



国立研究開発法人理化学研究所
光量子工学研究センター
RIKEN Center for Advanced Photonics

2025 - 2026

国立研究開発法人理化学研究所 光量子工学研究センター

〒351-0198 埼玉県和光市広沢 2-1

Email : rap-info@riken.jp

<https://rap.riken.jp>

光と共に科学道を歩む。

—光のもっている潜在的な可能性を最大限に引き出したい—

旧約聖書の「God said, “Let there be light,” and there was light.」という一節とビッグバン宇宙の最初期において物質と不可分の状態にあったと考えられる「光」の存在の話は、私の頭と心の中でぐるぐると回って、自然の根源には必ず光のまだ知られぬ本質が関わっているという直感に行き着いています。これは全く科学的でない言い分ですが、万人が感じる「光」の魅力はそのようなところに発しているような気がしています。

サイエンスの発展において、光は我々が最も親しく用いてきた観察、探究の手段です。望遠鏡を用いた遠い宇宙の観測や顕微鏡による細菌の探求は、天文学や医学の発展に寄与してきました。1905年アインシュタインが提唱した光量子仮説に端を発して、光は「光子」という量子であるという理解が進み、現在の量子物理学の発展につながって、現代社会の基盤を作り上げました。1960年ごろにレーザーが発明されてからは、超精密に周波数や時間を計測する技術が進み、時間の定義が光の技術で行われるようになりました。また、フェムト秒(10^{-15} 秒)やアト秒(10^{-18} 秒)という非常に短い間隔のパルスを発振できるレーザーの開発は、原子や分子内の電子のダイナミックな動きを精密に予測できる物理の発展に大きく寄与しました。今後も、光のもっている様々な潜在的な可能性を最大限に引き出す光科学研究は、サイエンス全体の発展に欠かせない研究領域であることは間違いありません。

光量子工学研究センター(RAP)では、光の持つ観測、分析、情報能力を飛躍的に発展させるような光科学(Photonics)を開拓することで、様々な科学分野の新局面を切り開くような研究を推進していきます。それを象徴的に表す標語として、“Edge Photonics”を掲げることにし

ました。“edge”には、尖った(尖端的な)光科学、端(境界領域)での光科学、そしてネットワーク・エッジにおける光科学という3つの意味が込められています。尖端的なPhotonicsでは、超高精度な光格子時計の開拓やアト秒レーザーを用いた物質科学研究を展開します。テラヘルツ領域の量子エレクトロニクスの開拓も今後期待される研究です。境界領域でのPhotonicsでは、生命科学や宇宙の基本問題の解決に必要な新しい観測、分析手段を提供します。更に、サイバー社会とリアル社会をつなぐネットワーク・エッジに必要な、人工知能を駆使したPhotonicsの研究も進めます。



光量子工学研究センター
センター長

田中 耕一郎

田中耕一郎



光量子工学研究センター

量子計測研究グループ

- 時空間エンジニアリング研究チーム 04
チームディレクター 香取 秀俊

超高速研究グループ

- 超高速高コヒーレント軟X線光学研究チーム .. 05
チームディレクター 高橋 栄治
- 超高速分子計測研究チーム 06
チームディレクター 田原 太平
- 超短パルス電子線科学理研白眉研究チーム 07
理研白眉研究チームリーダー 森本 裕也

境界領域研究グループ

- 生命光学技術研究チーム 08
チームディレクター 宮脇 敦史
- 量子オプトエレクトロニクス研究チーム 09
チームディレクター 加藤 雄一郎
- メタフォトンクス研究チーム 10
チームディレクター 田中 拓男

人工知能フォトニクス研究グループ

- 画像情報処理研究チーム 11
チームディレクター 横田 秀夫
- 先端レーザー加工研究チーム 12
チームディレクター 杉岡 幸次
- 光励起デジタルツイン理研ECL研究チーム 13
理研ECL研究チームリーダー 谷 峻太郎

テラヘルツ光科学研究グループ

- テラヘルツ光源研究チーム 14
チームディレクター 南出 泰亜
- テラヘルツイメージング研究チーム 15
チームディレクター 大谷 知行
- テラヘルツ量子素子研究チーム 16
チームディレクター 平山 秀樹
- テラヘルツ・赤外量子フォトニクス研究チーム ... 17
チームディレクター 田中 耕一郎

光量子技術基盤開発グループ

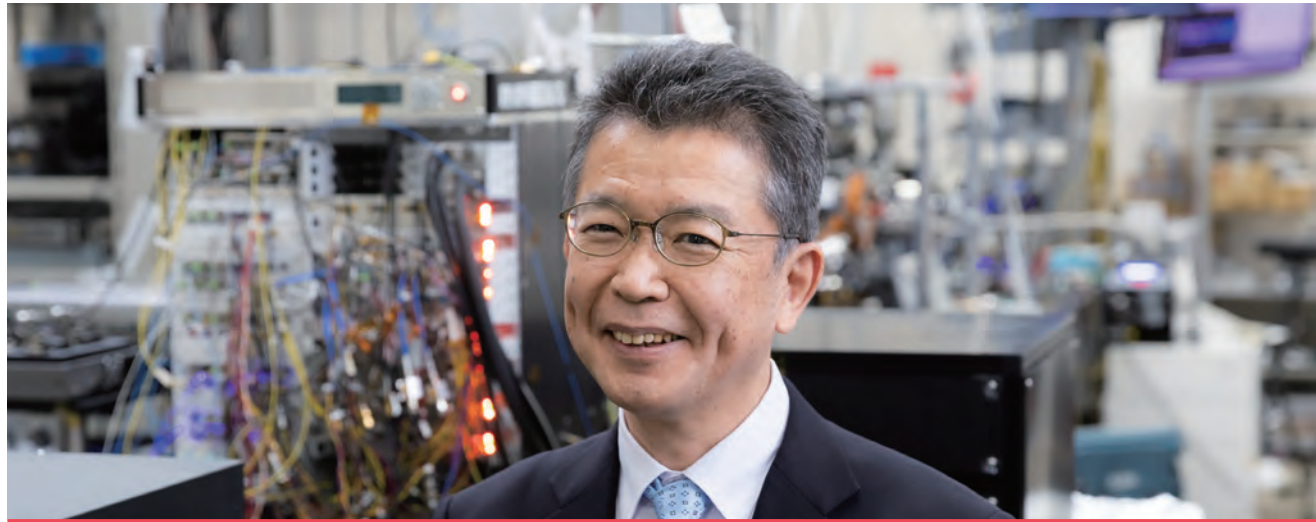
- 光量子制御技術開発チーム 18
チームディレクター 和田 智之
- 先端光学素子開発チーム 19
チームディレクター 山形 豊
- 中性子ビーム技術開発チーム 20
チームディレクター 大竹 淑恵
- 技術基盤支援チーム 21
チームディレクター 山形 豊

アドバイザー・カウンシル

センター長室 室長 田中 耕一郎

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

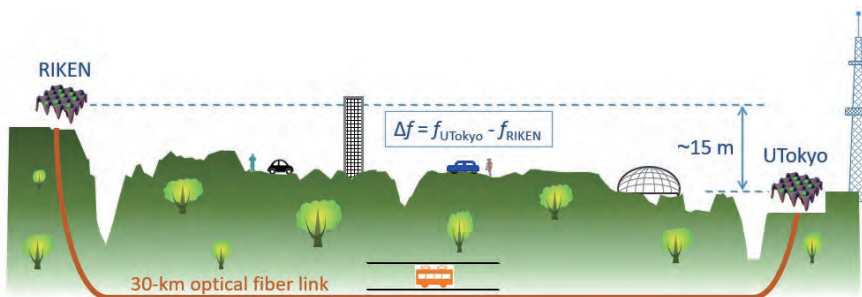
チームディレクター 香取 秀俊 博士(工学)

超高精度原子時計で
相対論的時空間をエンジニアリングする

時計は、普遍的な周期現象をもとに、人々が時間を共有するための道具です。古代より人類は、天体の運行を使って時間を共有してきました。現在では、遥かに正確な周期性をもつ原子の振動で時間を決めています。さらに進化した原子時計は、重力によって曲がった相対論的な時空間を映し出すことで他者との時間共有の難しさを浮き彫りにし、原子時計が基礎をおく物理定数の恒常性まで研究の対象にしようとしています。

光格子時計は、「魔法波長」のprotocolsによって、超高速・高精度な新たな原子時計の可能性を提起しました。2001年の提案以来、世界中の研究拠点で開発が進み、光格子時計の精度は、現行のSI秒の精度を凌駕し秒の再定義を迫ろうとしています。

私たちのチームでは、原子物理学・量子光学の手法を総動員して光格子時計の高精度化・小型化と長時間連続運転の実現に取り組み、光格子時計が生み出す新たな「時間リソース」を使った時空間エンジニアリングを展開します。たとえば、可搬型の光格子時計をフィールドにもち出せば、原子時計は重力ポテンシャル計として機能するでしょう。このような、相対論的測地の与えるインパクトを実験的に探究していきます。



理研と東大の光格子時計をつなぎ、一般相対論効果により両者で標高の違いに応じて時間の進み方が異なることを観測した。

▶ 研究分野

総合理工、工学

▶ キーワード

量子エレクトロニクス、原子時計、量子計測、光格子時計、相対論的測地学

▶ 主要論文

1. Takamoto, M., Ushijima, I., Ohmae, N., Yahagi, T., Kokado, K., Shinkai, H., and Katori, H.: "Test of general relativity by a pair of transportable optical lattice clocks", *Nat. Photonics* 14, 411-415 (2020).
2. Ushijima, I., Takamoto, M., and Katori, H.: "Operational magic intensity for Sr optical lattice clocks", *Phys. Rev. Lett.* 121, 263202 (2018).
3. Takano, T., Takamoto, M., Ushijima, I., Ohmae, N., Akatsuka, T., Yamaguchi, A., Kuroishi, Y., Muneke, H., Miyahara, B., and Katori, H.: "Geopotential measurements with synchronously linked optical lattice clocks", *Nat. Photonics* 10, 662-666 (2016).
4. Yamanaka, K., Ohmae, N., Ushijima, I., Takamoto, M., and Katori, H.: "Frequency ratio of ^{199}Hg and ^{87}Sr optical lattice clocks beyond the SI limit", *Phys. Rev. Lett.* 114, 230801 (2015).
5. Ushijima, I., Takamoto, M., Das, M., Ohkubo, T., and Katori, H.: "Cryogenic optical lattice clocks", *Nat. Photonics* 9, 185-189 (2015).

▶ 主要メンバー

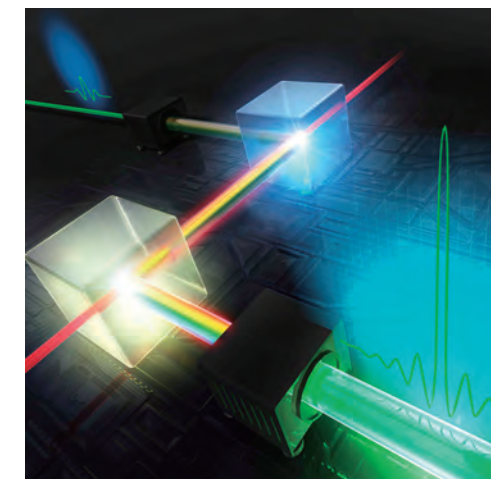
高本 将男・山口 敦史・
Quentin d' Armagnac de Castanet・
伊藤 伸史

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

チームディレクター 高橋 栄治 博士(工学)

レーザー光の極限性を利用して
革新的な光パルスを創り出す

レーザーは人類が生み出した究極の光であり、現在我々の社会生活に必要な不可欠な基盤ツールとなっています。当研究チームでは超短パルス性、超広帯域性、超高強度性といったレーザー光の持つ極限性と物質との光相互作用を組み合わせる事で、コヒーレント光の波長域を軟X線から硬X線域にまで拡張し、革新的なレーザー光源を実現することを大きな研究目標としています。また先端的な光技術開発を通じて、アト秒レーザー等の極限レーザー光源の高度化に取り組みます。さらに、他の研究グループとの共同研究を推進し、開発した極限レーザー光を物理学、化学、生物学等の分野に利用展開することで、高強度光科学の新たな研究領域の開拓を目指します。



シングルサイクルレーザーの増幅

▶ 研究分野

総合理工、工学、物理学

▶ キーワード

高出力シングルサイクルレーザー、アト秒レーザー、薄ディスクレーザー、ファイバーレーザー、高強度光科学

▶ 主要論文

1. Rajpoot, R., and Takahashi E. J.: "Systematic analysis of an attosecond pulse generation by a subcycle laser field", *Phys. Rev. Res.* 7, 013047 (2025).
2. Nishimiya, K., and Takahashi E. J.: "Octave-spanning supercontinuum coherent soft x-ray for producing a single-cycle soft x-ray pulse", *Opt. Lett.* 49, 5779 (2024).
3. Lu, X., and Takahashi, E.J.: "Dual-chirped optical parametric amplification of high-energy single-cycle laser pulses", *Nat. Photonics* 18, 99-106 (2024).
4. Bing, X., Midorikawa, K., and Takahashi, E.J.: "Gigawatt-class, tabletop, isolated-attosecond-pulse light source", *Optica* 9, 360-363 (2022).
5. Lu, X., Bing, X., Ishii, N., Itatani, J., Midorikawa, K., and Takahashi, E.J.: "100-mJ class, sub-two-cycle, carrier-envelope phase-stable dual-chirped optical parametric amplification", *Opt. Lett.* 47, 3371-3374 (2022).

