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

2019 - 2020

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

Tel：048-467-9258

Email：rap-info@riken.jp

https://rap.riken.jp

RIKEN 2019-029

無限の可能性を秘める光科学。 その地平を拓く

今まで見えなかったものを見たい ― その夢を実現するのが、光量子工学研究センターです。

例えば、高速現象をとらえるためには短い時間だけ発光するストロボが使われますが、分子や原子の動きは速すぎて普通のストロボでは見えません。そこで、フェムト秒（10^{-15}秒）やアト秒（10^{-18}秒）というとても短い間隔のパルスを発振できるレーザーを開発し、現在は原子や分子内の電子の動きまで見ることができるようになっています。

また、電子顕微鏡ならば高分解能での観察が可能ですが、試料を真空中に置かなければいけません。生きた細胞を高分解能で見たい、そう思うでしょう。光学顕微鏡ならば生きた細胞を観察できます。しかし可視光では、その波長の半分以下より小さい構造は見えないと考えられてきました。ところが、超解像顕微鏡技術をつかうとその限界を超えて、より小さいナノメートルの世界が見えるのです。

非破壊で装置の内部構造や食品の異物混入を検査したい、ということもあるでしょう。それを実現するのが、テラヘルツ光です。テラヘルツ光はかつて“未踏の光”と呼ばれていましたが、今では光源や検出器の開発が進み、応用の段階に入りつつあります。

ほかにも、メタマテリアルによる光の操作、超高精度な光格子時計による相対論的な測地学、小型中性子源によるコンクリート構造物の非破壊内部診断等……。私たちは、光の新しい使い方を提案・追究し、誰も見たことがないものを見ようとしています。見ることができれば、それを理解し、制御することにも近づきます。

光量子工学研究センターでは、新しい光技術を研究の世界だけのものとせず、実用可能な装置をつくるところまで行い社会に役立てることを強く意識しています。センター名に「工学」が入っているのは、そのためです。19世紀には蒸気機関が、20世紀には電子技術が、それぞれ社会基盤を大きく変えました。21世紀の社会基盤を変えるのは、光技術です。光の可能性は無限に広がっています。私たちが到達できているのは、まだほんの一部。2013年に発足した光量子工学研究領域は、2018年に光量子工学研究センターとなり、光科学の地平を広げ続けていきます。

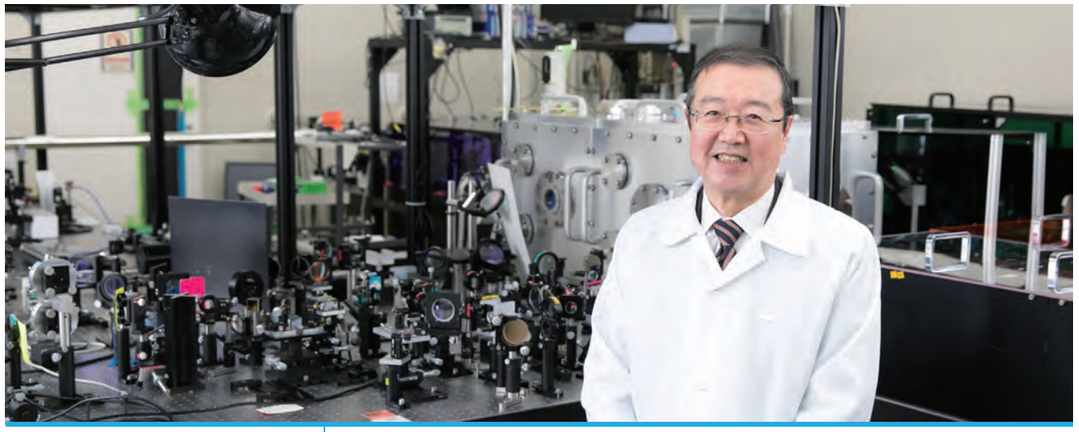
光量子工学研究センター
センター長
緑 川　克 美

光量子工学研究センター

- エクストリームフォトニクス研究領域
  - ■ アト秒科学研究チーム …… 04
    チームリーダー 緑川 克美
  - ■ 超高速分子計測研究チーム …… 05
    チームリーダー 田原 太平
  - ■ 時空間エンジニアリング研究チーム …… 06
    チームリーダー 香取 秀俊
  - ■ 量子オプトエレクトロニクス研究チーム …… 07
    チームリーダー 加藤 雄一郎
- サブ波長フォトニクス研究領域
  - ■ 生細胞超解像イメージング研究チーム …… 08
    チームリーダー 中野 明彦
  - ■ 生命光学技術研究チーム …… 09
    チームリーダー 宮脇 敦史
  - ■ 画像情報処理研究チーム …… 10
    チームリーダー 横田 秀夫
  - ■ フォトン操作機能研究チーム …… 11
    チームリーダー 田中 拓男
  - ■ 先端レーザー加工研究チーム …… 12
    チームリーダー 杉岡 幸次
- テラヘルツ光研究領域
  - ■ テラヘルツイメージング研究チーム …… 13
    チームリーダー 大谷 知行
  - ■ テラヘルツ光源研究チーム …… 14
    チームリーダー 南出 泰亜
  - ■ テラヘルツ量子素子研究チーム …… 15
    チームリーダー 平山 秀樹
- 光量子技術基盤開発領域
  - ■ 光量子制御術開発チーム …… 16
    チームリーダー 和田 智之
  - ■ 先端光学素子開発チーム …… 17
    チームリーダー 山形 豊
  - ■ 中性子ビーム技術開発チーム …… 18
    チームリーダー 大竹 淑恵
  - ■ 技術基盤支援チーム …… 19
    チームリーダー 山形 豊
- センター長室　室長　中野 明彦

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

チームリーダー　緑川 克美　工学博士



▶研究分野

総合理工、工学、物理学、化学

▶キーワード

アト秒科学、超高速レーザー、
高強度レーザー科学、非線形光学、
多光子顕微鏡

▶主要論文

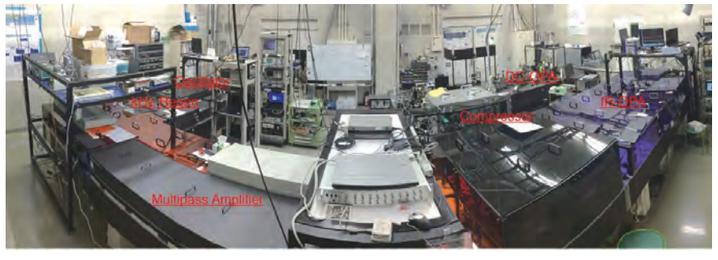
1. Fu Y., Yuan B. H., Midorikawa K., Lan P., and Takahashi E. J., "Toward GW-scale isolated attosecond pulses far beyond carbon K-edge driven by mid-infrared waveform synthesizer," ***App. Sci.*** 8, 2451 (2018).
2. Nabekawa, Y., Furukawa, Y., Okino, T., Eilanlou, A. A., Takahashi, E. J., Yamanouchi, K., and Midorikawa, K.: "Sub-10-fs control of dissociation pathways in the hydrogen molecular ion with a few-pulse attosecond pulse train, ***Nat. Commun.*** 7, 12835 (2016).
3. Okino, T., Furukawa, Y., Nabekawa, Y., Miyabe, S., Eilanlou, A. A., Takahashi, E. J., Yamanouchi, K., and Midorikawa, K.: "Direct observation of an attosecond electron wave packet in a nitrogen molecule," ***Science Advances 1***, e1500356 (2015).
4. Takahashi, E. J., Lan, P., Mücke, O. D., Nabekawa, Y., and Midorikawa, K.: "Attosecond nonlinear optics using gigawatt-scale isolated attosecond pulses," ***Nat. Commun.*** 4, 2691 (2013).
5. Takahashi, E. J., Kanai, T., Ishikawa, K. L., Nabekawa, Y., and Midorikawa, K.: "Coherent water window x-ray by phase-matched high-order harmonics" , ***Phys. Rev. Lett.*** 101, 253901 (2008).

▶主要メンバー

小林 徹・永田 豊・鍋川 康夫・高橋 栄治・
沖野 友哉・磯部 圭佑・FU Yuxi・藤原 孝成・
棚橋 晃宏・若林 多起子・XUE Bing・
LIN Yu-Chieh・石川 智啓・西村 光太郎

光科学の地平を拓く
アト秒光工学

近年のフェムト秒高強度レーザー技術の進展により、レーザー光子場強度が著しく増大するとともに光電場にして数サイクルの超高速パルスの発生やその位相制御も可能となりました。その結果、光と原子・分子の非線形相互作用に関する研究が飛躍的に進展し、高次高調波発生やクーロン爆発、高エネルギーX線・粒子の発生等の新しい研究領域が生まれてきました。高次高調波は、極端紫外から軟X線（XUV）領域において非線形光学現象を引き起こすことができるような強力なアト秒パルスを発生可能な唯一の光源です。一方、この高次高調波の発生自体が原子・分子内で起こるアト秒領域の超高速現象の観測を可能とする非常にユニークな物理現象でもあります。当チームでは、フェムト秒高強度レーザー技術を基盤として、高次高調波を用いた高強度なアト秒パルス光源を開発することにより、XUV領域における非線形光学および原子・分子のアト秒ダイナミクスに関する研究を推進し未踏の光科学領域を開拓します。



