



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

2018 - 2019

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>

# 無限の可能性を秘める光科学その地平を拓く



## 光量子工学研究センター

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、蛍光タンパク質を用いた環境モニタリング、超高精度な光格子時計による相対論的な測地学……。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までに行き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



### 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
- 眼疾患クラウド診断融合連携研究チーム …… 13  
チームリーダー 秋葉 正博

### 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 …… 14  
チームリーダー 大谷 知行
- テラヘルツ光源研究チーム …… 15  
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 …… 16  
チームリーダー 平山 秀樹

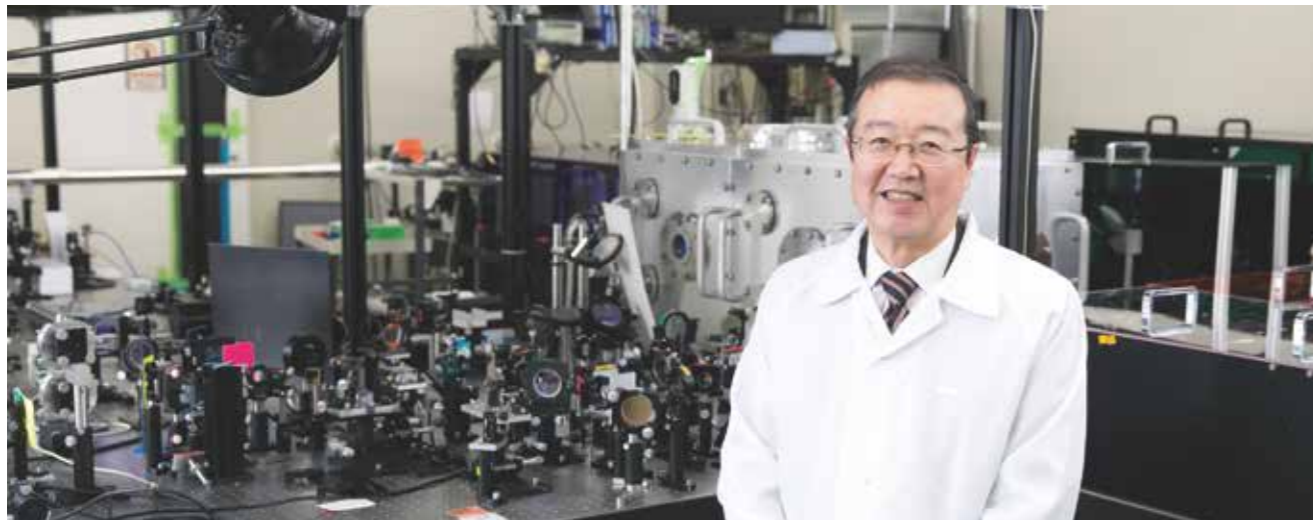
### 光量子技術基盤開発領域

- 光量子制御術開発チーム …… 17  
チームリーダー 和田 智之
- 先端光学素子開発チーム …… 18  
チームリーダー 山形 豊
- 中性子ビーム技術開発チーム …… 19  
チームリーダー 大竹 淑恵
- 技術基盤支援チーム …… 20  
チームリーダー 山形 豊



## 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

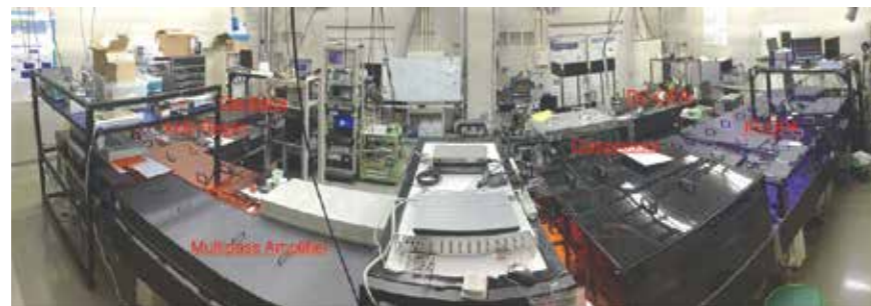
1. Nabekawa, Y., Furukawa, Y., Okino, T., Eilanlou, A. A., Takahashi, E. J., Yamanouchi, K., and Midorikawa, K.: "Sub-10-fs control of dissociation pathways in the hydrogen molecular ion with a few-pulse attosecond pulse train," *Nat. Commun.* 7, 12835 (2016).
2. Okino, T., Furukawa, Y., Nabekawa, Y., 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).
3. Nabekawa, Y., Furukawa, Y., Okino, T., Eilanlou, A. A., Takahashi, E. J., Yamanouchi, K., and Midorikawa, K.: "Settling time of a vibrational wavepacket in ionization," *Nat. Commun.* 6, 8197 (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・銅川 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・戸田 圭亮

### 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

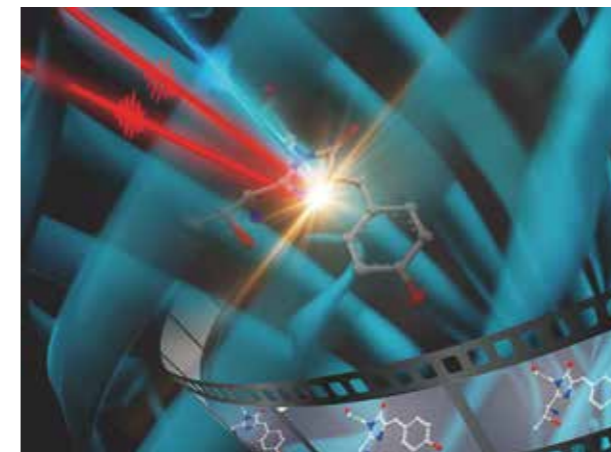
## 超高速分子計測研究チーム Ultrafast Spectroscopy Research Team

チームリーダー 田原 太平 理学博士



### 100兆分の1秒の光パルスで 反応する分子の核の動きを直接観測

現代科学の重要な課題の一つは、生体分子をはじめとする複雑な分子系がその高い機能をどのように実現しているかを解明し、それを元にさらに優れた機能を生み出すことです。そのためには、基本分子系～複雑分子系～不均一複雑系という物質の階層にまたがって進む分子の変化をフェムト秒 (1,000兆分の1秒、 $10^{-15}$ 秒) の高い時間分解能で観測し、明らかにすることが必要です。超高速分子計測研究チームでは極限的な光技術を駆使して超高速分光や非線形分光の新しい計測法を開発し、複雑な分子の変化や機能を直接観測、解明、操作することで、新しい機能創出に向けた知的基盤の確立を目指しています。その一環として、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「フェムト秒時間分解インパルス・ラマン分光法」を開発しました。これを用いて光を吸収したタンパク質のフェムト秒の構造変化の観測に成功し、タンパク質が機能し始める精巧な仕組みの追跡を可能にしました。



極限的なフェムト秒パルスを用いた光応答性タンパク質のコヒーレントな核運動の観測

▶ 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. Kuramochi, H., Takeuchi, S., Yonezawa, K., Kamikubo, H., Kataoka M., Tahara, T.: "Probing the early stages of photoreception in photoactive yellow protein with ultrafast time-domain Raman spectroscopy," *Nat. Chem.*, 9, 660 (2017).
2. Inoue, K., Singh P. C., Nihonyanagi S., Yamaguchi, S., Tahara, T.: "Cooperative hydrogen-bond dynamics at a zwitterionic lipid/water interface revealed by 2D HD-VSFG spectroscopy," *J. Phys. Chem. Lett.*, 8, 5160 (2017).
3. Singh, P. C., Inoue, K., Nihonyanagi S., Yamaguchi S., 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).
4. Matsuzaki, K., Kusaka, R., Nihonyanagi S., Yamaguchi, S., Nagata, T., 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).
5. Kuramochi, H., Takeuchi, S., Tahara, T.: "Femtosecond time-resolved impulsive stimulated Raman spectroscopy using sub-7-fs pulses: Apparatus and applications," *Rev. Sci. Instrum.* 87, 043107 (2016).

