, H., Yokota, H., Soga, K., and Takemura, H., "Hyperspectral imaging and detection mapping of in vivo biological tissues applying near-infrared laparoscope", *Proc. SPIE 12466. Medical Imaging*, (2023). *Image-Guided Procedures, Robotic Interventions, and Modeling*, 124662K (3 April 2023). <https://doi.org/10.1117/12.2653684>
6. Chu, S., Sudo, K., Yokota, H., Abe, K., Nakamura, Y., Tsai, M., "Human induced pluripotent stem cell formation and morphology prediction during reprogramming with time-lapse bright-field microscopy images using deep learning methods", *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. 229,107264. (2023). ISSN 0169-2607,
7. Mitsui, T., Mori, A., Takamatsu, T., Kadota, T., Sato, K., Fukushima, R., Okubo, K., Umezawa, M., Takemura, H., Yokota, H., Kuwata, T., Kinoshita, T., Ikematsu, H., Yano, T., Maeda, S., Soga, K., "Evaluating the identification of the extent of gastric cancer by over-1000 nm near-infrared hyperspectral imaging using surgical specimens", *Journal of Biomedical Optics*. Vol. 28. Issue 8, 086001 (2023). <https://doi.org/10.1117/1.JBO.28.8.086001>
8. 深津 美薫, 吉澤 信, 竹村 裕, 横田 秀夫, "半矩形領域を用いた高速スケール対応画像フィルタ", *精密工学会誌*, 90巻, 3号, pp. 313-320 (2024).
9. 道川隆士, 佐々高史, 重田将宏, 吉村侅平, 藤繁航, 北澤隆一, 名古屋 淳, 金谷 武伴, 和田智之, "動画からのトンネル打音点検作業のデジタル化", *土木学会論文誌*, 80(22), 23-22018 (2023).

(2) 著書・解説など / Book Editions, Review Papers

1. 横田 秀夫, 吉澤 信, 孫 哲, 竹本 智子, “イメージングDX –画像処理により「みえないものを見る」–”, 臨床画像, 40巻, 1号, pp. 80-86 (2024).

(3) 招待講演 / Invited Talks

1. 竹本智子, 横田秀夫, “早期胃がんの範囲診断を可能とするAI技術の開発”, 理研シンポジウム 光量子工学研究, 和光, 2月29日~3月1日, (2024).
2. 横田秀夫, “IVR新時代: AIとロボット”, 第82回日本医学放射線学会総会, 神奈川, 4月14日, (2023).
3. 横田秀夫, “機械学習による疾患の自動診断を目指して” 日本医用画像電子情報・人工知能研究会, 徳島, 9月17日, (2023).
4. 横田秀夫, “見えないものを見る: 情報処理による現象の理解に向けて (細胞から人体、医療まで)”, 生体機能計測フォーラム第3回講演会, オンライン, 7月19日, (2023).
5. 横田秀夫, “モノの内部構造を対象とした計測情報からの定量解析を目指して”, サイバー・フィジカル・エンジニアリング技術研究組合, 東京, 9月29日, (2023).
6. 横田秀夫, “生物内部の3次元構造を探る”, 日本大学大学院, 神奈川, 11月6日, (2023).
7. 横田秀夫, “3次元内部構造顕微鏡による材料観察と数値解析への展開”, 第94回塑性加工技術フォーラム, 鳥取, 11月22日, (2023).

(4) 特許出願 / Patent Applications

1. 太田聡史, “細胞の系統解析を行う方法”, 外国出願PCT/JP2023/005534, 2023年2月16日.
2. 横田秀夫, 竹本智子, “推定装置、推定システム、推定方法及びプログラム”, 特願2023-111477, 2023年7月6日.
3. 横田秀夫, “情報処理装置、情報処理方法、およびコンピュータプログラム”, 特願2023-10900, 2023年7月3日.
4. 横田秀夫, “情報処理装置、情報処理方法、およびコンピュータプログラム”, 外国出願PCT/JP2023/039023, 2023年10月30日.

(5) 特筆すべき事項・トピックス (雑誌表紙などの掲載記事) / Topics

1. プレスリリース, “AIで早期胃がんの範囲診断が可能に –内視鏡専門医の診断制度に迫る–”, 2023年6月6日.
2. デーリー東北新聞, “進化するAI画像診断”, 2023年10月1日.
3. 東京新聞, “早期胃がんAIで発見”, 2023年10月12日.

フォトン操作機能研究チーム / Innovation Photon Manipulation Research Team

(1) 原著論文 (accept) を含む / Original Papers

1. Chu, C. H., Chia, Y.-H., Hsu, H.-C., Vyas, S., Tsai, C.-M., Yamaguchi, T., Tanaka, T., Chen, H.-W., Luo, Y., Yang, P.-C., and Tsai, D. P., “Intelligent Phase Contrast Meta-Microscope System,” *Nano Lett.* 23, 24, pp. 11630-11637 (2023).
2. Huang, P.-S., Chu, C. H., Huang, S.-H., Su, H.-P., Tanaka, T., and Wu, P. C., “Varifocal Metalenses: Harnessing Polarization-Dependent Superposition for Continuous Focal Length Control,” *Nano Lett.* 23, 22, pp. 10432-10440 (2023).
3. Kato, R., Maeda, K., Yano, T., Tanaka, K., and Tanaka, T., “Label-free visualization of photosynthetic microbial biofilms using mid-infrared photothermal and autofluorescence imaging,” *Analyst* 148, pp. 6241-6247 (2023).
4. Olaya, C. M., Hayazawa, N., Balgos, M. H., and Tanaka, T., “Dynamic measurement of angular Goos-H nchen shift at surface plasmon resonance in liquid,” *Appl. Opt.* 62, 31, pp. 8426-8433 (2023).
5. Balgos, M. H. M., Hayazawa, N., Tani, M., and Tanaka, T., “Megahertz repetition rate-based lock-in detection scheme for rapid data acquisition in terahertz time domain spectroscopy,” *Rev. Sci. Instrum.* 94, 043002 (2023).
6. Kato, R., Yano, T., and Tanaka, T., “Single-cell infrared vibrational analysis by optical trapping mid-infrared photothermal microscopy,” 148, pp. 1285-1290 (2023).
7. Balois-Oguchi, M. V., Hayazawa, N., Yasuda, S., Ikeda, K., Nguyen, T. Q., Escao, M. C., and Tanaka, T., “Probing Strain and Doping along a Graphene Wrinkle Using Tip-Enhanced Raman Spectroscopy,” *J. Phys. Chem. C* 127, 12, pp. 5982-5990 (2023).
8. Liu, X., Chen, M. K., Chu, C. H., Zhang, J., Leng, B., Yamaguchi, T., Tanaka, T., and Tsai, D. P., “Underwater Binocular Meta-lens,” *ACS Photonics* 10, 7, pp. 2382-2389 (2023).

(2) 著書・解説など / Book Editions, Review Papers

1. 田中拓男, “プラズモニックデバイス,” 電子情報通信学会誌 106, 12, pp. 1153-1155 (2023).
2. 田中拓男, “総論－メタマテリアル／メタサーフェスとその応用への期待,” オプトロニクス 42, 9, pp. 60-62 (2023).
3. 加藤遼, 矢野隆章, 田中拓男, “センシング応用へ向けたメタマテリアル内電場分布の振動分光計測,” オプトロニクス 42, 9, p. 00 (2023).
4. 久保若奈, 田中拓男, “均一な熱輻射環境におけるメタマテリアル熱電変換,” レーザー研究 51, 2, pp. 87-91 (2023).
5. 久保若奈, 田中拓男, “メタマテリアル熱電変換,” 機能材料 43, 1, pp. 3-9 (2023).

(3) 招待講演 / Invited Talks

1. Tanaka, T., “2.5 Dimensional Metasurfaces,” Meta-lens World Summit 2023, Hong Kong, December (2023).
2. Tanaka, T., “Metamaterial absorber for ultrasensitive IR spectroscopy,” 4th International Conference on Optics, Photonics, and Lasers (OPL 2023), Hiroshima, December (2023).
3. Tanaka, T., “Optical Metamaterials and Their Applications,” RAP-XIOPM Joint Seminar 2023 (Closed), Saitama, December (2023).
4. Tanaka, T., “Three-dimensional metamaterial absorber for gas molecular sensing,” 2023 MRS Fall Meeting&Exhibit, USA, November (2023).
5. 田中拓男, “メタマテリアル／メタサーフェスを用いた光制御,” 光とレーザーの科学技術フェア2023 併設セミナー 最先端の光制御～メタサーフェス／メタマテリアル～, 横浜, 11月8日 (2023).
6. 田中拓男, “光メタマテリアルとその応用,” 機能性フィルム研究会, 東京, 9月14日 (2023).
7. Yen, T.-J., Chen, C.-Y., and Tanaka, T., “A low-cost, highly stable, superior-efficient heterogeneous photocatalyst by the synergetic hybrid of 2D-MoS₂ nanofilms, 1D-Si nanowires, 0D Au nanoparticles for solar-driven hydrogen evolution,” SPIE Optics+Photonics 2023, USA, August (2023).
8. Chen, M. K., Liu, X., Luo, Y., Tanaka, T., and Din-Ping Tsai, “Meta-devices for bio-imaging,” SPIE Optics+Photonics 2023, USA, August (2023).
9. Oguchi, M. V., Hayazawa, N., and Tanaka, T., “Nanoscale imaging of phonon modes in a plasmonic nano-cavity using tip-enhanced Raman spectroscopy in ambient,” SPIE Optics+Photonics 2023, USA, August (2023).
10. Tsai, D. P., Liu, X., Chen, M. K., and Tanaka, T., “Meta-lens for intelligent aerial, underwater, and land Imaging,” SPIE Optics+Photonics 2023, USA, August (2023).
11. Tanaka, T., “Vertical MIM metamaterial absorber for IR spectroscopic detection of gas molecules,” SPIE Optics+Photonics 2023, USA, August (2023).
12. Kato, R., Umakoshi, T., Verma, P., Yano, T., and Tanaka, T., “Ultrastable tip-enhanced Raman spectroscopic imaging of 2D material systems,” SPIE Optics+Photonics 2023, USA, August (2023).
13. Yano, T., Kato, R., and Tanaka, T., “All-dielectric nanostructures for highly-sensitive molecular spectroscopies,” SPIE Optics+Photonics 2023, USA, August (2023).
14. Yano, T., Kato, R., and Takuo Tanaka, “Nanogap-enhanced biomolecular spectroscopies using plasmonic and dielectric nanostructures,” SPIE Optics+Photonics 2023, USA, August (2023).
15. Tanaka, T., “Three-dimensional metasurface absorber for gas sensing devices,” The 13th International Conference on Metamaterials, Photonic Crystals and Plasmonics (META2023), France, July (2023).
16. 田中拓男, “発色を自由に制御できるメタマテリアル・イムノクロマトデバイス,” JST新技術説明会 (要登録) (Online), 6月13日 (2023).
17. 田中拓男, “メタマテリアルと赤外線センサー,” OPTICS & PHOTONICS International Exhibition (OPIE'23), 神奈川, 4月20日 (2023).
18. Liu, X., Chen, M. K., Chu, C. H., Zhang, J., Leng, B., Yamaguchi, T., Tanaak, T., and Tsai, D. P., “Intelligent Meta-lens for Aerial, Land, and Underwater Imaging,” The 12th Advanced Lasers and Photon Sources (ALPS2023), Japan, April (2023).
19. Tanaka, T., “Metamaterials and metasurfaces from lens to biosensor,” pLED International Symposium 2023 - Exploring Invisible Light Technology, Japan, March (2023).
20. 田中拓男, “メタマテリアル光吸収体ならびに分光応用,” 日本オプトメカトロニクス協会セミナー 「ナノ領域の光学入門」 応用編, 東京, 1月26日 (2023).
21. 田中拓男, “メタマテリアル,” 日本オプトメカトロニクス協会セミナー 「ナノ領域の光学入門」 基礎編, 東京, 1月13日 (2023).

(4) 会議、シンポジウム、セミナー主催 / Meeting, Symposiums and Seminars

1. SPIE Photonics ASIA 2022 “Plasmonics VIII”, China, October (2023).
2. SPIE Optics+Photonics 2023 “Plasmonics: Design, Materials, Fabrication, Characterization, and Applications XXI”, USA, August (2023).

(5) 特筆すべき事項・トピックス (雑誌表紙などの掲載記事) / Topics

1. International Symposium on Imaging, Sensing, and Optical Memory 2023 (ISOM'23), Xiaoyuan Liu, Mu Ku Chen, Takuo Tanaka, and Din Ping Tsai, "Best Paper Award of ISOM'23 "Intelligent Meta-devices for Aerial, Land, and Underwater Imaging" (2023) .
2. 応用物理学会, 田中拓男, "応用物理学会フェロー「メタマテリアルを用いたナノフォトニクスに関する先駆的研究」," (2023)

先端レーザー加工研究チーム / Advanced Laser Processing Research Team

(1) 原著論文 (accept) を含む / Original Papers

1. Zhang, J., Obata, K., Ozasa, K., Uzawa, T., Ito, Y., Sugioka, K., "Rapid Manufacturing of Glass-Based Digital Nucleic Acid Amplification Chips by Ultrafast Bessel Pulses", *Small Sci.* 4, 2300166 (2024).
2. Kawaguchi, H., Yasuhara, R., Yang, H., Hori, C., Miyagawa, R., Sugioka, K., Ota, M., Uehara, H., "Femtosecond vector vortex laser ablation in tungsten: chiral nano-micro texturing and structuring", *Opt. Mater. Express* 14, 424-434 (2024).
3. Kawabata, S., Bai, S., Obata, K., Ozasa, K., Miyaji, G., Sugioka, K., "Formation of two-dimensional laser-induced periodic surface structures on titanium by GHz burst mode femtosecond laser pulses", *Front. Nanotechnol.* 5, 1267284 (2023).
4. Serien, D., Kawano, H., Miyawaki, A., Sugioka, K., Narazaki, A., "Femtosecond laser direct writing of pure three-dimensional fluorescent protein and its application to physiological pH sensing", *Front. Nanotechnol.* 5, 1250395 (2023).
5. Jipa, F., Florian, P., Icriverzi, M., Popescu-Pelin, G., Budei, D., Axente, E., Sugioka, K., Sima, F., "Titanium surface nanostructuring by picosecond laser irradiation for surface improvement of dental abutments", *J. Laser Micro/Nanoengin.* 18, 127-132 (2023).
6. Serien, D., Sugioka, K., Narazaki, A., "Towards understanding the mechanism of 3D printing using protein: Femtosecond laser direct writing of microstructures made from Homopeptides", *Acta Biomater.* 164, 139-150 (2023).
7. Momeni, A., Sugioka, K., "Numerical Simulation of Silicon Laser Ablation with GHz Bursts of Femtosecond Pulses", *J. Laser Micro/Nanoengin.* 18, 109-114 (2023).
8. Obata, K., Caballero-Lucas, F., Kawabata, S., Miyaji, G., and Sugioka, K., "GHz bursts in MHz burst (BiBurst) enabling high-speed femtosecond laser ablation of Silicon due to prevention of air ionization", *Int. J. Extreme Manuf.* 5, 025002 (2023).

(2) 著書・解説など / Book Editions, Review Papers

1. Bai, S, Sugioka, K., "Strategies in surface-enhanced Raman scattering (SERS) for single-molecule detection and biomedical applications", *Biomed. Mater. Devices*, 1, p.739-750 (2023).
2. Sugioka, K., "Nanofluidics fabricated by 3D femtosecond laser processing", Bonse, J., Stoian, R., (Ed.), *Ultrafast Laser Nanostructuring - The Pursuit of Extreme Scales*, (Springer, Berlin) p. 1085-1104 (2023).
3. 杉岡幸次, "2.7 レーザ加工分野の市場動向: 2.7.1 はじめに", 2022年度光産業技術に関する報告書 ((財) 光産業技術振興協会編) 174-179 (2023).
4. 杉岡幸次, "2.7 レーザ加工分野の市場動向: 2.7.3 おわりに", 2022年度光産業技術に関する報告書 ((財) 光産業技術振興協会編) 201-203 (2023).

(3) 招待講演 / Invited Talks

1. Zhang, J., Obata, K., Ozasa, K., Uzawa, T., Ito, Y., Sugioka, K., "Ultrafast speed laser fabrication of numerous glass micro-chambers for molecular analysis", *SPIE. Photonics West Int. Conf. on Laser-based Micro- and Nanoprocessing XIV (LBMN XIV)*, San Francisco, USA, Jan. (2024).
2. Sugioka, K., "Ultrafast laser 3D processing", 4th Int. Conf. on Optics, Photonics, and Lasers (OPL-2023), Hiroshima, Japan, Dec. (2023). Keynote talk.
3. Sugioka, K., "Ultrafast Laser 3D processing for Fabrication of Functional Micro and Nanodevices", 4th Annual HiLASE Workshop, Dolní Břežany, Czech Republic, Nov. (2023). Keynote talk.
4. Sugioka, K., Bai, S., "Functional biochips and chemical sensors fabricated by femtosecond laser 3D processing", 2023 Int. Conf. on Mater. Sci. Technol. 2023 (MS&T 2023), Columbus, USA, Oct. (2023).
5. Sugioka, K., "Ultrafast laser 3D micro and nanoprocessing", 12th Int. Conf. on Photo-Excited Processes and Applications (ICPEPA-12), Suzhou, China, Sept. (2023). Plenary talk.
6. Serien, D., Sugioka, K., Narazaki, A., "3D printing of pure proteinaceous microstructures", The 12th Asia-Pacific Laser Symposium (APLS 2023), Hakodate, Japan, Sept. (2023).

