

Research Book

2020



東京大学 先端科学技術研究センター
Research Center for Advanced Science and Technology
The University of Tokyo

Research Book 2020

Material

材料

極小デバイス工学 分野	岩本研究室	02
Micro Device Engineering	Iwamoto Laboratory	
量子情報物理学 分野	中村・宇佐見研究室	03
Quantum Information Physics and Engineering	Nakamura - Usami Laboratory	
理論化学 分野	石北研究室	04
Theoretical Chemistry	Ishikita Laboratory	
高機能材料 分野	近藤研究室	05
High Performance Materials	Kondo Laboratory	

Environment and Energy

環境・エネルギー

新エネルギー 分野	岡田研究室	06
New Energy	Okada Laboratory	
気候変動科学 分野	中村研究室	07
Climate Science Research	Nakamura Laboratory	
共創まちづくり 分野	小泉・吉村・橋本・後藤研究室	08
Co-Creative Community Planning, Design, and Management	Koizumi - Yoshimura - Hashimoto - Goto Laboratory	
エネルギーシステム 分野	杉山研究室	09
Energy System	Sugiyama Laboratory	
グローバル気候力学 分野	小坂研究室	10
Global Climate Dynamics	Kosaka Laboratory	
附属 産学連携新エネルギー研究施設		11,12
Academic-Industrial Joint Laboratory for Renewable Energy		

Information

情報

知能工学 分野	矢入研究室	13
Artificial Intelligence	Yairi Laboratory	
情報デバイス 分野	山下・セット研究室	14
Information Devices	Yamashita - Set Laboratory	
生命知能システム 分野	神崎研究室	15
Intelligent Cooperative Systems	Kanzaki Laboratory	
数理創発システム 分野	西成研究室	16
Mathematical Physics of Emergent Systems	Nishinari Laboratory	
光製造科学 分野	高橋研究室	17
Photon based Advanced Manufacturing Science	Takahashi Laboratory	
光製造科学 分野	小谷研究室	18
Photon based Advanced Manufacturing Science	Kotani Laboratory	
身体情報学 分野	稲見・檜山・瓜生研究室	19
Information Somatics	Inami - Hiyama - Uriu Laboratory	
コミュニケーション科学 分野	田中研究室	20
Communication Science	Tanaka-Ishii Laboratory	
生命データサイエンス 分野	上田研究室	21
Biological Data Science	Ueda Laboratory	
ロボティック生命光学 分野	太田研究室	22
Networked Biophotonics and Microfluidics	Ota Laboratory	
マシンインテリジェンス 分野	原田研究室	23
Machine Intelligence	Harada Laboratory	

Chemical Biomedicine

生物医化学

生命反応化学 分野	岡本研究室	24
Bioorganic Chemistry	Okamoto Laboratory	
ゲノムサイエンス 分野	油谷研究室	25
Genome Science	Aburatani Laboratory	
代謝医学 分野	酒井研究室	26
Metabolic Medicine	Sakai Laboratory	
合成生物学 分野	谷内江研究室	27
Synthetic Biology	Yachie Laboratory	
ニュートリオミクス・腫瘍学 分野	大澤研究室	28
Integrative Nutriomics and Oncology	Osawa Laboratory	
ニュートリオミクス・腫瘍学 分野		29,30
Integrative Nutriomics and Oncology		

Barrier Free

バリアフリー

バリアフリー 分野	福島研究室	31
Barrier-Free	Fukushima Laboratory	
人間支援工学 分野	中邑・近藤研究室	32,33
Assistive Technology	Nakamura - Kondo Laboratory	
当事者研究 分野	熊谷研究室	34
Tojisha-Kenkyu	Kumagaya Laboratory	
インクルーシブデザインラボラトリー		35
Inclusive Design Laboratory		

Social Science

社会科学

知的財産法 分野	玉井研究室	36
Intellectual Property Law	Tamai Laboratory	
政治行政システム 分野	牧原研究室	37
Political Administrative System	Makihara Laboratory	
グローバルセキュリティ・宗教 分野	池内研究室	38
Religion and Global Security	Ikeuchi Laboratory	
科学技術論・科学技術政策 分野	元橋研究室	39
Political Administrative System	Motohashi Laboratory	