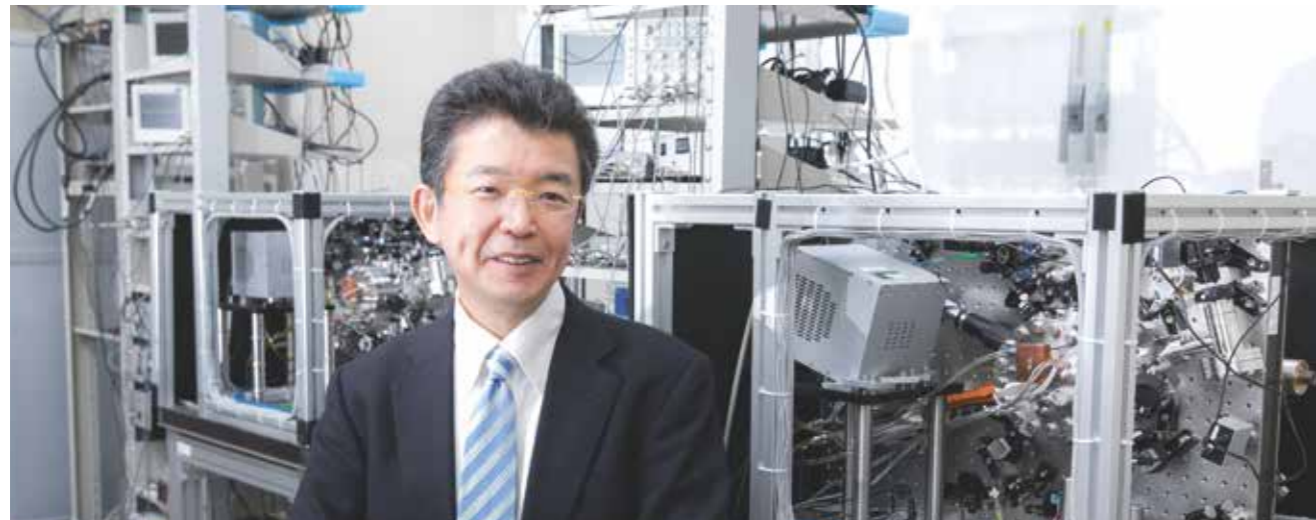
▶ 主要メンバー

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



## 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. Tetsushi Takano, Masao Takamoto, Ichiro Ushijima, Noriaki Ohmae, Tomoya Akatsuka, Atsushi Yamaguchi, Yuki Kuroishi, Hiroshi Munekane, Basara Miyahara, and Hidetoshi Katori: "Geopotential measurements with synchronously linked optical lattice clocks", *Nat. Photonics*, 10, 662 (2016).
2. Nils Nemitz, Takuya Ohkubo, Masao Takamoto, Ichiro Ushijima, Manoj Das, Noriaki Ohmae and Hidetoshi Katori: "Frequency ratio of Yb and Sr clocks with  $5 \times 10^{-17}$  uncertainty at 150 seconds averaging time", *Nat. Photonics*, 10, 258-261 (2016).
3. Kazuhiro Yamanaka, Noriaki Ohmae, Ichiro Ushijima, Masao Takamoto, and Hidetoshi Katori: "Frequency Ratio of  $^{199}\text{Hg}$  and  $^{87}\text{Sr}$  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*, doi:410.1038/nphoton.2015.5 (2015).
5. Hidetoshi Katori: "Optical lattice clocks and quantum metrology", *Nat. Photonics*, 5, 203-210 (2011)

▶ 主要メンバー

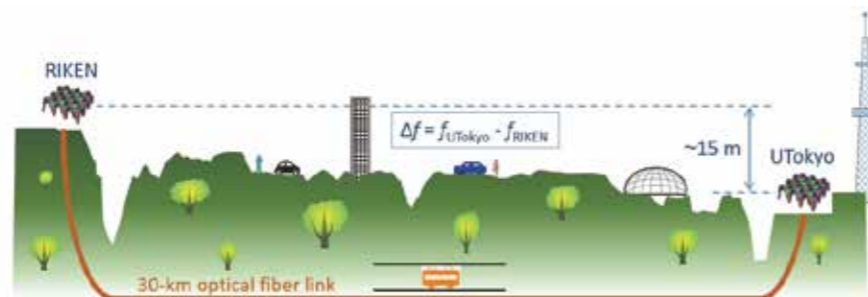
高本 将男・大前 宣昭・山口 敦史・岡場 翔一・HINTON Andrew George

### 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

普遍的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を迫ろうとしています。

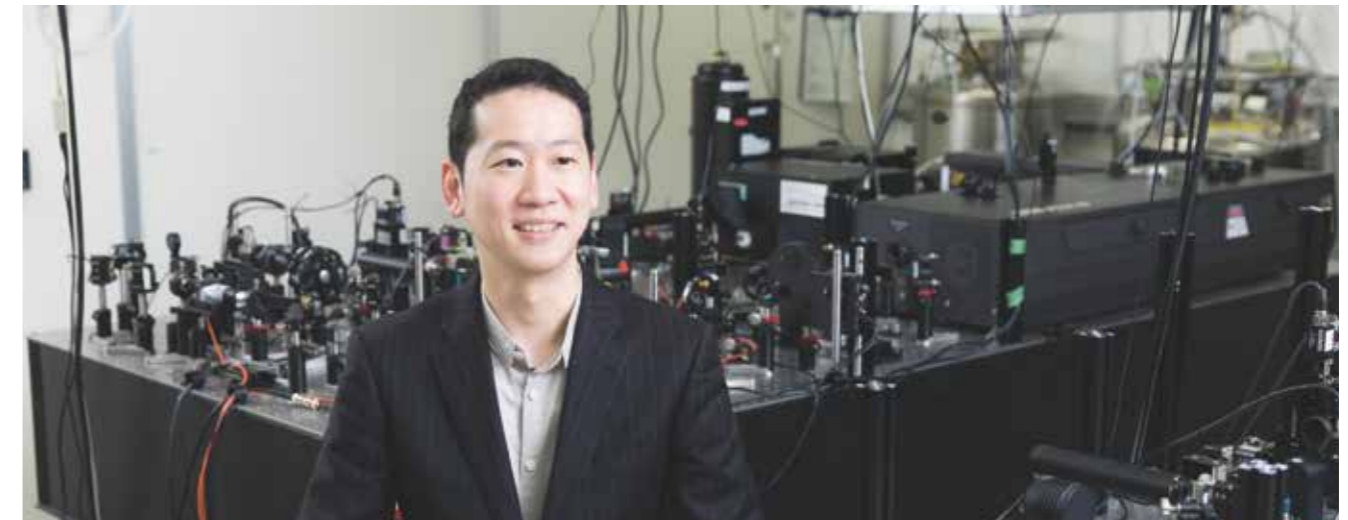
当チームでは、原子物理学・量子光学の手法を総動員して光格子時計の高精度化・小型化と長時間連続運転の実現に取り組み、光格子時計が生み出す新たな時間リソースを使った時空間エンジニアリングを展開しています。たとえば、可搬型の光格子時計をフィールドにもち出せば、原子時計は重力ポテンシャル計として機能するでしょう。このような、相対論的測地の与えるインパクトを実験的に探究していきます。



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。

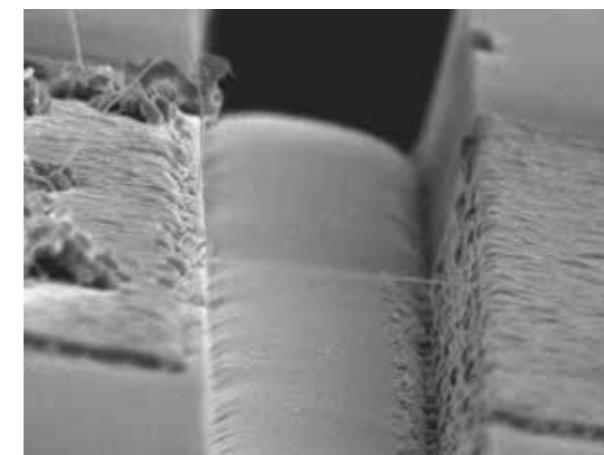
## 量子オプトエレクトロニクス研究チーム Quantum Optoelectronics Research Team

チームリーダー 加藤 雄一郎 Ph.D.



### 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

▶ 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. A. Ishii, T. Uda, Y. K. Kato: "Room-temperature single photon emission from micron-long air-suspended carbon nanotubes", *Phys. Rev. Applied* 8, 054039 (2017).
2. T. Uda, M. Yoshida, A. Ishii, Y. K. Kato: "Electric-field induced activation of dark excitonic states in carbon nanotubes", *Nano Lett.* 16, 2278 (2016).
3. M. Jiang, Y. Kumamoto, A. Ishii, M. Yoshida, T. Shimada, Y. K. Kato: "Gate-controlled generation of optical pulse trains using individual carbon nanotubes", *Nature Commun.* 6, 6335 (2015).
4. R. Miura, S. Imamura, R. Ohta, A. Ishii, X. Liu, T. Shimada, S. Iwamoto, Y. Arakawa, Y. K. Kato: "Ultralow mode-volume photonic crystal nanobeam cavities for high-efficiency coupling to individual carbon nanotube emitters", *Nature Commun.* 5, 5580 (2014).
5. Y. Kumamoto, M. Yoshida, A. Ishii, A. Yokoyama, T. Shimada, Y. K. Kato: "Spontaneous exciton dissociation in carbon nanotubes", *Phys. Rev. Lett.* 112, 117401 (2014).