7. Sugioka, K., "Ultrafast laser 3D processing for fabrication of functional micro and nano devices", 1st Int. Workshop on Laser Mater. Processing & Appl. (LMPA 2023), Takayama, Japan, Sept. (2023).
8. Sima, F., Jipa, F., Staicu, C., Orobeti, S., Ionel, L., Bran, A., Axente, E., Sugioka, K., "Transparent material processing by laser technologies for Lab-on-Chip applications", The International Conference on processing & manufacturing of advanced materials: processing, fabrication, properties, applications (Thermec23), Vienna, Austria, July (2023).
9. Sugioka, K., Bai, S., "Hybrid femtosecond laser 3D processing for fabrication of microfluidic SERS chip enabling attomolar sensing", 2023 Int. Conf. on Progress in Electromagnetics Research (PIERS 2023), Prague, Czech Republic, July (2023).
10. Sugioka, K., Bai, S., "Hybrid femtosecond laser 3D processing fabricating microfluidic SERS chip for attomolar sensing", 11th Int. Conf. on Mater. for Adv. Technol. (ICMAT 2023), Singapore, June (2023).
11. Sugioka, K., Bai, S., "Hybrid femtosecond laser 3D processing fabricating microfluidic SERS chip for attomolar sensing", 4th Int. Conf. on Progress in ultrafast laser-modifications of mater. (PULMM 2023), Nikko, Japan, June (2023).
12. Sugioka, K., Obata, K., Kawabata, S., "Femtosecond GHz burst mode processing: New trend in laser materials processing", 3rd Int. conf. on sustainable material processing and manufacturing (SMPM2023), Hefei, China, May (2023). Keynote talk.
13. Sugioka, K., "Advanced laser processing: 3D micro/nanoprocessing and manipulated laser pulse processing", CETAL Workshop - Laser Nanoprocessing for Biology Applications -, Bucharest, Romania, May (2023).
14. 杉岡幸次, "GHzバーストモードフェムト秒レーザー加工", 2023年度多元技術融合光プロセス研究会第5回研究交流会, 3月5日, 東京 (2024).
15. 杉岡幸次, "超短パルスレーザー加工: 最近の進展", 光響セミナー, 2月9日, オンライン (2024).
16. 杉岡幸次, Jiawei Zhang, "超短パルスベッセルビームによるデジタルPCRチップの高速作製", 2023年度多元技術融合光プロセス研究会第4回研究交流会, 12月12日, 東京 (2023).
17. 杉岡幸次, "レーザ加工分野の最新動向", 2022年度光産業技術振興協会光産業動向セミナー, 4月22日, 横浜 (2023).
18. 小幡孝太郎, 川端祥太, カバジェロ ルカス フランセスク, 白石, 宮地悟代, 杉岡幸次, "フェムト秒レーザーGHzバーストモードによる高機能加工", レーザ加工学会第100回記念講演会, 東京, 3月19日, (2023).

(4) 会議、シンポジウム、セミナー主催 / Meeting, Symposiums and Seminars

1. SPIE Int. Conf. on Laser-based Micro- and Nanoprocessing XVIII, San Francisco, USA, Jan.-Feb. (2024).
2. 4th Int. Conf. on Optics, Photonics, and Lasers (OPL-2023), Hiroshima, Japan, Dec. (2023).
3. Advanced Laser Processing Research Seminar, "Contributions to ultrafast laser selective etching processing in fused silica (Dr. Mario Ochoa, University of Cantabria, Spain)", Wako, June (2023).
4. 先端レーザー加工研究セミナー, "Laser microprocessing and their phenomenological observation (中村大輔准教授, 九州大学)", 和光, 12月21日 (2023).

(5) 特筆すべき事項・トピックス (雑誌表紙などの掲載記事) / Topics

1. オプトロニクスオンライン, "理研, 超短パルスレーザーとエッチングで微細貫通穴作製", 2024年1月15日.
2. 理化学研究所プレスリリース「フェムト秒レーザーGHzバーストモードアブレーション - 単結晶シリコン基板のレーザー加工速度を23倍向上 -」, 4月11日.
3. 日刊新聞オンライン, "理研、「フェムト秒レーザー」パルス列照射で穴開け イオン化防ぎ高品質", 2023年4月12日.
4. オプトロニクスオンライン, "理研, 単結晶Si基板のレーザー加工速度を23倍向上", 2023年4月12日.
5. Nikkei Tech Foresight, "理研など、フェムト秒レーザーでの加工速度を23倍に", 2023年4月26日.
6. Adv. Mater. Technol., Back Cover, Vol. 8, No. 11, June 9, 2023.
7. 杉岡幸次: 2024 SPIE 3D Printing, Fabrication, and Manufacturing Award 受賞.
8. 杉岡幸次: Light Sci. Appl. Highly Cited Paper Award, Sept., Nov. 受賞.
9. 杉岡幸次: Light Sci. Appl. Top downloaded papers of in 2023 Award 受賞.
10. 半澤未来: The LPM 2023 Outstanding Student Paper Award (Poster) 受賞.
11. 川端祥太: 42nd annual International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO2023) において, Oral Paper Award (3rd Place) 受賞.

(1) 原著論文 (accept) を含む / Original Papers

1. Nishida, M., Notake, T., Takida, Y., Hirosawa, K., Ohata, N., and Minamide, H., "High-repetition-rate injection-seeded terahertz-wave parametric generation pumped by a 1.5 μ m sub-nanosecond laser", *Appl. Phys. Lett.* 124, 12 121105 (2024).
2. Satou, A., Negoro, T., Narita, K., Hosotani, T., Tamura, K., Tang, C., Lin, T.-T., Retaux, P.-E., Takida, Y., Minamide, H., Suemitsu, T., and Otsuji, T., "Gate-readout and a 3D rectification effect for giant responsivity enhancement of asymmetric dual-grating-gate plasmonic terahertz detectors", *Nanophotonics* 12, 23 4283–4295 (2023).
3. Shirato, M., Takida, Y., Kanno, T., Matsuura, H., Niwano, Y., Minamide, H., Nakamura, K., "Mutagenicity assessment of high-power 1.6-THz pulse laser radiation", *Photochem. Photobiol.* 100, 146-158 (2023).
4. Muldera, J.E., Nawata, K., Takida, Y., Yadav, D., and Minamide, H., "Tunable backward terahertz-wave parametric oscillator centered at a high frequency of 0.87 THz with injection seeding", *Opt. Express* 31, 15 23966-23973 (2023).
5. Tamura, K., Tang, C., Ogiura, D., Suwa, K., Fukidome, H., Takida, Y., Minamide, H., Suemitsu, T., Otsuji, T., and Satou, A., "Fast and sensitive terahertz detection with a current-driven epitaxial-graphene asymmetric dual-grating-gate field-effect transistor structure", *APL Photonics* 7, 12 126101 (2022).

(2) 招待講演 / Invited Talks

1. Muldera, J.E., Nawata, K., Takida, Y., Yadav, D., Minamide, H., "Development of Tunable Sub-Terahertz-Wave Sources Based on Backward Terahertz-Wave Parametric Oscillation in Periodically Poled Nonlinear Optical Crystal", the 2023 International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA2023), Catania, Italy, September (2023).
2. Minamide, H., "Development of Tunable Sub-Terahertz-Wave Sources Based on Backward Advanced sub-terahertz-wave parametric oscillator with wide tunability of 0.3 THz to 0.9 THz", 24th International Conference on Applied Electromagnetics and Communications (ICECOM 2023), Dubrovnik, Croatia, September (2023).
3. Minamide, H., "Ubiquitous high-power terahertz-wave parametric source that opens up a new future for nondestructive testing", The 10th International Symposium on Terahertz-Related Devices and Technologies (TeraTech-2023), Aizu, September (2023).
4. Minamide, H., "High-brightness backward THz-wave parametric oscillator for ubiquitous applications", SPIE Optics + Photonics 2023, Terahertz Emitters, Receivers, and Applications XIV, 12683-12, San Diego, California, United States, August (2023).
5. Tamura K., Tang, C., Ogiura, D., Suwa, K., Fukidome, H., Takida, Y., Minamide, H., Suemitsu, T., Otsuji, T., Satou, A., "Fast and sensitive THz detection by an asymmetric-dual-grating-gate epitaxial-graphene-channel FET based on plasmonic and photothermoelectric rectification effects", SPIE Optics + Photonics 2023, Terahertz Emitters, Receivers, and Applications XIV, San Diego, USA, August (2023).
6. Minamide, H., "Pioneering intense sub-terahertz-wave generation by nonlinear optical effects", the 41st Samahang Pisika ng Pilipinas Physics Conference and Annual Meeting (SPP2023), Siargao Island, Philippines, July (2023).
7. Minamide, H., "Multi-layered, thin-film metamaterial for advanced tera-photonics", the 3rd Philippines - Japan Terahertz Research Workshop 2023 (PJTW 2023), Inv4, University of Philippines Diliman, Quezon City, Philippines, July (2023).
8. Minamide, H., "High-Brightness Injection-Seeded Backward Optical Parametric Oscillation in Sub-Terahertz-Wave Frequencies", The 9th Tiny Integrated Laser and Laser Ignition Conference 2023 (TILA-LIC 2023), Yokohama, Japan, April (2023).
9. 南出泰垂, "ユビキタス・高輝度サブテラヘルツ波光源の最先端研究", 次世代真空エレクトロニクス研究会 第11回定例研究会, 東京, 3月7日, (2024).
10. 南出泰垂, "擬位相整合テラヘルツ波パラメトリック発振", レーザー学会学術講演会第44回年次大会, 東京, 1月17日, (2024).
11. 瀧田佑馬, 南出泰垂, "高強度サブテラヘルツ波パラメトリック光源の開発とその電子加速応用", 電子情報通信学会電子デバイス研究会・マイクロ波テラヘルツ光電子技術合同研究会, 仙台, 12月22日, (2023).
12. 瀧田佑馬, 南出泰垂, "シン・テラヘルツ波光源 - 非破壊検査イノベーション創出 -", 多元技術融合光プロセス研究会, 東京, 8月31日, (2023).
13. 南出泰垂, Muldera Joselito, "バックワードテラヘルツ波パラメトリック発振の高周波化", 第27回2023年度福井セミナー (日本分光学会中部支部北陸ブロック福井地区講演会), 福井大学+オンライン, 8月9日, (2023).
14. 南出泰垂, "高輝度テラヘルツ波光源の開発と非破壊検査応用 (High-brightness terahertz-wave parametric source and its application to nondestructive testing)", 第19回原子・分子・光科学 (AMO) 討論会, 仙台, 6月3日, (2023).

(3) 会議、シンポジウム、セミナー主催 / Meeting, Symposiums and Seminars

1. 「24th Workshop on mm/sub-mm band receiver technology」 「RIKEN-NICT Joint Workshop in FY2023」 Joint Workshop, Kofu, November, 20-21, (2023).

(4) 特許出願 / Patent Applications

1. 南出泰垂, 梶川敬介, 安井潤, 阿久津壮希, “検査装置”, 特願2023-139490, 2023年8月30日.

(5) 特筆すべき事項・トピックス (雑誌表紙などの掲載記事) / Topics

1. OPTRONICS ONLINE, “東北大ら, プラズモンでテラヘルツ波の検出感度向上”, 2023年11月27日.

テラヘルツイメージング研究チーム / Terahertz Sensing and Imaging Research Team

(1) 原著論文 (accept) を含む / Original Papers

1. Sueno, Y., Baselmans, J. J. A., Coppens, A. H. M., Génova-Santos, R. T., Hattori, M., Honda, S., Karatsu, K., Kutsuma, H., Lee, K., Nagasaki, T., Oguri, S., Otani, C., Peel, M., Suzuki, J., Tajima, O., Tanaka, T., Tsujii, M., Thoen, D. J., and Won, E., “Pointing Calibration of GroundBIRD Telescope Using Moon Observation Data”, *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, 2024, 023F01 (2024).
2. De Miguel, J., Hernández-Cabrera, J. F., Hernández-Suárez, E., Joven-Álvarez, E., Otani, C., and Rubiño-Martín, J. A., “Discovery prospects with the Dark-photons & Axion-Like particles Interferometer”, *Physical Review D.*, 19, 6, 062002 (2024).
3. Hernández-Cabrera, J. F., De Miguel, J., Joven-Álvarez, E., Hernández-Suárez, E., Rubiño-Martín, J. A., and Otani, C., “A forecast of the sensitivity of the DALI Experiment to Galactic axion dark matter”, *Symmetry*, 16, 2, 163 (2024).
4. Hernández-Cabrera, J. F., De Miguel, J., Hernández-Suárez, E., Joven-Álvarez, E., Lorenzo-Hernández, H., Otani, C., Rapado-Tamarit, M. A., and Rubiño-Martín, J. A., “Experimental measurement of the quality factor of a Fabry-Pérot open-cavity axion haloscope”, *Journal of Instrumentation*, 19, 01, P01022 (2023).
5. Feng, C. H., Otani, C., and Hoshina, H., “Characterization of Different Types of Crystallization from Cocoa Butter by Using Terahertz Spectroscopy”, *Applied Sciences*, 14, 35 (2024).
6. Ikari, T., Sasaki, Y., and Otani, C., “275–305 GHz FM-CW Radar 3D Imaging for Walk-Through Security Body Scanner”, *Photonics*, 10, 343 (2023).
7. Wang, L., Chen, M., Lin, T. T., Wang, K., and Hirayama, H., “Interdiffusion limiting on self-consistent optical gain in terahertz quantum cascade lasers”, *Applied Physics Express*, 16, 072004 (2023).
8. Wang, L., Lin, T. T., Chen, M., Wang, K., and Hirayama, H., “Terahertz quantum cascade laser considering compositional interdiffusion effect”, *Applied Physics Express*, 16, 032007 (2023).
9. Abe, S., et al. (Kamei, Y., 16 番 目), “First measurement of the strange axial coupling constant using neutral-current quasielastic interactions of atmospheric neutrinos at KamLAND”, *Physical Review D.*, 107, 072006 (2023).
10. Abe, S., et al. (Kamei, Y., 17 番 目), “Measurement of cosmic-ray muon spallation products in a xenon-loaded liquid scintillator with KamLAND”, *Physical Review C.*, 107, 054612 (2023).
11. Kamei, Y., Shimizu, I., Teraoka, Y., Yamamura, T., and Shirasaki, K., “Reduction of radioactive impurities in liquid scintillator by using metal scavengers”, *Journal of Instrumentation*, 18, P08002 (2023).
12. Ishidoshiro, K., Kobayashi, T., Hosokawa, K., Kawamura, Y., Kamei, Y., Mima, S., Otani, C., Suzuki, A. A., Zulfakri, M., and Taino, T., “Kinetic inductance detectors on calcium fluoride substrate for astroparticle physics”, *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, 2023, 103H02 (2023).

(2) 著書・解説など / Book Editions, Review Papers

1. [解説] 本多俊介, 末野慶徳, 田中智永, 辻井未来, 沓間弘樹, 服部誠, 鈴木惇也, 美馬寛, 田島治, 大谷知行, 村山洋佑, 李豪純, 石崎悠治, 永井誠, 久野成夫 “超伝導センサー MKID による天文観測～電波天文と宇宙背景放射～”, *低温工学*, 59, 1, pp. 34-42 (2024).
2. [総説] 大谷知行, “総論 - テラヘルツセンシングと Beyond 5G/6G の動向について”, *月刊OPTRONICS*, 6月号, 特集「テラヘルツ波の実用化技術の進展と応用展開」, pp.66-70 (2023).
3. [総説] 大谷知行, “テラヘルツ技術の真なる実用化に向けて”, *テラヘルツテクノロジーフォーラム通信*, 20, 1, p.1 (2023).
4. [総説] 大谷知行, Feng, C. H., 小川雄一, “テラヘルツ波を用いた食品計測技術の現状と展望”, *分光研究*, 71, pp. 189-191 (2023).
5. [総説] 大谷知行, 彌田智一, “藻類由来金属微小コイル分散を用いた GHz・THz 帯電磁波吸収材料”, *月刊機能材料*, 43, 3 (2023).

(3) 招待講演 / Invited Talks

<国際会議>

1. [Keynote] Otani, C., "Walk-through security body scanner", 2nd International Workshop on Terahertz Technology (IWTT-2), New-Delhi, India, December 18-19 (2023).
2. Otani, C., Ikari, T., and Sasaki, Y., "Development of 300 GHz walk-through body scanner for security gate inspections", 24th International Conference on Applied Electromagnetics and Communications (ICECOM2023), Dubrovnik, Croatia, September 27-29 (2023).
3. Otani, C., Mima, S., Taino, T., Murayama, R., and Noguchi, T., "Nb thin-film superconducting microwave resonator with high quality factor for kinetic inductance detectors", 15th International Workshop on High Temperature Superconductors in High Frequency Fields (HTSHFF2023), Messina, Italy, September 10-13 (2023).
4. Otani, C., Mima, S., Taino, T., Murayama, R., and Noguchi, T., "An Ultra-high-Q Thin-film Superconducting Resonator for Terahertz Detectors", 10th International Symposium on Terahertz-Related Devices and Technologies (TeraTech2023), Aizu-Wakamatsu, Japan, September 4-8 (2023).
5. Otani, C., Ikari, T., and Sasaki, Y., "300 GHz THz walk-through body scanner", 41st Samahang Pisika ng Pilipinas (SPP, Physics Society of the Philippines) Conference (SPP 2023), Siargao, Philippines, July 19-21 (2023).
6. Otani, C., "Terahertz Sensing, Imaging, Applications, and Beyond", Webinar in Shanghai Normal University, Online, May 12 (2023).
7. Otani, C., Ikari, T., and Sasaki, Y., "Development of terahertz walk-through body scanner", 2023 Korea-Japan Terahertz Forum, Kyoto, Japan, April 3 (2023).