Cooperative Laboratories

協力研究室

技術経営 分野	渡部研究室	40
MOT (Management of Technology)	Watanabe Laboratory	
エネルギー環境 分野	瀬川研究室	40
Energy and Environment	Segawa Laboratory	
情報デバイス 分野	中野研究室	41
Information Devices	Nakano Laboratory	
ケミカルバイオテクノロジー 分野	菅研究室	41
Chemical Biotechnology	Suga Laboratory	
高機能材料 分野	井上研究室	42
High Performance Materials	Inoue Laboratory	

Social Cooperation Research Departments

社会連携研究部門

群集マネジメント		43
Crowd Management		
再生可能燃料のグローバルネットワーク		44
Renewable Fuel Global Network		
炎症疾患制御分野		45
Department of Inflammology		
郊外住宅地再生		46
Revitalization of Suburbs		

Corporate Sponsored Research Programs

寄付研究部門

臨床エピジェネティクス		47
Clinical Epigenetics		
先端物流科学		48
Progressive Logistic Science		

フォトニックナノ構造やバイオMEMS技術で目指すデバイス技術の新展開

Researches on photonic nanostructures, bio-MEMS, and related subjects towards innovative device technologies

■フォトニックナノ構造とトポロジカル波動工学

フォトニック結晶とは光の波長程度の屈折率周期構造をもつ人工光学材料で、それを利用することで従来の材料では困難であった様々な光制御技術や特異な光学現象などの実現が可能となります。我々は、このフォトニック結晶をはじめとするフォトニックナノ構造を用いた光および光と物質の相互作用の制御とその応用に関する研究、特に発光素子や量子光学素子への展開を目指した研究を行っています。また、フォトニックナノ構造を用いて光渦やポアンカレビームなどの特殊な光波の生成とその応用に関する研究も進めています。さらに、トポロジーの概念を用いて光や音波、弾性波の新たな制御とそれを応用した新規デバイスの実現を目指したトポロジカル波動工学の研究も進めています。

■バイオマテリアルのための集積センサーアレイ

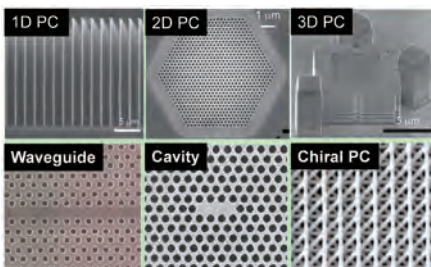
バイオマテリアル向け小型センサーは、新たな疾患診断を可能にする技術として期待されています。我々は、MEMS (Micro Electro Mechanical System) 技術やTFT (Thin Film Transistor) 技術を基礎に、新しいバイオエレクトロニクスシステムの開発を目指しています。具体的には、ALS (筋萎縮性側索硬化症) のような難治性疾患の研究に貢献することを目指して電子デバイス表面上での起電性細胞組織 (神経筋や心臓組織など) の培養とその観察に関する研究や、電気的ラベルフリー測定手法を用いて、DNAチップまたはプロテインチップのようなデバイスを可能にするアレイ型バイオセンサーの開発に取り組んでいます。

■Photonic nanostructures and topological wave engineering

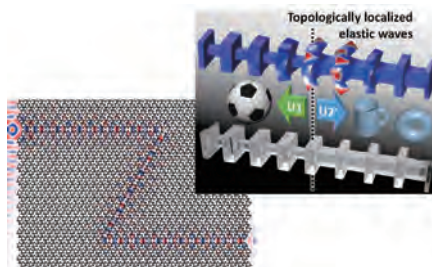
Photonic crystals are artificial optical materials possessing a wavelength-scale periodic structure in refractive index. Novel optical functionalities and unique optical phenomena can be realized using photonic crystals. Our research focuses on the control of light and light-matter interactions by using photonic nanostructures including photonic crystals, especially, aiming at the development of novel light-emitting devices and quantum optical devices. We are also interested in the generation of unconventional optical beams, such as optical vortexes and Poincare beams, utilizing photonic nanostructures and in their applications. Moreover, we are exploring topological wave engineering aiming at realizing novel control of light, sound, and elastic waves using the concept of topology. We expect the unique features will lead breakthroughs of the device technologies in various fields.