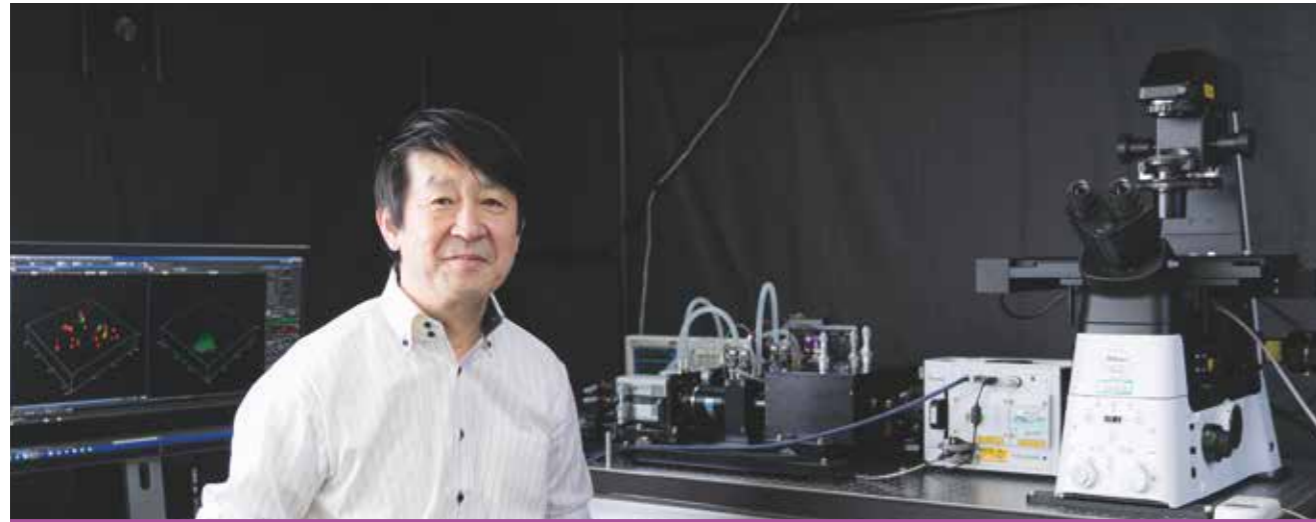
▶ 主要メンバー

石井 晃博・GOMULYA Widiyanta・田中 駿介・大塚 慶吾



## 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

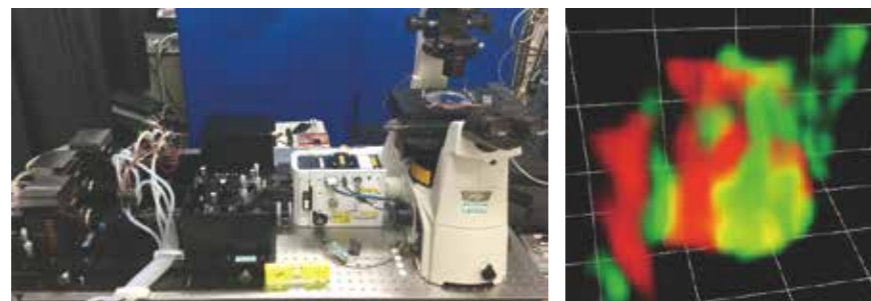
1. Yoko Ito, Tomohiro Uemura, and Akihiko Nakano: "Golgi Entry Core Compartment functions as the COPII-independent scaffold for ER-Golgi transport in plant cells", *J. Cell Sci.* in press.
2. Yoko Ito, Kiminori Toyooka, Masaru Fujimoto, Takashi Ueda, Tomohiro Uemura, and Akihiko Nakano: "The trans-Golgi 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).
3. Midori Ishii, Yasuyuki Suda, Kazuo Kurokawa, and Akihiko Nakano: "COPI is essential for Golgi cisternal maturation and dynamics", *J. Cell Sci.* 129:3251-3261 (2016).
4. Kazuo Kurokawa, Yasuyuki Suda and Akihiko Nakano: "Sar1 localizes at the rims of COPII-coated membranes in vivo", *J. Cell Sci.* 129:3231-3237 (2016).
5. Kazuo Kurokawa, Michiyo Okamoto, and Akihiko Nakano: "Contact of cis-Golgi with ER exit sites executes cargo capture and delivery from the ER", *Nat. Commun.* 5:3653 (2014).

### ▶ 主要メンバー

黒川 量雄・戸島 拓郎・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 優太郎

### 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、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、高速かつ繊細な撮像を行い、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

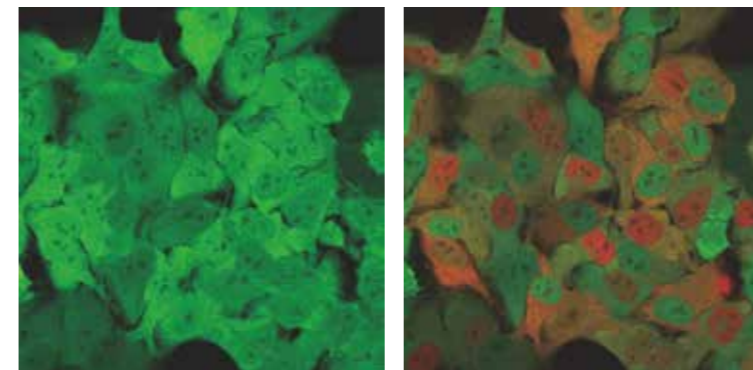
1. Iwano S, Sugiyama M, Hama H, Watakabe A, Hasegawa N, Kuchimaru T, Tanaka KZ, Takahashi M, Ishida Y, Hata J, Shimozone S, Namiki K, Fukano T, Kiyama M, Okano H, Kizaka-Kondoh S, McHugh T, Yamamori T, Hioki H, Maki S, Miyawaki A. "Single-cell bioluminescence imaging of deep tissue in freely moving animals", *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. Shimozone 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入ると言われています。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、より実質的な意味において、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. Y. Mimura, S. Takemoto, T. Tachibana, Y. Ogawa, M. Nishimura, H. Yokota, and N. Imamoto, "A statistical image analysis framework for pore-free islands derived from heterogeneity distribution of nuclear pore complexes", *Scientific Reports*, Vol. 7, Article number: 16315, 2017
2. A. Sakane, S. Yoshizawa, M. Nishimura, Y. Tsuchiya, N. Matsushita, K. Miyake, K. Horikawa, I. Imoto, C. Mizuguchi, H. Saito, T. Ueno, S. Matsushita, H. Haga, S. Deguchi, K. Mizuguchi, H. Yokota, T. Sasaki, "Conformational plasticity of JRAB/MICAL-L2 provides 'law and order' in collective cell migration", *Article in Molecular Biology of the Cell*, 27, 3095-3108, August 2016, DOI: 10.1091/mbc.E16-05-0332
3. N. Yamashita, M. Morita, W. R. Legant, B.-C. Chen, E. Betzig, H. Yokota, and Y. Mimori-Kiyosue, "Three-dimensional tracking of plus-tips by lattice light-sheet microscopy permits the quantification of microtubule growth trajectories within the mitotic apparatus", *J. Biomedical Optics*, 20 (10):101206:1-18, 2015.
4. M. Morita, T. Tawara, M. Nishimura, S. Yoshizawa, B. Chou, I. Kuroki, T. Ijiri, Y. Tsujimura, R. Himeno, and H. Yokota, "Communication Platform for Image Analysis and Sharing in Biology", *International Journal of Networking and Computing*, Vol. 4, No. 2, pp. 369-391, 2014.
5. E. A. Susaki, K. Tainaka, D. Perrin, F. Kishino, T. Tawara, T. M. Watanabe, C. Yokoyama, H. Onoe, M. Eguchi, S. Yamaguchi, T. Abe, H. Kiyonari, Y. Shimizu, A. Miyawaki, H. Yokota, and H. R. Ueda, "Whole-Brain Imaging with Single-Cell Resolution Using Chemical Cocktails and Computational Analysis", *Cell*, Vol. 157(3), pp. 726-739, 2014.