<国内会議>

8. 碓智文, 佐々木芳彰, 大谷知行, "サブTHz-FMCW レーダーイメージングを用いたウォークスルー型ボディスキャナの開発", 日本光学会第50回冬期講習会 光を用いた非破壊イメージング, Online, 1月25日 (2024).
9. 大谷知行, "マイクロコイル吸収体の特許と最近のテラヘルツ動向", マイクロコイル研究会, Online, 12月20日 (2023).
10. [基調講演] 大谷知行, "テラヘルツセンシングの応用可能性と展望", 令和5年度ものづくり先端技術セミナー〜テラヘルツテクノロジー2023〜, 京都, 12月15日 (2023).
11. 大谷知行, "テラヘルツ技術の応用可能性と動向・展望", 可視化技術セミナー, 横浜, 11月7日 (2023).
12. 大谷知行, "テラヘルツ波の基礎と最新動向", フォトニクス技術フォーラム 第2回定例研究会, 大阪, 10月13日 (2023).
13. 大谷知行, 美馬寛, 田井野徹, 村山亮介, 野口卓, "高い共振Q値を有するオンチップ超伝導マイクロ波共振器の研究開発", R5年度 応用物理学会 北陸・信越支部セミナー, 福井市, 8月10日 (2023).
14. [基調講演] 保科宏道, "テラヘルツ分光で見る高分子の高次構造とダイナミクス", プラスチック成型加工学会第34回年次大会, 東京, 6月21-22日 (2023).

(4) 会議、シンポジウム、セミナー主催 / Meeting, Symposiums and Seminars

1. ジョイントワークショップ「第24回ミリ波サブミリ波受信機ワークショップ&2023年度理研-NICT合同テラヘルツワークショップ」, 甲府+ Online, 11月20-21日 (2023).
2. 「マイクロ波テラヘルツ光電子技術研究会 (MWPTHz)」, Online, 11月1日 (2023).
3. 国際会議「48th International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz 2023)」, Montreal, Canada, September 17-22 (2023).
4. 国際会議「10th International Symposium on Terahertz-Related Devices and Technologies (TeraTech 2023)」, Aizu, September 4-8 (2023).
5. 国際会議「20th International Symposium on Low Temperature Detectors (LTD-20)」, Daejeon, South Korea, July 23-28 (2023).
6. 「第15回 テラヘルツビジネスセミナー (THz-Biz 2023)」, 展示会 All About Photonics 2022, 東京ビッグサイト, 5月31日 (2023).

(5) 特許出願 / Patent Applications

1. 大谷知行, 彌田智一, 佐藤剛毅, 小堀裕司, 小出昌弘, 大木利哉, "テラヘルツ波拡散体およびその製造方法", 特願2023-200044, 2023年11月27日.

(6) 特筆すべき事項・トピックス (雑誌表紙などの掲載記事) / Topics

1. 福島民報, "テラヘルツ波研究意見交わす", 2023年9月7日.
2. 福島民報, 2面, "国際シンポ「テラテク2023」9月に会津大で開催 研究者、テラヘルツ波考察", 2023年5月5日.

(1) 原著論文 (accept) を含む / Original Papers

1. Khan, M. A., Yamada, Y., and Hirayama, H., "Progress and outlook of 10% efficient AlGaIn-based (290–310 nm) band UVB LEDs", *physica status solidi a – applications and materials science*, 29, 2300581 (2024).
2. Ibanez, A., Nikitskiy, N., Zaiter, A., Valvin, P., Desrat, W., Cohen, T., Khan, M. A., Cassabois, G., Hirayama, H., Genevet, P., Brault, J., and Gil, B., "Excitons in (Al, Ga) N quantum dots and quantum wells grown on (0001)-oriented AlN templates: Emission diagrams and valence band mixings", *Journal of Applied Physics*, 134, 193103 (2023).
3. Ye, F., Wang, Y., Wang, L., Lin, T. T., Zeng, F., Zheng, Y., Hirayama, H., Zhang, R., Shi, Y., and Wang, K., "M-plane GaN terahertz quantum cascade laser structure design and doping effect for resonant-phonon and phonon-scattering-injection schemes", *scientific reports*, 13, 11394 (2023).
4. Wang, L., Chen, M., Lin, T. T., Wang, K., and Hirayama, H., "Interdiffusion limiting on self-consistent optical gain in terahertz quantum cascade lasers", *Applied Physics Express*, 16, 072004 (2023).
5. Wang, L., Lin, T. T., Wang, K., and Hirayama, H., "Clean three-level direct-phonon injection terahertz quantum cascade laser", *Applied Physics Letters*, 122, No. 221103 (2023).
6. Wang, L., Lin, T. T., Chen, M., Wang, K., and Hirayama, H., "Terahertz quantum cascade laser considering compositional interdiffusion effect", *Applied Physics Express*, 16, 032007 (2023).
7. Tomita, A., Miyagawa, T., Hirayama, H., Takashima, Y., Naoi, Y., and Nagamatsu, K., "Investigation of V/III ratio dependencies for optimizing AlN growth during reduced parasitic reaction in metalorganic vapor phase epitaxy", *Scientific Reports*, 13, 3308 (2023).
8. Nagamatsu, K., Miyagawa, T., Tomita, A., Hirayama, H., Takashima, Y., and Naoi, Y., "High growth temperature for AlN by jet stream gas flow metalorganic vapor phase epitaxy", *Scientific Reports*, 13, 2438 (2023).
9. 平山秀樹, 前田哲利, 鹿嶋行雄, 松浦恵理子, 大神裕之, 毛利健吾, 河島宏和, 祝迫恭, "生体無害ウイルス不活化のための230nm 遠紫外線 LEDの開発", *皮膚科*, 4, 479 (2023).

(2) 著書・解説など / Book Editions, Review Papers

1. 平山秀樹, 王利, 林宗澤, "テラヘルツ量子カスケードレーザーの進展～高出力化, 室温発振に向けて～", *光アライアンス*, 35, 47-53, (2024).
2. 平山秀樹, 王利, 林宗澤, 王科, 陳明曦, "テラヘルツ量子カスケードレーザーの進展と今後の展望", *月刊オプトロニクス*, 42, 77-88, (2023).
3. 平山秀樹, 前田哲利, 鹿嶋行雄, 松浦恵理子, 大神裕之, 毛利健吾, 河島宏和, 祝迫恭, "サファイア基板上230nm AlGaIn far-UVC LEDの進展", *月刊オプトロニクス*, 42, 86-93, (2023).
4. 平山秀樹, "深紫外 LD, Far-UVC LEDの進展 総論", *月刊オプトロニクス*, 42, 66-67, (2023).

(3) 招待講演 / Invited Talks

1. Hirayama, H., "Progress in 230nm-band AlGaIn far-UVC LEDs and demonstration of 100mW class LED panels", *SPIE Optics + Photonics*, San Diego, August (2023).
2. Hirayama, H., Maeda, N., Kashima, Y., Matsuura, E., and Iwaisako, Y., "Development of 230 nm AlGaIn far-UVC LEDs for application to human-safe virus inactivation", *2nd International Conference on Physics and Its Applications*, Los Angeles, July (2023).
3. 平山秀樹, "光デバイスの未開拓領域: 深紫外LEDとTHz-QCLの最近の進展", *光産業技術振興協会マンスリーセミナー 第490回研究会*, オンライン, 3月19日 (2023).
4. 平山秀樹, "230nm帯Far-UVC LEDの最近の進展～有人空間におけるウイルス不活化応用～", *電気学会・パワー光源及び先端フォトニクス応用技術調査専門委員会 第2回研究会*, オンライン, 1月26日 (2024).
5. Li WANG, "THz量子カスケードレーザーの開発～室温を超える動作を目指して～", *レーザー学会学術講演会第44回年次大会*, 東京, 1月16-19日 (2024).
6. Hirayama, H., Maeda, N., Kashima, Y., Matsuura, E., Oogami, H., Muta, M., Mouri, K., Kawashima, H., and Iwaisako, Y., "200mW power LED panel with 230nm AlGaIn far-UVC LEDs for application to human-safe virus inactivation", *日本光学会年次学術講演会 OSJ-JSAP Joint Symposia on Optics*, 北海道, 11月27-29日 (2023).
7. 平山秀樹, "生体無害ウイルス不活化220-230nm LEDの開発", *光とレーザーの科学技術フェア2023 紫外線セミナー 深紫外光源の最新動向*, 横浜, 11月7-9日 (2023).

8. 平山秀樹, “UVC、far-UVC LEDの進展と今後の展望”, 新化学技術推進協会 (JACI) 電子情報技術部会 次世代エレクトロニクス分科会 講演会「深紫外発光デバイスのプロセスと応用」, 東京, 10月16日 (2023).
9. 平山秀樹, “生体無害波長230nm帯遠紫外LEDの最近の進展”, 第11回皮膚科光線療法推進の会主催セミナー「光線治療法の基礎と応用～光線治療のコツ～」, 東京, 10月8日 (2023).
10. 平山秀樹, 王利, 林宗澤, 陳明曦, “テラヘルツ量子カスケードレーザーの進展”, 第167回微小光学研究会「レーザーの新境地」, 横浜, 6月1日 (2023).
11. 平山秀樹, 前田哲利, 鹿嶋行雄, 松浦恵里子, 大神裕之, 祝迫恭, “人体無害ウイルス不活化を目的とした230nm帯far-UVC LEDの開発”, 電子情報通信学会 光源・照明システム分科会, 東京, 5月26日 (2023).
12. Wang, L., Lin, T. T., Chen, M. X., Wang, K., and Hirayama, H., “Progressing in terahertz quantum cascade lasers: approaching room-temperature operation based on GaAs and extending to undeveloped frequencies based on GaN”, 電子情報通信学会LQE研究会, 滋賀, 5月23-24日 (2023).
13. 林宗澤, 王利, 王科, 平山秀樹, “高出力テラヘルツ量子カスケードレーザー”, 電子情報通信学会LQE研究会, 滋賀, 5月23-24日 (2023).
14. 平山秀樹, 王利, 林宗澤, 王科, 陳明曦, “THz-QCLの進展と今後の展望～高出力化, 室温発振に向けて～”, テラヘルツ波科学技術と産業開拓第182委員会・研究会, 東京, 4月27日 (2023).
15. 平山秀樹, “人体無害ウイルス不活化230nm帯Far-UVC LEDの開発”, OPIE'23 光源・光学素子セミナー, 横浜, 4月21日 (2023).

(4) 会議、シンポジウム、セミナー主催 / Meeting, Symposiums and Seminars

1. 第24回ミリ波サブミリ波受信機ワークショップおよび2023年度理研-NICT合同テラヘルツワークショップ, 山梨大学甲府キャンパス 大村智記念学術館, 11月20-21日 (2023).

(5) 特許出願 / Patent Applications

1. 平山秀樹, 王利, “酸化亜鉛系量子カスケードレーザー素子”, 2024-019664, 2024年2月13日.
2. 平山秀樹, 王利, “酸化亜鉛系量子カスケードレーザー素子”, PCT/JP2023/024143, 2023年6月29日.

光子制御技術開発チーム / Photonics Control Technology Team

(1) 原著論文 (accept) を含む / Original Papers

1. Nozawa, S., Saito, N., Kawahara, T., Wada, S., Tsuda, T. T., Maeda, S., Takahashi, T., Fujiwara, H., Narayanan, V. L., Kawabata, T., and Johnsen, M. G., “A statistical study of convective and dynamic instabilities in the polar upper mesosphere above Tromsø”, Earth, Planets and Space volume 75, Article number: 22 (2023).
2. Hamada, R., Giovambattista, G., Metwally, S., Borjigin, L., Yamanaka, M. P., Matsuura, R., Ali, A.O., Mahmoud, H.Y.A.H., Mohamed, A.E.A., Moe, K.K., Takeshima, S., Wada, S., Aida, Y., “First characterization of major histocompatibility complex class II DRB3 diversity in cattle breeds raised in Egypt”, Gene volume 918, 148491, (2024).
3. Yumoto, M., Miyata, K., Kawata, Y., Wada, S., “Mid-infrared self-difference frequency generation via random quasi-phase-matching in Cr:ZnSe laser”, Optics & Laser Technology, Volume 169, 110161, (2024).
4. Nakamura, Y., Moriyama, D., Isomura A., Sasoh A., Tsuno, K., Ogawa, T., Wada, S., Fukushima, T., “Laser ablation impulse dependence on beam Spatial-Profile”, Optics & Laser Technology, Volume 169, 110160, (2024).
5. Abe, S., Adams Jr. J.H., Allard, D., Alldredge, P., Aloisio, R., Ebisuzaki, T., Ogawa, T., Tsuno, K., Wada, S., et.al. and The JEM-EUSO collaboration, “EUSO-Offline: A comprehensive simulation and analysis framework”, Journal of Instrumentation, Volume 19, (2024).
6. Yamada, S., Saito, K., Maeda, H., Kanda, S., Uemura, T., Ogawa, T., Wada, S. and Hanada, Y., “Evaluation of eating quality of white rice using Raman spectroscopy with multivariate analysis”, Journal of Raman Spectroscopy, Volume55, Issue4, Pages 493-499, (2024).
7. Hamada, R., Metwally, S., Matsuura, R., Borjigin, L., Lo, C.W., Ali, A.O., Mohamed, A.E.A., Wada, S. and Aida, Y., “BoLA-DRB3 Polymorphism Associated with Bovine Leukemia Virus Infection and Proviral Load in Holstein Cattle in Egypt”, Pathogens 2023, 12(12), 1451(2023).
8. Abe, S., Adams Jr. J.H., Allard, D., Alldredge, P., Aloisio, R., Ebisuzaki, T., Ogawa, T., Tsuno, K., Wada, S., et.al. and The JEM-EUSO collaboration, “Developments and results in the context of the JEM-EUSO program obtained with the ESAF simulation and analysis framework”, The European Physical Journal C, Volume 83, article number 1028, (2023).

9. Motizuki, Y., Nakai, Y., Takahashi, L., Hirose, J., Sahoo, Y.V., Yumoto, M., Maruyama, M., Sakashita, M., Kase, K., Wada, S., Motoyama, H. and Yano, Y., "A novel laser melting sampler for discrete, sub-centimeter depth-resolved analyses of stable water isotopes in ice cores", Cambridge University Press, (2023).
10. Abdellaoui, G., Abe, S., Adams, Jr., J.A., Marchi, Z., Ogawa, T., Wada, S. et al., "EUSO-SPB1 mission and science", *Astroparticle Physics*, Volume 154, 102891, (2024).
11. Osama, R., Metawea, M., Nara, M., Murakami, T., Okabe, H., Matsuda, N., Wada, S., Fujii, K., Ito, Y. and Kawamoto, M., "Aqueous Suspensions of Carbon Nanomaterials with Platinum Nanoparticles for Solution-Processed Hydrogen-Producing Electrocatalysts", *ACS Appl. Nano Mater.* 2023, 6, 17, 15521–15529, (2023).
12. Osama, R., Metawea, M., Nara, M., Murakami, T., Okabe, H., Matsuda, N., Wada, S., Fujii, K., Ito, Y. and Kawamoto, M., "Highly Efficient Electrocatalytic Hydrogen Production over Carbon Nanotubes Loaded with Platinum Nanoparticles Using Solution Processing", *Advanced Materials Interfaces*, Volume 10, Issue 14 2300094, (2023).
13. Miyamoto, H., Shigeta, K., Suda, W., Ichihashi, Y., Nihei, N., Matsuura, M., Tsuboi, A., Tominaga, N., Aono, M., Sato, M., Taguchi, S., Nakaguma, T., Tsuji, N., Ishii, C., Matsushita, T., Shindo, C., Ito, T., Kato, T., Kurotani, A., Shima, H., Moriya, S., Horiuchi, S., Satoh, T., Mori, K., Nishiuchi, T., Miyamoto, H., Kodama, H., Hattori, M., Ohno, H., Kikuchi, J. and Yokota M., and Hirai, "An agroecological structure model of compost-soil-plant interactions for sustainable organic farming", *ISME Communications* 3(1):28, (2023).
14. Murakami, T., Morishita, K., Koike, K., Fujii, K. and Wada, S., "Electrolyte potentials and impedance measurement of polymer electrolyte membrane CO₂ reduction electrolyzer", *Japanese Journal of Applied Physics*, Volume 62, Number SK, (2023).
15. Nozawa, S., Saito, N., Kawahara, T., Wada, S., Tsuda, T.T., Maeda, S., Takahashi, T., Fujiwara, H., Narayanan, V.L., Kawabata, T. and Johnsen, M.G., "A statistical study of convective and dynamic instabilities in the polar upper mesosphere above Tromsø", *Earth, Planets and Space* volume 75, Article number: 22 (2023).
16. Mao, Z., Fukuma, Y., Tsukada, H. and Wada, S., "Risk prediction of chronic diseases with a two-stage semi-supervised clustering method", *Preventive Medicine Reports*, Volume 32, 102129, (2023).
17. Tsuno, K., Koike, K., Fujii, K., Ogawa, T. and Wada, S., "User-on-demand Renewable Energy Supply System Using Modified DC-bus Signaling", *IFAC-PapersOnLine*, Volume 56, Issue 2, Pages 9098-9103, (2023).
18. Zhang, Y.C., Xue, Y.Q., Ogawa, T., Wada, S. and Wang, J.Y., "3D Printed Alginate Hydrogels with Stiffness-Gradient Structure in a Carbomer Supporting Bath by Controlled Ca²⁺ Diffusion", *ACS Appl. Eng. Mater.* 1, 2, 802–812, (2023).
19. Battisti, M., Belov, A., Bertaina, M.E., Bisconti, F., Blin, S., Eser, J., Filippatos, G., Klimov, P., Manfrin, M., Mignone, M., Miyamoto, H., Parizot, E., Piotrowski, L.W., Prévôt, G., Santero Mormile, E., Sarazin, F., Szabelsk, J., Wiencke, L., on behalf of the JEM-EUSO Collaboration, "EUSO-SPB2 Fluorescence Telescope trigger test within the EUSO@TurLab Project", *Nucl.Instrum.Meth.A* 1045, 167611. (2023).
20. Zhang, Y., Xue, Y., Ogawa, T., Wada, S., and Wang, J.Y., "3D Printed Alginate Hydrogels with Stiffness-Gradient Structure in a Carbomer Supporting Bath by Controlled Ca²⁺ Diffusion", *ACS Appl. Eng. Mater.* 2023, 1, 2, 802–812, (2023).
21. Battisti, M., Belov, A., Bertaina, M.E., Bisconti, F., Blin, S., Eser, J., Filippatos, G., Klimov, P., Manfrin, M., Mignone, M., Miyamoto, H., Parizot, E., Piotrowski, L.W., Prévôt, G., Mormile, E. S., Sarazin, F., Szabelsk, J., Wiencke, L., on behalf of the JEM-EUSO Collaboration, "EUSO-SPB2 Fluorescence Telescope trigger test within the EUSO@TurLab Project", *Nucl.Instrum.Meth.A* 1045, 167611 (2023).
22. Mao, Z., Fukuma, Y., Tsukada, H., and Wada, S., "Risk prediction of chronic diseases with a two-stage semi-supervised clustering method", *Preventive Medicine Reports*, Volume 32, 102129 (2023).
23. Miyamoto, H., Kawachi, N., Kurotani, A., Moriya, S., Suda, W., Suzuki, K., Matsuura, M., Tsuji, N., Nakaguma, T., Ishii, C., Tsuboi, A., Shindo, C., Kato, T., Udagawa, M., Satoh, T., Wada, S., Masuya, H., Miyamoto, H., Ohno, H., Kikuchi, J., "Computational estimation of sediment symbiotic bacterial structures of seagrasses overgrowing downstream of onshore aquaculture", *Environmental Research*, Vol.219, 115130 (2023).