GW（ギガワット）級の高強度単一アト秒パルスを発生する高エネルギー 3波長シンセサイザー

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

チームリーダー　田原 太平　理学博士

▶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、単分子分光、
ダイナミクス、界面

▶主要論文

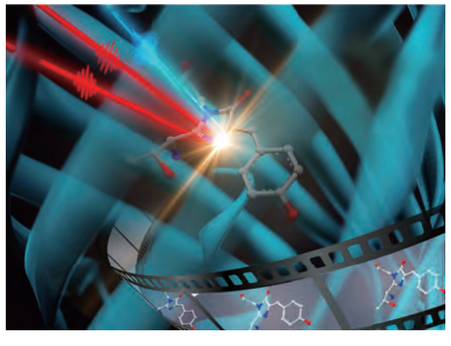
1. Tahara, S., Takeuchi, S., Abe-Yoshizumi, R, Inoue, K., Ohtani, H., Kandori, H., and Tahara, T.:"Origin of the reactive and non-reactive excited states in the primary reaction of rhodopsins: pH dependence of femtosecond absorption of light-driven sodium ion pump rhodopsin KR2" , ***J. Phys. Chem. B.***, 122, 4784 (2018).
2. Kuramochi, H., Takeuchi, S., Yonezawa, K., Kamikubo, H., Kataoka M., and Tahara, T.: "Probing the early stages of photoreception in photoactive yellow protein with ultrafast time-domain Raman spectroscopy" , ***Nat. Chem.***, 9, 660 (2017).
3. Inoue, K., Singh P. C., Nihonyanagi S., Yamaguchi, S., and Tahara, T.: "Cooperative hydrogen-bond dynamics at a zwitterionic lipid/water interface revealed by 2D HD-VSFG spectroscopy" , ***J. Phys. Chen. Lett.,*** 8, 5160 (2017).
4. Singh, P. C., Inoue, K., Nihonyanagi S., Yamaguchi S., and Tahara, T.: "Femtosecond hydrogen-bond dynamics of bulk-like and bound water at positively and negatively charged lipid interfaces revealed by 2D HD-VSFG spectroscopy", ***Angew. Chem. Int. Ed.*** 55, 10621 (2016).
5. Matsuzaki, K., Kusaka, R., Nihonyanagi, S., Yamaguchi, S., Nagata, T., and Tahara, T.: "Partially hydrated electrons at the air/water interface observed by UV-excited time-resolved heterodyne-detected vibrational sum frequency generation spectroscopy" , ***J. Am. Chem. Soc.*** 138, 7551 (2016).

▶主要メンバー

石井 邦彦・二本柳 聡史・倉持 光・
MOHAMMED Ahmed・KUMAR Pardeep

100兆分の1秒の光パルスで
反応するタンパク質の核の動きを直接観測

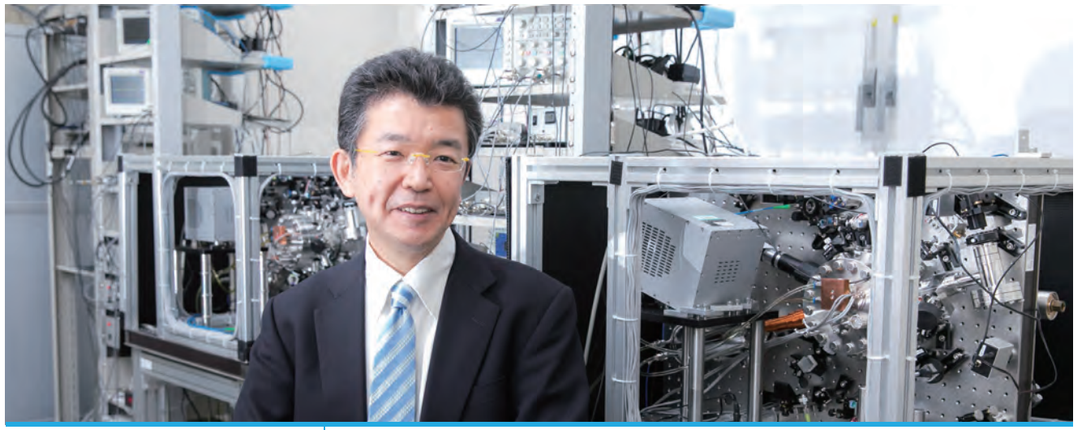
私たちは、反応する分子の刻一刻の変化を、分子の核の運動を直接観測することで追跡する先進的な分光計測法、「フェムト秒時間分解インパルシブ・ラマン分光法」（フェムト秒は1,000兆分の1秒、10^{-15}秒）を独自に開発してきました。最近その性能を大幅に向上し、タンパク質のような複雑な分子も研究できるようになりました。これを用いて、紅色光合成細菌の青色光センサーである光受容タンパク質「イエロープロテイン（PYP）」が光刺激を受けた際の最初の変化を明らかにしました。このPYPの変化は有害な光が当たった際に細菌がそれから逃げようとする運動の引き金となるものです。実験では、青色光を照射して変化を開始させた後に光パルスでPYP分子を瞬間的に揺さぶり、その揺れる様子を刻一刻観測することでPYPの変化を “ストロボ写真” を撮るように観測しました。その結果、青色光の照射からわずか10兆分の１秒（10^{-13}秒）で、光を吸収した部位の近くの特定の水素結合が弱まり、続いて炭素ー炭素の二重結合が回転して歪んだ形の構造へと変化して、それがタンパク質の機能発現につながることを見いだしました。これは、タンパク質が機能し始める精巧な仕組みをリアルタイムで追跡した画期的な成果といえます。



反応する緑色蛍光タンパク質GFPのコヒーレントな核運動

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

チームリーダー　香取 秀俊　博士（工学）



▶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. Ushijima, I., Takamoto, M., and Katori, H.: “Operational magic intensity for Sr optical lattice clocks” , ***Phys. Rev. Lett.*** 121, 263202 (2018).
2. Takano, T., Takamoto, M., Ushijima, I., Ohmae, N., Akatsuka, T., Yamaguchi, A., Kuroishi, Y., Munekane, H., Miyahara, B., and Katori, H.: “Geopotential measurements with synchronously linked optical lattice clocks” , ***Nat. Photonics*** 10, 662-666 (2016).
3. 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).
4. Ushijima, I., Takamoto, M., Das, M., Ohkubo, T., and Katori, H.: “Cryogenic optical lattice clocks” , ***Nat. Photonics*** 9, 185-189 (2015).
5. Katori, H.: “Optical lattice clocks and quantum metrology” ***Nat. Photonics*** 5, 203-210 (2011).

▶主要メンバー

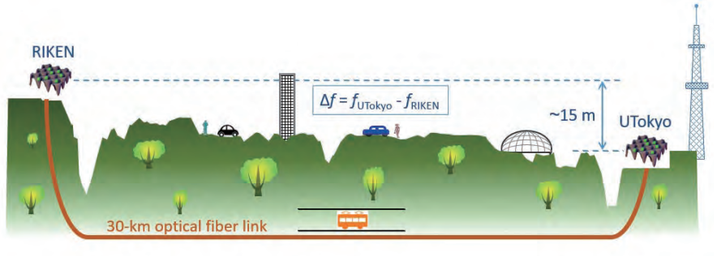
髙本 将男・山口 敦史・大前 宣昭・HINTON Andrew George

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

普遍な周期現象を利用して、皆で時間を共有する道具が時計です。太古から人々は、太陽の位置―地球の自転―を測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ています。この一方、原子時計は、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、魔法波長のプロトコルによって、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、現在までに20以上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に迫ろうとしています。

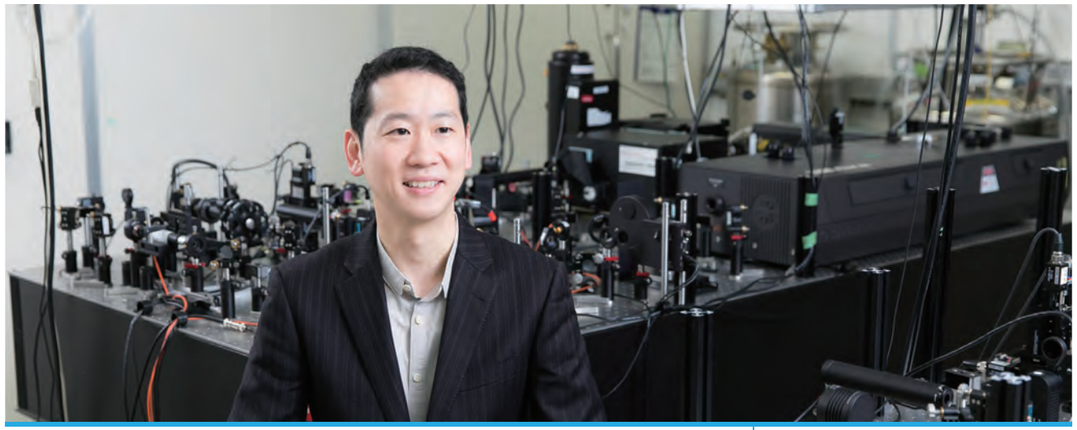
当チームでは、原子物理学・量子光学の手法を総動員して光格子時計の高精度化・小型化と長時間連続運転の実現に取り組み、光格子時計が生み出す新たな時間リソースを使った時空間エンジニアリングを展開しています。たとえば、可搬型の光格子時計をフィールドにもち出せば、原子時計は重力ポテンシャル計として 機能するでしょう。このような、相対論的測地の与えるインパクトを実験的に探究していきます。



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。

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

チームリーダー　加藤 雄一郎　Ph.D.