▶ 主要メンバー

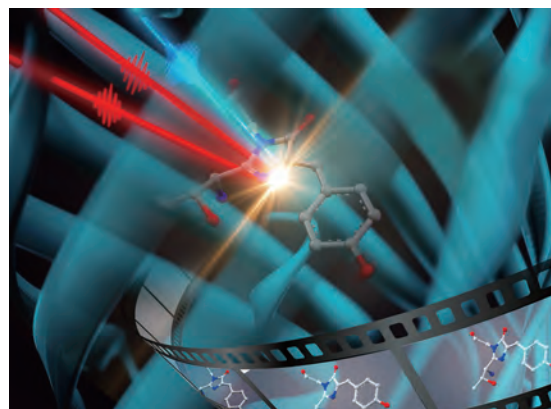
鍋川 康夫・神田 夏輝・Lin Yu-Chieh・
池田 大・西宮 海人・今坂 光太郎・
河瀬 広樹・
RAJPOOT Rambabu・
IBRAHIM Ramadan Ahmed・
DONG Dianhong・XIA Minshuang

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

チームディレクター 田原 太平 理学博士

フェムト秒の光で
複雑な分子の変化を解明する

生命活動を始めとする自然界の現象のほとんどは分子の動的な振舞いによって実現されています。この分子の動的変化の中で最も重要なものは反応ですが、これによって化学結合の開裂や生成が起こり、分子の核の配置が変わります。また、反応しない分子でもその核は常に振動しており、この振動を観測することで分子の性質を深く理解することができます。分子の核の動きはフェムト秒（千兆分の一秒）の時間スケールで起こっているため、フェムト秒は分子現象を解明するのに本質的な時間領域です。当チームでは、フェムト秒光パルスと分子の相互作用を通して、基本分子、生体分子や分子集合体などの複雑分子系、さらに液体界面など特別な環境にある分子の動的な振舞いを明らかにし、それによってどのように分子がその機能を実現するのかを明らかにしようとしています。特に、新規な分光計測法の開発・展開を通して、分子の科学の新しい領域を開拓します。



反応するタンパク質発色団のコヒーレントな核運動

▶ 研究分野

化学、物理学、生物学/生化学

▶ キーワード

超高速分光、非線形分光、一分子分光、ダイナミクス、界面

▶ 主要論文

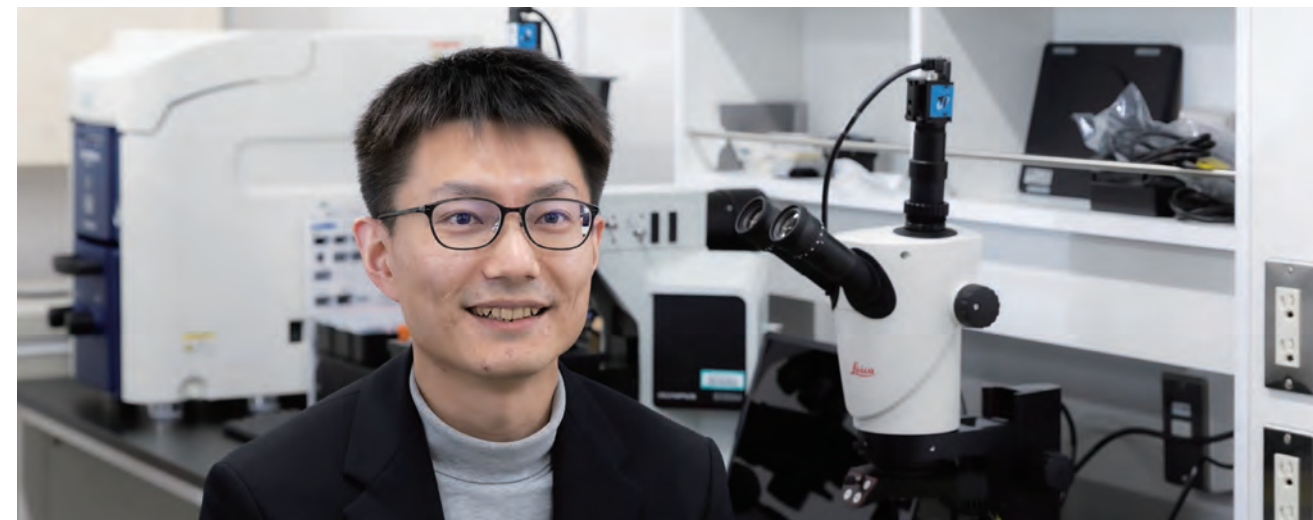
1. Kuramochi, H., Tsutsumi, T., Saita, K., Wei, Z., Osawa, M., Kumar, P., Liu, L., Takeuchi, S., Taketsugu, T., and Tahara, T.: "Ultrafast Raman observation of the perpendicular intermediate phantom state of stilbene photoisomerization", *Nat. Chem.* 16, 22 (2024).
2. Sung, W., Inoue, K., Nihonyanagi, S., and Tahara, T.: "Unified picture of vibrational relaxation of OH stretch at the air/water interface", *Nat. Commun.* 15, 1258 (2024).
3. 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 (2023).
4. Chang, C., Kuramochi, M., Singh, M., Abe-Yoshizumi, R., Tsukuda, T., Kandori, H., and Tahara, T.: "A unified view on varied ultrafast dynamics of the primary process in microbial rhodopsins", *Angew. Chem. Int. Ed.* 61, e202111930 (2022).
5. Kusaka, R., Nihonyanagi, S., and Tahara, T.: "The photochemical reaction of phenol becomes ultrafast at the air-water interface", *Nat. Chem.* 13, 306 (2021).

▶ 主要メンバー

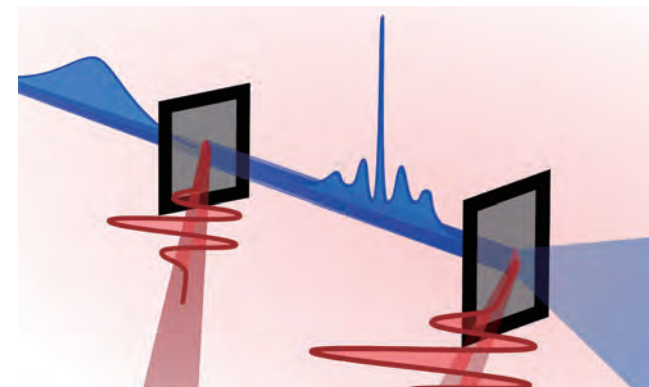
石井 邦彦・二本柳 聡史・松崎 維信・BORTER, Jan-Hendrik

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

理研白眉研究チームリーダー 森本 裕也 Ph.D.

超短パルス電子線で
化学反応初期過程を時空間分解イメージングする

電子線は、電子顕微鏡や電子線描画装置など、高い空間分解能での観測や加工に用いられています。また、電子線をパルス化することで、化学反応の進行に伴って時々刻々と物質の構造が変化する様子を、原子レベルの空間分解能で観測することもできます。当チームでは、最先端のレーザー光と電子線の技術を組み合わせることで、極限的なアト秒（1アト秒は100京分の1秒）の精度で時間構造を制御された電子線を発生させ、化学反応の観測と制御に応用します。具体的には、光反応の初期過程である電子密度分布の超高速変化を動画撮影できる手法を開発します。更に、電子線と原子や分子の間の反応断面積を、電子線のアト秒時間構造によって制御することにも挑戦します。電子線とレーザー技術の融合により、それぞれ単独では不可能であった測定や制御を可能にし、化学反応機構や物質の光物性、原子分子衝突過程を探求します。



光の波による電子ビームの時間変調

▶ 研究分野

化学、物理学、総合理工、工学

▶ キーワード

超短パルス電子線、電子線イメージング、非線形光学、アト秒科学、原子衝突

▶ 主要論文

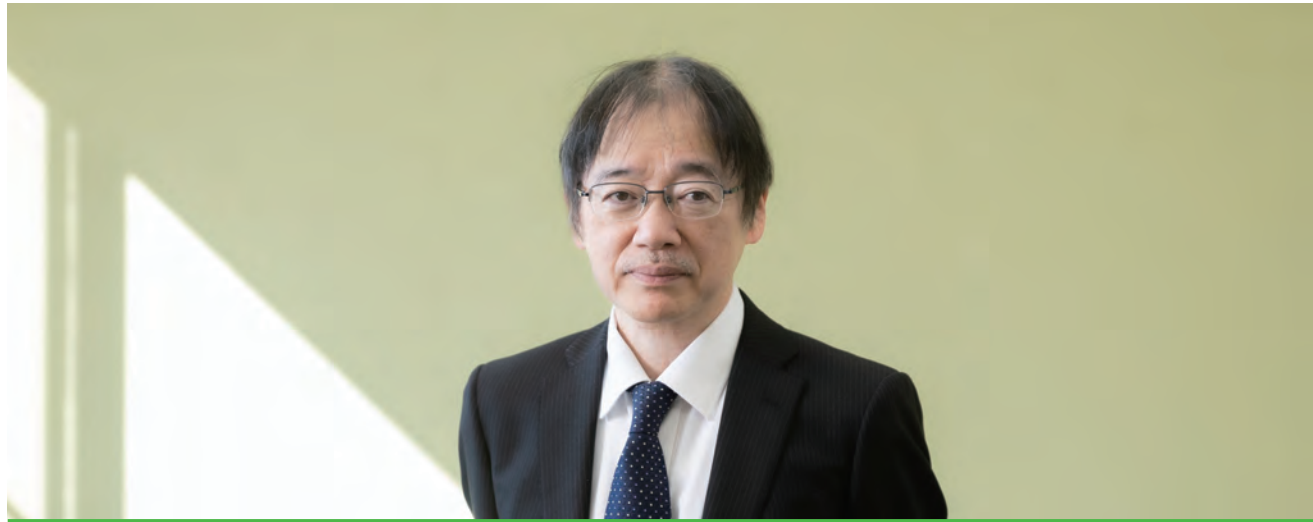
1. Morimoto, Y. and Baum, P.: "Field-induced rocking curve effects in attosecond electron diffraction", *Phys. Rev. Lett.* 132, 216902 (2024).
2. Morimoto, Y. and Madsen, L.B.: "Scattering of ultrashort electron wave packets: optical theorem, differential phase contrast and angular asymmetries", *New J. Phys.* 26, 053012 (2024).
3. Morimoto, Y.: "Attosecond electron-beam technology: a review of recent progress", *Microscopy* 72, 2-17 (2023).
4. Morimoto, Y., Shinohara, Y., Tani, M., Chen, B.H., Ishikawa, K.L., and Baum, P.: "Asymmetric single-cycle control of valence electron motion in polar chemical bonds", *Optica* 8, 382 (2021).
5. Morimoto, Y., Hommelhoff, P., and Madsen, L.B.: "Coherent scattering of an optically-modulated electron beam by atoms", *Phys. Rev. A* 103, 043110 (2021).