■Integrated sensors array for biological material investigation

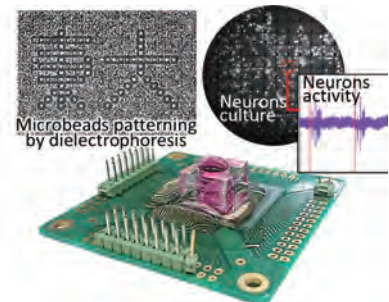
Development of micro-sensors for bio-medical instruments is a hot topic nowadays to push forward the limits of disease investigation. We are developing novel bio-electronics systems based on the MEMS (Micro Electro Mechanical System) and the TFT (Thin Film Transistor) technologies, for two areas of application. 1) Investigation on living electrogenic (neuromuscular or heart) cell tissue cultivated on the surface of electronics, to model and study intractable disease, such as ALS (Amyotrophic Lateral Sclerosis). 2) Development of array bio-sensors to propose DNA-chip or protein-chip like devices with an electrical label-free measurement approach.



1 半導体フォトニック結晶
Semiconductor Photonic Crystals



2 トポロジーの概念を用いた光や弾性波の制御
Control of light and elastic wave based on the concept of topology



3 バイオメディカル用集積センサーアレイ
Integrated sensor array device for bio-medical applications



教授
岩本 敏
Satoshi IWAMOTO, Professor
専門分野: 量子ナノフォトニクス、
トポロジカル波動工学
Specialized field: Quantum Nanophotonics,
Topological Wave Engineering
E-mail: iwamoto@iis.u-tokyo.ac.jp



准教授
ティクシエ三田 アニエス
Agnès TIXIER-MITA, Associate Professor
専門分野: ナノメカトロニクス、バイオMEMS
Specialized field: Nanomechatronics, Bio MEMS
E-mail: agnes@iis.u-tokyo.ac.jp
<http://toshi.iis.u-tokyo.ac.jp/toshilab/?Members/Agnes%20Tixier-Mita>

量子計算機・量子情報ネットワークの実現に向けて 固体中の集団励起モードを単一量子レベルで制御する

Manipulate single quanta of collective excitations in solids
towards realizations of quantum computers and quantum information networks

【ミリメートルの世界の量子力学を制御する

量子力学は現代物理学の最も基本的な理論のひとつで、ミクロの世界からマクロの世界まであらゆる領域で成り立っていると考えられています。その一方で、私たちの日常生活において、量子力学の基本原則である状態の重ね合わせを目にすることはありません。しかしながら、近年、きちんと制御された物理系を用意すれば、原子のようなミクロな世界だけではなく、ミリメートルサイズの素子においても量子重ね合わせ状態を実現することが可能であることが示され、それをういた新しい情報処理技術への期待が高まっています。私たちは超伝導回路中の電氣的励起、強磁性体中のスピン励起、結晶中のフォノン励起などを対象として、固体中の集団励起モードの量子状態制御と量子情報科学への応用を目指した研究を行っています。

【光とマイクロ波の信号の間で量子状態を受け渡す

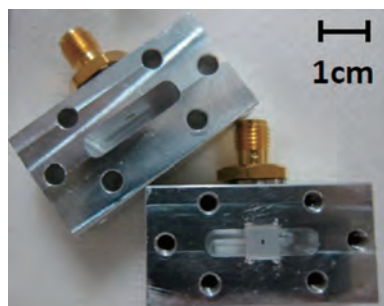
超伝導回路上で実現する超伝導量子ビットは、極低温環境下でマイクロ波の光子と相互作用しながら情報処理を行います。一方、遠距離間の量子情報伝送に用いられる光ファイバー通信では、赤外線的光子が用いられます。マイクロ波と赤外線では一光子あたりのエネルギーが4桁も異なるため、その間で量子状態を受け渡すことは容易ではありません。私たちは、上で述べたような固体中の集団励起の量子を媒介として両者を結ぶインターフェイスを実現し、量子情報ネットワークを構築するとともに、量子計算機へ向けた回路技術を確認し、量子情報科学の枠組みを広げることを目指しています。