▶研究分野

総合理工、工学、数物系科学、化学

▶キーワード

光エレクトロニクス、量子デバイス、
ナノデバイス、カーボンナノチューブ、
フォトニック結晶

▶主要論文

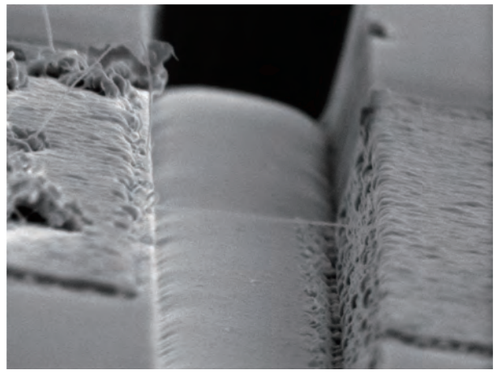
1. Ishii, A., He, X., Hartmann, N. F., Machiya, H., Htoon, H., Doorn, S. K., Kato, Y. K.: “Enhanced single photon emission from carbon nanotube dopant states coupled to silicon microcavities” , ***Nano Lett.*** 18, 3873 (2018).
2. Yoshida, M., Popert, A., Kato, Y. K.: “Gate-voltage induced trions in suspended carbon nanotubes” , ***Phys. Rev. B*** 93, 041402(R) (2016).
3. Jiang, M., Kumamoto, Y., Ishii, A., Yoshida, M., Shimada, T., Kato, Y. K.: “Gate-controlled generation of optical pulse trains using individual carbon nanotubes” , ***Nature Commun.*** 6, 6335 (2015).
4. Miura, R., Imamura, S., Ohta, R., Ishii, A., Liu, X., Shimada, T., Iwamoto, S., Arakawa, Y., Kato, Y. K.: “Ultralow mode-volume photonic crystal nanobeam cavities for high-efficiency coupling to individual carbon nanotube emitters” , ***Nature Commun.*** 5, 5580 (2014).
5. Kumamoto, Y., Yoshida, M., Ishii, A., Yokoyama, A., Shimada, T., Kato, Y. K.: “Spontaneous exciton dissociation in carbon nanotubes” , ***Phys. Rev. Lett.*** 112, 117401 (2014).

▶主要メンバー

石井 晃博・FANG Nan

電子や光子の量子性を利用する
光デバイスを目指して

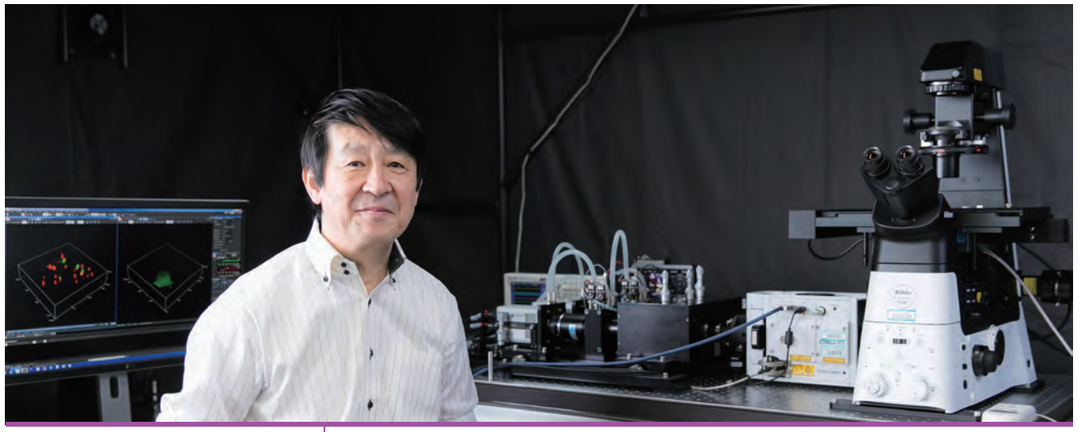
電子と光子の相互作用を巧みに利用するオプトエレクトロニクス技術は、太陽電池や発光ダイオードなど、私たちの社会で広く使われており、今も進歩が続いています。微小デバイス作製技術の発展に伴い、単一電子や単一光子による光電変換がもたらす技術革新も少しずつ現実味を帯びてきているのです。量子オプトエレクトロニクス研究チームでは、微細加工技術を駆使してナノ材料を組み込み、電子や光子の量子性を利用することで、従来の光デバイスとは異なる新しい機能を発現する素子の開発に挑んでいます。電子と光子の相互作用を量子力学的なレベルで制御し、電子スピンや光子統計を活用することで、光量子センサーや量子光源などの光量子デバイスの実現を目指しています。



架橋カーボンナノチューブ電界効果トランジスターの電子顕微鏡写真

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

チームリーダー　中野 明彦　理学博士



▶研究分野

総合生物、複合領域、総合理工
生物学／生化学

▶キーワード

膜交通、小胞輸送、
超解像ライブイメージング、
共焦点顕微鏡、細胞小器官

▶主要論文

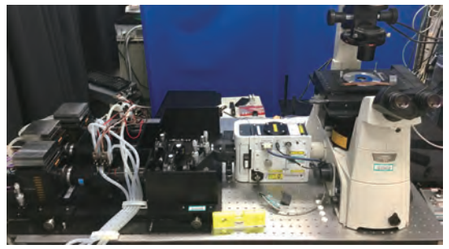
1. Kurokawa, K., Osakada, H., Kojidani, T., Suda, Y., Asakawa, H., Haraguchi, T., and Nakano, A.: “Visualization of secretory cargo transport within the Golgi apparatus in living yeast cells” , ***J. Cell Biol.*** in press.
2. Uemura, T., Nakano, R. T., Takagi, J., Wang, Y., Kramer, K., Finkemeier, I., Nakagami, H., Tsuda, K., Ueda, T., Schulze-Lefert, P., and Nakano, A.: “A Golgi-released subpopulation of the trans-Golgi network mediates protein secretion in Arabidopsis” , ***Plant Physiol.*** 179:519-532 (2019).
3. Ito,Y., Uemura, T., and Nakano, A.: “Golgi Entry Core Compartment functions as the COPII-independent scaffold for ER-Golgi transport in plant cells” , ***J. Cell Sci.*** 131:jcs203893 (2018).
4. Ito, Y., Toyooka, K., Fujimoto, M., Ueda, T., Uemura, T., and Nakano, A.: “The trans-Golgi network and the Golgi stacks behave independently during regeneration after Brefeldin A treatment in tobacco BY-2 cells” , ***Plant Cell Physiol.*** 58:811-821 (2017).
5. Ishii, M., Suda, Y., Kurokawa, K., and Nakano, A.: “COPI is essential for Golgi cisternal maturation and dynamics” , ***J. Cell Sci.*** 129:3251-3261 (2016).

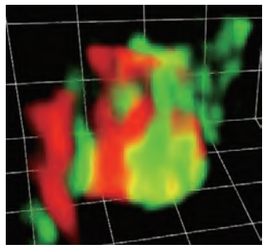
▶主要メンバー

黒川 量雄・戸島 拓郎・神 奈亜子・山本 航・
宮代 大輔・植村 知博・須田 恭之・伊藤 容子・
小杉 泰仁・石井 久美子・和賀 美保・
清水 優太朗

サブ波長高速イメージングで
生細胞内のナノスケールの活動を見る

光は、生命科学研究における最先端のツールです。中でも、GFPをはじめとする蛍光プローブの開発と光学顕微鏡技術の発達は、細胞レベルでの微細構造観察に、「生きたまま」という重要な要素を加え、生命活動の動的な理解に革命を起こしました。当研究チームでは、超高速共焦点スキャナと超高感度カメラシステムの組み合わせによって、高速かつ精細な撮像を行い、画像処理によって回折限界を大きく超える方法SCLIMを開発しています。この方法を用い、生細胞内の膜交通や細胞小器官動態を高速かつサブ波長空間解像の４次元で観察し、その分子機構を解明します。またこれらの顕微鏡技術の開発をさらに進め、医療、創薬等の応用分野にも展開します。





左：SCLIM2顕微鏡。
右：SCLIM2で撮像した酵母トランスゴルジ網（赤）と
そこで集合・離散するクラスリン（緑）。高速3D動画の１コマ。

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

チームリーダー　宮脇 敦史　医学博士

▶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

バイオイメージング、蛍光タンパク質、発色団

▶主要論文

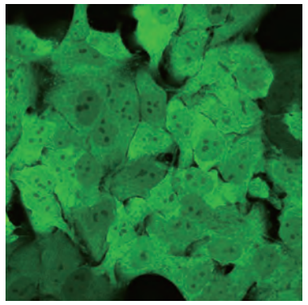
1. Iwano S., Sugiyama M., Hama H., Watakabe A., Hasegawa N., Kuchimaru T., Tanaka KZ., Takahashi M., Ishida Y., Hata J., Shimozono S., Namiki K., Fukano T., Kiyama M., Okano H., Kizaka-Kondoh S., McHugh TJ., Yamamori T., Hioki H., Maki S., Miyawaki A.: “Single-cell bioluminescence imaging of deep tissue in freely moving animals” , ***Science***, 359 (6378): 935-939. (2018).
2. Sakaue-Sawano A., Yo M., Komatsu N., Hiratsuka T., Kogure T., Hoshida T., Goshima N., Matsuda M., Miyawaki A.: “Genetically encoded tools for optical dissection of the mammalian cell cycle” , ***Mol. Cell***, 68: 626-640. (2017).
3. Hama H., Hioki H., Namiki K., Hoshida T., Kurokawa H., Ishidate F., Kaneko T., Akagi T., Saito T., Saido T., Miyawaki A.: “ScaleS: an optical clearing palette for biological imaging” , ***Nat. Neurosci.***, 18 (10): 1518-1529. (2015).
4. Kumagai A., Ando R., Miyatake H., Greimel P., Kobayashi T., Hirabayashi Y., Shimogori T., Miyawaki A.: “A Bilirubin-Inducible Fluorescent Protein from Eel Muscle” , ***Cell***, 153 (7): 1602-1611. (2013).
5. Shimozono S., Iimura T., Kitaguchi T., Higashijima SI., Miyawaki A.: “Visualization of an endogenous retinoic acid gradient across embryonic development” , ***Nature***, 496 (7445):363-366. (2013).