(2) 著書・解説など / Book Editions, Review Papers

1. 道川隆士, 佐々高史, 重田将宏, 吉村倅平, 藤繁航, 北澤隆一, 名古屋淳, 金谷武伴, 和田智之, "動画からのトンネル打音点検作業のデジタル化" *土木学会論文集特集号 (土木情報学)*, 2024年 80巻 22号 論文ID: 23-22018, 20240329m (2024) .

(3) 招待講演 / Invited Talks

1. 和田智之, "最先端の光技術による持続可能な社会の創成 - 農業から宇宙まで -", *科学講演会2023 in 静岡*, Shizuoka, Japan, August (2023).
2. 和田智之, "次世代センサーを利用した農業ビジネス—鮮度、機能性成分の指標化—", *スマートフードチェーンシンポジウム2023*, Tokyo, Japan & Online, March (2023).

3. 和田智之, “光計測技術とAIによる健康科学への取り組み”, 研究者紹介プラットフォームイベント「CopeLab.」, Online, December (2023).
4. 和田智之, “宇宙通信事業にむけた安全安心な宇宙空間の確保に向けて”, Interop Tokyo 2023 Internet x Space Summit ~宇宙に広がるインターネット市場~, Chiba, Japan, June (2023).
5. 和田智之, “レーザーの宇宙利用における展開”, 第78回理窓光学学会講演会, Tokyo, Japan, December (2023).
6. 和田智之, “理化学研究所と中小企業等との科学技術を基にした産業連携”, 産官学連携セミナー 特別講演会, Saitama, Japan, March (2024).
7. 和田智之, “レーザーアブレーションを利用した宇宙デブリの除去”, 光技術動向調査委員会講演, Tokyo, Japan, May (2023).
8. 和田智之, “紫外線光源と応用の最前線”, OPTICS & PHOTONICS International Exhibition OPIE'24 光源・光学素子応用技術セミナー, April (2024).
9. 和田智之, “宇宙と地球のためのレーザー利用の現状と展望”, OPICセミナー2024, Online, March (2024).
10. 和田智之, 小川貴代, “レーザーアブレーションによる加工から宇宙応用への展開”, レーザー学会学術講演会第44回年次大会, Tokyo, Japan, January (2024).
11. 和田智之, “医療・農業分野への光デバイスの展開とデバイスへのニーズ”, 電子情報通信学会総合大会 エレクトロニクス/レーザー量子エレクトロニクス研究専門委員会, Hiroshima, Japan, March (2024).
12. 和田智之, “レーザーアブレーションによるデブリ衛星の位置制御”, 第98回レーザー加工学会講演会, Okayama, Japan, January (2024).
13. S.Wada, “Development of next-generation cultivation systems and measurement technologies for carbon neutrality”, 5th Waseda Brussels Conference Global Sustainable Food Supply, Brussel, Belgium, December (2023).
15. S.Wada, “Development of Advanced Laser for Social Challenge and Breakthrough in Science in RIKEN”, Japan-Vietnam Bilateral Symposium on Science and Engineering for Space and the Earth 2023, Hanoi, Vietnam, October (2023).
16. 和田智之, 小川貴代, 斎藤徳人, 村上武晴, “光技術を利用した安全安心な空間を目指して—新型コロナウイルスへの対応—”, Tokyo, Japan & Online, September (2023).
17. 和田智之, 小川貴代, 斎藤徳人, 松山知樹, 小田切正人, “光量子を用いた次世代農業技術の開発”, 第166回微小光学研究会「光が広げるスマート農業」, Utsunomiya, Japan, March (2023).
18. S.Wada, T. Ogawa, M. Yumoto, T. Murakami and N. Saito, “Optical Technologies for Solving Social Issue”, 28th Microoptics Conference, Miyazaki, Japan, September (2024).
19. 和田智之, 小川貴代, 斎藤徳人, “レーザー推進による衛星の運動制御のための宇宙用レーザーの開発”, 安全保障技術研究推進制度研究成果活用ワークショップ(航空宇宙関連) 防衛装備庁, Tokyo, Japan, October (2023).

(4) 会議、シンポジウム、セミナー主催 / Meeting, Symposiums and Seminars

1. OPTICS & PHOTONICS International Congress, Laser Solutions for Space and the Earth 2024 (LSSE2024), Yokohama, April 23 - 26, (2024).
2. 理研シンポジウム, “光量子工学研究”, 和光, 2月-3月 (2024).

(5) 特許出願 / Patent Applications

1. S. Wada, T. Ogawa, A. Shinjo, “INFECTION PREVENTION DEVICE AND INFECTION PREVENTION METHOD”, WO/2022/024589, JPWO2022024589, US20230256130, EP4190366, 2023.
2. M. Yumoto, S. Wada, T. Ogawa, T. Murakami, M. Sakashita, A. Shinjo, “MOBILE APPARATUS, FOOD CHARACTERISTICS DETERMINATION DEVICE, FOOD CHARACTERISTICS DETERMINATION METHOD, AND PROGRAM”, WO/2022/080284, JPWO2022080284, EP4230997, SG11202303723Q, 2023.
3. T. Fukushima, K. Adachi, S.Wada, T. Ebisuzaki, T. Ogawa, K. Tsuno, “THRUST GENERATING DEVICE AND SPACECRAFT”, WO/2022/234669, JPWO2022234669, EP4335756, US18289703, 2024.
4. K. Tsuno, K. Fujii, K. Koike, S. Wada, “DC BUS CONTROL SYSTEM”, WO/2021/261094, JPWO2021261094, US20230208134, 2023.
5. S.Wada, M. Maruyama, N.Saito, K. Taneishi, Y. Fukuma, M.Akiba, G. Takeuchi, K. Minamide, “MEDICAL SYSTEM AND MEDICAL INFORMATION PROCESSING DEVICE”, JP2021176056, WO/2021/220911, CN115515476, US20230200642, EP4144299, 2023.
6. S.Wada, M. Maruyama, N.Saito, K. Taneishi, Y. Fukuma, M.Akiba, G. Takeuchi, K. Minamide, “MEDICAL SYSTEM”, JP2021174428, WO/2021/20220910. CN115516575, US20230165456, EP4145465, 2023.
7. S. Wada, A. Shinjo, T. Ogawa, T. Murakami, Y. Fukuma, A. Mao, S. Yanobe, T. Yamada, “RECORDING MEDIUM, AND SYSTEM”, JP2021125099, WO/2021/157348, US20230064228, 2023.

- 湯本正樹, 川田靖, 和田智之, “分光システムおよび分光方法”, WO/2023/140399, 2023.

先端光学素子開発チーム / Ultrahigh Precision Optics Technology Team

(1) 原著論文 (accept) を含む / Original Papers

- Fujiie, T., Hino, M., Hosobata, T., Ichikawa, G., Kitaguchi, M., Mishima, K., Seki, Y., Shimizu, H., Yamagata, Y., “Development of Neutron Interferometer Using Multilayer Mirrors and Measurement of Neutron-Nuclear Scattering Length with Pulsed Neutron Source”, Pys. Rev.Lett. 132(2) 023402-1, (2024).
- 海老塚昇, 岡本隆之, “国宝油滴天目茶碗の光彩に関する一考察” 光学 552, 393–400 (2023).
- Shirota, K., Fukuda, A., Yadav, N., Panov, VP., Vij, JK, Yamagata, Y., Ishikawa, K., “Response to an applied electric field in an antiferroelectric 1/2 subphase: The role of thermal fluctuations.” Physical Review E 107, 064701 (2023).
- Ikeda Y., Teshigawara, M., Yan, M., Iwamoto, C., Fujita, K., Abe, Y., Wakabayashi, Y., Taketani, A., Takanashi, T., Harada, M., Hashiguchi, T., Yamagata, Y., Matsuzaki, Y., Ma, B., Takamura, M., Mizuta, M., Goto, M., Ikeda, S., Kobayashi, T., Otake, Y., “Experimental validation of cold neutron source performance with mesitylene moderator installed at RANS”, Journal of Neutron Research, 集 24 (2023).
- Iwaguchi, S., Nishizawa, A., Chen, Y., Kawasaki, Y., Ishikawa, T., Kitaguchi, M., Yamagata, Y., Wu, B., Shimizu, R., Umemura, K., Tsuji, K., Shimizu, H., Michimura, Y., Kawamura, S., “Displacement-noise-free interferometric gravitational-wave detector using unidirectional neutrons with four speeds.” Physics Letters A 458, 128581 (2023).

(2) 招待講演 / Invited Talks

- 山形豊, “先端結像光学をひらく超精密加工技術”, OPJ2023, December (2023).

(3) 会議、シンポジウム、セミナー主催 / Meeting, Symposiums and Seminars

- VCADシステム研究会, “光学素子分科会第13回研究会”, 会津大学, 7月31日 (2023).
- VCADシステム研究会, “光学素子分科会第14回研究会”, 関西大学, 12月19日 (2023).

(4) 特許出願 / Patent Applications

- 海老塚昇, 細島拓也, 竹田真宏, 山形豊, “空中像スクリーン”, 出願手続中
- 細島拓也, 竹田真宏, 山形豊, 日野正裕, “中性子収束装置およびその製造方法”, 特願2023-190128, 2023年11月7日.

(5) 特筆すべき事項・トピックス (雑誌表紙などの掲載記事) / Topics

- 科学新聞, “国宝「油滴天目茶碗」色つやの秘密に迫る”, 2023年10月27日.
- OPTRONICS ONLINE, “理研、国宝油滴天目茶碗の光彩を回折格子により説明”, 2023年10月12日.
- マイナビニュース, “理研、国宝「油滴天目茶碗」の発色の仕組みを説明することに成功”, 2023年10月13日.
- Physics Magazine Synopsis, “Searching for New Physics in the Neutron Looking Glass”, 2024年1月12日.

中性子ビーム技術開発チーム / Neutron Beam Technology Team

(1) 原著論文 (accept) を含む / Original Papers

- Hatsuda, M., Kawasaki, H., Shigenaga, A., Taketani, A., Takanashi, T., Wakabayashi, Y., Otake, Y., Kamata, Y., Ichinose, A., Nishioka, H., Kimura, H., Koganei, Y., Komoriya, S., Sakai, M., Hamano, Y., Yoshida, M., and Yamakura, F., “Effects of neutron radiation generated in deep space-like environments on food resources”, Scientific Reports, volume 13, 12479, (2023).
- Otake, Y., Wakabayashi, Y., Takamura, M., Mizuta, M., and Takanashi, T., “RIKEN Compact Neutron Source Systems RANS Project”, Nuclear Physics News, Volume 33, Issue 2, Pages 17-21, (2023).
- Hatsuda, M., Kawasaki, H., Yamakura, F., Taketani, A., Takanashi, T., Wakabayashi, Y., Otake, Y., Kamata, Y., Kurokawa, C., Ikeda, K., Shigenaga, A., Iesaki, T., and Nagaoka, I., “Effects of neutron radiation as cosmic radiation on food resources”, Journal of Neutron Research, 25, 41–46, (2023).

4. 鈴木浩明, 水田真紀, 上原元樹, 大竹淑恵, “表面被覆箇所に生じたひび割れに対する水分作用が鉄筋腐食に与える影響”, コンクリート工学年次論文集, Vol.45, No.1, pp.400-405, (2023) .
5. Teshigawara, M., Ikeda, Y., Yan, M., Muramatsu, K., Sutani, K., Fukuzumi, M., Noda, Y., Koizumi, S., Saruta, K., and Otaka, Y., “New Material Exploration to Enhance Neutron Intensity below Cold Neutrons: Nanosized Graphene Flower Aggregation”, *Nanomaterials* 2023, 13(1), (2023).
6. Kimata, T., Kato, S., Kobayashi, T., Yamamoto, S., Yamaki, T., and Terai, T., “Platinum nanoparticles prepared by ion implantation exhibit high durability for fuel cell applications”, *APL Mater* 11, 61115, (2023).
7. Jimba, Y., Okuno, Y., Kondo, S., Yu, H., Ogino, Y., Nogami, S., and Kasada, R., “High-strength TiB-TiB₂ ceramics fabricated by low-temperature sintering with mechanically milled aids”, *Ceramics International*, 49, 34863-34871, (2023).
8. 奥野泰希, “ペロブスカイト太陽電池素子による中性子検出と医療応用”, レーザ加工学会誌, 30, 2, 4-9, (2023).
9. Okuno, Y., Imaizumi, M., Makino, T., Ohshima, T., Jimba, Y., Okamoto, T., and Kobayashi, T., “Detection characteristics for neutron, gamma rays and, ion-beam in an InGaP Solar Cell under High Temperature Condition”, *Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, B*, Under review,
10. 千頭啓司, 水田真紀, 上原元樹, “淡水が作用する環境における表面含浸材の凍害抑制効果”, コンクリート工学年次論文集, Vol.45, No.1, pp.556-561, (2023).
11. 道下和樹, 久保善司, 小黒拓郎, 水田真紀, “異なる養生条件がシリカフェーム混和コンクリートの緻密化に与える影響に関する検討”, コンクリート工学年次論文集, Vol.45, No.1, pp.442-447, (2023).
12. Iwamoto, C., Ota, S., Kojima, R., Tokieda, H., Hayakawa, S., Mizoi, Y., Gunji, T., Yamaguchi, H., Imai, N., Dozono, M., Nakajima, R., Beliuskina, O., Michimasa, S., Yokoyama, R., Kawata, K., Suzuki, D., Isobe, T., Zenihiro, J., Matsuda, Y., Okamoto, J., Murakami, T., and Takada, E., “Performance of prototype Dual Gain Multilayer Thick GEM with high-intensity heavy-ion beam injections in low-pressure hydrogen gas”, *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, 2023 083H01, pp.1-16. (2023).
13. 若林泰生, 高村正人, 福地知則, 池田裕二郎, 大竹淑恵, 水田真紀, 大石龍太郎, 渡瀬博, “いよいよ始まる！壊さずに橋梁内部の塩分を観る—中性子塩分計—”, 第4回北陸橋梁保全会議 技術報文集, pp.122-125, (2023).
14. Ma, B., Yan, M., Wakabayashi, Y., Fujita, K., Iwamoto, C., Taketani, A., Ikeda, Y., Wang, S., and Otake, Y., “Experimental Verifications for a Multiobjective Shielding Design Method on a p-Be Neutron Source With Injection of 7 MeV Protons”, *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Volume: 70, Issue: 11, Page(s): 2397 -2405, (2023).

(2) 著書・解説など / Book Editions, Review Papers

1. 大竹淑恵, “就任挨拶”, 季報「四季」, 23年夏号 (Vol.59) , 2, (2023).
2. 若林泰生, 高村正人, 福地知則, 池田裕二郎, 大竹淑恵, 大石龍太郎, 渡瀬博, “橋梁の塩害予防に資する非破壊計測装置中性子塩分計 RANS- μ ”, 第35回日本道路会議, 一般論文発表, 5074, (2023).