▶ 主要メンバー

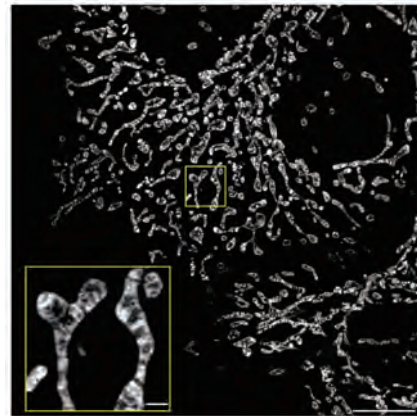
立花 佑一・山下 由衣

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

チームディレクター 宮脇 敦史 医学博士

光るタンパク質を活用する
バイオイメーシング技術の開発

今、生体分子が生きた細胞の中でどのように振舞うかを可視化することが求められています。生体分子の示す動的な振る舞いは、細胞の増殖、分化、ガン化の機序を知る上で重要です。より実地的な意味において、細胞内シグナル伝達系を記述するための同時観測可能なパラメータをどんどん増やす試みが重要です。いろいろな場面において細胞の心をつかむためのスパイ分子を我々は開発しています。我々はまた、新しい「光るタンパク質」を求めて、様々な生き物からのクローニングを行っています。狙いのひとつは、蛍光などの様々な物理特性を引き出して、新しいスタイルのバイオイメーシング技術を開発することです。光るタンパク質の発色団を彷徨う電子の心をつかむための研究を推し進めます。さらに、光や色に関する、生物に優しい技術を材料科学に応用していきます。



ミトコンドリア内膜をmStayGoldで標識したヒト培養細胞の高精細蛍光画像（スケールバーは10μm、黄色の枠内は1μm）。高速持続的ライブセルイメーシングの一枚。mStayGoldは明るく退縮しにくい蛍光タンパク質StayGoldの単量体。

▶ 研究分野

医歯薬学、工学、総合生物、
生物学/生化学

▶ キーワード

バイオイメーシング、蛍光タンパク質、発色団

▶ 主要論文

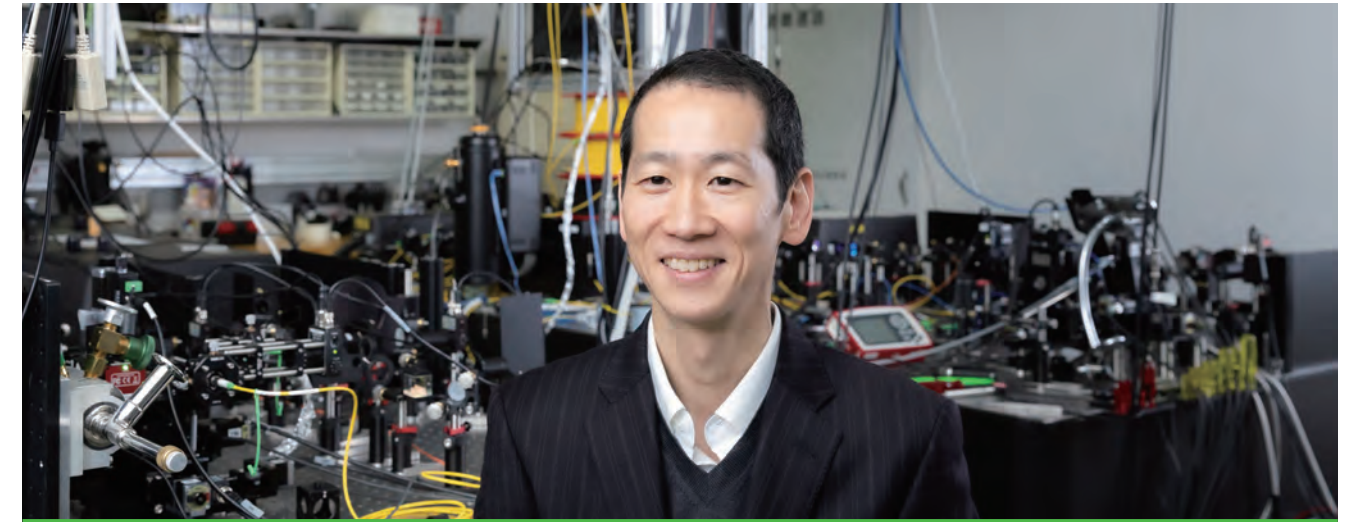
- Hirano, M., Yonemaru, Y., Shimozono, S., Sugiyama, M., Ando, R., Okada, Y., Fujiwara, T., and Miyawaki A.: "StayGold photostability under different illumination modes", *Sci. Rep.* 14, 5541 (2024).
- Ando, R., Shimozono, S., Ago, H., Takagi, M., Sugiyama, M., Kurokawa, H., Hirano, M., Niino, Y., Ueno, G., Ishidate, F., Fujiwara, T., Okada, Y., Yamamoto, M., and Miyawaki A.: "StayGold variants for molecular fusion and membrane-targeting applications", *Nat. Methods* (2024).
- Hirano, M., Ando, R., Shimozono, S., Sugiyama, M., Takeda, N., Kurokawa, H., Deguchi, R., Endo, K., Haga, K., Takai-Todaka, R., Inaura, S., Matsumura, Y., Hama, H., Okada, Y., Fujiwara, T., Morimoto, T., Katayama, K., Miyawaki, A.: "A highly photostable and bright green fluorescent protein", *Nat. Biotechnol.* 40, 1132-1142 (2022).
- Michikawa, T., Yoshida, T., Kuroki, S., Ishikawa, T., Kakei, S., Kimizuka, R., Saito, A., Yokota, H., Shimizu, A., Itohara, S., and Miyawaki, A.: "Distributed sensory coding by cerebellar complex spikes in units of cortical segments", *Cell Rep.* 37 (6), 109966 (2021).
- Katayama, H., Hama, H., Nagasawa, K., Kurokawa, H., Sugiyama, M., Ando, R., Funata, M., Yoshida, N., Homma, M., Nishimura, T., Takahashi, M., Ishida, Y., Hioki, H., Tsujihata, Y., and Miyawaki A.: "Visualizing and Modulating Mitophagy for Therapeutic Studies of Neurodegeneration", *Cell* 181(5), 1176-1187 (2020).

▶ 主要メンバー

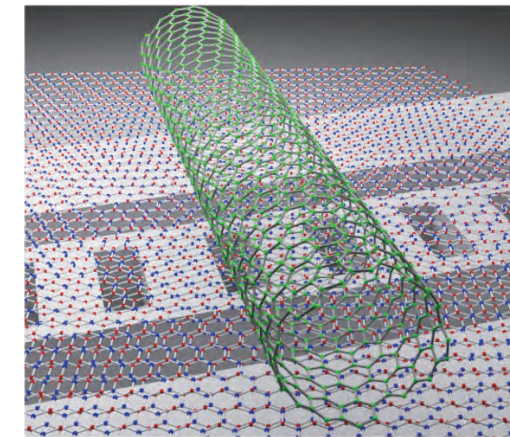
阪上-沢野 朝子・平野 雅彦・戸崎 麻子

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

チームディレクター 加藤 雄一郎 Ph.D.

量子とナノが拓く
未来の光エレクトロニクス

電子と光子の相互作用を巧みに利用するオプトエレクトロニクス技術は、太陽電池や発光ダイオードなど、私たちの社会で広く使われており、今も進歩が続いています。微小デバイス作製技術の発展により、光子の量子性を利用する新たな光デバイスがもたらす技術革新も現実味を帯びてきました。当研究チームでは、光を量子単位で扱う機能やナノ物質の量子物性を活用する機能を備えた新しい光エレクトロニクス技術の創出を目指しています。トップダウンの微細加工技術とボトムアップの精密合成技術を融合させ、室温かつ通信波長帯で動作する単一光子制御デバイスや光による量子情報処理を可能にする集積フォトニクスの開発に挑んでいます。



フォトニック結晶ナノビーム共振器上のカーボンナノチューブと二次元物質

▶ 研究分野

総合理工、工学、物理学、化学

▶ キーワード

カーボンナノチューブ、二次元物質、
フォトニック結晶、ナノデバイス、
集積フォトニクス

▶ 主要論文

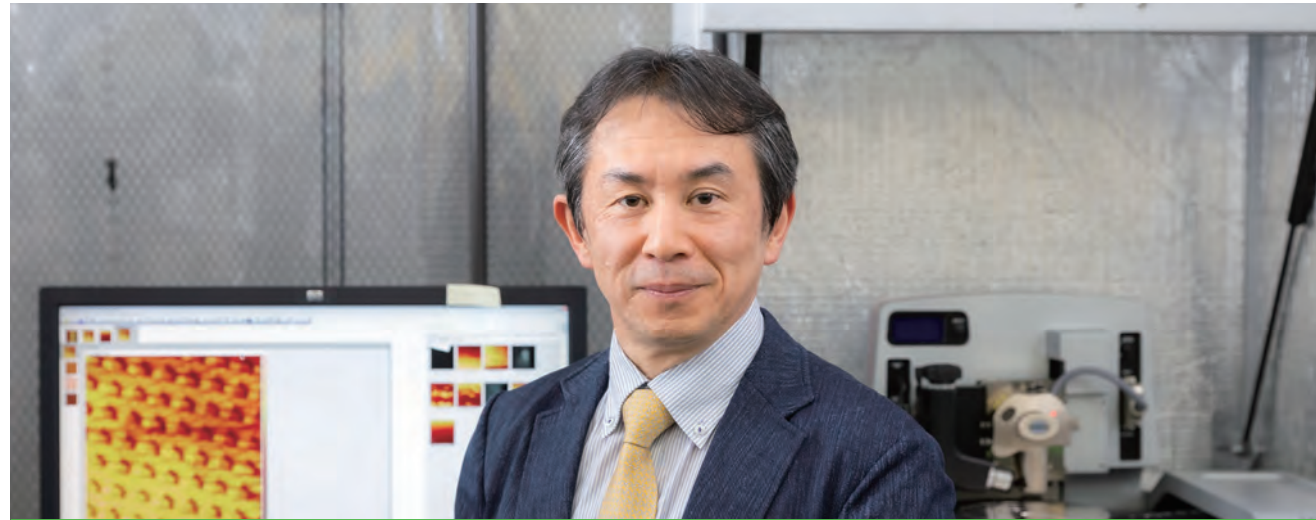
- Fang, N., Chang, Y. R., Fujii, S., Yamashita, D., Maruyama, M., Gao, Y., Fong, C. F., Kozawa, D., Otsuka, K., Nagashio, K., Okada, S., Kato, Y. K.: "Room-temperature quantum emission from interface excitons in mixed-dimensional heterostructures", *Nat. Commun.* 15, 2871 (2024).
- Fang, N., Chang, Y. R., Yamashita, D., Fujii, S., Maruyama, M., Gao, Y., Fong, C. F., Otsuka, K., Nagashio, K., Okada, S., Kato, Y. K.: "Resonant exciton transfer in mixed-dimensional heterostructures for overcoming dimensional restrictions in optical processes", *Nat. Commun.* 14, 8152 (2023).
- Kozawa, D., Wu, X., Ishii, A., Fortner, J., Otsuka, K., Xiang, R., Inoue, T., Maruyama, S., Wang, Y., Kato, Y. K.: "Formation of organic color centers in air-suspended carbon nanotubes using vapor-phase reaction", *Nat. Commun.* 13, 2814 (2022).
- Otsuka, K., Fang, N., Yamashita, D., Taniguchi, T., Watanabe, K., and Kato, Y. K.: "Deterministic transfer of optical-quality carbon nanotubes for atomically defined technology", *Nat. Commun.* 12, 3138 (2021).
- Ishii, A., Machiya, H., Kato, Y. K.: "High efficiency dark-to-bright exciton conversion in carbon nanotubes", *Phys. Rev. X* 9, 041048 (2019).