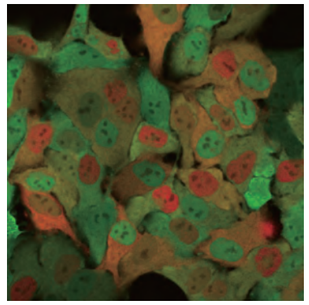
▶主要メンバー

平野 雅彦・道川 貴章・石館 文善・
筒井 秀和・星田 哲志・戸崎 麻子

光るタンパク質を活用する
バイオイメージング技術の開発

今、生物学はポストゲノム時代に突入したと言われています。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。ポストゲノムプロジェクトを云々するに、より実際的な意味において、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ジ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。





光色変換蛍光タンパク質Kaedeを発現するヒト由来HeLa細胞群。紫色レーザー光の局所照射の前（左）と後（右）。照射された細胞質あるいは核のみが緑―赤の色変換をします。

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

チームリーダー 横田 秀夫 博士(工学)

▶研究分野

工学、情報学

▶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

1. Morita, M., Shimokawa, K., Nishimura, M., Nakamura, S., Tsujimura, Y., Takemoto, S., Tawara, T., Yokota, H., Wemler, S., Miyamoto, D., Ikeno, H., Sato, A., Furuichi, T., Kobayashi, N., Okumura, Y., Yamaguchi, Y., Okamura-Oho, Y.: "ViBrism DB: an interactive search and viewer platform for 2D/3D anatomical images of gene expression and co-expression networks" , ***Nucleic Acids Research***, gky951 (2018).
2. Togashi, R., Tanaka, H., Nakamura, S., Yokota, H., Tange, K., Nakai, Y., Yoshioka, H., Hatarhima, H., Akita, H.: "A hepatic pDNA delivery system based on an intracellular environment sensitive vitamin E-scaffold lipid-like material with the aid of an anti-inflammatory drug" , ***Journal of Controlled Release***, Vol. 279(10): 262-270 (2018).
3. An, G., Omodaka, K., Tsuda, S., Shiga, Y., Takada, N., Kikawa, T., Nakazawa, T., Yokota, H., Akiba, M.: "Comparison of Machine-Learning Classification Models for Glaucoma Management" , ***Journal of Healthcare Engineering,*** Vol. 2018, Article ID 6874765 (2018).
4. Sakane, A., Yoshizawa, S., Yokota, H., Sasaki, T.: "Dancing Styles of Collective Cell Migration: Image-Based Computational Analysis of JRAB/MICAL-L2" , ***Frontiers in Cell and Developmental Biology,*** Vol. 6, Article 4: 1-7 (2018).
5. Miyagawa, S., Yoshizawa, S., Yokota, H.: "Trimmed Median PCA for Robust Plane Fitting" , ***Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing,*** pp. 753-757 (2018).

▶主要メンバー

吉澤 信・竹本 智子・道川 隆士・森田 正彦・
山下 典理男・樋口 俊郎・藤崎 和弘・
古城 直道・井尻 敬・大山 慎太郎・深作 和明・
中村 佐紀子・辻村 有紀・西村 将臣

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、生命現象を定量化する新規ツールを確立することにより、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。

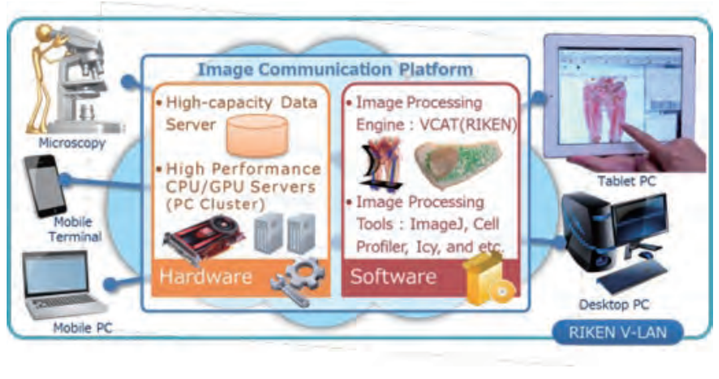
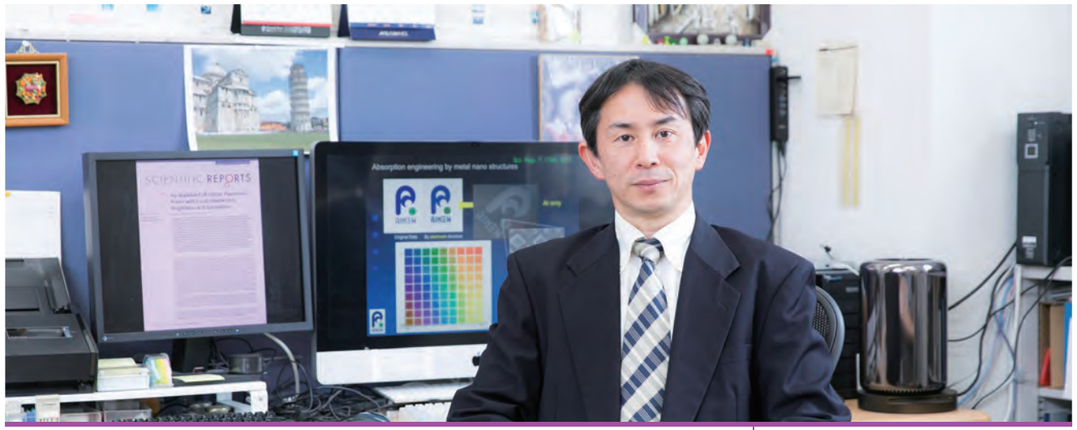


Image Processing Cloud

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

チームリーダー 田中 拓男 博士(工学)



▶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、応用光学

▶主要論文

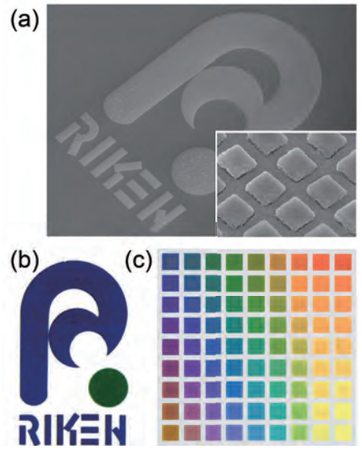
1. Le, H.-H.-T., Morita, A., Mawatari, K., Kitamori, T., and Tanaka, T: "Metamaterials-Enhanced Infrared Spectroscopic Study of Nanoconfined Molecules by Plasmonics-Nanofluidics Hydrid Device" , ***ACS Photonics*** 5, 3179-3188 (2018).
2. Le, H.-H.-T., and Tanaka, T: "Plasmonics Nanofluidics Hydrid Metamaterial: An Ultra-Sensitive Platform for Infrared Absorption Spectroscopy and Quantitative Measurement of Molecules" , ***ACS Nano*** 11, 9780-9788 (2017).
3. Mudachathi, R. and Tanaka, T.: "Up Scalable Full Colour Plasmonic Pixels with Controllable Hue, Brightness and Saturation" , Sci. Rep. 7, 1199 (2017).
4. Yokota, Y., Ueno, K., Misawa, H., and Tanaka, T.: "Spectroscopic Properties of Gold Curvilinear Nanorod Arrays" , ***Photonics*** 3, 18 (2016).
5. Chen, C.-C., Ishikawa, A., Tang, Y.-H., Shiao, M.-H., Tsai, D. P., and Tanaka, T.: "Uniaxial-isotropic Metamaterials by Three-dimensional Split-Ring Resonators" , ***Adv. Opt. Mater.*** 3, 44-48 (2015).