【Controlling quantum dynamics in the millimeter world

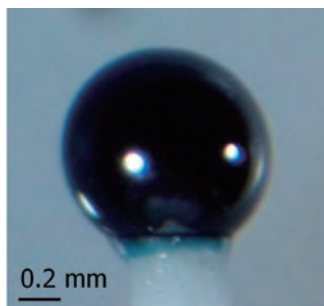
Quantum mechanics is one of the most fundamental theories in the modern physics and is believed to describe everything from microscopic to macroscopic. On the other hand, we never experience superposition of states, a basic principle in quantum mechanics, in our daily life. However, it has recently been demonstrated that quantum superposition states can be realized not only in microscopic objects such as atoms but also in millimeter-scale devices if they are properly prepared, which has stimulated the ideas for novel information processing technologies. Our research focuses on quantum control of collective excitation modes in solids, such as electromagnetic excitation in superconducting circuits, spin excitation in ferromagnets, and phonon excitation in crystals. We also aim at its applications to quantum information science.

【Transfer quantum states between optical and microwave signals

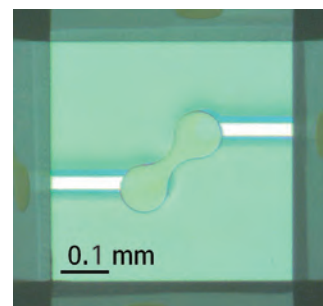
Superconducting quantum bits realized in superconducting circuits process information while interacting with microwave photons. On the other hand, optical fiber communications for remote quantum information transfer exploit infrared photons. Energies of microwave and infrared photons differ from each other by four-orders of magnitude, which makes interfacing quantum information challenging. Our research targets are to develop technologies for the goal as well as for quantum computing based on collective excitations in solids. With that, we hope to extend the framework of quantum information science.



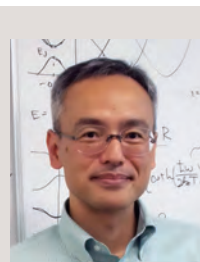
1 超伝導空洞共振器と超伝導量子ビット素子
Superconducting quantum bit inside a superconducting cavity



2 単一マグノン制御のための強磁性体単結晶球
Ferromagnetic single-crystalline sphere for single magnon manipulation



3 単一フォノン制御のための薄膜振動素子
Oscillating membrane device for single phonon manipulation



教授
中村 泰信
Yasunobu NAKAMURA, Professor
専門分野：量子情報科学、物性科学、超伝導
Specialized field: Quantum information science, Condensed matter physics, Superconductivity
E-mail: yasunobu@qc.rcast.u-tokyo.ac.jp



准教授
宇佐見 康二
Koji USAMI, Associate Professor
専門分野：量子光学
Specialized field: Quantum optics
E-mail: usami@qc.rcast.u-tokyo.ac.jp

田淵 豊 助教
Yutaka TABUCHI
Research Associate

不破 麻里亜 助教
Maria FUWA
Research Associate

蛋白質のしくみを理論分子化学で解明し、 そこに潜む機能性分子の設計思想を浮き彫りにする

Exploring mechanisms of proteins based on theoretical molecular chemistry to present a new strategy for molecular design and bioengineering

蛋白質の根底に横たわる普遍的なメッセージを 分子構造から抜き出す

生体の最小機能単位である蛋白質は、僅か20種類のアミノ酸から構成されるにもかかわらず、バラエティに富んだ構造をしています。そしてその構造に応じて、電子伝達、物質輸送、センサー、抗体など様々な機能を有しています。私たちは、蛋白質の分子構造を手がかりに、その分子機能とメカニズムを理論的手法により明らかにしようと研究をしています。複雑な分子構造からその機能を理解することは一見すると大変そうですが、その機能は必ず基礎的な分子化学によって語ることができるはずで、単に数値を計算するのではなく、そこから蛋白質科学の根底に関わる普遍的なメッセージを抜き出すことを理念としています。たとえば、今はまだ謎の多い光合成のしくみを明らかにすることができれば、それを応用することにより「人工光合成」が実現できるかも知れません。このように、工学的応用を見据え、機能性分子の設計思想を見いだすことも重要な研究課題です。同時に、研究の道具となる新しい理論化学手法の開発にも挑戦しています。具体的な研究テーマは下記のとおりです：