▶ 主要メンバー

方 楠・王 夢胡・ERKILIC Ufuk・張 健一・
西留 比呂幸・DELEAU Clement

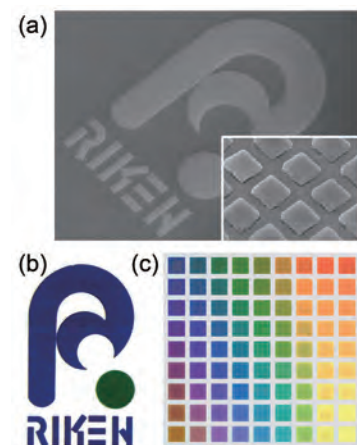
メタフォトンクス研究チーム Metaphotonics Research Team

チームディレクター 田中 拓男 博士(工学)



サブ波長構造を用いて 光を思いのままに操る

当チームは、ナノメートルスケールの極微細構造と光波との相互作用やそこから生み出される光学現象や光機能を研究し、さらにそれらを、フォトンを使いのままに創成・操作する技術として深化させます。そして、その新しい光科学技術を用いて、ナノメートルスケールの極微細の構造を有する立体構造物を自由に作り出す光加工技術や、分子を1つずつ検出・同定できる超高感度な光センシング技術などの実現へと展開します。図はその一例で、図(a)は、ナノメートルサイズのアルミニウム構造からなる光吸収体でつくった理研のロゴの電子顕微鏡写真です。この構造は、光の波長と比較して遙かに薄い構造にもかかわらず、そのサイズや形で決まる特定の波長の光を選択的にほぼ完全に吸収します。この構造に白色光を照射して観察したのが図(b)で、高い精度で原図の色を再現できています。構造のサイズを変化させれば、可視光全体をカバーする様々な色を発色させることができます(図(c))。



サブ波長アルミニウム構造によるメタマテリアル光吸収体を用いた「色」

▶ 研究分野

工学、総合領域、総合理工

▶ キーワード

メタマテリアル、プラズモニクス、
ナノフォトニクス、近接場光学、応用光学

▶ 主要論文

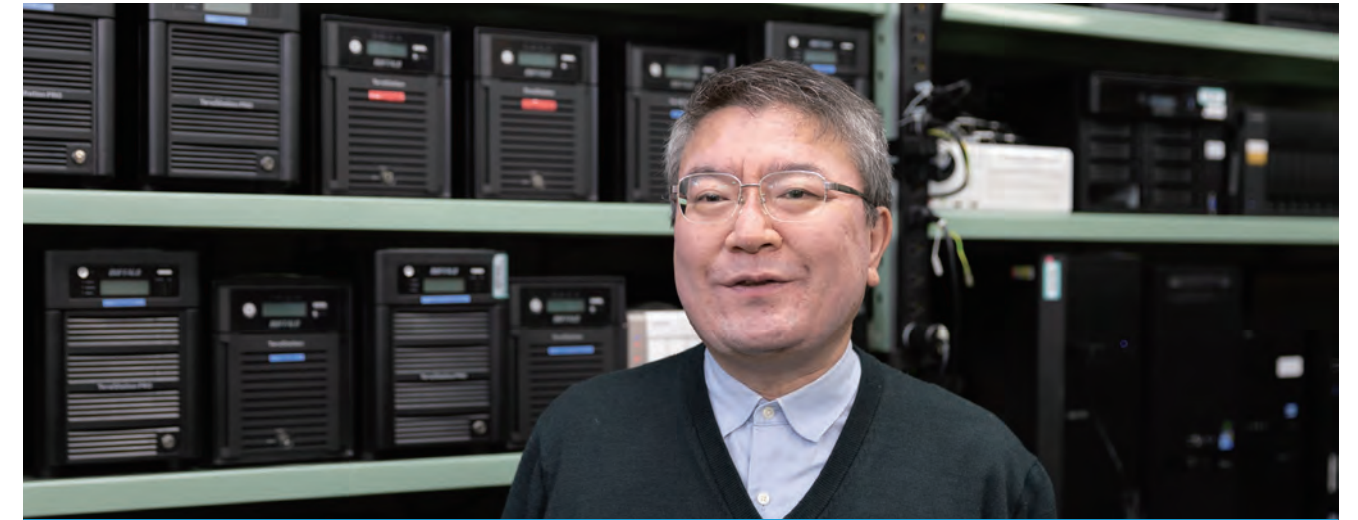
- Liu, X., Zhao, Z., Xu, S., Zhang, J., Zhou, Y., He, Y., Yamaguchi, T., Ouyang, H., Tanaka, T., Chen, M. K., Shi, S., Qi, F., and Tsai, D. P.: "Meta-Lens Particle Image Velocimetry", *Adv. Mater.* 36, 2310134 (2023).
- Chu, C. H., Chia, Y.-H., Hsu, H.-C., Vyas, S., Tsai C.-M., Yamaguchi, T., Tanaka, T., Chen, H.-W., Luo, Y., Yang P.-C., and Tsai, D. P.: "Intelligent Phase Contrast Meta-Microscope System", *Nano Lett.* 23(24), 11630-11637 (2023).
- Chen, M. K., Chu, C. H., Liu, X., Zhang, J., Sun, L., Yao, J., Fan, Y., Liang, Y., Yamaguchi, T., Tanaka, T., and Tsai, D. P.: "Meta-Lens in the Sky", *IEEE Access* 10, 46552-46557 (2022).
- Tanaka, T., Yano, T., and Kato, R.: "Nanostructure-enhanced infrared spectroscopy", *Nanophotonics* 11, 2541-2561 (2022).
- Jung, W., Jung, Y., Pikhitsa, P., Feng, J., Yang, Y., Kim, M., Tsai, H., Tanaka, T., Shin, J., Kim, K., Choi, H., Rho, J., and Choi, M.: "Three-dimensional nanoprinting via charged aerosol jets", *Nature* 592, 54 (2021).

▶ 主要メンバー

早澤 紀彦・川崎 大輝・
OLAYA Cherrie May Mogueis・大上 能悟・
山口 剛史

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

チームディレクター 横田 秀夫 博士(工学)



科学情報に対する 画像処理研究

当チームでは、理化学研究所オリジナルな画像処理技術の開発、多次元の計測技術の開発により、科学技術に貢献することを目的とします。特に、新規の情報処理技術、画像処理技術の研究開発により、理化学研究所内外の研究者に向けた、生命現象やものつくりを定量化する新規ツールを提供し、工学、数理生物学、バイオメディカルシミュレーション、医療診断・治療技術の向上に貢献します。

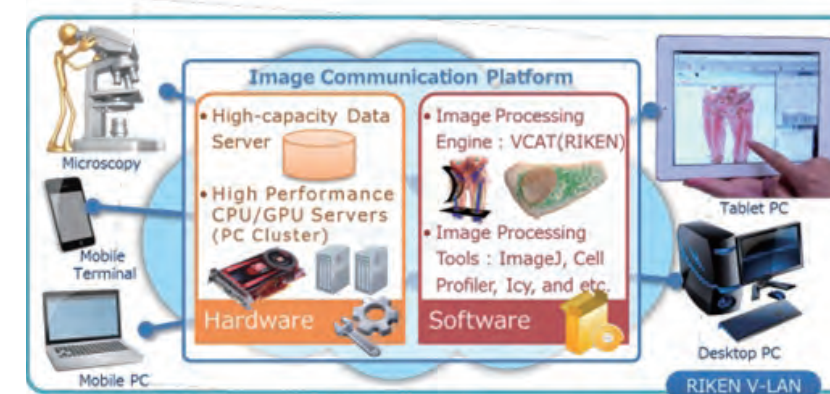


Image Processing Cloud

▶ 研究分野

工学、情報学、コンピューター科学

▶ キーワード

多次元画像処理、多次元イメージング、
バイオエンジニアリング、画像解析、医用工学

▶ 主要論文

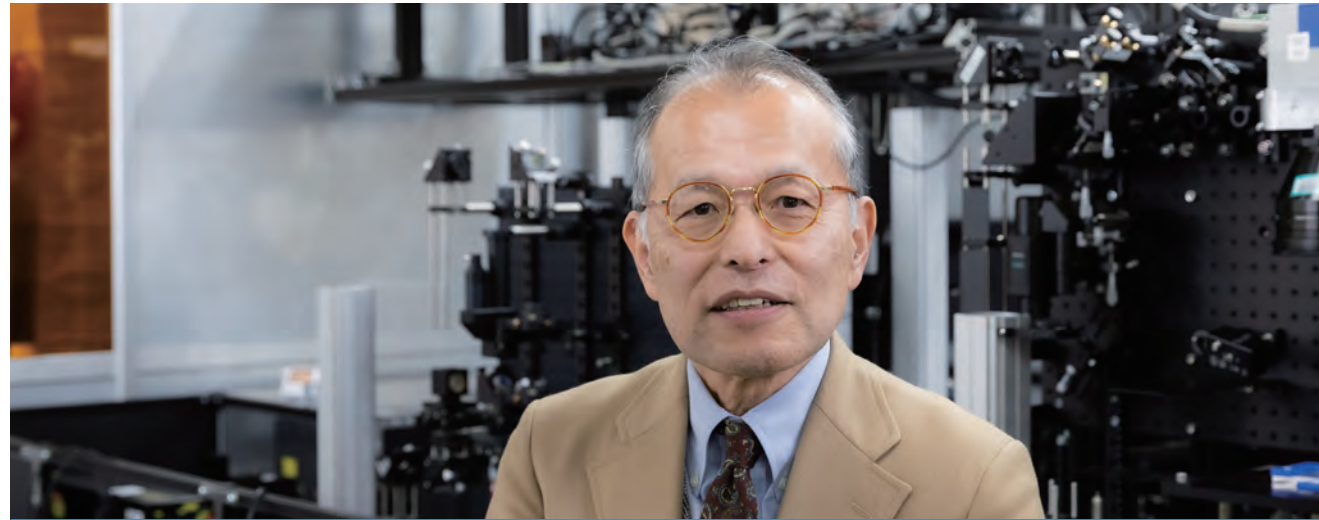
- Yoshizawa, S., Michikawa, T., and Yokota, H.: "Topological Delaunay Graph for Efficient 3D Binary Image Analysis", *Int. J. Autom. Technol.* 18(5), 632-650 (2024).
- Fukatsu, M., Yoshizawa, S., Takemura, H., and Yokota, H.: "Bilateral Half-box Image Filtering", *Int J Automation Technol.* 18(3), 427-432 (2024).
- Chu, S., Abe, K., Yokota, H., Cho, D., Hayashi, Y., Tsai, M.-D.: "Deep learning for quantifying spatial patterning and formation process of early differentiated human-induced pluripotent stem cells with micropattern images", *J. Microsc.* 296(1), 79-93 (2024).
- Uematsu, T., Tsuboi, T., Hiraga, K., Tamakoshi, D., Fukushima, T., Sato, M., Nishida, K., Yokota, H., Katsuno, M.: "Differential impact of fixation characteristics on 3D perception via texture gradient recognition in Parkinson's disease", *Parkinsonism & Relat. Disord.*, 128, 107116 (2024).
- Sakamaki, K., Sakamoto, N., Tsujimura, Y., Iwasaki, T., Kawamura, T., Nakabayashi, J.: "Caspase-mediated cleavage of a scaffold protein, MPRIP, yields a truncated form that is involved in repetitive bleb formation", *FEBS J.* 292(9), 2287-2305 (2025).