▶ 主要メンバー

吉澤 信・竹本 智子・森田 正彦・山下 典理男・樋口 俊郎・森下 壮一郎・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・田中晶予

### 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。

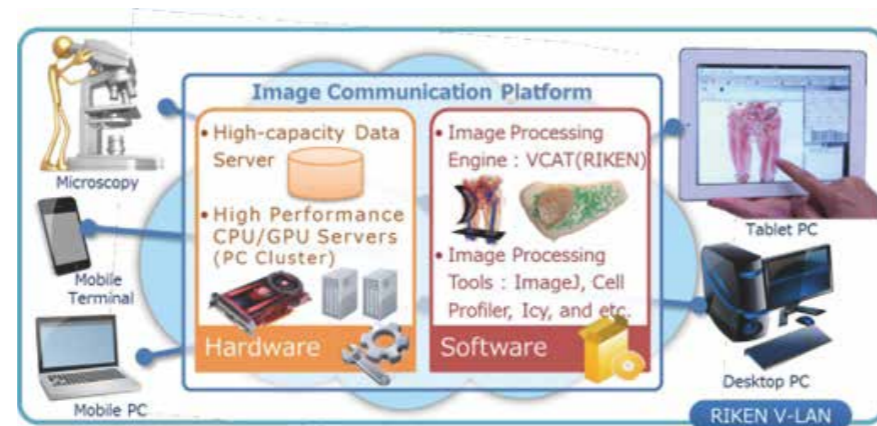
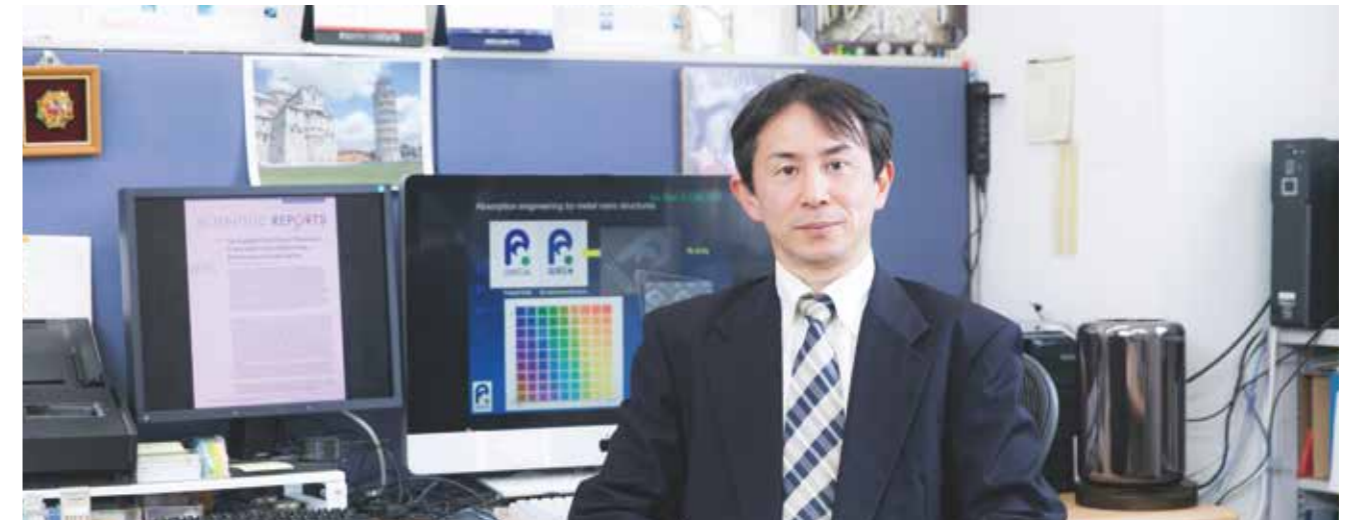


Image Processing Cloud

## 光子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

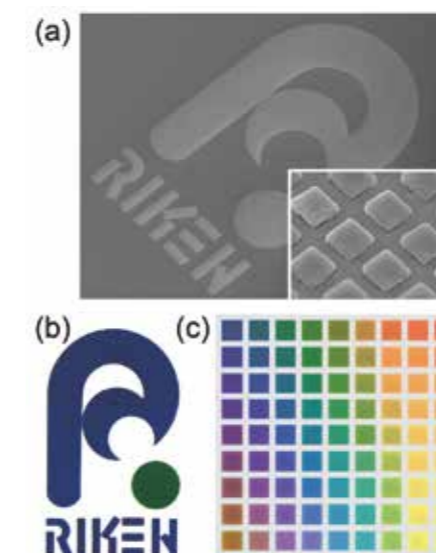
1. Le, H.-H.-T., and Tanaka, T. "Plasmonics Nanofluidics Hybrid Metamaterial: An Ultra-Sensitive Platform for Infrared Absorption Spectroscopy and Quantitative Measurement of Molecules", *ACS Nano* 11, 9780-9788 (DOI: 10.1021/acsnano.7b02743) (2017).
2. Mudachathi, R. and Tanaka, T. "Up Scalable Full Colour Plasmonic Pixels with Controllable Hue, Brightness and Saturation", *Sci. Rep.* 7, 1199 (2017).
3. Chen, Y.-H., Chen, C.-C., Ishikawa, A., Shiao, M.-H., Lin, Y.-S., Hsiao, C.-N., Chiang, H.-P., and Tanaka, T. "Interplay of mutual electric and magnetic couplings between three-dimensional split-ring resonators", *Opt. Express* 25, 2909-2917 (DOI: 10.1364/OE.25.002909) (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・武安 伸幸

### サブ波長金属構造を用いた フルカラー発色

光子操作機能研究チームでは、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に関する基礎的な研究から得られた知識と経験を基盤として、さらにこれらを、光子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。図はその一例です。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、そのサイズや形で決まる特定の波長の光を選択的に吸収します。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。これに限らず、構造のサイズに応じて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

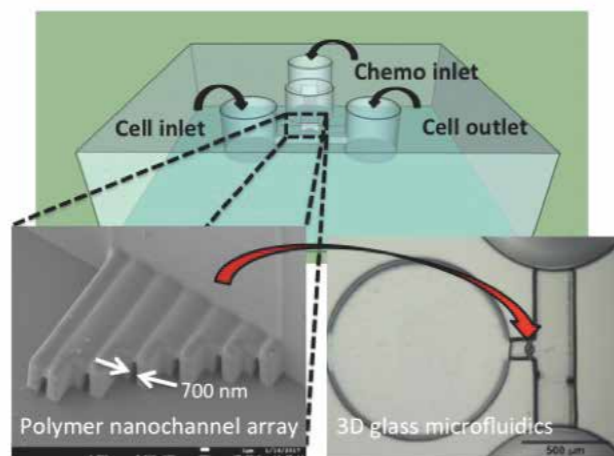
1. He F, Yu J, Tan Y, Chu W, Zhou C, Cheng Y, and Sugioka K.: "Tailoring femtosecond 1.5- $\mu$ m Bessel beams for manufacturing high-aspect-ratio through-silicon vias", *Sci. Rep.* 7, 40785 (2017).
2. Wu, D., Xu, J., Niu, L., Wu, S., Midorikawa, K., and Sugioka, K.: "In-channel integration of designable microoptical devices using flat scaffold-supported femtosecond-laser microfabrication for coupling-free optofluidic cell counting", *Light Sci. Appl.* 4, e228 (2015).
3. Sugioka K. and Cheng Y.: "Femtosecond laser three-dimensional micro- and nanofabrication", *Appl. Phys. Rev.* 1, 041303 (2014).
4. Sugioka K. and Cheng Y.: "Ultrafast lasers - reliable tools for advanced materials processing", *Light: Sci. Appl.* 3, e149 (2014).
5. Sugioka K., Hanada Y., and Midorikawa K.: "Three-dimensional femtosecond laser micromachining of photosensitive glass for biomicrochips", *Laser Photon. Rev.* 3, 386-400 (2010).