▶主要メンバー

早澤 紀彦・LE Thu・
BALOIS Maria Vanessa・
RANJAN Bikas・橋谷田 俊・武安 伸幸・
森竹 勇斗

サブ波長構造を用いて光を思いのままに操る

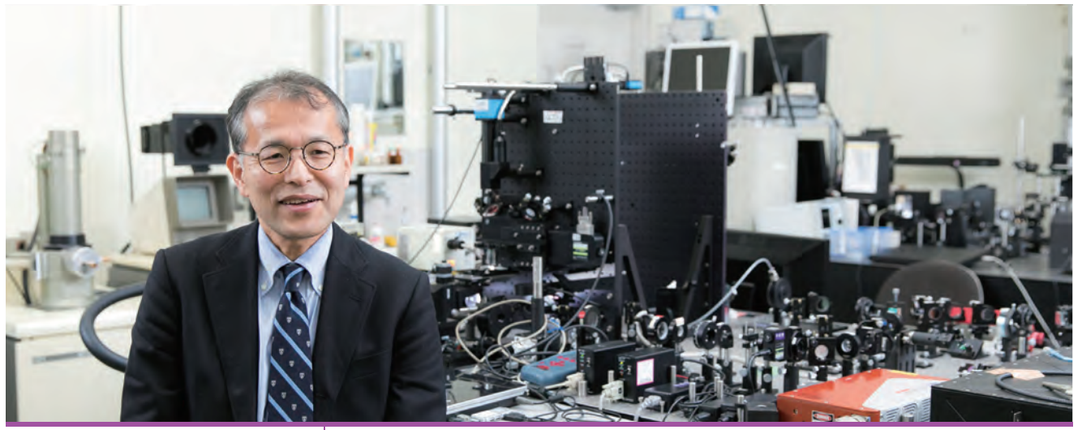
当チームでは、サブ波長スケールの極微細構造と光波との相互作用やそこから生み出される光学現象や光機能を研究し，さらにそれらを、フォトンを思いのままに創成・操作する技術として深化させます。そして、その新しい光科学技術を用いて、ナノメートルスケールの極微細の構造を有する立体構造物を自由に作りだす光加工技術や、分子を１つずつ検出・同定できる超高感度な光センシング技術などの実現へと展開します。図はその一例で、図(a)は、サブ波長サイズのアルミニウム構造からなる光吸収体でつくった理研のロゴの電子顕微鏡写真です。この構造は、光の波長と比較して遙かに薄い構造にもかかわらず、そのサイズや形で決まる特定の波長の光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」

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

チームリーダー　杉岡 幸次　工学博士



▶研究分野

工学、材料科学、総合理工

▶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

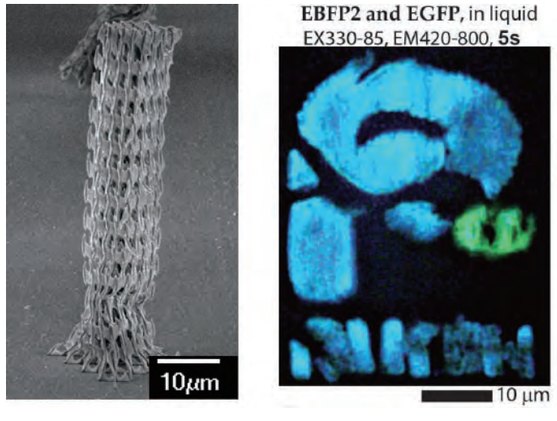
1. Bai S., Serien D., Hu A., and Sugioka K.: “Three-dimensional microfluidic SERS chips fabricated by all-femtosecond-laser-processing for real-time sensing of toxic substances” , ***Adv. Func. Mater.*** 28, 1706262 (2018).
2. He F., Yu J., Tan Y., Chu W., Zhou C., Cheng Y., and Sugioka K.: “Tailoring femtosecond 1.5-μm Bessel beams for manufacturing high-aspect-ratio through-silicon vias” , ***Sci. Rep.*** 7, 40785 (2017).
3. 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 (2015).
4. Sugioka K. and Cheng Y.: “Femtosecond laser three-dimensional micro- and nanofabrication” , Appl. Phys. Rev. 1, 041303 (2014).
5. Sugioka K. and Cheng Y.: “Ultrafast lasers - reliable tools for advanced materials processing” , Light: Sci. Appl. 3, e149 (2014).

▶主要メンバー

小幡 孝太郎・ZHANG Dongshi・
SERIEN Daniela・青柳 克信・花田 修賢・
中嶋 聖介・SIMA Felix

フェムト秒レーザーで
純粋なタンパク質の３次元マイクロ・ナノ構造を構築する

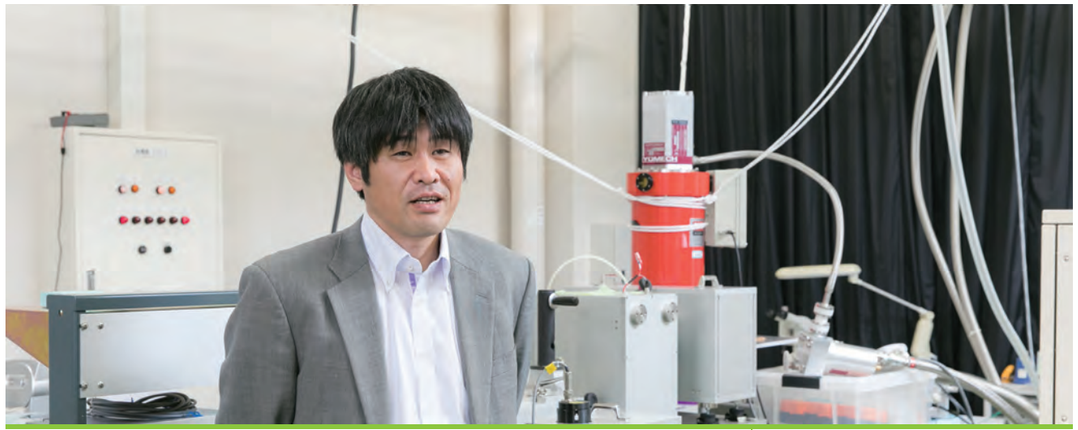
フェムト秒レーザーはピーク強度がきわめて高いため、非線形多光子吸収により透明材料に対しても強い吸収を生じさせることができます。これによりフェムト秒レーザー光を適当なエネルギーでタンパク質分子を含む溶液あるいは薄膜中に集光すると、集光点でのみ多光子吸収を生じさせることができ、タンパク質分子を励起できます。その後励起されたタンパク質分子同士は重合し、固体構造を形成します。さらに集光したレーザー光を走査することにより、純粋なタンパク質からなる３次元マイクロ・ナノ構造体を作製する技術を開発しました。本チームでは、この手法を用いて、複雑な３次元形状のウシ血清アルブミン（Bovine serum albumin: BSA）構造体の作製に成功しました。さらに、１つの基板上に高感度緑色蛍光タンパク質と高感度青色蛍光タンパク質を形成し、２色同時蛍光イメージ（理研ロゴ）の取得を実現しました。作製したタンパク質の３次元構造体は、細胞培養、再生医療、バイオチップ、マイクロマシーン等、幅広い応用が期待できます。



（左）複雑な３次元形状のウシ血清アルブミン（Bovine serum albumin: BSA）。
（右）高感度青色蛍光タンパク質と高感度緑色蛍光タンパク質のフェムト秒レーザー３次元造形により作製された理研ロゴ。

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

チームリーダー　大谷 知行　博士（理学）



▶研究分野

総合理工、化学、工学、分子生物／遺伝学

▶キーワード

テラヘルツ科学、テラヘルツ分光、
テラヘルツイメージング、テラヘルツ制御、
超伝導検出器

▶主要論文

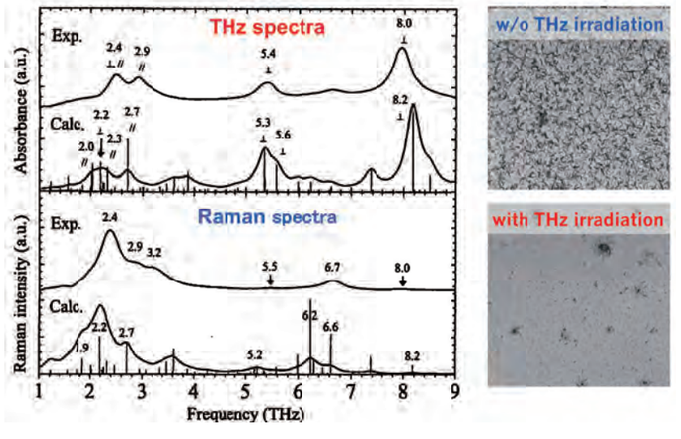
1. Tapsanit, P., Yamashita, M., and Otani, C.: “Absorption optimization of selective metamaterial solar absorbers using the analytical solutions,” ***J. Opt. Soc. Am. B.,*** submitted (2018).
2. Yaekashiwa, N., Otsuki, S., Hayashi, S., and Kawase, K.: “Verification of non-thermal effects of 0.3-0.6 THz-waves on human cultured cells,” ***Electromagn. Biol. Medicine,*** submitted (2018).
3. Yamazaki, S., Harata, M., Idehara, T., Konagaya, K., Yokoyama, G., Hoshina, H., and Ogawa, Y.: “Actin polymerization is activated by terahertz irradiation,” ***Scientific Reports,*** volume 8, Article number: 9990 (2018).
4. Hoshina, H., Iwasaki, Y., Katahira, E., Okamoto, M., and Otani, C.: “Structure and dynamics of bound water in poly (ethylene-vinylalcohol) copolymers studied by terahertz spectroscopy” , ***Polymer,*** vol. 148 pp.49-60, (2018).
5. Nagasaki, T., Choi, J., Génova-Santos, R. T., Hattori, M., Hazumi, M., Ishitsuka, H., Karatsu, K., Kikuchi, K., Koyano, R., Kutsuma, H., Lee, K., Mima, S., Minowa, M., Nagai, M., Naruse, M., Oguri, S., Otani, C., Rebolo Lopez, R., Rubiño-Martín, J. A., Sekimoto, Y., Semoto, M., Suzuki, J., Taino, T., Tajima, O., Tomita, N., Uchida, T., Won, E., and Yoshida, M.: “GroundBIRD - observation of CMB polarization with a high-speed scanning and MKIDs” , ***J. Low Temperature Phys.,*** 193, pp. 1066-1074 (2018).