▶ 主要メンバー

吉澤 信・太田 聡史・野田 茂穂・道川 隆士・
竹本 智子・高橋 秀和・中村 佐紀子・
辻村 有紀・西村 将臣・及川 虎太郎

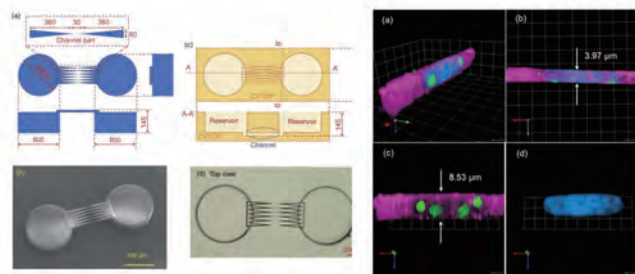
先端レーザー加工研究チーム Advanced Laser Processing Research Team

チームディレクター 杉岡 幸次 工学博士



フェムト秒レーザー 3次元加工：
高機能マイクロ・ナノシステムの作製

当チームでは、環境負荷が少なく、高品質・高効率の材料加工を実現する先端的なレーザープロセッシング技術の研究・開発を行っています。特にフェムト秒レーザーを用いることにより、3次元加工、固体表面ナノ構造化、新規ナノ物質創成等を実行する新しいプロセスを開発するとともに、ビーム整形技術によりプロセスの高度化を図っています。さらに開発した技術の応用として、高機能マイクロ・ナノデバイス作製を試みています。一例として我々のチームは、2光子造形プロセスとモールドプロセスを組み合わせることにより、CYTOPを基板とした3次元マイクロ・ナノ流体チップを作製する技術を開発しました。CYTOPはアモルファスフッ素樹脂であり、広い波長範囲において透過性に優れ、屈折率が水と同じ材料です。この特性により、マイクロチャンネル内を移動するがん細胞の挙動の超解像ライブイメージングに成功しました。本技術により作製されたCYTOPバイオチップは多様な生物学研究に用いることができ、新たな知見が得られることが期待されます。



(左) 3次元CYTOPマイクロ流体チップの構造図および光学顕微鏡写真。
(右) CYTOPマイクロ流体チャンネル中を移動するがん細胞のマルチカラー3次元超解像イメージング。

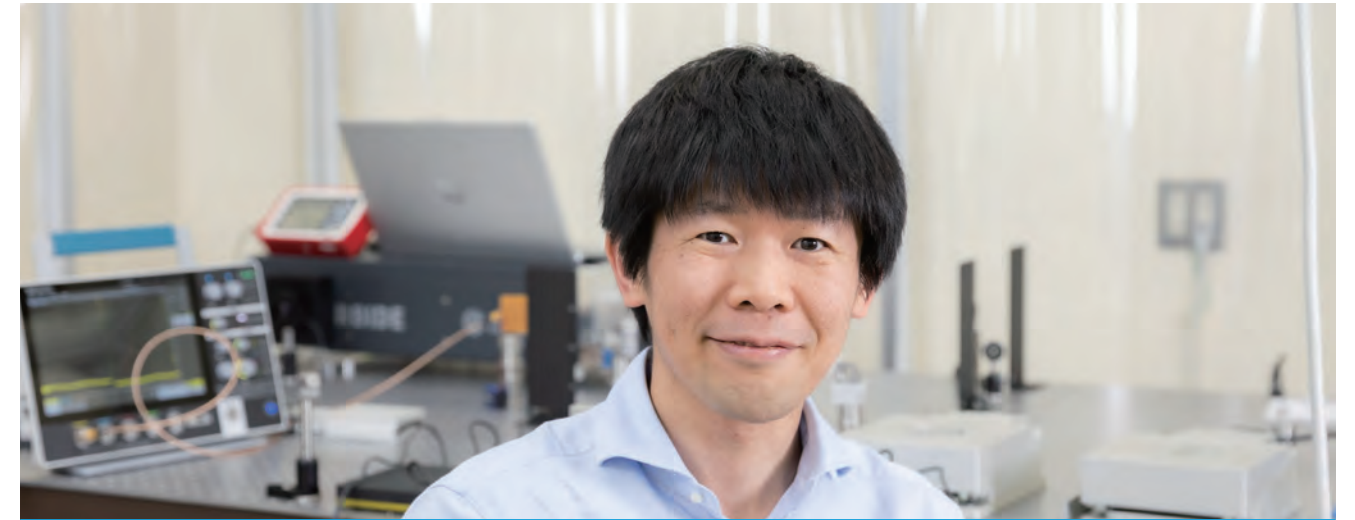
- ▶ 研究分野
工学、材料科学、総合理工、学際研究
- ▶ キーワード
フェムト秒レーザー、レーザー加工、マイクロ・ナノ加工、3次元加工、バイオチップ
- ▶ 主要論文

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. Kawabata, S., Bai, S., Obata, K., Miyaji, G., and Sugioka, K.: "Two-dimensional laser-induced periodic surface structures formed on crystalline silicon by GHz burst mode femtosecond laser pulses", *Int. J. Extreme Manuf.* 5, 015004 (2023).
3. Bai, S., Serien, D., Ma, Y., Obata, K., and Sugioka, K.: "Attomolar sensing based on liquid-interface assisted surface enhanced Raman scattering in microfluidic chip by femtosecond laser processing", *ACS Appl. Mater. Interfaces* 12, 42328-42338 (2020).
4. Bai, S., Serien, D., Hu, A., and Sugioka, K.: "Three-dimensional microfluidic SERS chips fabricated by all-femtosecond-laser-processing for real-time sensing of toxic substances", *Adv. Funct. Mater.* 28, 1706262 (2018).
5. Wu, D., Xu, J., Niu, L., Wu, S., Midorikawa, K., and Sugioka, K.: "In-channel integration of designable microoptical devices using flat scaffold-supported femtosecond-laser microfabrication for coupling-free optofluidic cell counting", *Light Sci. Appl.* 4, e228 (2014).

- ▶ 主要メンバー
BAI Shi・MOMENIBIDZARD Ashkan・FANG Kun・RODRIGUES Wilder・尾笹 一成・川端 祥太

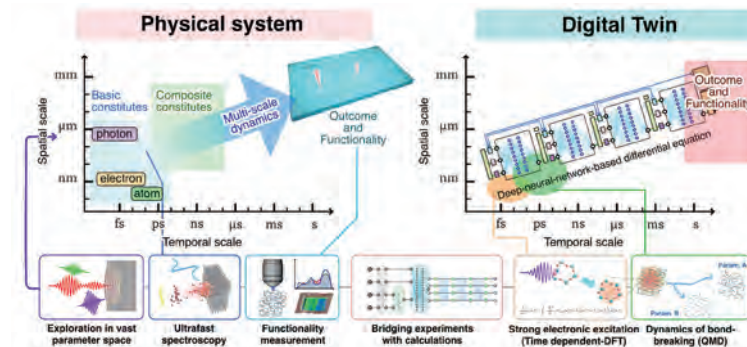
光励起デジタルツイン理研ECL研究チーム Digital Twin for Light-Matter Interaction RIKEN ECL Research Team

理研ECL研究チームリーダー 谷 峻太郎 Ph.D.



光励起により駆動される
マルチスケール現象のデジタルツイン構築

レーザー技術の発展により、原子間結合の強さに匹敵する光電場を自在に物質に印加できるようになってきました。このような強く自在な光電場は精密なレーザー加工をはじめとする物質状態制御への活用が期待されています。一方、連続的な固体が離散的な原子へと破断するような不可逆過程の物理は未だ明らかになっておらず、自在な制御を行うためには膨大な試行錯誤が欠かせないのが現状です。本チームでは実験の全自動化を通して、光励起を出発点とする微視的過程を大規模に観測し、現象の「文脈」を抽出する手法を開発することで、物質が不可逆に変化する過程の支配方程式を明らかにすることを目指します。このような手法を開発することで、現実世界と同じように振る舞うサイバー空間の双子「デジタルツイン」を構築し、現実世界の問題を数値計算やアルゴリズムを用いて最適化できる技術を開発します。



レーザー加工のデジタルツイン

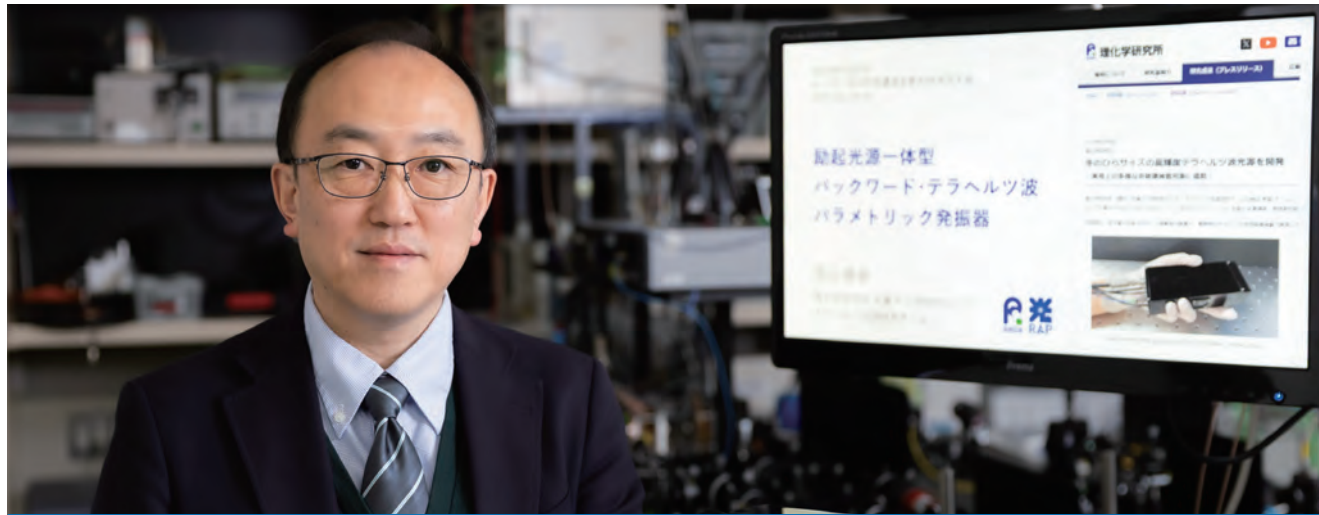
- ▶ 研究分野
総合理工、物理学、工学
- ▶ キーワード
精密レーザー加工、超高速分光、深層学習、デジタルツイン、自律実験
- ▶ 主要論文

1. Suemoto, T., Ono, S., Asahara, A., Okuno, T., Suzuki, T., Okazaki, K., Tani, S., and Kobayashi, Y.: "Comprehensive study of the luminescence properties of elemental metals", *Phys. Rev. B* 111, 035150(2025).
2. Tani, S., and Kobayashi, Y.: "Pulse-by-pulse evolution of surface morphology driven by femtosecond laser pulses", *J. Appl. Phys.* 133, 143104 (2023).
3. Shimahara, K., Tani, S., Sakurai, H., and Kobayashi, Y.: "A deep learning-based predictive simulator for the optimization of ultrashort pulse laser drilling", *Commun. Eng.* 2, 1 (2023).
4. Tani, S., Sugiyama, K., Sukeyama, T., Sato, T., Ishizuka, Y., Taya, S., Feng, F., Komeda, O., Suto, H., Saitoh, H., and Kobayashi, Y.: "Real-time high-spectral-resolution mid-infrared spectroscopy with a signal-to-noise ratio of ten thousand", *Opt. Express* 30, 36813 (2022).
5. Tani, S., and Kobayashi, Y.: "Ultrafast laser ablation simulator using deep neural networks", *Sci. Rep.* 12, 5837 (2022).