▶ 主要メンバー

小幡 孝太郎・ZHANG Dongshi・SERIEN Daniela・花田 修賢・中嶋 聖介・SIMA Felix・LIAO Yang

### フェムト秒レーザーで複雑な3次元マイクロ・ナノ機能構造を構築する

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透明材料内部に集光すると、集光点でのみ効率的に多光子吸収を誘起でき、透明材料内部を3次元に改質・加工を行うことができます。当チームでは、この特徴を利用して、ガラス内部に形成した三次元マイクロ流体構造に、マイクロ・ナノサイズの精密な三次元ポリマー構造体を形成する「ボトルシップ型フェムト秒レーザー3次元加工技術」という新技術を開発しました。この新技術により、生物・化学物質の混合/分離、反応、分析を並列かつ高速・高感度で実行する新たな高機能バイオチップの構築が可能となります。構築したバイオチップを用いて、疾患の早期発見・検査、癌などの病気が進行するメカニズムの解明、単一細胞の機能解明などの研究を展開しています。



3次元ガラスマイクロ流体デバイス内に集積化された3次元ポリマーナノチャンネルアレイ

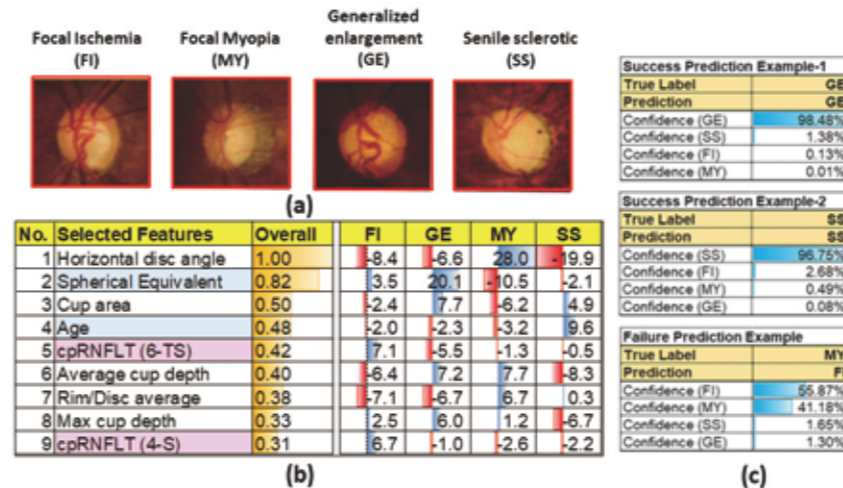
## 眼疾患クラウド診断融合連携研究チーム Cloud-Based Eye Disease Diagnosis Joint Research Team

チームリーダー 秋葉 正博 工学博士



### 複数の眼科データを用いた眼疾患分類のための機械学習モデルの開発

当融合連携チームは、高齢化に伴い急速に要求が高まっている眼疾患の早期検出を目指し、眼底の光干渉断層画像 (OCT) やその他の眼科診断データを活用して眼疾患を解析するシステムの開発を行っています。OCT画像に画像情報処理を適用することで疾患に関わる因子や画像の特徴に関する関連性を探索するための分析ソフトウェアの開発を行います。また、機械学習や深層学習を取り入れ、少ない医療データでも適用できるシステムを目指しています。社会は疾患の治療 (シックケア) からスクリーニング (ヘルスケア) や予後管理へ移行しつつあります。眼底は血管が唯一直接観察できる臓器であり、眼は体の窓と言われるように、眼底から動脈硬化、循環器疾患や生活習慣病などの全身疾患の関連性の研究も行われています。種々の計測装置や問診データなど非構造化データを活用したマルチモダリティ眼科情報と時間変化を伴う多次元の情報を用いて眼疾患スクリーニング、予後管理のための眼科診断補助システムを構築しています。



緑内障疾患の細分化。(a)ニコレラ分類の例、(b)OCTとカルテ情報から抽出したニコレラ分類を客観的に行うためのパラメータとその寄与度、(c)機械学習結果例

▶ 研究分野

総合領域、総合理工

▶ キーワード

生体光計測、眼光学、光散乱、光干渉断層計

▶ 主要論文

1. Omodaka K, An G, Tsuda S, Shiga Y, Takada N, Kikawa T, Takahashi H, Yokota H, Akiba M, Nakazawa T.: "Classification of optic disc shape in glaucoma using machine learning based on quantified ocular parameters", *PLoS One.* 12, e0190012 (2017).
2. Tani T, Song YS, Yoshioka T, Omae T, Ishibazawa A, Akiba M, Yoshida A.: "Repeatability and Reproducibility of Retinal Blood Flow Measurement Using a Doppler Optical Coherence Tomography Flowmeter in Healthy Subjects.", *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 58, 2891-2898 (2017).
3. Miura N, Omodaka K, Kimura K, Matsumoto A, Kikawa T, Takahashi S, Takada N, Takahashi H, Maruyama K, Akiba M, Yuasa T, Nakazawa T.: "Evaluation of retinal nerve fiber layer defect using wide-field en-face swept-source OCT images by applying the inner limiting membrane flattening", *PLoS One.* 12:e0185573 (2017).
4. Takada N, Omodaka K, Kikawa T, Takagi A, Matsumoto A, Yokoyama Y, Shiga Y, Maruyama K, Takahashi H, Akiba M, Nakazawa T.: "OCT-Based Quantification and Classification of Optic Disc Structure in Glaucoma Patients", *PLoS One.* 11:e0160226 (2016).
5. Jun Cheng, Dacheng Tao, Ying Quan, Wong DW, Cheung GC, Akiba M, Jiang Liu.: "Speckle Reduction in 3D Optical Coherence Tomography of Retina by A-Scan Reconstruction", *IEEE Trans Med Imaging.* 35, 2270-2279 (2016).