(3) 招待講演 / Invited Talks

1. Takahashi, T., and Otake, Y., “Accelerator driven compact neutron systems and its application at RIKEN”, CEA-CNRS, France, April (2023).
2. Otake, Y., “RIKEN Accelerator-driven compact neutron system and its applications and achievements”, Quantum Beam application for science and industries 2023, Japan, April (2023).
3. Otake, Y., “Development of portable neutron source system”, OPIE 2023 Laser Solutions for Space and the Earth 2023 (LSSE 2023) 「宇宙と地球のためのレーザー」, Japan, April (2023). Keynote 基調講演
4. Takahashi, T., “CT image reconstruction by the exact solution construction method of the discrete Radon transform”, RIKEN-UNISTRA Exchange Program, Graduate school lecture, France, May (2023).
5. Takahashi, T., “CT image reconstruction by the exact solution construction method of the discrete Radon transform”, RIKEN-UNISTRA Exchange Program, iCUBE seminar, France, May (2023).
6. Otake, Y., “RIKEN Accelerator-driven compact neutron systems, RANS, and their applications”, Consultancy Meeting on the Building Requirements for an Ion Beam Accelerator Facility at Seibersdorf, Austria, July (2023).
7. Otake Y., “RIKEN Accelerator-driven compact neutron systems -RANS project”, Jülich Centre for Neutron Science (JCNS) seminar, July (2023).
8. Otake, Y., “Nuclear data (p+9Be) for compact neutron sources”, International Nuclear Data Evaluation Network for Light Elements (INDEN-LE) IAEA, online, August (2023).
9. Otake, Y., “RIKEN compact neutron systems, RANS development and research and their capabilities”, European Summit on Laser Optics & Photonics Technology (ELOPS-2023 – Hybrid Edition), Spain and Virtually by Zoom, September (2023). Keynote Speech

10. Otake, Y., "RIKEN accelerator-driven compact neutron systems project and their capabilities", International Advisory Board for Taiwan Neutron Science at the INER (Institute of Nuclear Energy Research), Taiwan, September (2023).
11. Otake, Y., "RIKEN Accelerator-driven compact neutron sources, RANS, and their applications", 10th International Meeting of the Union for Compact Accelerator-driven Neutron Sources, Hungary, October(2023). Keynote Speech
12. Otake, Y., "RIKEN Accelerator-driven compact neutron systems, and their capabilities", The Asia-Oceania Conference on Neutron Scattering (AOCNS) 2023, China, December (2023). Plenary
13. 大竹淑恵, "理研小型中性子源システムRANSプロジェクト—新たなニーズに応えるための取り組みと大型施設との連携—", 2023年度量子ビームサイエンスフェスタ, 茨城, 3月6日, (2024). 基調講演
14. 大竹淑恵, "Introduction to neutron science", The 7th Neutron and Muon School, 茨城, 12月18-20日, (2023).
15. 大竹淑恵, "構造物内部非破壊計測法—新たな中性子線非破壊計測技術が拓く施工基準—", 先進建設・防災・減災技術フェア in 熊本 2024, 熊本, 11月22日, (2023).
16. 大竹淑恵, "小型中性子源システムが可能にする、現場で診る—新素材開発から橋梁内部健康診断—", 日本物理学会2023年度公開講座, 東京, 11月6日, (2023). 特別講演
17. 奥野泰希, "太陽電池素子によるガンマ線・中性子検出とその応用に関する研究", 第24回工学研究科附属量子理工学教育研究センター 公開シンポジウム, 京都, 10月20日 (2023).
18. 大竹淑恵, "理研小型中性子源システムRANSプロジェクトの現状—橋梁内部の円分現場検出、劣化可視化の実現、応力計測へむけて—", 板橋オプトフォーラム, 東京, 10月5日 (2023). 基調講演
19. 大竹淑恵, "理研小型中性子源システムRANSプロジェクト", 株式会社アトックス『放射線を用いた非破壊分析の検討に係る既存技術調査〜理化学研究所での実例紹介〜』, 千葉, 9月26日 (2023).
20. 大竹淑恵, "中性子産業利用推進協議会の研究会将来ビジョン", 日本中性子科学会第23回年会, 北海道, 9月14日 (2023). 基調講演
21. 大竹淑恵, "新試験研究炉への期待", 日本中性子科学会第23回年会サテライトミーティング「次世代中性子ビーム実験装置の連携と展開」, 札幌, 9月12日 (2023).
22. 水田真紀, "異なる養生条件がシリカフェーム混和コンクリートの緻密化に与える影響に関する検討", 日本シリカフェーム技術研究会 2023年度第1回研究発表会, 東京, 9月4日 (2023).
23. 大竹淑恵, "つながり、つなげる。パネラー講師", 第十六回CAESAR講演会, 東京, 8月30日 (2023).
24. 大竹淑恵, "コンパクトな中性子装置が、インフラ、ものづくりを変える", 三鷹ネットワーク大学サイエンスフロントMITAKA講座, 東京, 7月22日 (2023).
25. 大竹淑恵, "理化学研究所における小型加速器を用いた中性子源の開発", 令和5年度第1回ラドネット研究会, 東京, 6月17日 (2023).
26. 大竹淑恵, "理研小型中性子源システムRANSプロジェクトRANS実績と今後インフラ非破壊計測技術の開発", 防衛装備庁量子分科会, 東京, 6月5日 (2023).
27. 大竹淑恵, "理研RANSプロジェクトの最新—インフラ非破壊計測・散乱イメージング—", 令和5年度第1回「放射線科学とその応用」研究会, 埼玉, 6月2日 (2023).
28. 大竹淑恵, "理研小型中性子源システムRANSプロジェクト—中性子の現場利用、屋外現場と研究現場への展開—", J-PARCセミナー, 茨城, 6月1日 (2023).

(4) 会議、シンポジウム、セミナー主催 / Meeting, Symposiums and Seminars

1. 理研シンポジウム, "光量子工学研究", 和光, 2月29日-3月1日 (2024).
2. 理研シンポジウム, "2023年度 RANSシンポジウム「いつでもどこでも中性子、新たな現場利用！小型中性子源の拓く世界 - スマートインフラ、ものづくり、宇宙へむけて - 」", 和光, 2月7日 (2024).
3. 7th Joint Workshop of RIKEN RAP and JCNS, 和光/online, 11月6-7日 (2023).
4. 第60回理研セミナー 中性子シリーズ, "Introduction of nuclear logging tools and formation evaluation in the oil and gas industry", 和光, 1月29日 (2024).
5. 第56回理研セミナー 中性子シリーズ, "中性子生物物理学の展開", 和光, 1月24日 (2024).
6. 第59回理研セミナー 中性子シリーズ, "Enhancing Brilliance in a Cold Neutron Source using High-Aspect Ratio Rectangular Parahydrogen Moderators, while Preserving Neutron Flux", 和光, 11月13日 (2023).
7. 第58回理研セミナー 中性子シリーズ, "Image processing for electron microscopy", 和光, 11月8日 (2023).
8. 第57回理研セミナー 中性子シリーズ, "上部マントル由来の岩石中の水成分", 和光, 7月18日 (2023).

(5) 特許出願 / Patent Applications

1. 大竹淑恵, 若林泰生, 池田裕二郎, 池田義雅, “非破壊検査方法と装置”, 特願2023-072109, 2023年4月26日.

(6) 特筆すべき事項・トピックス (雑誌表紙などの掲載記事) / Topics

1. (一社)計画・交通研究会会報, “NEXCO 橋梁の老朽化対策に向け放射線利用”, 2024年3月21日.
2. 原子力産業新聞, “中性子によるコンクリート 塩分濃度非破壊検査の技術開発”, 2024年3月1日.
3. 日経クロステック, “非破壊やデジタルツインでメンテ改革、2023年度に設立した注目の2社”, 2023年8月21日.
4. レンサルティングマガジン コンテンツブレイン, “前編および前編 (序章)”, 6月21日, “後編および後編 (序章)”, 6月28日.
5. 日テレニュース24 (WEB), “古い橋を壊さずに内部の劣化を調べる事業がスタート”, 2023年5月20日.
6. アエラドット, “第9回 物理学者 大竹淑恵さん (62) 前編後編”, 2023年5月2日.
7. 建設通信新聞, “塩分濃度非破壊計測サービス 共同で新会社設立/インフラメンテに革新/オリエンタル白石など4社”, 2023年5月1日.
8. 橋梁新聞, “ランズビュー 理研発 中性子線で非破壊検査 コンクリート内部の塩分濃度計測”, 2023年4月28日.
9. 理研プレスリリース, “理研発、中性子線でインフラ非破壊検査を実現する「株式会社ランズビュー」の設立について”, 2023年4月28日.
10. 矢野経済研究所, “2023年度版 非破壊検査市場の現状と将来展望”, 2023年3月30日.

2023/4/11 先端レーザー加工研究チーム / Advanced Laser Processing Research Team

フェムト秒レーザーGHzバーストモードアブレーション
—単結晶シリコン基板のレーザー加工速度を23倍向上—

GHz bursts in MHz burst (BiBurst) enabling high-speed femtosecond laser ablation of Silicon due to prevention of air ionization

Kotaro Obata, Francesc Caballero-Lucas, Shota Kawabata, Godai Miyaji, and Koji Sugioka, "GHz bursts in MHz burst (BiBurst) enabling high-speed femtosecond laser ablation of Silicon due to prevention of air ionization", International Journal of Extreme Manufacturing

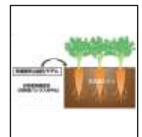


2023/4/12 光量子制御技術開発チーム / Photonics Control Technology Team

持続可能な農業のための堆肥 - 土壌 - 植物相互作用モデル
—好熱菌を活用した脱化学肥料・脱化学農業法の可能性を探る—

An agroecological structure model of compost-soil-plant interactions for sustainable organic farming

Hirokuni Miyamoto, Katsumi Shigeta, Wataru Suda, Yasunori Ichihashi, Naoto Nihei, Makiko Matsuura, Arisa Tsuboi, Naoki Tominaga, Masahiko Aono, Muneo Sato, Shunya Taguchi, Teruno Nakaguma, Naoko Tsuji, Chitose Ishii, Teruo Matsushita, Chie Shindo, Toshiaki Ito, Tamotsu Kato, Atsushi Kurotani, Hideaki Shima, Shigeharu Moriya, Satoshi Wada, Sankichi Horiuchi, Takashi Satoh, Kenichi Mori, Takumi Nishiuchi, Hisashi Miyamoto, Hiroaki Kodama, Masahira Hattori, Hiroshi Ohno, Jun Kikuchi, Masami Yokota Hirai, "An agroecological structure model of compost-soil-plant interactions for sustainable organic farming", ISME Communications, 10.1038/s43705-023-00233-9

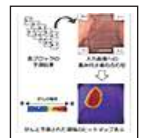


2023/6/6 画像情報処理研究チーム / Image Processing Research Team

AIで早期胃がんの範囲診断が可能に
—内視鏡専門医の診断精度に迫る—

Computer-aided demarcation of early gastric cancer: a pilot comparative study with endoscopists

Satoko Takemoto, Keisuke Hori, Yoshimasa Sakai, Masaomi Nishimura, Keiichiro Nakajo, Atsushi Inaba, Maasa Sasabe, Naoki Aoyama, Takashi Watanabe, Nobuhisa Minakata, Hiroaki Ikematsu, Hideo Yokota, Tomonori Yano, "Computer-aided demarcation of early gastric cancer: a pilot comparative study with endoscopists", Journal of Gastroenterology, 10.1007/s00535-023-02001-x



2023/6/8 生命光学技術研究チーム / Biotechnological Optics Research Team

血液の分解産物ビリルビンが植物で作られることを発見
—植物の効率的な光合成に寄与している可能性—

Bilirubin is produced non-enzymatically in plants to maintain chloroplast redox status

KAZUYA ISHIKAWA, XIAONAN XIE, YASUhide OSAKI, ATSUSHI MIYAWAKI, KEIJI NUMATA, AND YUTAKA KODAMA, "Bilirubin is produced non-enzymatically in plants to maintain chloroplast redox status", SCIENCE ADVANCES, 7 Jun 2023. Vol 9, Issue 23, DOI: 10.1126/sciadv.adh4787

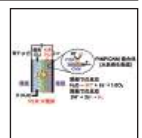


2023/8/21 光量子制御技術開発チーム / Photonics Control Technology Team

水電解における水素発生の高効率化を実現
—白金/炭素ナノマテリアル複合体による水素発生触媒の開発—

Aqueous Suspensions of Carbon Nanomaterials with Platinum Nanoparticles for Solution-Processed Hydrogen-Producing Electrocatalysts

Osama R.M. Metawe, Miyuki Nara, Takeharu Murakami, Hiroataka Okabe, Naoki Matsuda, Satoshi Wada, Katsushi Fujii, Yoshihiro Ito, and Masuki Kawamoto, "Aqueous Suspensions of Carbon Nanomaterials with Platinum Nanoparticles for Solution-Processed Hydrogen-Producing Electrocatalysts", ACS Applied Nano Materials, 10.1021/acsnm.3c02190



2023/10/11 先端光学素子開発チーム / Ultrahigh Precision Optics Technology Team

国宝油滴天目茶碗の曜変（光彩）の秘密を探る
—干渉光ではなく釉薬表面の2次元シワと反射層の回折光—

A Consideration on Brilliance of the Oil Drop Tenmoku Tea Bowl of National Treasure

Noboru EBIZUKA * and Takayuki OKAMOTO "A Consideration on Brilliance of the Oil Drop Tenmoku Tea Bowl of National Treasure", 光学 52, 9 (2023) 393-400



2023/11/13 フォトン操作機能研究チーム / Innovative Photon Manipulation Research Team

光合成微生物が形成するバイオフィルムの成分の非標識・超解像での可視化に成功

Label-free visualization of photosynthetic microbial biofilms using mid-infrared photothermal and autofluorescence imaging

Ryo Kato, Kaisei Maeda, Taka-aki Yano, Kan Tanaka and Takuo Tanaka, "Label-free visualization of photosynthetic microbial biofilms using mid-infrared photothermal and autofluorescence imaging", Analyst, 2023, 148, 6241-6247, DOI: 10.1039/D3AN01453C



2023/11/20 フォトン操作機能研究チーム / Innovative Photon Manipulation Research Team

焦点距離を変えられるメタレンズを開発

— 光の偏光でレンズの焦点距離を制御 —

Varifocal Metalenses: Harnessing Polarization-Dependent Superposition for Continuous Focal Length Control

Po-Sheng Huang, Cheng Hung Chu, Shih-Hsiu Huang, Hsiu-Ping Su, Takuo Tanaka, and Pin Chieh Wu, "Varifocal Metalenses: Harnessing Polarization-Dependent Superposition for Continuous Focal Length Control", Nano Letters, 10.1021/acs.nanolett.3c03056



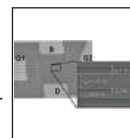
2023/11/24 テラヘルツ光源研究チーム / Tera-Photonics Research Team

トランジスタの新動作原理プラズモンでテラヘルツ波の検出感度を一桁以上高めることに成功

— 次世代6G & 7G 超高速無線通信の実現への道を拓く —

Gate-Readout and a 3D Rectification Effect for Giant Responsivity Enhancement of Asymmetric Dual-Grating-Gate Plasmonic Terahertz Detectors

A. Satou, T. Negoro, K. Narita, T. Hosotani, K. Tamura, C. Tang, T.-T. Lin, P.-E. Retaux, Y. Takida, H. Minamide, T. Suemitsu, and T. Otsuji
タイトル: "Gate-Readout and a 3D Rectification Effect for Giant Responsivity Enhancement of Asymmetric Dual-Grating-Gate Plasmonic Terahertz Detectors", Nanophotonics, online published, Nov. 9, 2023, DOI: 10.1515/nanoph-2023-0256



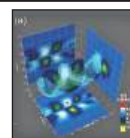
2023/11/27 アト秒科学研究チーム / Attosecond Science Research Team

極超短パルス光を「光渦」に変換

— 「渦」の時空間構造の制御に成功 —

Wavefront control of sub-cycle vortex pulses via carrier-envelope-phase tailoring

Yu-Chieh Lin, Katsumi Midorikawa, and Yasuo Nabekawa, "Wavefront control of sub-cycle vortex pulses via carrier-envelope-phase tailoring", Light: Science & Applications, 10.1038/s41377-023-01328-7



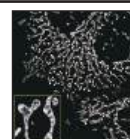
2023/12/1 生命光学技術研究チーム / Biotechnological Optics Research Team

蛍光タンパク質 StayGold の性能アップ

— 分子や膜の動態を時空間的に高解像で観察する技術 —

StayGold variants for molecular fusion and membrane targeting applications

Ryoko Ando, Satoshi Shimozono, Hideo Ago, Masatoshi Takagi, Mayu Sugiyama, Hiroshi Kurokawa, Masahiko Hirano, Yusuke Niino, Go Ueno, Fumiyoshi Ishidate, Takahiro Fujiwara, Yasushi Okada, Masaki Yamamoto, Atsushi Miyawaki, "StayGold variants for molecular fusion and membrane targeting applications", Nature Methods, 10.1038/s41592-023-02085-6



2023/12/15 量子オプトエレクトロニクス研究チーム / Quantum Optoelectronics Research Team

ナノ半導体界面でのエネルギー共鳴現象を発見

— 異次元ヘテロ構造を用いた半導体デバイスへの応用に期待 —

Resonant exciton transfer in mixed-dimensional heterostructures for overcoming dimensional restrictions in optical processes

Nan. Fang, Y. R. Chang, D. Yamashita, S. Fujii, M. Maruyama, Y. Gao, C. F. Fong, K. Otsuka, K. Nagashio, S. Okada, Y. K. Kato, "Resonant exciton transfer in mixed-dimensional heterostructures for overcoming dimensional restrictions in optical processes", Nature Communications, 10.1038/s41467-023-43928-2



2023/12/19 超高速コヒーレント軟 X 線光学研究チーム / Ultrafast Coherent Soft X-ray Photonics Research Team

シングルサイクルレーザー光の増幅法を開発

— アト秒レーザーの大出力化が可能に —

Dual-chirped optical parametric amplification of high-energy single-cycle laser pulses

Lu Xu and Eiji J. Takahashi, "Dual-chirped optical parametric amplification of high-energy single-cycle laser pulses", Nature Photonics, 10.1038/s41566-023-01331-9



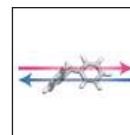
2024/1/5 超高速分子計測研究チーム / Ultrafast Spectroscopy Research Team

光異性化の "ファントム状態" を暴く

— 最先端のフェムト秒分光と量子化学計算で化学反応の謎に決着 —

Ultrafast Raman Observation of the Perpendicular Intermediate Phantom State of Stilbene Photoisomerization