- ▶ 主要メンバー

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

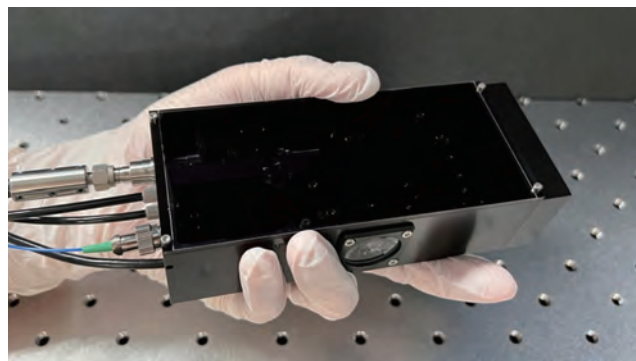
チームディレクター 南出 泰垂 博士(工学)



最先端テラヘルツ波非線形フォトニクス技術で未来を切り拓く

当チームは、最先端の非線形フォトニクス技術を駆使し、革新的なテラヘルツ波研究を行っています。これまでに、キロワット級超高出力テラヘルツ波の発生、アトジュールレベルでの高感度テラヘルツ波検出、バックワードテラヘルツ波パラメトリック発振など、世界に誇る研究成果を達成してきました。今後は、テラヘルツ波技術をチップスケールで実現する「T-SoC (Terahertz-System on a Chip)」を目指し、さらに先進的な研究を進めていきます。

また、コヒーレント検出技術や非古典光を利用した光量子干渉など、次世代センシング技術の開発にも力を入れており、新時代の科学技術をリードするための光科学の革新を追求しています。これらの成果を基に、国内外の大学や企業との共同研究を強化し、国際的な研究ネットワークを拡大しています。さらに、若手研究者の育成にも注力し、テラヘルツ波技術の社会実装と次世代技術革新の推進を目指しています。



手のひらサイズのテラヘルツ波光源

▶ 研究分野

工学、総合理工

▶ キーワード

最先端非線形フォトニクス、バックワードテラヘルツ波パラメトリック発振、チップスケールTHzシステム (T-SoC)、次世代センシング技術、テラヘルツ光子研究

▶ 主要論文

- Xu, Y., Takida, Y., Suzuki, T., Minamide, H.: "Terahertz-Wave Polarization Space-Division Multiplexing Meta-Devices based on Spin-Decoupled Phase Control", *Adv. Sci.* 12, 2412688 (2025).
- Buchmann, T. O., Takida, Y., Sebek, M., Kawai, M., Sugiura, G., Minamide, H., Jepsen, P. U., and Lange, S. J.: "Leveraging the nonlinearity of THz photomultiplier tubes for enhanced spectroscopic sensitivity", *IEEE Trans. Terahertz Sci. Technol.* 14, 592-598 (2024).
- Okatani, T., Imai, K., Takida, Y., Ohno, S., Minamide, H., and Kanamori, Y.: "Phase-controllable spoof surface plasmon coupling from Bull's eye antenna to planar silicon waveguide in the terahertz band", *IEEE Trans. Terahertz Sci. Technol.* 14(4), 519-530 (2024).
- Nishida, M., Notake, T., Takida, Y., Hirotsawa, K., Ohata, N., and Minamide, H.: "High-repetition-rate injection-seeded terahertz-wave parametric generation pumped by a 1.5 μm sub-nanosecond laser", *Appl. Phys. Lett.* 124(12), 121105 (2024).
- 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).

▶ 主要メンバー

瀧田 佑馬・MULDERA Joselito・
DE LOS REYES Alexander・米田 悠人

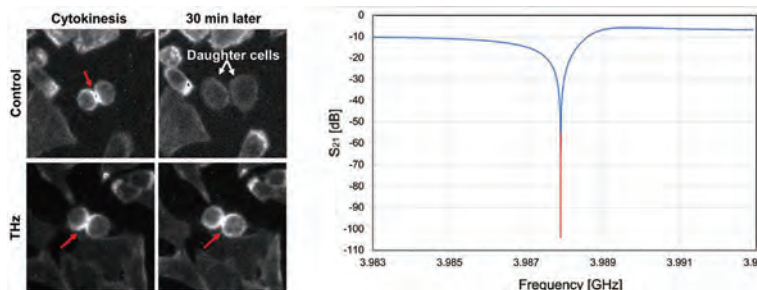
テラヘルツイメージング研究チーム Terahertz Sensing and Imaging Research Team

チームディレクター 大谷 知行 博士(理学)



テラヘルツセンシング、イメージングと応用開拓

テラヘルツ光は、物質透過性や物質固有の吸収スペクトルの存在といった特長を有し、研究・産業の広範な分野で利用が始まりつつあります。当チームでは、テラヘルツ光をプローブとするセンシングとイメージングを基軸として、テラヘルツ光利用に関する新技術開発と研究・応用分野開拓を進めています。特に、テラヘルツ光の照射による分子構造と機能の制御に関する研究、超伝導検出器を用いた超高感度イメージングデバイスの研究開発と観測的研究などを行うとともに、企業との共同研究による応用開拓も進めています。



(左) テラヘルツ光照射による細胞内のアクチンタンパク質繊維化による細胞分裂の阻害(顕微鏡像)。(右) 高い共振Q値を有する薄膜超伝導マイクロ波共振器のVNAスペクトル ($Q \sim 10^6$)。

▶ 研究分野

工学、宇宙科学、分子生物/遺伝学、物理学、農学、化学、総合理工

▶ キーワード

テラヘルツ光、分光・イメージング、センシング、細胞の構造・機能制御、超伝導検出器

▶ 主要論文

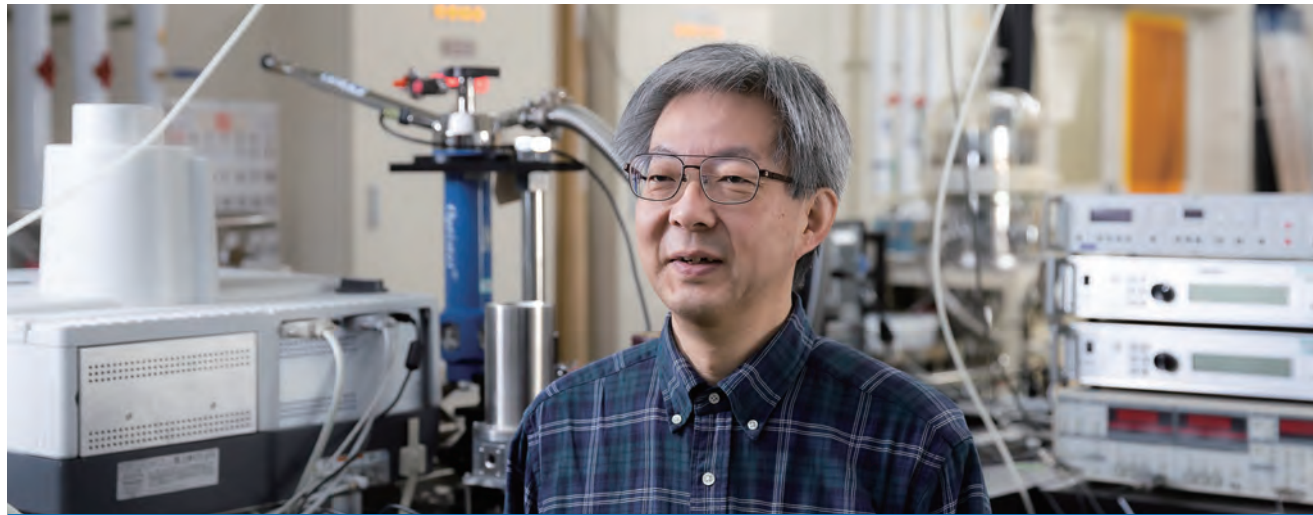
- Hernández-Cabrera, J. F., De Miguel, J., Hernández-Suárez, E., Joven, E., Otani, C., Rubiño-Martín, J. A., and Zioutas, K.: "Echo-free quality factor of a multilayer axion haloscope", *Phys. Rev. D.* 110, 7, 072013 (2024).
- Kamei, Y., Ishidoshiro, K., Ito, R., Kobayashi, T., Mima, S., Nakajo, Y., Otani, C., and Taino, T.: "Development of Kinetic Inductance Detector on ZrO_2 Substrate for Double-Beta Decay Search", *J. Low Temp. Phys.* 217, 481-490 (2024).
- 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", *Prog. Theor. Exp. Phys.* 2024, 023F01 (2024).
- Ikari, T., Sasaki, Y., and Otani, C.: "275-305 GHz FM-CW radar 3D imaging for walk-through security body scanner", *Photonics*. 10(3), 343 (2023).
- Ikari, T., Sasaki, Y., and Otani, C.: "275-305 GHz FM-CW radar 3D imaging for walk-through security body scanner", *Photonics*. 10, 3, 343 (2023).

▶ 主要メンバー

保科 宏道・佐々木 芳彰・中島 周作・
亀井 雄斗・宇野 慎介・嶺 颯太・伊藤 凌太

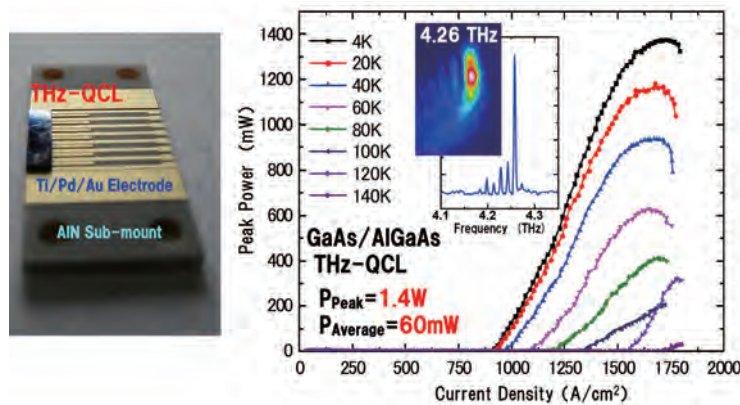
テラヘルツ量子素子研究チーム Terahertz Quantum Device Research Team

チームディレクター 平山 秀樹 博士(工学)



コンパクト、ポータブルな テラヘルツレーザー光源の開発

電波の透過性と、光の高分解能の両方の性質を有するテラヘルツ光は、各種透視・非破壊検査用の光源として幅広い応用分野での利用が期待されています。我々は、大変コンパクトで携帯可能、高出力なテラヘルツ光源として期待されている、テラヘルツ量子カスケードレーザー (THz-QCL) の開発を行っています。新規量子サブバンド構造や窒化物半導体などの導入により、これまで不可能であった室温発振や動作周波数領域の拡大を行うことにより、社会への実装を目指したTHz-QCLの開発を行っています。次世代のコンパクト・テラヘルツイメージング素子を開発することにより、近未来の豊かな社会の実現を目指しています。



テラヘルツ量子カスケードレーザー (THz-QCL) の外観と動作特性

▶ 研究分野

光デバイス工学、量子エレクトロニクス、半導体物性

▶ キーワード

テラヘルツ、量子カスケードレーザー、サブバンド間遷移、窒化物半導体レーザー、分子線エピタキシー

▶ 主要論文

1. Wang, L., Lin, T. T., Wang, K., and Hirayama, H.: "Clean three-level direct-phonon injection terahertz quantum cascade laser", *J. Appl. Phys. Lett.* 122, 221103 (2023).
2. Wang, L., Chen, M., Lin, T. T., Wang, K., and Hirayama, H.: "Interdiffusion limiting on self-consistent optical gain in terahertz quantum cascade lasers", *Appl. Phys. Express* 16, 072004 (2023).
3. Wang, L., Lin, T. T., Chen, M., Wang, K., and Hirayama, H.: "Terahertz quantum cascade laser considering compositional interdiffusion effect", *Appl. Phys. Express* 16, 032007 (2023).
4. Lin, T. T., Wang, L., Wang, K., Grange, T., Birner, S., Miyoshi, T., and Hirayama, H.: "Increasing the output power of a heavily doped terahertz quantum cascade laser by avoiding the subband misalignment", *J. Appl. Phys.* 132, 173101 (2022).
5. Lin, T. T., Wang, L., Wang, K., Grange, T., Birner, S., and Hirayama, H.: "Over one watt output power terahertz quantum cascade lasers by using high doping concentration and variable barrier-well height", *Phys. Status Solidi RRL* 16, 2200033 (2022).