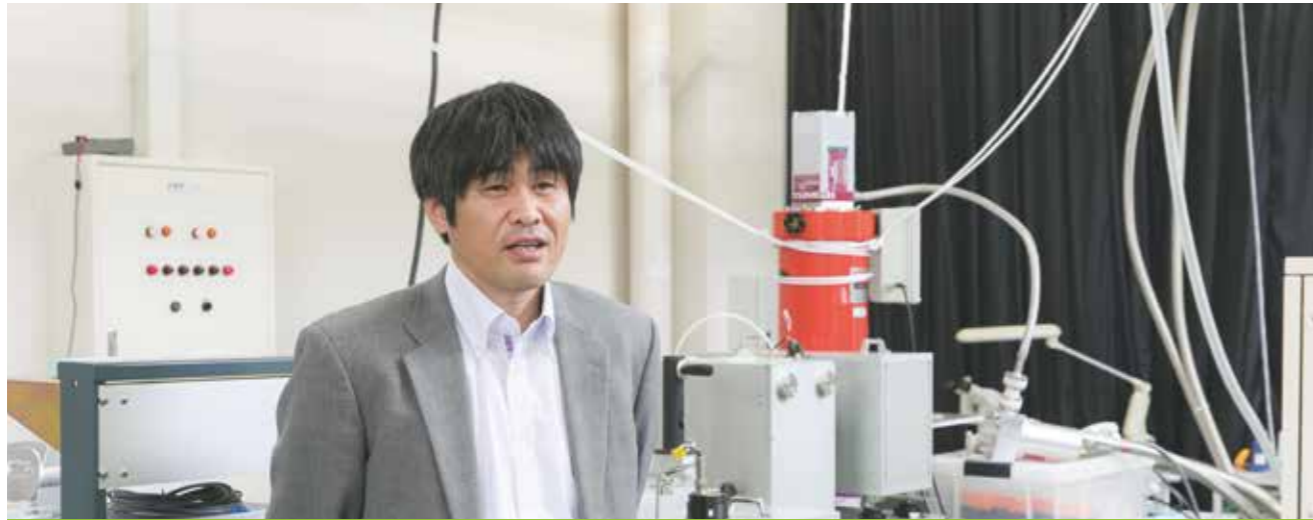
▶ 主要メンバー

横田 秀夫・吉澤 信・竹本 智子・工藤 重樹・森田 正彦・山下 典理男・安 光州・西村 将臣



## 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

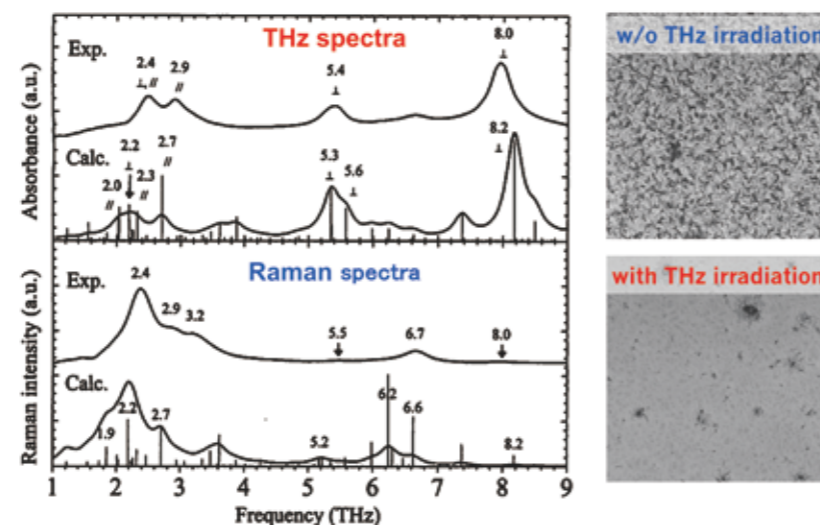
1. P. Tapsanit, M. Yamashita, C. Otani, S. Krongrak, C. Ruttanapun.: "Closed-form formulae of effective parameters of hyperbolic metamaterial made by stacked hole-array layers working at terahertz or microwave radiation", *J. Opt. Soc. Am. B.* vol. 34, no. 9, pp. 1930-1936 (2017).
2. H. Watanabe, S. Mima, S. Oguri, M. Yoshida, M. Hazumi, H. Ishino, H. Ishitsuka, A. Kibayashi, C. Otani, N. Sato, O. Tajima, N. Tomita.: "Development of Novel Optical Coupling with Ground-side Absorption for Antenna-coupled Kinetic Inductance Detectors", *IEICE Trans. Electron.* vol. E100-C, pp. 298-304 (2017).
3. H. Suzuki, M. Ishida, M. Yamashita, C. Otani, K. Kawachi, Y. Kasama, E. Kwon.: "Rotational Dynamics of Li<sup>+</sup> Ions Encapsulated in C<sub>60</sub> Cages at Low Temperatures", *Phys. Chem. Chem. Phys. (Comm.)*, vol. 18, pp. 31384-31387 (2016).
4. P. Tapsanit, M. Yamashita, C. Otani.: "Hybrid-lens for Terahertz Subwavelength Focusing beyond the Diffraction Limit", *Eng. J.*, vol. 20, pp. 61-70 (2016).
5. H. Hoshina, H. Suzuki, C. Otani, M. Nagai, K. Kawase, A. Irizawa, G. Isoyama.: "Polymer Morphological Change Induced by Terahertz Irradiation", *Scientific Reports*, vol. 6, pp. 27180-1-6 (2016).

▶ 主要メンバー

山下 将嗣・保科 宏道・美馬 寛・  
佐々木 芳彰・山崎 祥他・吉峯 功・  
八重柏 典子・小栗 秀悟・川瀬 晃道

### 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を進めています。



(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)



### 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)

▶ 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. 南出泰亜.: "テラヘルツ波電磁波領域を切り開くニオブ酸リチウム結晶", *レーザー研究*, Vol.45, No.12, pp.757-761, (2017.12).
2. 小山美緒, 野竹孝志, 伊藤弘昌, 南出泰亜.: "非位相整合第二高調波発生による光学結晶の品質計測と非線形係数相対評価", *レーザー研究*, Vol.45, No.12, pp.773-778, (2017.12).
3. Kouji Nawata, Shin'ichiro Hayashi, Hideki Ishizuki, Kousuke Murate, Kazuki Imayama, Yuma Takida, Vincent Yahia, Takunori Taira, Kodo Kawase, and Hiroaki Minamide.: "Effective Terahertz Wave Parametric Generation Depending on the Pump Pulse Width Using a LiNbO3 Crystal", *IEEE Trans. Terahertz Sci. Technol.*, Vol. 7, No.5, PP. 617-620, (Sep. 2017).
4. Yuma. Takida, Kouji. Nawata, Safumi. Suzuki, Masahiro. Asada, and H. Minamide.: "Nonlinear optical detection of terahertz-wave radiation from resonant tunneling diodes", *Opt. Express*, Vol. 25, No. 5, pp. 5389-5396, (Mar. 2017).
5. Yu Tokizane, Kouji Nawata, Zhengli Han, Mio Koyama, Takashi Notake, Yuma Takida, and Hiroaki Minamide.: "Tunable terahertz waves from 4-dimethylamino-N-methyl-4'-stibazolium tosylate pumped with dual-wavelength injection-seeded optical parametric generation", *Appl. Phys. Express*, Vol.10, No.2, PP. 022101-1-4, (Jan. 2017).

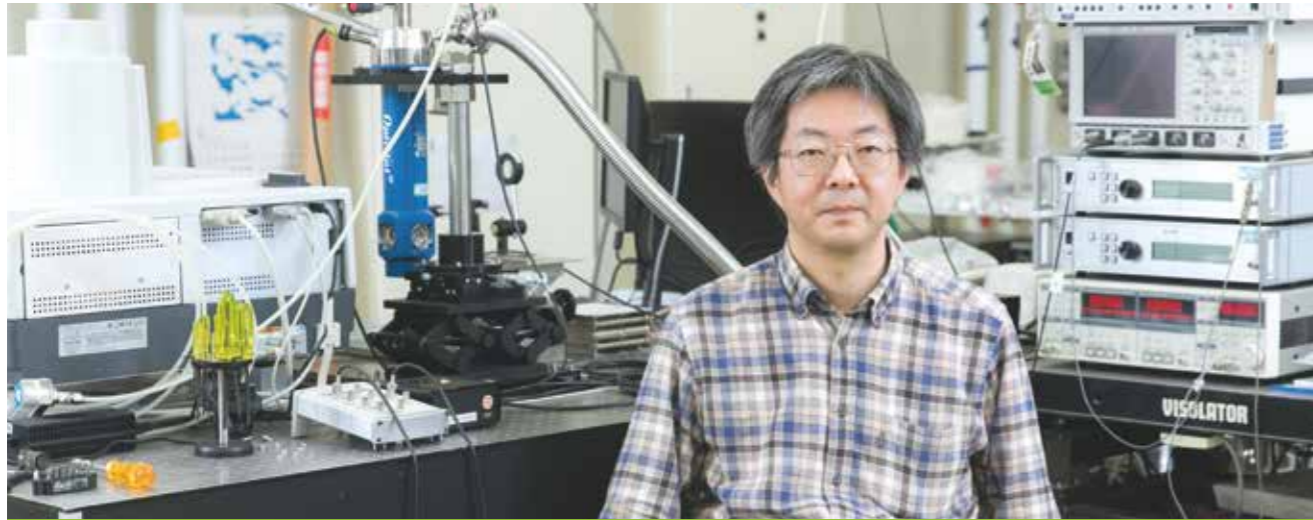
▶ 主要メンバー

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



## 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)



▶ 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、分子線エビタキシ-

▶ 主要論文

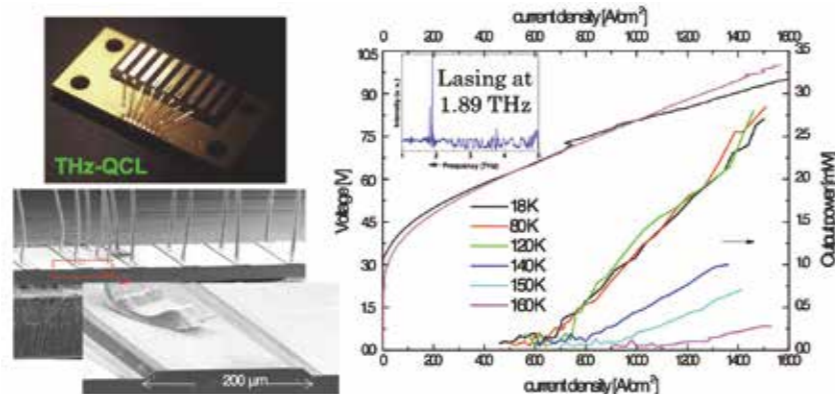
1. T. T. Lin and H. Hirayama, "Design for stable lasing of an indirect injection THz quantum-cascade laser operating at less than 2 THz", *International Journal of Material Science and Applications*, vol. 5, pp. 230-234 (2017).
2. H. Hirayama, W. Terashima, T. T. Lin and M. Sasaki, "Recent progress and future prospects of terahertz quantum-cascade lasers", *Oyobutsuri*, Vol. 84, No. 10, pp. 918-923 (2015).
3. T. T. Lin and H. Hirayama, "Improvement of operation temperature in GaAs/AlGaAs THz-QCLs by utilizing high Al composition barrier", *Phys. Status Solidi (c)*, vol. 10, no. 11, pp. 1430-1433 (2013).
4. M. Sasaki, T. T. Lin and H. Hirayama, "1.9 THz selective injection design quantum cascade laser operating at extreme higher temperature above kBT line", *Phys. Status Solidi (c)*, Vol. 10, No. 11, pp. 1448-1451 (2013).
5. T. T. Lin, L. Ying and H. Hirayama, "Threshold current density reduction by utilizing high-Al-composition barriers in 3.7 THz GaAs/AlGaAs quantum-cascade lasers", *Appl. Phys. Express*, vol. 5, 012101 (2011).