Hikaru Kuramochi, Takuro Tsutsumi, Kenichiro Saita, Zhengrong Wei, Masahisa Osawa, Pardeep Kumar, Li Liu, Satoshi Takeuchi, Tetsuya Taketsugu, Tahei Tahara, "Ultrafast Raman Observation of the Perpendicular Intermediate Phantom State of Stilbene Photoisomerization", Nature Chemistry, 10.1038/s41557-023-01397-6



2024/1/10 先端レーザー加工研究チーム / Advanced Laser Processing Research Team

次世代のデジタル PCR チップをガラスで作製
—超短パルスベッセルビームによる「高速穴開け」—

Rapid Manufacturing of Glass-Based Digital Nucleic Acid Amplification Chips by Ultrafast Bessel Pulses

Jiawei Zhang, Kotaro Obata, Kazunari Ozasa, Takanori Uzawa, Yoshihiro Ito, Koji Sugioka, "Rapid Manufacturing of Glass-Based Digital Nucleic Acid Amplification Chips by Ultrafast Bessel Pulses", *Small Science*, 10.1002/smssc.202300166

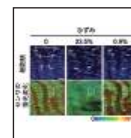


2024/1/12 画像情報処理研究チーム / Image Processing Research Team

引張り力で体中の蛍光色が変わるマウスの作出に成功
—組織から細胞まで内部張力の可視化を簡便に—

In situ FRET measurement of cellular tension using conventional confocal laser microscopy in newly established reporter mice expressing actinin tension sensor

Junfeng Wang, Eijiro Maeda, Yuki Tsujimura, Takaya Abe, Hiroshi Kiyonari, Tetsuya Kitaguchi, Hideo Yokota, Takeo Matsumoto, "In situ FRET measurement of cellular tension using conventional confocal laser microscopy in newly established reporter mice", *Scientific Reports*, DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-50142-z>

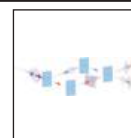


2024/1/13 先端光学素子開発チーム / Advanced Manufacturing Support Team

高感度の新型中性子干渉計の開発に成功
—中性子の相互作用の精密測定が可能に—

Development of Neutron Interferometer using Multilayer Mirrors and Measurements of Neutron-Nuclear Scattering Length with Pulsed Neutron Source

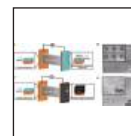
akuhiro Fujiie, Masahiro Hino, Takuya Hosobata, Go Ichikawa, Masaaki Kitaguchi, Kenji Mishima, Yoshichika Seki, Hirohiko M. Shimizu, Yutaka Yamagata, "Development of Neutron Interferometer using Multilayer Mirrors and Measurements of Neutron-Nuclear Scattering Length with Pulsed Neutron Source", *Physical Review Letters*, 10.1103/PhysRevLett.132.023402



2024/2/13 フォトン操作機能研究チーム / Innovative Photon Manipulation Research Team

メタ材料は均一な熱輻射環境における熱電発電を最も高効率に駆動できる吸収体であることを発見
Metasurface absorber enhanced thermoelectric conversion

Ryosuke Nakayama, Sohei Saito, Takuo Tanaka, Wakana Kubo, "Metasurface absorber enhanced thermoelectric conversion", *Nanophotonics*, DOI: <https://doi.org/10.1515/nanoph-2023-0653>

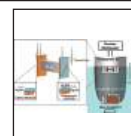


2024/2/27 フォトン操作機能研究チーム / Innovative Photon Manipulation Research Team

密閉空間内の冷却をメタ材料によって実現
—高集積電子デバイスの冷却技術への展開に期待—

Non-radiative cooling

Naoya Kawamura, Takuo Tanaka, and Wakana Kubo, "Nonradiative Cooling", *ACS Photonics* 2024, 11, 3, 1221–1227, DOI: <https://doi.org/10.1021/acsp Photonics.3c01757>

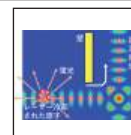


2024/3/7 時空間エンジニアリング研究チーム / Space-Time Engineering Research Team

交差する光ベルトコンベアで原子の運動方向を変えて輸送
—光格子時計の高精度化に必須な連続原子源を開発—

Continuous generation of an ultracold atomic beam using crossed moving optical lattices

Shoichi Okaba, Ryoto Takeuchi, Shigenori Tsuji, and Hidetoshi Katori, "Continuous generation of an ultracold atomic beam using crossed moving optical lattices", *Physical Review Applied*, DOI: 10.1103/PhysRevApplied.21.034006

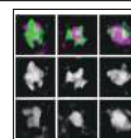


2024/3/21 生細胞超解像イメージング研究チーム / Live Cell Super-Resolution Imaging Research Team

ゴルジ体の一生の時空間ダイナミクス
—ゴルジ体形成の足場となる膜区画を酵母細胞で発見—

Spatiotemporal dissection of the Golgi apparatus and the ER-Golgi intermediate compartment in budding yeast

Takuro Tojima, Yasuyuki Suda, Natsuko Jin, Kazuo Kurokawa, and Akihiko Nakano, "Spatiotemporal dissection of the Golgi apparatus and the ER-Golgi intermediate compartment in budding yeast", *eLife*, 10.7554/eLife.92900



July 29, 2023

理化学研究所仙台地区一般公開「光の魔法 好奇心と探求心」
 “Investigating the Light: Curiosity and Exploration-”



理化学研究所仙台地区一般公開を4年ぶりに現地開催しました。「光の魔法 好奇心と探求心」をテーマに7つのイベントを行い、どのイベントも大変好評でした。理研開拓研究本部の渡邊力也主任研究員による、ウイルス感染症の新しい検査法の開発背景や将来展望に関する講演会を行いました。身近な話題でもあったため参加者からはたくさんの質問をいただき、盛況のうちに終了しました。

RIKEN Sendai Open Campus was held onsite for the first time in four years. Seven events were held under the theme of “Investigating the Light: Curiosity and Exploration” and all were very well received. Dr. Rikiya Watanabe, CPR, RIKEN, gave a lecture on the background and future prospects for the development of new testing methods for viral infections. Since the topic was familiar to the participants, they asked many questions and the event was a great success.

November 20-21, 2023

「第24回ミリ波サブミリ波受信機ワークショップ」と
 「2023年度理研-NICT 合同テラヘルツワークショップ」のジョイントワークショップ
 Joint Workshop “24th Workshop on mm/sub-mm band receiver technology” and “Riken-NICT
 Joint Workshop in FY2023”

「第24回ミリ波サブミリ波受信機ワークショップ」と「2023年度理研-NICT 合同テラヘルツワークショップ」のジョイントワークショップが、2023年11月20~21日に、山梨大学甲府キャンパス大村智記念学術館大村記念ホールでハイブリット方式にて、理研光量子工学研究センター、情報通信研究機構（NICT）、および受信機コミュニティの共催で開催されました。今回の合同ワークショップは、計127名の参加者でした。3名の招待講演者と若手研究者・学生による発表を中心に、テラヘルツ波およびミリ波技術に関して、ポスターセッションを含む活発な議論が行われました。



“24th Workshop on mm/sub-mm band receiver technology”
 “Riken-NICT Joint Workshop in FY2023” Joint Workshop was held on November 20-21, 2023 as Hybrid meeting (University of Yamanashi Kofu Campus Omura SATOSHI OMURA MUSEUM Hall & Online). A total number of participants were 128 of this Workshop. Presentations were made by three invited speakers and young researchers and students of RAP, NICT and receiver community, and active discussions including poster sessions were held.

December 4-5, 2023

RAP-XIOPM Joint Seminar 2023

The 3rd RAP-XIOPM Joint Seminar

光量子工学研究センターとXi'an Institute of Optics and Precision Mechanics(XIOPM)との研究協力協定(2019年12月締結)に基づき、2023年12月4日に、第3回Joint Seminarを理研で開催し、49名の参加者による活発な議論が行われました。翌日はラボツアーを実施しました。

In accordance with the agreement for Research Collaboration between RIKEN Center for Advanced Photonics and Xi'an Institute of Optics and Precision Mechanics, Chinese Academy of Science, signed in Dec. 2019, the 3rd RAP-XIOPM Joint Seminar was held at RIKEN on Dec.4, 2023. There were 49 participants engaged in lively discussions. The next day, some lab tours were conducted.



January 23, 2024

第7回 RIKEN-RAP and QST-KPSI Joint Seminar

"7th RIKEN-RAP and QST-KPSI Joint Seminar"

The poster for the 7th joint seminar is titled "The 7th RIKEN-RAP and QST-KPSI Joint Seminar" and is dated January 23, 2024. It lists a schedule of presentations and a laboratory tour. The presentations include topics such as "Opening Remarks", "Photonic crystal nanocavities", "Carbon nanotubes and atomically thin materials", "Photonic crystal nanocavities", "Photonic crystal nanocavities", "Photonic crystal nanocavities", "Photonic crystal nanocavities", and "Closing Remarks". The laboratory tour is scheduled for January 24th. The poster also includes contact information for the organizers and logos for RIKEN, QST, and KPSI.

2024年1月23日に「第7回 RIKEN-RAP and QST-KPSI Joint Seminar」が理研光量子工学研究センターと量子科学技術研究開発機構・関西科学研究所の共催で開催されました。

RAP・量研関西研より各5名、計10名のメンバーによる発表が行われ、質疑応答など活発な議論が繰り広げられました。次回2025年は量子科学技術開発機構・関西光科学研究所が幹事となり、オンサイトで開催予定です。

The 7th RIKEN-RAP and KPSI Joint Seminar was held, organized with QST-KPSI on January 23, 2024. The seminar consisted of 10 presentations, each 5 presentations by RAP and QST-KPSI members.

The active discussion and Q&A were performed. Next time, in 2025, will be an in-person event, hosted by QST-KPSI.

RAP シンポジウム：第11回「光量子工学研究」一次世代の光量子工学に向けて— “The 11th RAP Symposium —Toward the New Horizon of Advanced Photonics—”

理研シンポジウム：第11回「光量子工学研究」一次世代の光量子工学に向けて—

東京大学の三村秀和教授、東北大学の佐藤卓教授、JAXAの今井浩子技術領域主幹、国立天文台先端技術センター・東京大学理学系研究科併任の本原顕太郎教授、京都大学・理研併任の榎戸輝揚准教授、理研の村山正宜チームリーダーによる招待講演のほか、RAPメンバーによる口頭発表17件、および45件のポスター発表が行われました。対面での開催で202名の参加者による活発な議論が繰り広げられました。

The 11th RAP Symposium -Toward the New Horizon of Advanced Photonics- was held on-site on February 29 and March 1, 2024.

The symposium consisted of six invited talks by Prof. Hidekazu Mimura, The University of Tokyo, Prof. Taku Sato, Tohoku University, Dr. Hiroko Imai, JAXA, Prof. Kentaro Motohara, The University of Tokyo, Assoc. Prof. Teruaki Enokido, Kyoto University and RIKEN, Dr. Masanori Murayama, RIKEN, and 17 oral presentations and 45 poster presentations were given by RAP members. It was highly successful with 202 participants.

The 11th RAP Symposium 主催：光量子工学研究センター RAP

理研シンポジウム 第11回「光量子工学研究」 一次世代の光量子工学に向けて—

Thu. 29 Feb. 2024 9:00 - 17:40
意見交換会 18:00 - 20:00
Fri. 1 Mar. 2024 10:00 - 16:00

Venue: Administrative Headquarters
和光 本部棟二階

Registration

Invited Speakers:

東京大学 先端科学技術研究センター 超精密製造科学分野・寄附研究部門 先端工学素子製造学 教授 三村 秀和
京都大学 京都大学理学研究科物理学・宇宙物理学専攻宇宙放射学講座 准教授 榎戸 輝揚
東北大学 多元物質科学研究所 無機材料研究部門 スピン量子物性研究分野 教授 佐藤 卓
宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 第1宇宙技術部門 衛星利用運用センター (SAOC) 技術領域主幹 今井 浩子
理化学研究所 脳神経科学研究センター 認知発生理学研究チーム チームリーダー 村山 正宜
自然科学研究機構国立天文台 先端技術センター 教授 本原 顕太郎

April 2023 to December 2023

RAP Seminar, from 81th to 85th

April 14, 2023

Prof. Takuro IDEGUCHI

(Institute for Photon Science and Technology (IPST) The University of Tokyo)

“Breaking technical barriers in vibrational spectroscopy and microscopy: New techniques and applications”

振動分光および顕微鏡における技術障壁の克服：新技術と応用の展開

June 9, 2023

Prof. Toutai MITSUYAMA

(Artificial Intelligence Research Center National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST))

“Create! Laboratory Automation to Robot and Super-- Introduction Resolution Microscopy Collaboration Case Studies”

作る！ラボラトリーオートメーション～ロボットー超解像顕微鏡の連携事例の紹介～

Jury 21, 2023

Prof. Nobuyuki MATSUDA

(Department of Communications Engineering, School of Engineering, Tohoku University)

“Photonic integrated circuit devices for quantum information processing”

量子情報処理のための光集積回路デバイス

October 20, 2023

Prof. Yukinobu NISHIO

(Nalux Co., Ltd.)

“Microfabrication techniques that supports high performance optical devices”

高機能光デバイスを支える微細加工技術

December 22, 2023

Prof. Yuichi KOZAWA

(Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials Tohoku University)

“Features of a structured light beam and its application to laser scanning microscopy”

空間構造を持つ光の特性とレーザー顕微鏡への応用

81st RAP Seminar
The 81st Seminar on RIKEN Center for Advanced Photonics

Language: Japanese

- Hybrid Format -

Date: **April 14 (Fri), 16:20 - 17:20, 2023**
On-site: **W319, 3F, Cooperation Center, Wako Campus, RIKEN**
Online: **Zoom**

Title: **Breaking technical barriers in vibrational spectroscopy and microscopy: New techniques and applications**
振動分光および顕微鏡における技術障壁の克服：新技術と応用の展開

Speaker: **Prof. Takuro IDEGUCHI**
Institute for Photon Science and Technology (IPST)
The University of Tokyo

Pre-registration: 井手川 拓郎
東北大学大学院理学系研究科
フォトデバイス工学専攻 准教授

Optical elements are components that utilize the properties of light to realize various functions, and are used in lighting, cameras, optical communication, display devices, and optical sensing devices, etc. The optical devices market is expected to grow in the future, and there is a demand for higher performance such as miniaturization, light weight, and low power consumption, etc. Therefore, the quality required for optical elements is also on the rise. In this presentation, we will take some recent R&D projects of our company (super-wide-angle micro lens array diffuser, all plastic waveguide gratings for AR display elements, and glass high-aspect gratings by joint research with TOYO) as examples of such cases, and report on microfabrication techniques by ultra-precision machining, nano-topography, precision molding, measurement and also on its challenges.

Contact: rap-seminar_center@riken.jp (tel. 03-21105)

82nd RAP Seminar
The 82nd Seminar on RIKEN Center for Advanced Photonics

Language: Japanese

Date: **June 9 (Fri), 16:20 - 17:20, 2023**
Location: **W319, 3F, Cooperation Center, Wako Campus, RIKEN**
(理研 和光キャンパス 研究交流棟 3階会議室 W319)

Title: **Create! Laboratory Automation - Introduction to Robot and Super-Resolution Microscopy Collaboration Case Studies**
作る！ラボラトリーオートメーション～ロボットー超解像顕微鏡の連携事例の紹介～

Speaker: **Dr. Toutai MITSUYAMA**
Artificial Intelligence Research Center
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)
光山 統泰
産業技術総合研究所 人工知能研究センター 研究チーム長

In recent years, remarkable advancements in super-resolution microscopy (SRM) have been made. SRM has enabled the observation of cellular dynamics at the molecular scale, and artificial intelligence (AI) technology has gained attention for analyzing measurement data. The combination of SRM and AI is anticipated to yield new insights that were previously undetectable. However, observing cell samples with SRM involves various processes, such as cell culture, transformation, and staining, making the acquisition of large amounts of image data needed for AI analysis seem unrealistic.

To address this issue, we constructed an automated super-resolution imaging system by integrating the general-purpose bio-robotic automation system LabRobot Mariko with the super-resolution microscope Yokogawa CSUW1-SR1. Mariko can automatically perform the sample preparation process from cell culturing to staining. The prepared samples are transported by a robotic arm and placed on the stage of the inverted microscope attached to SRM, which then executes the predetermined imaging process. This system aims to automate super-resolution observations, combining a wide variety of cell types and various staining protocols. However, there are still challenges in super-resolution imaging, which will be discussed in this talk.

Contact: rap-seminar_center@riken.jp (tel. 03-21105)

83rd RAP Seminar
The 83rd Seminar on RIKEN Center for Advanced Photonics

Language: Japanese

Date: **July 21 (Fri), 16:20 - 17:20, 2023**
Location: **1F Seminar Room, Sendai Campus, RIKEN**
(理研 仙台キャンパス 1階セミナー室)
(TV Relay: Wako Campus, W319, Cooperation Center, RIKEN)
(配信：和光キャンパス会議室 W319 (1F会議室))

Title: **Photonic integrated circuit devices for quantum information processing**
量子情報処理のための光集積回路デバイス

Speaker: **Prof. Nobuyuki MATSUDA**
Department of Communications Engineering,
School of Engineering, Tohoku University
松田 信幸
東北大学大学院工学研究科 通信工学専攻 准教授

Quantum computers is a computer that extracts the outcome of a target computing task with a high probability utilizing the properties of qubits such as quantum superposition and entanglement. Optical waveguide-based integrated photonics technologies have proven useful for the development of quantum computers using photons. In this talk, we introduce our silicon or silica-based waveguide-based devices that realize the generation and manipulation of quantum states of light on a chip.