▶ 主要メンバー

KRISHAN Kumar・
MISHRA Shashank Shekhar・石田 峻之・
山澤 健二

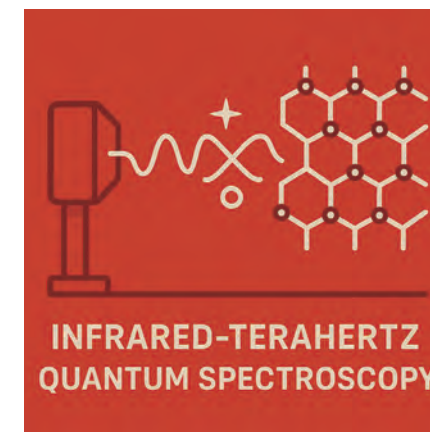
テラヘルツ・赤外量子フォトンクス研究チーム Terahertz and Infrared Quantum Photonics Research Team

チームディレクター 田中 耕一郎 博士(理学)



テラヘルツ・赤外域の量子光源を開発し 物質の量子的な性質を明らかにする

当チームは、テラヘルツ・赤外領域の新たな量子光源を開発し、それを用いた新しい発想に基づく分光法を駆使することで、物質の量子状態の解明や光エネルギーの変換過程の解明を目指します。特に、テラヘルツ領域では周波数安定化した光生成とそれを用いた物質の量子状態のコヒーレント制御を行います。また、非古典的な光に着目し、その特性を活かした新規な非線形分光やイメージング手法の開発も行うことで、これまでに解明されていなかった物質の本質を明らかにします。



THz・赤外量子フォトンクス

▶ 研究分野

物理学、工学、総合理工

▶ キーワード

光物性、半導体、原子物理、テラヘルツ光

▶ 主要論文

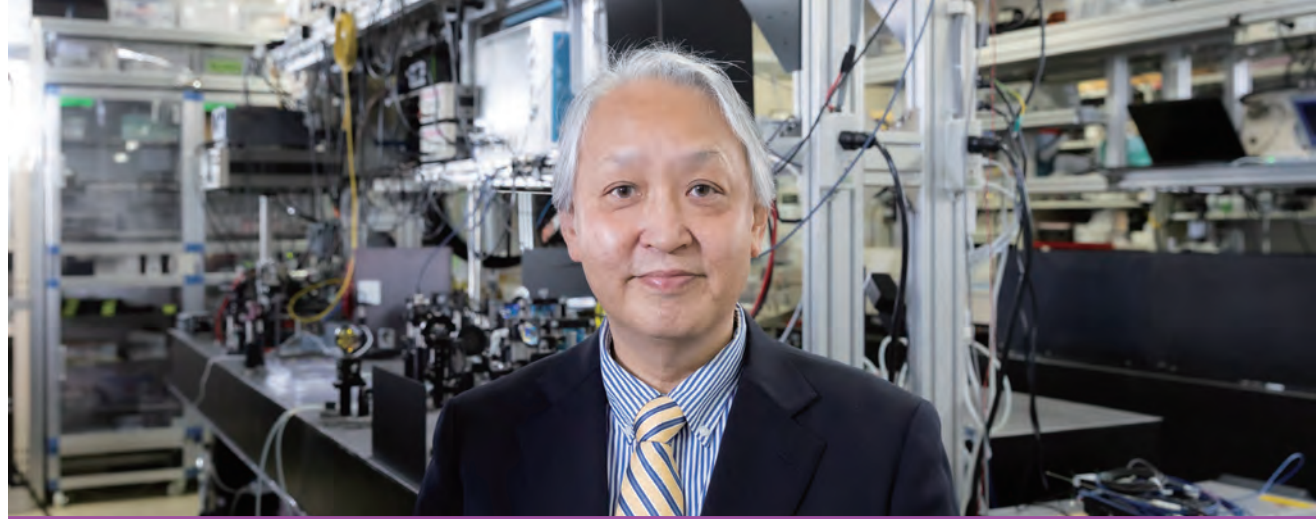
1. Katayama, I., Uchida, K., Takashina, K., Kishioka, A., Kaiho, M., Kusaba, S., Tamaki, R., Shudo, K., Kitajima, M., Ngo, T. D., Nagao, T., Takeda, J., Tanaka, K., Matsunaga, T.: "Three-dimensional bonding anisotropy of bulk hexagonal metal titanium demonstrated by high harmonic generation", *Communications Physics* (2024).
2. Nakano, A., Uchida, K., Tomioka, Y., Takaya, M., Okimoto, Y., Tanaka, K.: "Dominant role of charge ordering on high harmonic generation in $\text{Pr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ ", *Phys. Rev. Res.* 6, L042032 (2024).
3. Uchida, K., Tanaka, K.: "High harmonic Mach-Zehnder interferometer for probing sub-laser-cycle electron dynamics in solids", *Optica* 11, 1130-1137 (2024).
4. Arikawa, T., Kim, J., Mukai, T., Nishigami, N., Fujita, M., Nagatsuma, T., Tanaka, K.: "Phase-resolved measurement and control of ultrafast dynamics in terahertz electronic oscillators", *Nat. Commun.* 15, 5358 (2024).
5. Takeda, K. S., Uchida, K., Nagai, K., Kusaba, S., Takahashi, S., Tanaka, K.: "Ultrafast Electron-Electron Scattering in Metallic Phase of 2H-NbSe2 Probed by High Harmonic Generation", *Phys. Rev. Lett.* 132, 186901 (2024).

▶ 主要メンバー

磯部 圭佑・平岡 友基・
LASSEN Henrik Boedker

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

チームディレクター 和田 智之 Ph.D.



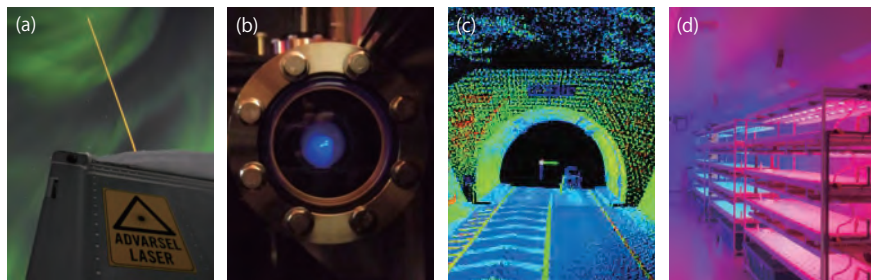
基礎科学の研究や社会課題解決の要となる
光子技術の開発

当チームは、光技術を駆使して、農業、高齢化、エネルギー資源問題、地球環境の変化など、人類の重要な課題の解決や基礎科学におけるブレークスルーに取り組んでいます。具体的な研究の例として、生活や産業現場で発生するさまざまなガスを計測対象とした光学的遠隔検知システム、高エネルギー宇宙線の飛来の有無や太陽活動の指標となる大気情報を得るための大気モニター用遠隔検知システム、健康状態を知る手がかりとなる呼吸計測技術、トンネルの劣化を検出するための近距離ライダー、水素を利用した再生可能エネルギーシステムの開発を推進しています。基礎科学の分野では、素粒子物理学のための超低速ミュオンの生成に必要な高出力ライマンαコヒーレント光源の開発、レーザーを基礎とした宇宙デブリの除去や宇宙におけるセンシング技術の開発も推進しています。これらの研究は、光材料、光制御にかかわる基礎研究の成果として得られています。特に、赤外域の波長可変光源の開発や、その非線形波長変換を利用した量子計測のための光源開発に取り組んでいます。

- ▶ 研究分野
工学、物理学、生物学/生化学、農学、医歯薬学
- ▶ キーワード
素粒子制御・計測、医療・農業計測、微量ガス計測、自然エネルギー利用、宇宙利用
- ▶ 主要論文

1. Kurose, N., Obata, K., Koike, K., Nomura, S., Ogawa, T., Wada, S., Sugioka, K., and Aoyagi, Y.: "Formation of two-dimensional multichannel vertical optical waveguides in a nitrogen-vacancy center diamond using a femtosecond Bessel beam laser for local quantum sensing", *Appl. Phys. Lett.* 126, 161102 (2025).
2. Tsai, M., Wang, K., Wada, S., Hsieh, C., Tseng, L., Horie, M., Sassa, T.: "Enhanced Photorefractive Performance by Controlling Ion-Assisted Charge Injection and Accumulation with Random Biphenyl Co-Polymerized Poly(Carbazolyl-Amine)", *Adv. Funct. Mater.* 34(51), 2409659 (2024).
3. Mikami, N., Morishita, K., Murakami, T., Hosobata, T., Yamagata, Y., Ogawa, T., Mukoyama, Y., Nakanishi, S., Ager, III, J.W., Fujii, K., and Wada, S.: "Long Period Voltage Oscillations Associated with Reaction Changes between CO₂ Reduction and H₂ Formation in Zero-Gap-Type CO₂ Electrochemical Reactor", *ACS Energy Lett.* 9(9), 4225-4232 (2024).
4. Nakamura, Y., Moriyama, D., Isomura, A., Sasoh, A., Tsuno, K., Ogawa, T., Wada, S., and Fukushima, T.: "Laser ablation impulse dependence on beam Spatial-Profile", *Opt. Laser Technol.* 169, 110160 (2024).
5. Yumoto, M., Miyata, K., Kawata, Y., and Wada, S.: "Mid-infrared self-difference frequency generation via random quasi-phase-matching in Cr:ZnSe laser", *Opt. Laser Technol.* 169, 110161 (2024).

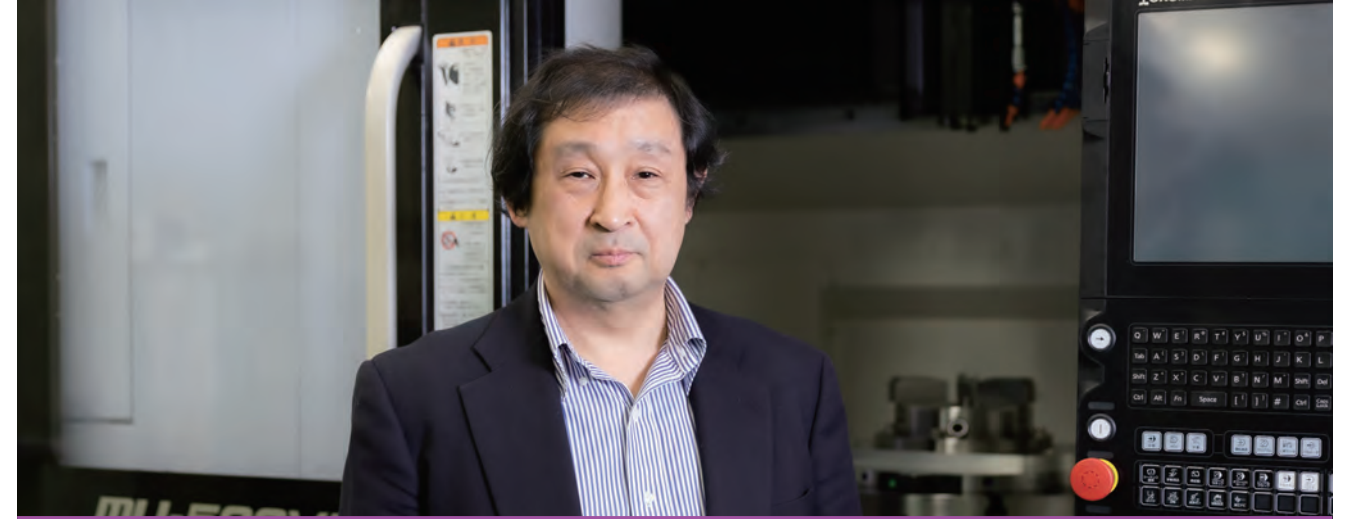
- ▶ 主要メンバー
斎藤 徳人・加瀬 究・松山 知樹・佐々 高史・守屋 繁春・永田 豊・小川 貴代・藤井 克司・宮田 憲太郎・小田切 正人・村上 武晴・犬飼 学・篠崎 琢也・錦織 健太郎・内山 直樹・春日 博・津野 克彦・森下 圭・川田 靖・棚橋 晃宏・宮島 早紀・松鷹 宏・櫻福 亜矢・月花 智博・松山 典弘・黒瀬 範子・大野 陽子・松本 健・奈良 美幸



(a) ナトリウムライダーによる超高層大気物理の現象解明。
(b) 超低速ミュオン発生のためのコヒーレントライマンα共鳴放射(サリチル酸メチルの蛍光)。
(c) レーザーインフラ計測。 協力 静岡県交通基盤部、(株)トブコン
(d) 植物栽培への光子制御技術の導入。

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

チームディレクター 山形 豊 博士(工学)