▶ 主要メンバー

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

### 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

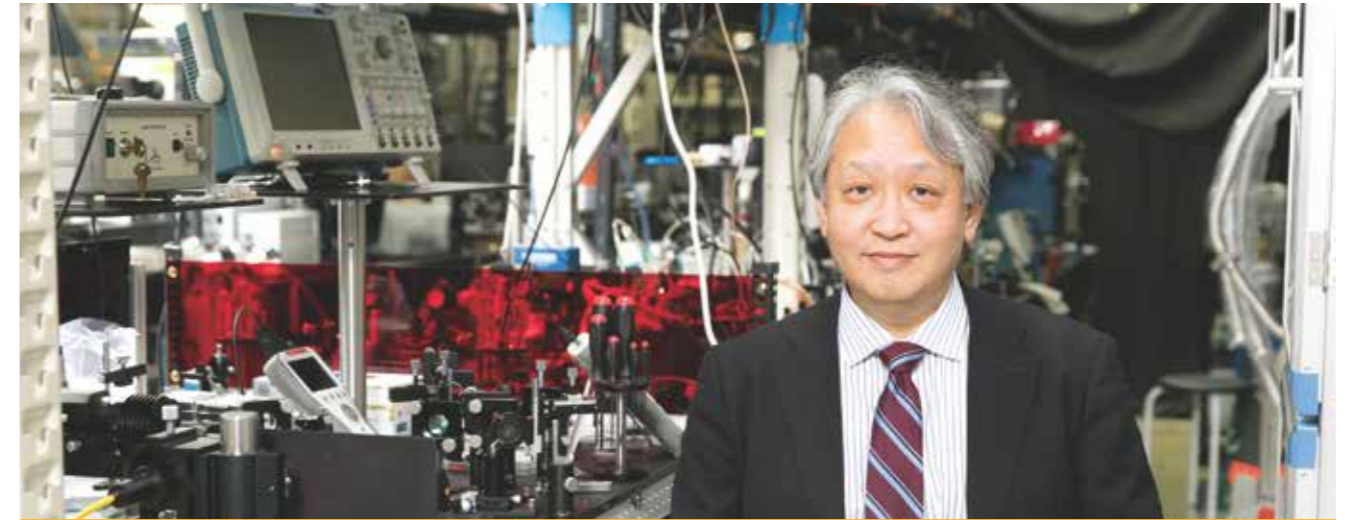
電波の透過性と、光の高分解能の両方の性質を有するテラヘルツ光は、各種透視・非破壊検査用の光源として幅広い応用分野での利用が期待されています。我々は、大変コンパクトで携帯可能、高出力なテラヘルツ光源として期待されている、テラヘルツ量子カスケードレーザ (THz-QCL) の開発を行っています。新規量子サブバンド構造や窒化物半導体などの導入により、これまで不可能であった室温発振や動作周波数領域の拡大を行うことにより、社会への実装を目指したTHz-QCLの開発を行っています。次世代のコンパクト・テラヘルツイメージング素子を開発することにより、近未来の豊かな社会の実現を目指しています。



テラヘルツ量子カスケードレーザ (THz-QCL) の構造と動作特性

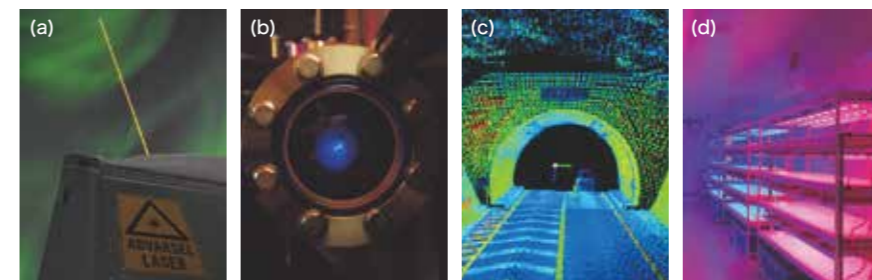
## 光子制御技術開発チーム Photonics Control Technology Team

チームリーダー 和田 智之 Ph.D.



### 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、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、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、高出カライマン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) 植物栽培への光子制御技術の導入

▶ 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. M. Yumoto, N. Saito, S. Wada : "50 mJ/pulse, electronically tuned Cr:ZnSe master oscillator power amplifier", *Optics Express*, 25, 032948-032956 (2017).
2. T. Murakami, N. Saito, Y. Komachi, K. Okamura, T. Michikawa, M. Sakashita, S. Kogure, K. Kase, S. Wada, K. Midorikawa: "High spatial resolution survey using frequency-shifted feedback laser for transport infrastructure maintenance", *Journal of Disaster Research*, 12, 546-556 (2017).
3. T. Takahashi, K. Hosokawa, S. Nozawa, T. T. Tsuda, Y. Ogawa, M. Tsutsumi, Y. Hiraki, H. Fujiwara, T. D. Kawahara, N. Saito, S. Wada, T. Kawabata, C. Hall : "Depletion of mesospheric sodium during extended period of pulsating aurora", *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 122, 1212-1220 (2017).
4. T. D. Kawahara, S. Nozawa, N. Saito, T. Kawabata, T. T. Tsuda, S. Wada : "Sodium temperature/wind lidar based on laser-diode-pumped Nd:YAG lasers deployed at Tromsø, Norway (69.6°N, 19.2°E)", *Optics Express*, 25, A497-A501 (2017).
5. N. Saito, Y. Oishi, K. Miyazaki, K. Okamura, J. Nakamura, O. A. Louchev, M. Iwasaki, S. Wada : "High-efficiency generation of pulsed Lyman-α radiation by resonant laser wave mixing in low pressure Kr-Ar mixture", *Optics Express*, 24, 7566-7574 (2016).

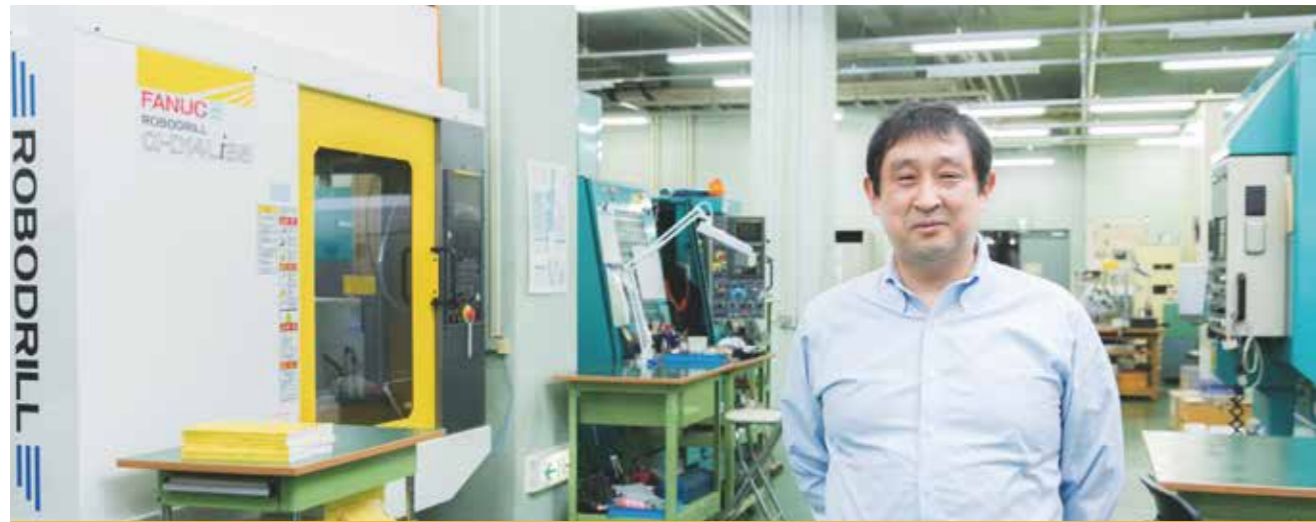
▶ 主要メンバー

斎藤 徳人・加瀬 究・松山 知樹・佐々 高史・小川 貴代・湯本 正樹・道川 隆士・藤井 克司・Loutchev Oleg Anatolievich・宮田 憲太郎・小林 峰・小町 祐一・福山 太郎・小池 佳代・丸山 真幸・村上 武晴・前田 康大・坂下 亨男・月花 智博・津野 克彦・木暮 繁・安井 一・大野 陽子