▶主要メンバー

山下 将嗣・保科 宏道・美馬 覚・
佐々木 芳彰・吉峯 功・八重柏 典子・
小栗 秀悟・山崎 祥他・河野 久雄・川瀬 晃道・
野口 卓・沓間 弘樹・ZHENG Xiabo

テラヘルツセンシング、
イメージングと応用開拓

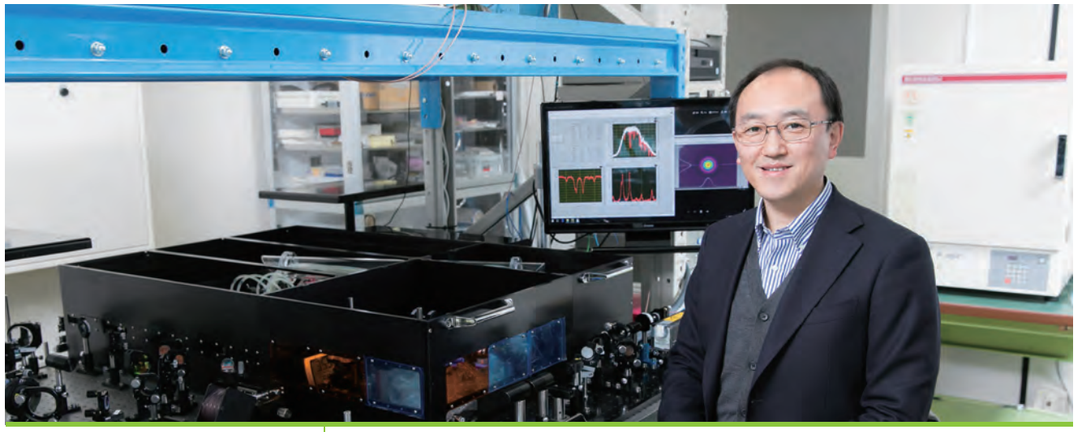
テラヘルツ光は、物質透過性や物質固有の吸収スペクトルの存在といった特長を有し、研究・産業の広範な分野で利用が期待されています。当チームでは、テラヘルツ光をプローブとするセンシングとイメージングを基軸として、新技術開発と研究・応用分野開拓を進めています。特に、高分子のテラヘルツ分光学研究、テラヘルツ光の照射による分子構造と機能の制御に関する研究、超高感度ミリ波・テラヘルツ波イメージングデバイス開発による宇宙マイクロ背景放射の観測、高強度テラヘルツ光による物性研究などを行うとともに、企業・外部機関と連携して種々の応用開拓も進めています。



（左）生分解性ポリマー（PHB）のテラヘルツ・ラマンスペクトル。
（右）高強度テラヘルツ光照射によるPHBの構造変化（照射なし・あり）。

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

チームリーダー　南出 泰亜　博士（工学）



▶研究分野

工学、総合理工

▶キーワード

高出力テラヘルツ波光源開発、
高感度テラヘルツ波検出、テラヘルツ波応用、
非破壊検査応用、非線形光学

▶主要論文

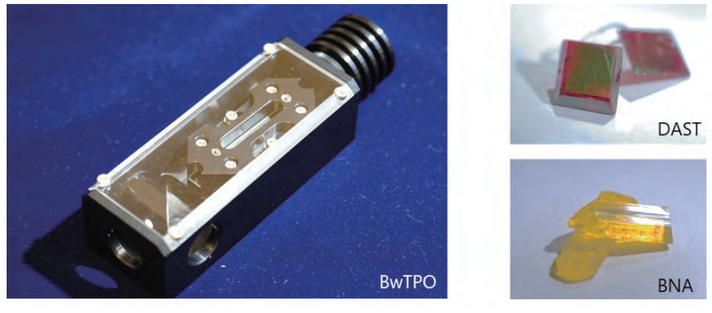
1. Nawata, K., Tokizane, Y., Takida, Y., Minamide, H.: “Tunable Backward Terahertz-wave Parametric Oscillation” , ***Scientific Reports***, 9, 726, 1-6, (2019).
2. Moriguchi, Y., Tokizane, Y., Takida, Y., Nawata, K., Eno, T., Nagano, S., Minamide, H.: “High-average and high-peak output-power terahertz-wave generation by optical parametric down-conversion in $MgO:LiNbO_3$” , ***Appl. Phys. Lett.***, 113, 121103, (2018).
3. Han, Z., Ohno, S., Tokizane, Y., Nawata, K., Notake, T., Takida Y., Minamide, H.: “Off-resonance and in-resonance metamaterial design for a high-transmission terahertz-wave quarter-wave plate” , ***Optics Letters***, Vol. 43, Issue 12, pp. 2977-2980, (2018).
4. Bernerd, C., Segonds, P., Debray, J., Notake, T., Koyama, M., Minamide, H., Ito, H., Boulanger, B.: “Quadratic nonlinear optical properties of the organic N-benzyl-2-methyl-4-nitroaniline (BNA) biaxial crystal” , ***Optics Letters***, Vol. 43, No.8, pp.1818-1821, (2018).
5. Han, Z., Ohno, S., Tokizane, Y., Nawata, K., Notake, T., Takida, Y., Minamide, H.:“Thin terahertz-wave phase shifter by flexible film metamaterial with high transmission” , ***Optics Express***, Vol. 25, Issue 25, pp. 31186-31196, (2017).

▶主要メンバー

野竹 孝志・縄田 耕二・瀧田 佑馬・時実 悠・
小山 美緒・
KARSAKLIAN DAL BOSCO Andreas・
HAN Zhengli・森口 祥聖

最先端テラヘルツ波技術で世界を切り拓く

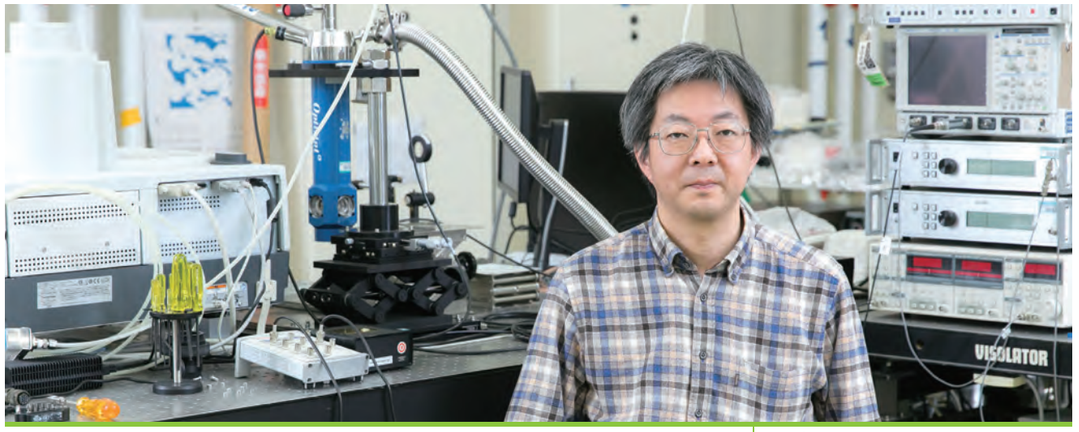
当チームでは、幅広いテラヘルツ波(THz波)応用分野で利用可能な新しい波長可変THz波光源の開発を、独創的な発想・手法で行い、応用分野の隅々まで THz波光を届けることを目指しています。非線形光学現象を利用して、高性能なTHz波光源開発を行い、「高出力」、「広帯域同調」、「高安定」、「狭線幅(CW)」、「高速・ランダム波長可変」などの新規技術開発に取り組み、研究を進めています。また、高感度なTHz波検出に関する研究や、世界に向けたTHz波領域のスペクトルデータベースの公開も積極的に行っています。一方、研究グループ間での共同研究も行い、開発した光源と組み合わせた応用展開、THz波応用分野の開拓にも尽くします。研究進展において必要な技術開発などは、広く産業界の協力を得ながら、世界をリードするTHz波光源・検出・応用の確立を目指します。



理化学研究所で開発されたテラヘルツ波光源（左）と有機非線形光学結晶（右）

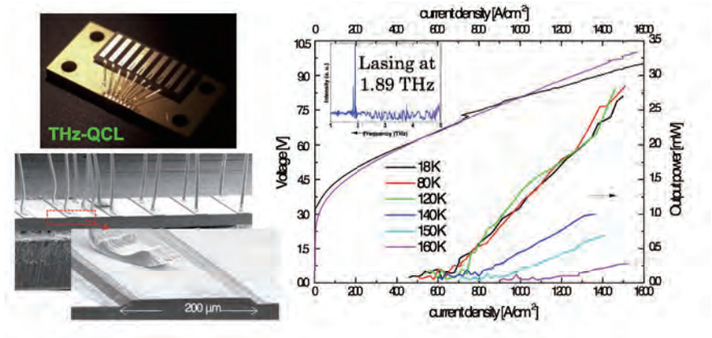
テラヘルツ量子素子研究チーム Terahertz Quantum Device Research Team

チームリーダー　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TH z ー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）の構造と動作特性

▶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、
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