Contact: rap-seminar_center@riken.jp (tel. 03-21105)

84th RAP Seminar
The 84th Seminar on RIKEN Center for Advanced Photonics

Language: Japanese

Date: **October 20 (Fri), 16:20 - 17:20, 2023**
Location: **W319, 3F, Cooperation Center, Wako Campus, RIKEN**
(理研 和光キャンパス 研究交流棟 3階会議室 W319)

Title: **Microfabrication techniques that supports high-performance optical devices**
高機能光デバイスを支える微細加工技術

Speaker: **Mr. Yukinobu NISHIO**
Nalux Co., Ltd.
西岡 幸輔
ナルクス株式会社

Optical elements are components that utilize the properties of light to realize various functions, and are used in lighting, cameras, optical communication, display devices, and optical sensing devices, etc. The optical devices market is expected to grow in the future, and there is a demand for higher performance such as miniaturization, light weight, and low power consumption, etc. Therefore, the quality required for optical elements is also on the rise. In this presentation, we will take some recent R&D projects of our company (super-wide-angle micro lens array diffuser, all plastic waveguide gratings for AR display elements, and glass high-aspect gratings by joint research with TOYO) as examples of such cases, and report on microfabrication techniques by ultra-precision machining, nano-topography, precision molding, measurement and also on its challenges.

Contact: rap-seminar_center@riken.jp (tel. 03-21105)

85th RAP Seminar
The 85th Seminar on RIKEN Center for Advanced Photonics

Language: Japanese

Date: **December 22 (Fri), 16:20 - 17:20, 2023**
Location: **W319, 3F, Cooperation Center, Wako Campus, RIKEN**
(理研 和光キャンパス 研究交流棟 3階会議室 W319)

Title: **Features of a structured light beam and its application to laser scanning microscopy**
空間構造を持つ光の特性とレーザー顕微鏡への応用

Speaker: **Prof. Yuichi KOZAWA**
Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials
Tohoku University
小澤 祐市
東北大学 多元物質科学研究所 准教授

A structured light beam is characterized by its spatially distributed amplitude, phase, and polarization on the beam cross-section. Spatially varying bundles of these parameters produce remarkable effects that cannot be attained by conventional light beams such as linearly or circularly polarized Gaussian beams. In this talk, we will introduce some peculiar features of structured light beams, and our research related to laser scanning microscopy using structured light beams. Our method employs a light needle spot produced by a Bessel beam with a large focal depth as well as a wavelength modulation for fluorescence signals. The controlled use of these light needle spots enables us to capture the fluorescence images of samples from the non-destructive manner scanning of an excitation spot without changing the observation plane in laser scanning microscopy. We discuss its applicability to rapid 3D observation of various samples using our method.

Contact: rap-seminar_center@riken.jp (tel. 03-21105)

April 4, 2023

Highly Cited Paper Award March 2023 (Opto-Electronic Advances) / 杉岡幸次チームリーダー（先端レーザー加工研究チーム）

Highly Cited Paper Award March 2023 (Opto-Electronic Advances) / Koji Sugioka, Team Leader (Advanced Laser Processing Research Team)

April 29, 2023

瑞宝中綬章（内閣府賞勲局）／尾崎幸洋客員主管研究員（テラヘルツイメージング研究チーム）

The Order of the Sacred Treasure, Gold Rays with Neck Ribbon (Bureau of Awards, Cabinet Office, Government of Japan) / Yukihiro Ozaki, Senior Visiting Scientist (Terahertz Sensing and Imaging Research Team)

May 10, 2023

ESI Highly Cited Paper Award (Light: Science & Applications) / 杉岡幸次チームリーダー（先端レーザー加工研究チーム）

ESI Highly Cited Paper Award (Light: Science & Applications) / Koji Sugioka, Team Leader (Advanced Laser Processing Research Team)

September 1, 2023

第56回 会長賞（酵母遺伝学フォーラム）／神奈亜子研究員（生細胞超解像イメージング研究チーム）

56th Chairman's Award (Yeast Genetics Society of Japan Forum) / Natsuko Jin, Research Scientist (Live Cell Super-Resolution Imaging Research Team)

September 7, 2023

Poster Award Engineering Prize（理化学研究所）／伊藤凌太研修生（テラヘルツイメージング研究チーム）

Poster Award Engineering Prize (Riken) / Ryota Ito, Student Trainee (Terahertz Sensing and Imaging Research Team)

September 8, 2023

2023年REI-21 若手賞（日本中性子科学会）／奥野泰希研究員、岡本保客員研究員、小林知洋専任研究員（中性子ビーム技術開発チーム）

21st International Conference on Radiation Effects in Insulators, FY 2023 Young Researcher Award (The Japanese Society for Neutron Science) / Yasuki Okuno, Research Scientist, Tamotsu Okamoto, Visiting Scientist, Tomohiro Kobayashi, Senior Research Scientist (Neutron Beam Technology Team)

September 15, 2023

2023年度秋季大会実行委員会 ベストプレゼンテーション賞（公益社団法人精密工学会）／江端拓哉研修生（先端光学素子開発チーム）

FY2023 Autumn Conference Executive Committee Best Presentation Award (The Japan Society for Precision Engineering) / Takuya Ebata, Student Trainee (Ultrahigh Precision Optics Technology Team)

September 19, 2023

2023年度 応用物理学フェロー表彰（公益社団法人応用物理学会）／田中拓男チームリーダー（フォトン操作機能研究チーム）

FY2023 JSAP-Optica Joint Symposium, JSAP Fellow (The Japan Society of Applied Physics) / Takuo Tanaka, Team Leader (Innovative Photon Manipulation Research Team)

October 5, 2023

令和5年度 新道路技術会議 優秀技術研究開発賞 受賞研究課題（国土交通省）／大竹淑恵チームリーダー、高村正人客員研究員、若林泰生研究員（中性子ビーム技術開発チーム）

FY2023 New Road Technology Conference Excellent Technology Research and Development Award Winning Research Project (Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism) / Yoshie Otake, Team Leader, Masato Takamura, Visiting Scientist, Yasuo Wakabayashi, Research Scientist (Neutron Beam Technology Team)

October 12, 2023

ESI Highly Cited Paper Award September 2023 (Light: Science & Applications) / 杉岡幸次チームリーダー (先端レーザー加工研究チーム)

ESI Highly Cited Paper Award September 2023 (Light: Science & Applications) / Koji Sugioka, Team Leader (Advanced Laser Processing Research Team)

October 18, 2023

42nd Annual International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO2023) "Student Paper Award (3rd Place)" (Laser Institute of America (LIA)) / 川端祥太理研スチューデント・リサーチャー M兼研修生 (先端レーザー加工研究チーム)

42nd Annual International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO2023) Student "Paper Award (3rd Place)" (Laser Institute of America (LIA)) /

Shota Kawabata, Junior Research Associate and Student Trainee (Advanced Laser Processing Research Team)

November 4, 2023

第32回日本バイオイメージング学会学術集会 ベストイメージ カールツァイス賞 (日本バイオイメージング学会) / 横田秀夫チームリーダー、中村佐紀子テクニカルスタッフI (画像情報処理研究チーム)

The 32nd Annual Meeting of the Bioimaging Society "Best Image Carl Zeiss Prize Award" (Japan Bioimaging Society) / Hideo Yokota, Team Leader, Sakiko Nakamura, Technical Staff I (Image Processing Research Team)

November 14, 2023

第27回(令和5年度)松尾財団宅間宏記念学術賞 (公益社団法人松尾学術振興財団) / 鍋川康夫専任研究員 (アト秒科学研究チーム)

The 27th Matsuo Foundation Hiroshi Takuma Memorial Academic Prize (Matsuo Foundation for the Promotion of Science), Yasuo Nabekawa, Senior Research Scientist (Attosecond Science Research Team)

November 16, 2023

Fukuchi (Respirology) Award (Asian Pacific Society of Respirology) / 古川大記客員研究員、大山慎太郎客員研究員、横田秀夫チームリーダー (画像情報処理研究チーム)

Fukuchi(Respirology)Award(Asian Pacific Society of Respirology) / Taiki Furukawa, Visiting Scientist, Shintaro Oyama, Visiting Scientist, Hideo Yokota, Team Leader (Image Processing Research Team)

November 22, 2023

Best Paper Award of ISOM' 23 (一般社団法人日本光学会) / 田中拓男チームリーダー (フォトン操作機能研究チーム)

Best Paper Award of ISOM' 23 (The Optical Society of Japan) / Takuo Tanaka, Team Leader (Innovative Photon Manipulation Research Team)

December 12, 2023

日本学士院会員選出 (日本学士院) / 香取秀俊チームリーダー (時空間エンジニアリング研究チーム)

Elected as a member of the Japan Academy (The Japan Academy) / Hidetoshi Katori, Team Leader (Space-Time Engineering Research Team)

December 24, 2023

ESI Highly Cited Paper Award November 2023 (Light: Science & Applications) / 杉岡幸次チームリーダー (先端レーザー加工研究チーム)

ESI Highly Cited Paper Award November 2023 (Light: Science & Applications) / Koji Sugioka, Team Leader (Advanced Laser Processing Research Team)

December 31, 2023

IJEM Best Editor Award (International Journal of Extreme Manufacturing) / 杉岡幸次チームリーダー (先端レーザー加工研究チーム)

IJEM Best Editor Award (International Journal of Extreme Manufacturing) / Koji Sugioka, Team Leader (Advanced Laser Processing Research Team)

January 18, 2024

第7回「インフラメンテナンス大賞」国土交通大臣賞（国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課 大臣官房公共事業調査室）／大竹淑恵チームリーダー、高村正人客員研究員、若林泰生客員研究員、池田裕二郎客員主管研究員（中性子ビーム技術開発チーム）

The 7th Infrastructure Maintenance Grand Prize Award, Award of the Minister of Land, Infrastructure and Transport (Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism) / Yoshie Otake, Team Leader, Masato Takamura, Visiting Scientist, Yasuo Wakabayashi, Visiting Scientist, Yujiro Ikeda, Senior Visiting Scientist (Neutron Beam Technology Team)

January 29, 2024

SPIE Photonics West 3D Printing Best Paper Award (SPIE Photonics West) / 杉岡幸次チームリーダー（先端レーザー加工研究チーム）、宮脇敦史チームリーダー（生命光学技術研究チーム）

SPIE Photonics West 3D Printing Best Paper Award (SPIE Photonics West) / Koji Sugioka, Team Leader (Advanced Laser Processing Research Team), Miyawaki Atsushi, Team Leader (Biotechnological Optics Research Team)

February 17, 2024

“Workshop Presentation Award”（名古屋大学 卓越大学院プログラム（文部科学省補助金事業）CIBoG（情報・生命医科学コンボリューション on グローカルアライアンス卓越大学院））／高橋秀和大学院生リサーチアソシエイト兼研修生（画像情報処理研究チーム）

“Workshop Presentation Award” (Nagoya University : The TMI Program, CIBoG) / Hidekazu Takahashi, Junior Research Associate and Student Trainee (Image Processing Research Team)

February 17, 2024

“Video Presentation Award”（名古屋大学 卓越大学院プログラム（文部科学省補助金事業）CIBoG（情報・生命医科学コンボリューション on グローカルアライアンス卓越大学院））／高橋秀和大学院生リサーチアソシエイト兼研修生（画像情報処理研究チーム）

“Video Presentation Award” (Nagoya University : The TMI Program, CIBoG) / Hidekazu Takahashi, Junior Research Associate and Student Trainee (Image Processing Research Team)

March 1, 2024

Top downloaded papers of Light: Science & Applications in 2023 (Light: Science & Applications) / 杉岡幸次チームリーダー（先端レーザー加工研究チーム）

Top downloaded papers of Light: Science & Applications in 2023 (Light: Science & Applications) / Koji Sugioka, Team Leader (Advanced Laser Processing Research Team)

March 12, 2024

理研桜舞賞 研究奨励賞（理化学研究所）／藤家拓大研究パートタイマー I（先端光学素子開発チーム）

RIKEN “Obu” Award, Researcher Incentive Award (RIKEN) / Takuhiro Fujiie, Research Part-time Worker I (Ultrahigh Precision Optics Technology Team)

March 17, 2024

三浦賞（一般社団法人日本機械学会）／河崎隼作研究パートタイマー II 兼研修生（画像情報処理研究チーム）

Miura Award (The Japan Society of Mechanical Engineers) / Shunsaku Kawasaki, Research Part-time Worker II and Student Trainee (Image Processing Research Team)

March 18, 2024

日本設計工学会武藤栄次賞優秀学生賞（公益社団法人日本設計工学会）／深津美薫研究パートタイマー II 兼研修生（画像情報処理研究チーム）

The 2024 Eiji Mutoh Excellent Student Award (Japan Society for Design Engineering) / Miku Fukatsu, Research Part-time Worker II and Student Trainee (Image Processing Research Team)



長年議論的となっていたゴルジ体輸送のメカニズムは、2006年、ついに解き明かされた。教科書を書き換えるほどのインパクトを与えたその研究に挑み続けた“細胞内輸送のエキスパート”に、その背景や原動力を聞いた。

生命科学に可能性を感じた

研究者になると決めて大学に入学したときは、物理学志望でしたが、入学後に読んだ、ゴードン・R・テイラーの著書『人間に未来はあるか』に感化され、生命科学の道へ進みました。

大学院修了後は、当時の国立予防衛生研究所に就職しました。このときに限らず、いくつかの選択肢を示されたときは、最初にオファーがあったものを選ぶのが信条で、明確なビジョンがあったわけではありません。しかし、結果としてこの何気ない選択が生涯のライフワークと出会うきっかけとなったのです。

米国カリフォルニア大学バークレー校に留学し、後にノーベル賞を受賞するランディ・シェクマン博士の研究室で酵母について学ぶ中で、小胞体以降の細胞内輸送を自分の研究テーマにしようと決め

ました。

物理学者の一言に目からうろこ

帰国し、1997年に理研の主任研究員となったときに、「細胞内輸送を生きたまま見る」ということを目標に決めました。しかし、当時はそれを可能にする顕微鏡はありませんでした。そんな悩みを、毎週金曜の夜に理研の食堂で開催されていた通称「金曜酒場」でこぼしたところ、物理の研究者たちが「ないのなら、自分でつくればいいじゃない」と言ったのです。

一から自分でつくるつもりで調べてみると、技術はある。画像を約1,000分の1秒でスキャンできる横河電機株式会社のニボウディスク式共焦点スキャナーと、NHK放送技術研究所が開発したHARPカメラという超高感度カメラを組み合わせて2004年に開発したのが高速超解像ライブイメージング顕微鏡SCLIMでした。

再び教科書を書き換える発見を

小胞体からタンパク質を目的地まで運ぶゴルジ体は、平らな袋(槽)が積み重なった構造をしています。長い間、タン

パク質はシス槽からメディアル槽を経てトランス槽へ、小胞という小さな袋に乗って移動していくと信じられていました。ところが、槽から槽へ動いているのではなく、槽自体がシスからトランスへと成熟することでタンパク質を輸送しているのではないかと主張するグループが出現し、1990年代以降10年以上にわたって、世界中で大論争が繰り広げられていました。

私たちがつくり上げた顕微鏡ならこの問題に決着をつけられる。2006年、そう考えた私の目の前で、ゴルジ体の一つの槽がシスからメディアル、トランスへと色を変えていきました。槽成熟モデルが正しいことを示す紛れもない証拠です。この研究により細胞生物学の教科書はすべて書き換わりました。

40年以上細胞内輸送に関わり、この分野のエキスパートと呼ばれるようになりましたが、謎が一つ解けるたびに、さらにその先が知りたくなります。研究人生のラストスパートにさしかかっていますが、もう一度教科書を書き換えるような発見をするという夢を抱きながら研究に勤しんでいます。

早期胃がんを見つける AI

竹本 智子

(タケモト・サトコ)

光子工学研究センター
画像情報処理研究チーム
研究員



「医療の問題を、工学的に解決したい」と話す竹本 智子 研究員は、診断が難しい早期胃がんをAIによって高精度に診断できる技術を開発した。検査する医師や施設が違ってもしっかりと早期胃がんを見つけられるように、専門医たちと連携して実現した技術だ。

発見が難しい早期胃がん

国内の胃がんの罹患数(2019年)、死亡数(2021年)は、ともに全がんのなかで第3位と、日本人がかかるがんの中でも常に上位にある。早期発見できれば5年生存率が95%と予後の良いがんだが、初期は自覚症状がほとんどないため発見が遅れ、進行してから見つかることが少なくない。そのため、直近のデータとして公表されている2009年から2011年における胃がんの5年生存率は約66%となっている。

近年では、バリウムを飲んで行うX線検査より発見率の高い胃内視鏡(胃カメラ)検査が主流となりつつある。しかし、胃がんは早期であるほど色や表面の形状などの形態的特徴が乏しく、胃潰瘍や胃炎との区別がつきにくい。加えて、使用する診断機器の性能によっても発見率は異なるため、診断スキルの高い医師や高性能機器が揃っている大規模病院と、そうではない小規模病院とでは、早期胃がんの発見率、ひいてはその後の生存率にも差が出てしまうのが現状だ。

「『この状況をなんとかしたい』と言う現場の医師たちと話し合う中で、AIで正確に早期胃がんを発見できるのではないかと考えました。AI技術のなかでも画像認識を得意とする機械学習という手法を用いることで、内視鏡画像から早期胃がんを自動的に検出する。これが実現すれば、集団検診で大量の内視鏡画像を診断する際にスクリーニングを行い、医師や施設による検出精度の差をなくすことができます」