## 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. T. Hosobata, N. L. Yamada, M. Hino, Y. Yamagata, T. Kawai, H. Yoshinaga, K. Hori, M. Takeda, S. Takeda, and S. Morita, "Development of precision elliptic neutron-focusing supermirror", *Opt. Express* 25, 20012-20024 (2017)
2. 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).
3. 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
4. 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
5. Aoki, H., Miyoshi, H., and Yamagata, Y.; "Electrospinning of gelatin nanofiber scaffolds with mild neutral cosolvents for use in tissue engineering", *Polymer Journal*, (2014), doi:10.1038/pj.2014.94

▶ 主要メンバー

城田 幸一郎・田島 右副・海老塚 昇・青木 弘良・細島 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. Yoshimasa Ikeda, Yoshie OTAKE, Maki Mizuta: "Nondestructive Measurement Method to Detect Water/Void inside Slabs using Compact Neutron Source by Backscattered Neutrons", *Journal of Advanced Concrete Technology* Vol.15 No.10 (2017) pp.603-609 <http://doi.org/10.3151/jact.15.603>
2. Yoshie Otake, Yoshichika Seki, Yasuo Wakabayashi, Yoshimasa Ikeda, Takao Hashiguchi, Yuichi Yoshimura, Hideyuki Sunaga, Atsushi Taketani, Maki Mizuta, Yoshinobu Oshima, and Masahiro Ishida: "Research and Development of a Non-destructive Inspection Technique with a Compact Neutron Source", *Journal of Disaster Research* Vol.12, No.3 (2017) pp.585-592 doi: 10.20965/jdr.2017.p0585
3. A. Taketani, M. Yamada, Y. Ikeda, T. Hashiguchi, H. Sunaga, Y. Wakabayashi, S. Ashigai, M. Takamura, S. Mihara, S. Yanagimachi, Y. Otake, T. Kobayashi, K. Kono, and T. Nakayama: "Visualization of water in corroded region of painted steels at a compact neutron source", *ISIJ International*, 57, No. 1, (2017) pp.155-161 doi.org/10.2355/isijinternational.ISIJINT-2016-448
4. Yasuo Wakabayashi, Atsushi Taketani, Yoshimasa Ikeda, Takao Hashiguchi, Tomohiro Kobayashi, Sheng Wang, Mingfei Yan, asahide Harada, Yujiro Ikeda, and Yoshie Otake: "A function formation of source neutron production by the  $9\text{Be} + p$  reaction at 7 MeV at RANS", *JAEA-Conf 2016 004* (2016) pp.135-140
5. Y. Ikeda, M. Takamura, A. Taketani, H. Sunaga, Y. Otake, H. Suzuki, M. Kumagai, Y. Oba: "Prospect for application of compact accelerator-based neutron source to neutron engineering diffraction", *Nucl. Instr. Meth. A* 833 (2016) pp 61-67 doi.org/10.1016/j.nima.2016.06.127

▶ 主要メンバー

竹谷 篤・須長 秀行・高村 正人・小林 知洋・若林 泰生・水田 真紀・池田 義雅・箱山 智之・吉村 雄一・見原 俊介・後藤 誠

### 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。

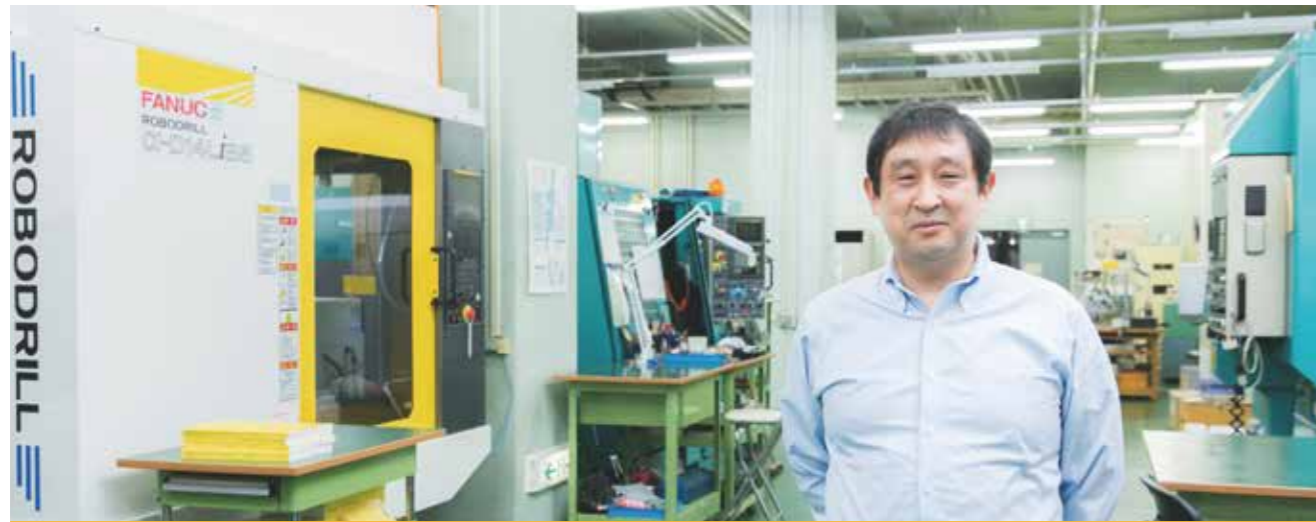


床版内部劣化非破壊検出システム(未来予想図)  
小型中性子源反射型イメージングによるアスファルト層の下の劣化を見つける



## 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

### ▶ 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

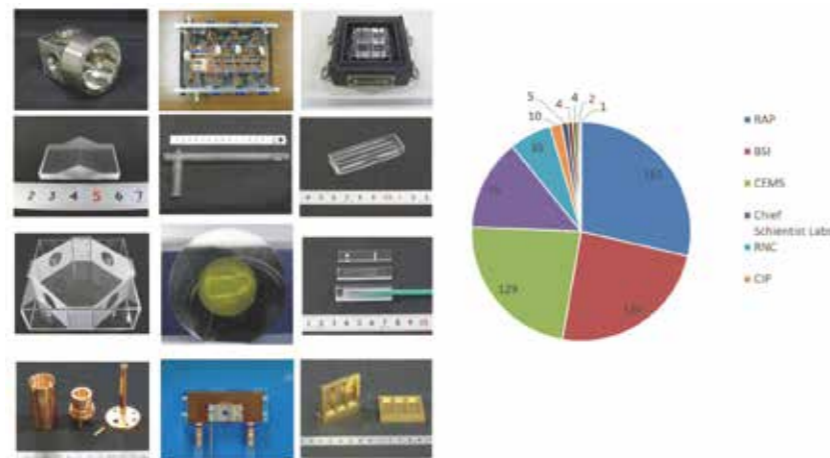
1. Ishizuka M., Mikami M., Leys J. F., Shao Y., Yamada Y., and S. Heidenreich.: "Power law relation between size-resolved vertical dust flux and friction velocity measured in a fallow wheat field", *Aeolian Research*, 12, pp.87-99, (2014)
2. Abulaiti, A., R. Kimura, M. Shinoda, Y. Kurosaki, M. Mikami, M. Ishizuka, Y. Yamada, E. Nishihara, B. Gantsetseg.: "An observational study of saltation and dust emission in a hotspot of Mongolia", *Aeolian Research*.2014.05.002, pp.169-176, (2014)
3. Kenji Yamazawa, Yoshinori Teshima, Yasunari Watanabe, Yuji Ikegami, Mamoru Fujiyoshi, Susumu Oouchi, Takeshi Kaneko: "Three-Dimensional Model Fabricated by Layered Manufacturing for Visually Handicapped Persons to Trace Heart Shape", *Springer*, LNCS 7383, 505-508, (2012)
4. Susumu Oouchi, Kenji Yamazawa and Lorreta Secchi: "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. Kenji YAMAZAWA, Daisuke HASHIZUME, Aiko NAKAO, Masahiro ANZAI, Hiroyuki NARAHARA, Hiroshi SUZUKI: "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

高橋 一郎・山澤 建二・池田 滋・霜田 進・洲之内 啓・藤本 武・竹田 真宏

## 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、製作することであり、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2016年度の工作依頼件数の分布