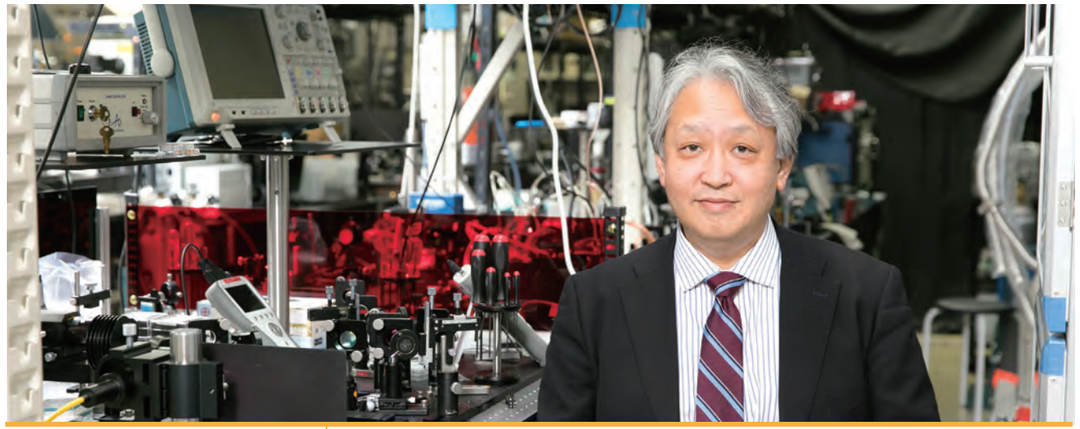
1. Wang, K., Grange, T., Lin, T., Wang, L., Jehn, Z., Birner, S., Yun, J., Terashima, W. and Hirayama, H.: “Broading mechanisms and self-consistent gain calculation for GaN quantum cascade laser structures” , ***Appl. Phys. Lett.***, vol. 113, No. 6, 061109 1-5 (2018).
2. Lin, T., Wang, L., Wang, K., Grange T. and Hirayama, H.: “Optimization of terahertz quantum cascade lasers by suppressing carrier leakage channel via high-energy state” , ***Appl. Phys. Express***, vol. 11, No. 11, 112702 1-5 (2018).
3. Wang, K., Lin, T., Wang, L., Terashima, W. and Hirayama, H.: “Controlling loss of waveguides for potential GaN terahertz quantum cascade lasers by tuning the plasma frequency of doped layers” , ***Jap. J. Appl. Phys.*** Vol. 57, No. 8, 081001 1-5 (2018).
4. Lin, T. and Hirayama, H.: “Variable barrier height AlGaAs/GaAs quantum cascade laser operating at 3.7 THz” , ***physica status solidi (a)***, Vol. 125, pp. 1700424 (2017).
5. TLin, T. T. and Hirayama, H.: “Design for stable lasing of an indirect injection THz quantum cascade laser operating at less than 2 THz” , ***International Journal of Materials Science and Applications***, Vol. 6, No. 5, pp. 230-234 (2017).

▶主要メンバー

林 宗澤・定 昌史・WANG Li・
KHAN Muhammad Ajmal・藤川 紗千恵・
WANG Ke

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

チームリーダー　和田 智之　Ph.D.



▶研究分野

工学、数物系科学、生物学／生化学、農学

▶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

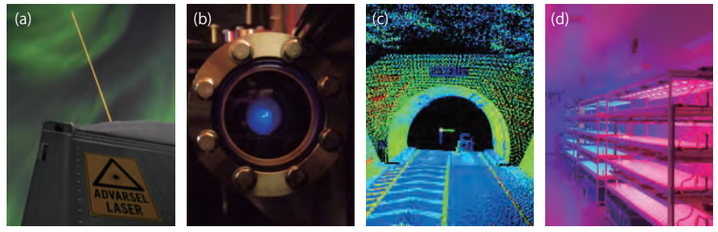
1. Yumoto, M., Saito, N., Lin, T., Aoki, A., Kawamura, K., Izumi, Y., and Wada, S.: “High-energy, nanosecond pulsed Cr:CdSe laser with a 2.25–3.08 μm tuning range for laser biomaterial processing” , ***Biomedical Optics Express***, Vol.9, No.11, pp 5645-5653 (2018).
2. Narita, M., Higuchi, M., Ogawa, T., Wada, S., Miura, A., and Tadanaga, K.: “Float zone growth and spectroscopic properties of Yb:CaYAlO4 single crystal for ultra-short pulse lasers” , ***Opt. Materials.*** 80, 57-61 (2018).
3. Ejiri, M. K., Nakamura, T., Tsuda, T. T., Nishiyama, T., Abo, M., Takahashi, T., Tsuno, K., Kawahara, T. D., Ogawa, T., and Wada, S.: “Vertical fine structure and time evolution of plasma irregularities in the Es layer observed by a high-resolution Ca+ lidar” , ***Earth, Planets and Space***, 71.3 (2018).
4. Abdellaoui, G., Abe, S., Acheli, A., Adams, J. H., Ogawa, T., Wada, S., et al., The JEM-EUSO Collaboration, “First observations of speed of light tracks by a fluorescence detector looking down on the atmosphere” , ***J. Instrumentation*** 13, P05023 (2018).
5. Maruyama, M., Yumoto, M., Kase, K., Takahashi, K., Nakai, Y., Wada, S., Yano, Y., and Motizuki, Y.: “A prototype novel laser-melting sampler for analyzing ice cores with high depth resolution and high throughput” , ***RIKEN Accelerator Progress Report 2017***, vol.51, p.16 (2018).

▶主要メンバー

斎藤 徳人・加瀬 究・松山 知樹・佐々 高史・
小川 貴代・湯本 正樹・藤井 克司・
LOUTCHEV Anatolievich Oleg・宮田 憲太郎・
丸山 真幸・村上 武晴・小田切 正人・
齋藤 洋太郎・小林 峰・小池 佳代・白 ランラン・
坂下 亨男・月花 智博・津野 克彦・安井 一・
国本 幸紀・小町 祐一・大野 陽子

基礎科学の研究や社会課題解決の要となる光量子技術の開発

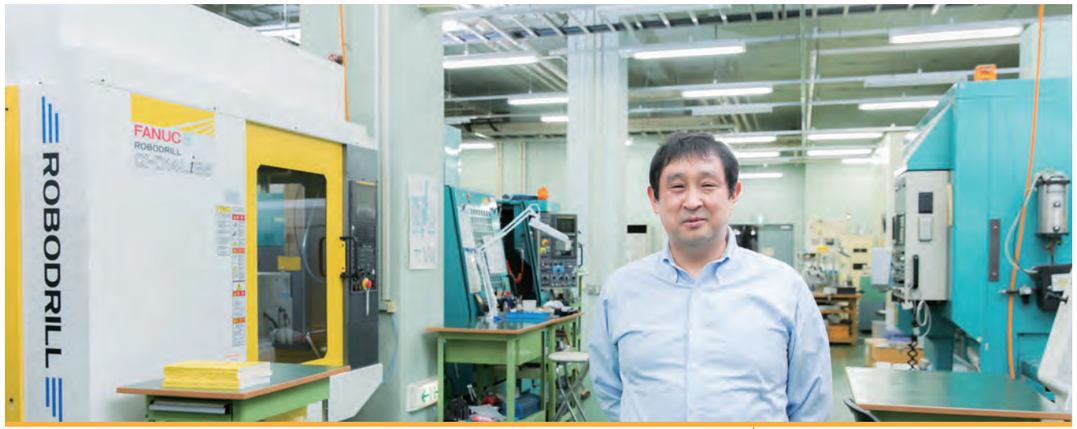
当チームは、自然環境の保護、健康維持、老朽化したインフラの検査やエネルギー資源問題など、人類の暮らしにおける重要な課題に、光技術を駆使して取り組んでいます。具体的な研究の柱として、生活や産業現場で発生するさまざまなガスを計測対象とした光学的遠隔検知システム、高エネルギー宇宙線の飛来の有無や太陽活動の指標となる大気情報を得るための大気モニター用リモートセンシングシステム、健康状態を知る手がかりとなるレーザー呼気計測技術、トンネルの劣化を検出するための近距離ライダー、太陽光を直接エネルギー源としたレーザーシステムの開発を推進しています。また、次世代のバイオ、医療、農業への応用を目的とした、新しい医療用レーザー、光音響計測法、光生体反応センシングシステムの開発にも取り組んでいます。これらの研究を通して、人類が安全、安心に生活できる社会環境を形成、保持していくことに貢献します。併せて、素粒子物理学のブレークスルーに必須の要素技術、高出力ライマンαコヒーレント光源の開発とそれを用いた粒子制御、レーザーを基礎とした小型中性子源などの基礎科学の研究も推進しています。これらの応用研究は、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。



(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）トプコン
(d) 植物栽培への光量子制御技術の導入。

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

チームリーダー　山形 豊　博士（工学）



▶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. Yamada, M., Filges, U., Hosobata, T., Yamagata Y., Rantsiou, E.: “Adaptive focusing optics for extreme conditions” , ***J. Neutron Research***, 20 (2018), 113-116, DOI: 10.3233/JNR-180092.
2. Hosobata, T., Yamada, L., Hino, M., Yamagata, Y., Kawai, T., Yoshinaga, H., Hori, K., Takeda, M., Takeda, S., Morita, S.: “Development of precision elliptic neutron-focusing supermirror” , ***Opt. Express*** 25, 20012-20024 (2017).
3. Yamagata, Y., Hirota, K., Ju, J., Wang, S., Morita, S., Kato, J., et al. : “Development of a neutron generating target for compact neutron sources using low energy proton beams” , ***Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*** 03/2015; 305(3).
4. Takeda, S., Yamagata, Y., Yamada, N., Hino, M., Hosobata, T., Guo, J., Morita, S., Oda, T., Furusaka, M., “Development of a large plano-elliptical neutron-focusing supermirror with metallic substrates” , ***Optics Express***, 24(12) 12478 (2016) DOI:10.1346/OE.24.012478.
5. Tamamitsu, M., Kitagawa, Y., Nakagawa, K., Horisaki, R., Oishi, Y., Morita, S., Yamagata, Y., Motohara, K., Goda, K., “Spectrum slicer for snapshot spectral imaging” , ***Optical Engineering*** 12/2015; 54(12):123115.