超精密加工技術で
先端的光学素子を開発

当チームは、先端的な超精密/微細加工技術の開発とそれらを利用した先端的科学機器の開発を通じて理化学研究所内外の基礎科学研究をサポートし、更には産業界や社会の役に立つ技術を開発することを目的としています。主な研究開発課題は、(1) 超精密光学素子のデザイン・加工・計測・シミュレーション技術、特に金属基材を用いた中性子集光ミラー開発、(2) 超精密切削加工などによる微細構造形成技術、(3) マイクロ流路等を用いた生物・生化学のための先端的機器の研究開発等を行っています。これらの研究開発課題は、他の支援チームとは異なり原則として共同研究を基礎とした方式により行っています。

- ▶ 研究分野
工学、総合理工
- ▶ キーワード
超精密加工、超精密計測、非球面光学素子、生産技術、中性子光学素子
- ▶ 主要論文

1. Kawasaki, Y., Iwaguchi, S., Ishikawa, T., Nishizawa, A., Kitaguchi, M., Yamagata, Y., Chen, Y., Wu, B., Shimizu, R., Umemura, K., Tsuji, K., Shimizu, H., Michimura, Y., Kobayashi, K., Onishi, T., and Kawamura, S.: "Sagnac-type neutron displacement-noise-free interferometric gravitational-wave detector", *Class. Quantum Gravity* 41(11), 115001 (2024).
2. Kushibiki, K., Ozaki, S., Takeda, M., Hosobata, T., Yamagata, Y., Morita, S., Tsuzuki, T., Nakagawa, K., Saiki, T., Ohtake, Y., Mitsui, K., Okita, H., Kitagawa, Y., Kono, Y., Motohara, K., Takahashi, H., Konishi, M., Kato, N. M., Koyama, S., Chen, N.: "Development of a near-infrared wide-field integral field unit by ultra-precision diamond cutting", *J. Astron. Telesc. Instrum. Syst.* 10(1), 015004 (2024).
3. Fujie, T., Hino, M., Hosobata, T., Ichikawa, G., Kitaguchi, M., Mishima, K., Seki, Y., Shimizu, M. H., and Yamagata, Y.: "Development of Neutron Interferometer Using Multilayer Mirrors and Measurements of Neutron-Nuclear Scattering Length with Pulsed Neutron Source", *Phys. Rev. Lett.* 132, 023402 (2024).
4. 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., and Kawamura, S.: "Displacement-noise-free interferometric gravitational-wave detector using unidirectional neutrons with four speeds", *Phys. Lett. A* 458, 128581 (2023).
5. Aoki, H., Yuki, M., Shimizu, M., Hongoh, Y., Ohkuma, M., and Yamagata, Y.: "Agarose gel microcapsules enable easy-to-prepare, picolitre-scale, single-cell genomics, yielding high-coverage genome sequences", *Sci. Rep.* 12, 17014-17026 (2022).



ニッケルリンメッキを付けたCFRPウォルターミラーセグメント

- ▶ 主要メンバー
城田 幸一郎・滝澤 慶之・青山 哲也・海老塚 昇・青木 弘良・細島 拓也・竹田 真宏

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

チームディレクター 大竹 淑恵 理学博士



理研小型中性子源システムRANSによる 新たな非破壊分析技術開発

当チームは、理研キャンパス内において小型中性子源システムならびに非破壊計測技術の研究開発を行っています。理研小型中性子源システムRANS(ランズ、RIKEN Accelerator-driven compact Neutron Systems)プロジェクトは、大きく二つの開発目標があります。一つは、ものづくり分野などで利用できる評価解析システムの実現、もう一つは、インフラ予防保全に役立つ非破壊検査技術の開発ならびに装置の実現です。RANSでは中性子イメージングによる水素を含む接着接合可視化定量評価法の確立、高速中性子散乱イメージング法による非破壊検査法の実現に成功し、路面表面から内部劣化の可視化が可能となりました。さらに塩害による橋梁劣化の予防保全に資するための塩分検出技術開発に取り組み、橋梁点検車にも搭載可能なRANS- μ の開発にも成功しました。橋梁の床版や高速道路の舗装下の劣化を非破壊で検出することが可能な可搬型中性子源システムRANS-IIIの実現も間近にせまっております。ますます小型中性子源の利用範囲が拡大されるとともに、コンパクトな中性子源システムが現場で利用されることが期待されます。



床版内部劣化非破壊検出システム (未来予想図)
小型中性子源反射型イメージングによるアスファルト層の下の劣化を見つける

▶ 研究分野

物理学、工学、宇宙科学、総合理工

▶ キーワード

小型中性子源システム高度化開発、
中性子照射実験、
インフラ非破壊計測技術開発、
コンクリート劣化および斜張橋ケーブル内部
水分空隙可視化、
コンクリート内部塩分検出 (中性子誘導即発
 γ 線分析)

▶ 主要論文

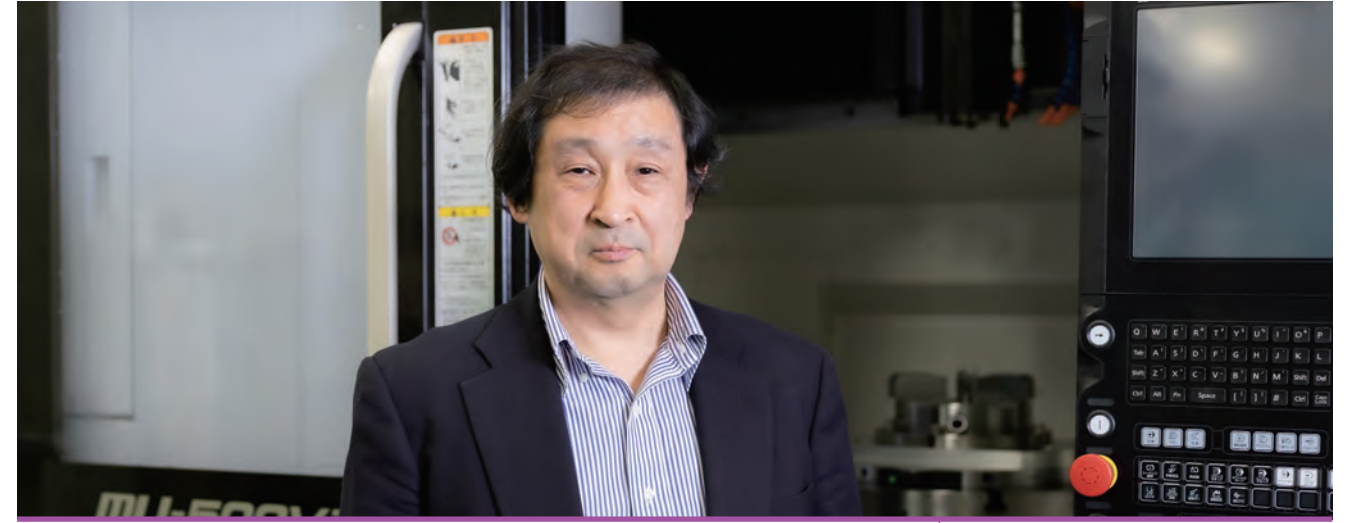
1. Fukuchi, T., Onda, M., Ichioka, T., Yabuki, T., and Otake, Y.: "Study of non-destructive diagnostic technology for cable-stayed bridge anchorage using neutron beam", *Concrete Structure Scenarios*, JSMS 24, 565-570 (2024).
2. Otake, Y., Wakabayashi, Y., Takamura, M., Mizuta, M., and Takanashi, T.: "RIKEN Compact Neutron Source Systems RANS Project", *Nucl. Phys. News* 33(2), 17-21 (2023).
3. 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", *J. Neutron Res.* 25, 41-46 (2023).
4. Ikeda, S., Kobayashi, T., Otake, Y., Matsui, R., Okamura, M., and Hayashizaki, N.: "Fabrication and RF test of the 500 MHz-RFQ linear accelerator for a transportable neutron source RANS-III", *J. Neutron Res.* 24(3-4), 249-259 (2022).
5. Wakabayashi, Y., Yan, M., Takamura, M., Oishi, R., Watase, H., Ikeda, Y., and Otake, Y.: "Development of neutron salt-meter RANS- μ for non-destructive inspection of concrete structure at on-site use", *J. Neutron Res.* 24(3-4), 411-419 (2022).

▶ 主要メンバー

小林 知洋・水田 真紀・高梨 宇宙・奥野 泰希・
福地 知則・若林 泰生・今城 想平・草野 広樹・
MUNEEM Abdul・大塚 翔

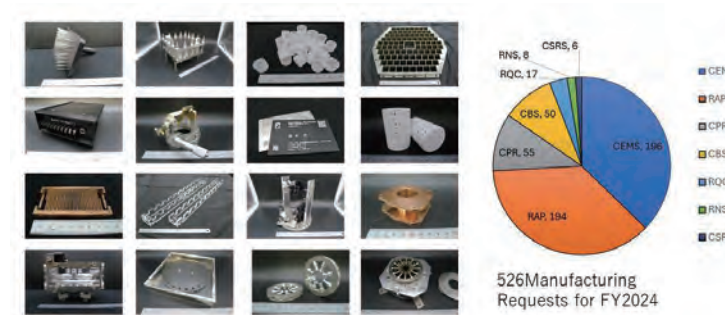
技術基盤支援チーム Advanced Manufacturing Support Team

チームディレクター 山形 豊 博士 (工学)



研究者の依頼に基づく 研究機器の製作と技術開発

研究室が広範な分野にわたって基礎および応用の研究を円滑かつ効率的に推進していくためには、これを支え、促進し得るような、様々な先端的な研究用実験装置の確保、あるいは装置改造等が必要不可欠です。当チームの主任務は、研究者からの要求に応じて、それらの装置を開発、製作することにあります。また、機械工作、ガラス工作、電気工作に関する技術相談や技術指導に応じるとともに、マシンショップの管理も行っています。そのためにはエンジニアリング能力と製造技能を磨き、業務のスピードアップなどにたゆまない向上を行っています。



研究機器製作品の例と2024年度の工作依頼件数の分布

▶ 研究分野

工学、総合理工

▶ キーワード

生産技術、機械加工、レーザー加工、
CAD/CAM/CAE、3Dプリンター

▶ 主要論文

1. Heacock, B., Fujie, T., Haun, W.R., Henins, A., Hirota, K., Hosobata, T., Huber, M.G., Kitaguchi, M., Pushin, D.A., Shimizu, H., Takeda, M., Valdillez, R., Yamagata, Y., and Young, A.R.: "Pendellosung interferometry probes the neutron charge radius, lattice dynamics, and fifth forces", *Science* 373, 1239-1243 (2021).
2. Teshima, Y., Hosoya, Y., Sakai, K., Nakano, T., Tanaka, A., Aomatsu, T., Yamazawa, K., Ikegami, Y., and Watanabe, Y.: "Development of Tactile Globe by Additive Manufacturing", *Springer LNCS* 12376, 419-426 (2020).
3. Yamazawa, K., Teshima, Y., Watanabe, Y., Ikegami, Y., Fujiyoshi, M., Oouchi, S., and Kaneko, T.: "Three-Dimensional Model Fabricated by Layered Manufacturing for Visually Handicapped Persons to Trace Heart Shape", *Springer LNCS* 7383, 505-508 (2012).
4. Oouchi, S., Yamazawa, K., and Secchi, L.: "Reproduction of Tactile Paintings for Visual Impairments Utilized Three-Dimensional Modeling System and the Effect of Difference in the Painting Size on Tactile Perception", *Springer LNCS* 6180, 527-533 (2010).
5. Yamazawa, K., Hashizume, D., Nakao, A., Anzai, M., Narahara, H., and Suzuki, H.: "Proposal for Artificial Bone Formation using Powder-layered Manufacturing: Surface and Internal Chemical Composition of Formed Artificial Bone", *Trans. Jpn. Soc. Med. Biol. Eng.* 47(4), 359-365 (2009).

▶ 主要メンバー

細島 拓也・磯島 隆史・滝澤 慶之・藤本 武・
竹田 真宏・綿貫 正大・小川 貴代・池田 滋