300枚の正解データを113万枚に増幅

画像診断ができるAIをつくるには、機械学習のために通常は数十万枚、数百万枚という膨大な量の「正解データ」が必要になる。ところが、竹本 研究員らが構築したAIにおいて、教え込んだ画像は「がん画像」150枚と、がんが写っていない「正常画像」150枚の計300枚のみ。しかも、特徴的な症例だけを任意に選んだのではなく、国立がん研究センター東病院で約1年間に行われた手術68症例からランダムに抽出した画像を使っている。

「この手法がうまくいった要因の一つは、正解データが極めて正確だったことです。正解データを用意した医師が診断AIに詳しく、診断精度を上げるにはどうすればよいかを理解した上で、画像中に病理診断でがん領域だと確定しているところにラインを引き、正誤を教えるラベル付けなどの作業を根気強くやってくれたおかげです」

どんなに正確な画像でも、300枚だけでは診断AIはつくりえない。そこで竹本 研究員は、300枚の画像から局所画像を切り出して5.5万枚に増やした。さらに、それらの画像を回転させたり反転させたりして計113万枚まで増やした上で、早期胃がんの表面形状や色調などの細かな画像の特徴を学習できるようにした(図1)。

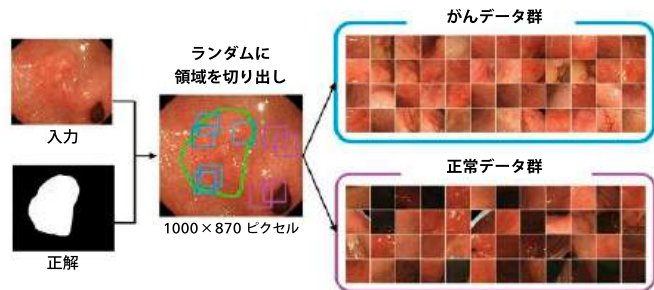
生成した正解データを入力し、画像データから特徴などを自ら抽出して学習する「畳み込みニューラルネットワーク(CNN)」という手法を用いて学習したことで、AIは一気に精度を上げた。これで画像からがんの有無を判定できるようになったわけだが、竹本 研究員はさらに一歩先の「がんの範囲を診断すること(範囲診断)」に挑んだ。

学習に使った画像データを約1,600個のブロックに分割し、

図1

学習用データの生成

がん画像150枚、正常画像150枚の計300枚から機械学習用データを生成するため、がん画像から、がん領域を80%以上含む局所画像(224×224ピクセル)をランダムに切り出して2.6万枚生成した。同様に、正常画像の局所画像(224×224ピクセル)を2.9万枚生成して、計5.5万枚に増やした。



	入力	正解	予測	正解と予測の重なり
Type 0-I (隆起型)				過検出 正解と予測が一致 未検出
Type 0-IIa (表面隆起型)				
Type 0-IIc (表面陥凹型)				



図2

内視鏡専門医の診断範囲とAIによる診断範囲の比較

代表的な早期胃がんの三つのタイプについてAIで範囲診断した結果を重ねてみると、内視鏡専門医による正解とほぼ予測範囲が一致した。

学習済みのCNNに再度入力してブロックごとにかんが正常かを予測させたのだ。その上で元の画像に重ね合わせることで、1ピクセルごとの高精度ながんの範囲診断ができるようになった。

専門医の診断と比較しても遜色なし

構築したAIが正しく範囲診断できるのか、新たながん画像462枚、正常画像396枚を用意して評価したところ、正解率はがん画像(陽性的中率)で83.8%、正常画像(陰性的中率)で77.5%と高かった。さらに、内視鏡検査後の病理診断の結果を踏まえて専門医が作成した極めて正確な範囲診断(正解領域)とAIが予測したがん領域(予測領域)の比較でも、両者の重なり具合を示す指標IoU(Intersection over Union)としては高値の66.5%を示した(図2)。

「IoUはかなりシビアな指標で、全体的に一致していても、わずかなズレで30%くらい下がってしまうため、70%や60%でも高値なのです。しかし、今回の研究はできるだけ早く医療現場で実用化したいと考えているので、あえて厳しい基準による数値を包み隠さず出しました」

AIが評価したものと同一画像を6名の内視鏡専門医による評価と比較した結果、AIの診断能力は専門医とほぼ同等であることが示された。早期胃がんは粘膜表面に明らかな病変を認めら

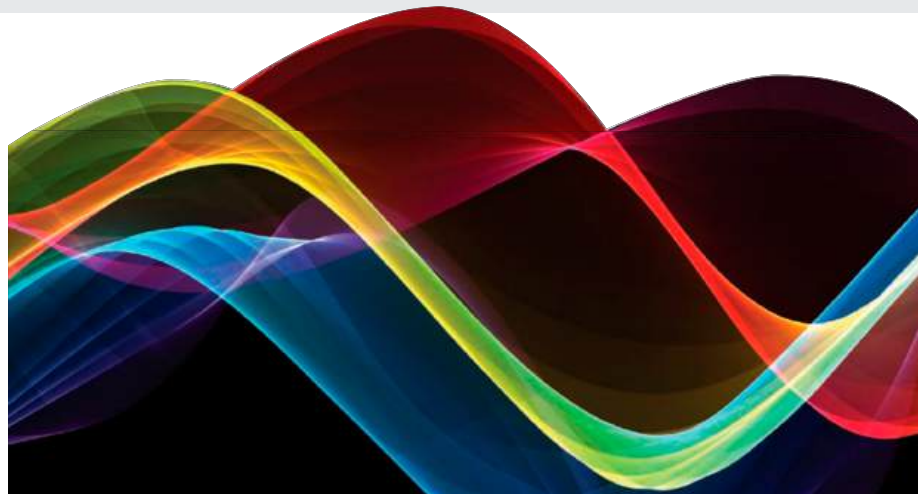
れないことが多く、だからこそ診断が難しいのだが、専門医は多くの症例を見てきた経験からわずかな血管の走行などを頼りに早期胃がんを判断している。研究に参加した専門医によれば、このAIも血管が集中している方向などを学習した上で早期がんを見分けている可能性があるという。

希少がん診断や教育への応用を目指して

いずれは内視鏡検査装置に内蔵されているコンピュータにこのAIを組み込み、医師や施設による検出精度の差をなくすことへのサポートを目指している。また、少ない正解データで学習できる強みを生かして、症例数が少なく正解データをつくりにくい希少がんでも学習させることができるほか、若手医師の教育への活用も期待できる。

「本当は医師になりたかった」と言う竹本 研究員。情報系研究者として医工連携研究に携わるようになり、医療に関わる研究の難しさとともに面白さを実感しているという。「情報系というと、アルゴリズムの高速化など、コンピュータの性能を上げることに熱心な研究者をイメージするかもしれませんが、私が興味を持っているのは自然や生命です。人が病気になる原因を探ったり、医療の問題を解決するなど、明確な目標を持って医工連携研究を続けていきます」

取材・構成：牛島美苗／撮影：相澤正。



Making waves with **terahertz** technologies

Using new palm-sized devices, RIKEN researchers may have finally harnessed the terahertz band of the electromagnetic spectrum to effectively ‘x-ray’ things without using harmful ionizing radiation.

Countless technologies—from smartphones and TVs to infrared instruments on the James Webb Space Telescope and high-speed wireless telecommunication devices using microwaves—exploit sections of the electromagnetic spectrum.

But somewhere between commonly used microwaves and infrared light, lies a neglected region called the terahertz band. Terahertz waves have numerous exciting potential uses, not least because they can be used to see through or inside materials in a similar way to x-rays. Unlike x-rays, however, terahertz waves don’t deliver damaging ionizing radiation.

But terahertz technologies have so far languished because it has been difficult to adapt microwave- or visible-light technologies

to the terahertz range at useful sizes and power outputs.

For example, one approach to generate terahertz waves has been to develop electrical devices that produce higher frequency, ultra-short-wavelength microwaves. But this has been difficult in part because these devices need highly optimized parameters to produce greater electrical performance, which has proved challenging.

An alternative strategy is to produce terahertz waves by converting shorter, higher-frequency waves of infrared light, using materials known as nonlinear crystals.

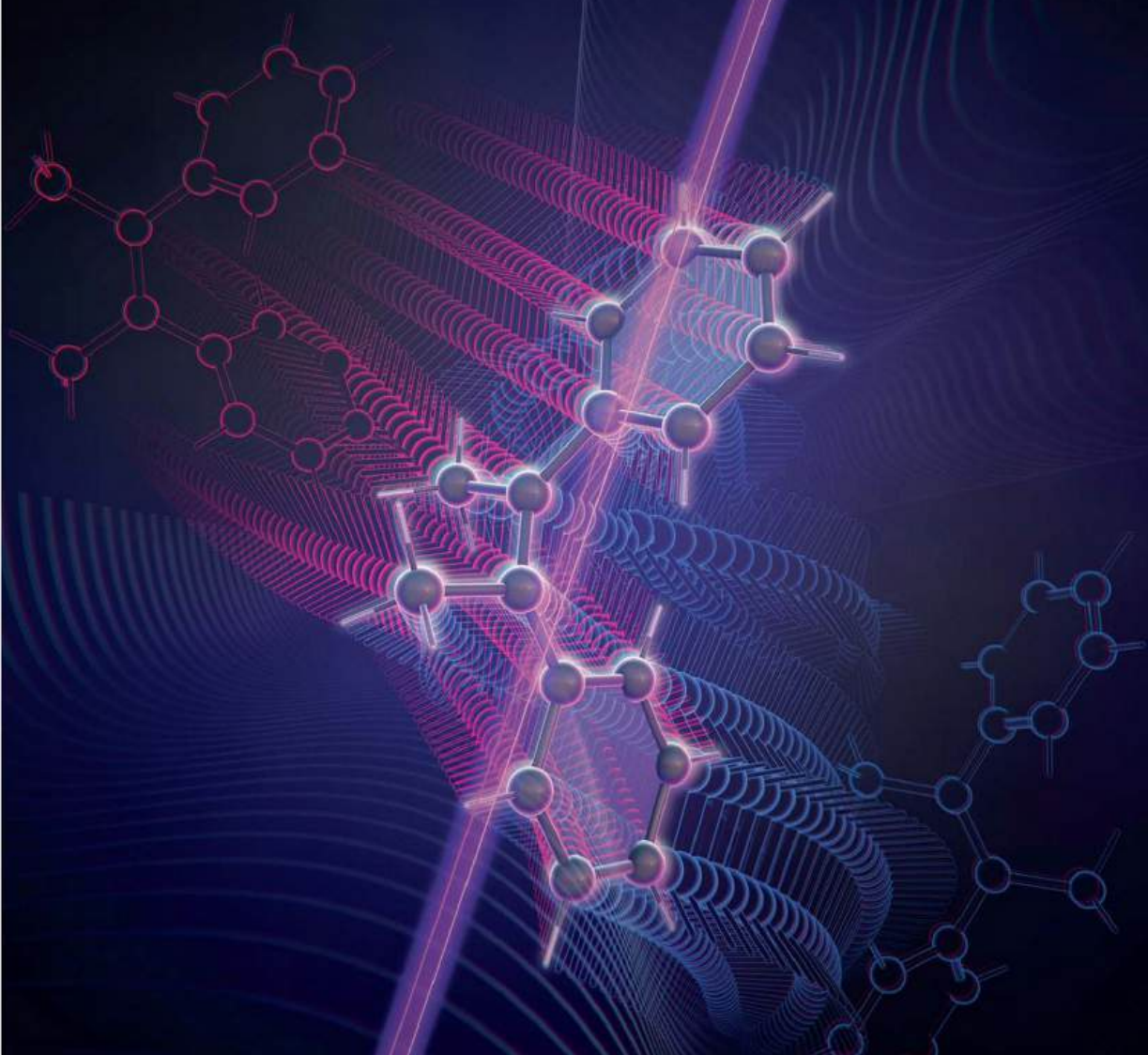
At the RIKEN Center for Advanced Photonics, we are exploring this second strategy—producing terahertz waves by converting the output from an infrared laser.



HIROAKI MINAMIDE
Team leader, Tera-Photonics Research Team

Hiroaki Minamide is team leader of the Tera-Photonics Research Team and group leader of the Terahertz Research Group of RIKEN. He is also a visiting professor at Chiba University. He joined RIKEN in 1999 and, after working as a researcher and deputy team leader, has been working as a team leader since 2010 and as a group director since 2020. He received his undergraduate degree in communications engineering and his Masters and PhD in electrical engineering from Tohoku University, Japan, in 1993, 1996 and 1999, respectively. His research interests include high-power terahertz wave generation and ultrasensitive terahertz wave detection using nonlinear optics and their unique terahertz applications.

nature chemistry



Identifying an elusive intermediate

ISSN 0387-0200



レーザー研究

第五十二巻 第三号

「量子光計測」特集号

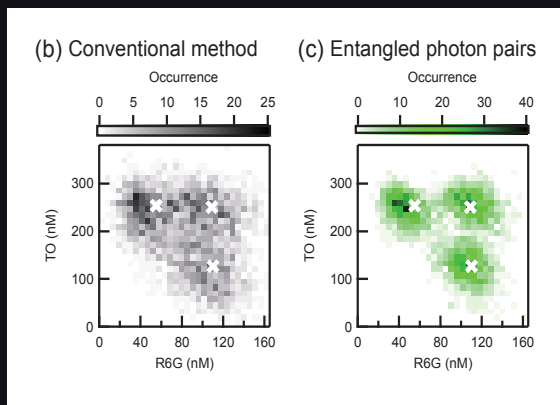
レーザー学会誌

レーザー研究

The Review of Laser Engineering

「量子光計測」特集号

Special Issue on Quantum Optical Measurement



「量子もつれ光を用いた超高感度吸収分光法」より

Vol.52, No.3 (2024) 111~172

一般社団法人レーザー学会
The Laser Society of Japan
<https://www.lsj.or.jp>

March 2024
Volume 52, Number 3

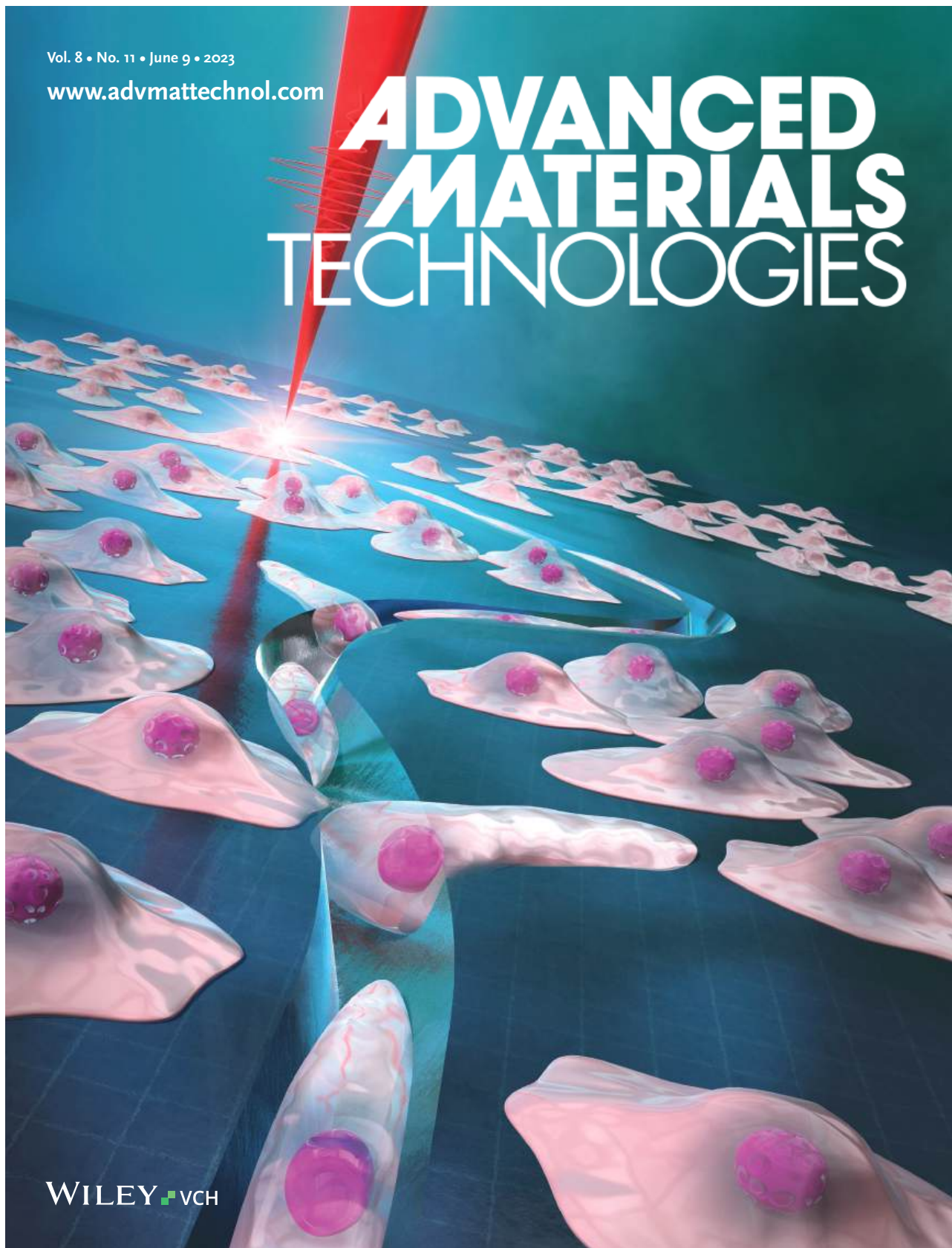
3

転載許可取得済 一般社団法人レーザー学会

Vol. 8 • No. 11 • June 9 • 2023

www.advmattechnol.com

ADVANCED MATERIALS TECHNOLOGIES



WILEY-VCH

admt202370052_OBC_eonly.indd 1



18/05/23 9:14 AM

轉載許可取得済 John Willy and Sons