▶主要メンバー

城田 幸一郎・田島 右副・海老塚 昇・
青木 弘良・細畠 拓也・武田 晋・
森田 晋也・竹田 真宏

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 (2) 超精密切削加工などによる微細構造形成技術 (3) エレクトロスプレーデポジション法を用いた高分子・生体材料、有機半導体材料の微細加工および薄膜形成 (4) マイクロ流体チップによる生化学・生物研究・分析のためのデバイス開発を行っています。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。

超精密加工技術により開発中の金属基材を用いた中性子ビーム集光用回転楕円ミラー

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

チームリーダー　大竹 淑恵　理学博士

▶研究分野

物理学、工学、総合理工

▶キーワード

加速器小型中性子源システム、金属材料組織観察、インフラ非破壊観察技術開発、
コンクリート劣化水分空隙可視化、
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

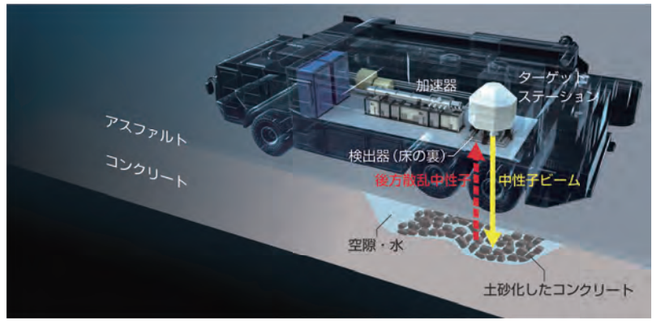
1. Yoshimura, Y., Mizuta, M., Sunaga, H., Otake, Y., Kubo, Y., and Hayashizaki, N.: "Influence of ASR Expansion on Concrete Deterioration Observed with Neutron Imaging of Water, Proceedings of the 6th International Symposium on Life-Cycle Civil Engineering" , ***IALCCE 2018***, pp.583-588, (2018) . Ghent, Belgium
2. Taketani, A., Wakabayashi, Y., Otake, Y., Ikeda, Y., Wakabayashi, T., Kono, K., Kai, T., Oikawa, K., Sunaga, H., Yamada, M., and Nakayama, T.: "Quantification of Localized Water Image in Under-Film Corroded Steel with High Spatial Resolution, High Time Resolution, and Wide View by Neutron Radiography" , ***J MATERIALS TRANSACTIONS***, Vol.59 No.6 pp.976-983, (2018). doi.org/10.2320/matertrans.M2018017
3. Wakabayashi, Y., Taketani, A., Hashiguchi, T., Ikeda, Y., Kobayashi, T., Sheng Wang, Mingfei Yan, Harada, M., Ikeda, Y., and Otake, Y.: " A function to provide neutron spectrum produced from the 9Be + p reaction with protons of energy below 12 MeV[J]." , ***Journal of Nuclear Science and Technology***, Vol. 55 pp.859-867, (2018). doi.org/10.1080/00223131.2018.1445566
4. Ikeda, Y., Otake, Y., and Mizuta,M.: "Nondestructive measurement for water and voids in concrete with compact neutron source" , ***Plasma and Fusion Research,*** Vol.13 pp.2406005-1-5, (2018) . DOI: 10.1585/pfr.13.2406005
5. Ikeda, Y., Takamura, M., Hakoyama, T., Otake, Y., Kumagai, M., and Suzuki:, H.: "Development of On-site measurement Technique of Retained Austenite Volume Fraction by Compact nNeutron Source RANS 小型中性子源の現場利用を目指した残留オーステナイト相分率測定手法の開発" , ***Tetsu to Hagane***, vol.104, No.3 pp.18-24, (2018). doi.org/10.2355/tetsutohagane. TETSU-2017-080

▶主要メンバー

竹谷 篤・須長 秀行・髙村 正人・小林 知洋・
若林 泰生・水田 真紀・高梨 宇宙・池田 翔太・
吉村 雄一・箱山 智之・見原 俊介・後藤 誠・
松崎 義夫・箸蔵 晴彦

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

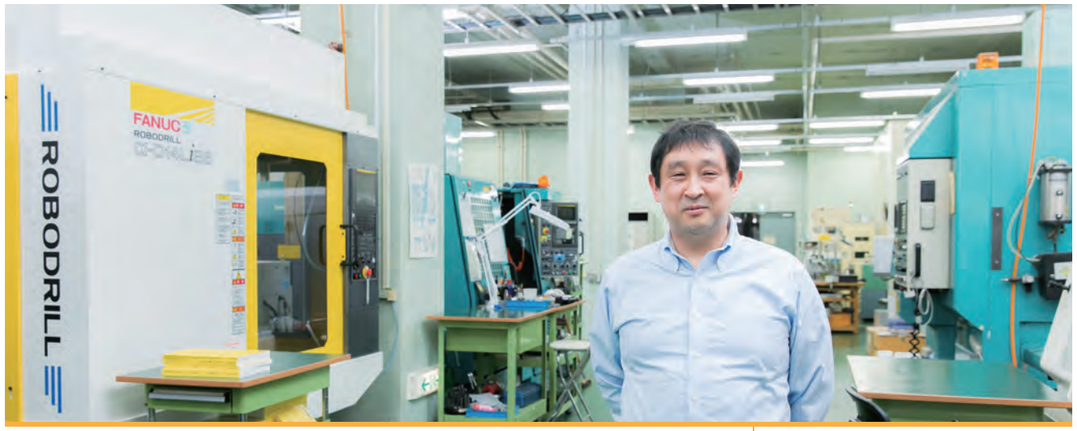
私たちは理研キャンパス内において小型中性子源システムを基軸とする新しいコンパクト線源および非破壊計測技術の研究開発を行っています。理研小型中性子源システムRANS(ランズ RIKEN Accelerator-driven compact neutron source)は、大きく二つの開発目標があり、一つは、ものづくり分野など産業利用の現場で利用できるコンパクトな評価解析装置システムの実現、もう一つは、社会ならびに産業インフラ予防保全、防災に役立つ非破壊観察技術の開発です。RANSでは塗膜鋼材腐食と水の動きの可視化定量評価法の確立、コンクリート内の空隙および水に対する反射中性子（後方散乱中性子）を利用する非破壊検査法を世界で初めて開発し、さらに塩害による劣化を初期予防するための塩分検出技術開発に取り組んでいます。また高張力鋼板等の革新材料開発に貢献する、複相鋼板オーステナイト相分率の高精度評価（1%以下）に成功しました。これにより、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。

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

チームリーダー　山形 豊　博士（工学）



▶研究分野

工学、総合理工

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

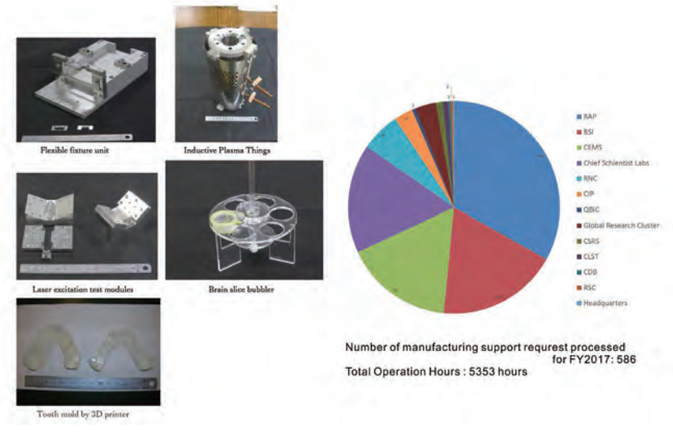
1. Ishizuka M., Mikami M., Leys J. F., Shao Y., Yamada Y., and S. Heidenreich.: "Power law relation between size-resolved vertical dust flux and friction velocity measured in a fallow wheat field" , ***Aeolian Research,*** 12, pp.87-99, (2014).
2. Abulaiti, A., Kimura, R., Shinoda, M., Kurosaki, Y., Mikami, M., Ishizuka, M., Yamada, Y., Nishihara, E., Gantsetseg, B.: "An observational study of saltation and dust emission in a hotspot of Mongolia" , ***Aeolian Research,*** 2014.05.002, pp.169-176, (2014).
3. Yamazawa, K., Teshima, Y., Watanabe, Y., Ikegami, Y., Fujiyoshi, M., Oouchi, S., 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., 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., Suzuki, H.: "Proposal for Artificial Bone Formation using Powder-layered Manufacturing: Surface and Internal Chemical Composition of Formed Artificial Bone" , ***Transactions of the Japanese Society for Medical and Biological Engineering,*** Vol.47 No. 4, 359-365, (2009).

▶主要メンバー

山澤 建二・池田 滋・霜田 進・
洲之内 啓・藤本 武・竹田 真宏・綿貫 正大

最先端の科学研究をものづくり技術で支援

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、装置の構想・詳細設計、製作、あるいは既設装置の改良・改修等を一貫して行うことにあります。また、機械工作、ガラス工作、電気工作に関わ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2017年度の工作依頼件数の分布

Memo