- (1) 蛋白質や生体超分子の機能解明と設計指針の探究
 - ・光合成におけるプロトン・電子・励起エネルギー移動
 - ・光受容蛋白質やイオン輸送蛋白質の分子構造と機能の関係
 - ・酵素活性部位の設計：「酵素触媒反応に重要な蛋白質環境場因子」の解明
- (2) 新しい理論化学手法の開発
 - ・時間発展する系の量子化学計算法
 - ・量子化学計算を用いた酸解離定数 (pKa) の予測法

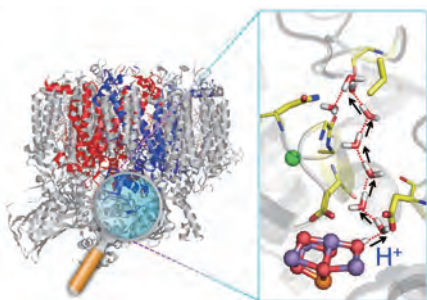
Understanding of the principles of protein function on the basis of the molecular structure

Proteins consist of only 20 types of amino acids, while they show large variety in their functions, e.g., redox activity, transporter, sensor, and antibodies. To clarify a relationship between functions and structures of proteins, we analyze molecular structures of proteins at the atomic level and calculate physical or chemical constants on the basis of theoretical chemistry.

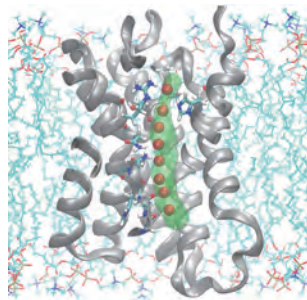
Certainly, functions of proteins should be fully explained solely by the molecular structure even if the functions are seemingly complicated. "Just computing molecules" is not in our interest. Our mission is to uncover new but simple principles essential to the protein science through careful analysis of the target proteins. For example, we are trying to clarify the reaction mechanisms of natural photosynthetic proteins, e.g., O₂- evolution, electron transfer, and proton transfer reactions. We also develop new tools for analysis of protein function.

Our challenges include:

- (1) Toward understanding of functional mechanisms of proteins and macromolecules for molecular design
 - Electron, proton, and energy transfer reactions in photosynthesis
 - Correlation between structure and functions of photoreceptor and ion transporter
 - Toward more active catalytic centers: elucidation of minimum key components that contribute to enzymatic reactions in enzymes
- (2) Development of new chemical theories and computational methods
 - Quantum mechanics model for molecular dynamic simulation
 - Theoretical prediction of acid dissociation constants (pKa) by quantum chemical calculation



1 光化学系II蛋白質における水分解プロトン移動経路
Proton transfer pathways in the water-oxidizing enzyme photosystem II



2 水を運ぶ蛋白質アクアポリン中の水チャンネルの構造
Structure of the water channel in aquaporin



3 研究室のメンバー
(個性豊かな学生の皆さんとワイワイ！)
All members of our laboratory have wonderful personalities



教授
石北 央
Hiroshi ISHIKITA, Professor
専門分野：生物物理、理論化学、蛋白質、光合成、電子移動、プロトン移動
Specialized field: Biophysics, Theoretical chemistry, Protein, Photosynthesis, Electron transfer, Proton transfer
E-mail: hiro@appchem.t.u-tokyo.ac.jp



准教授
斉藤 圭亮
Keisuke SAITO, Associate Professor
専門分野：生物・化学物理、光合成、電子・プロトン・励起エネルギー移動
Specialized field: Bio- and chemical physics, Photosynthesis, Electron/proton/Excitation-energy transfer
E-mail: ksaito@appchem.t.u-tokyo.ac.jp

野地 智康 助教
Tomoyasu NOJI
Research Associate

田村 宏之 特任准教授
Hiroyuki TAMURA
Project Associate Professor

化合物半導体を用いて高機能なフォトニックデバイスを実現する Develop high-performance photonic devices using compound semiconductors

III-V族化合物半導体を用いた高機能波長変換デバイス

GaAsやInPのようなIII-V族化合物半導体は、高速トランジスタや発光ダイオード、半導体レーザーなどの高機能半導体デバイスの材料として広く利用されています。私たちは、このIII-V族化合物半導体を使ってレーザー光の波長を変換する非線形光学デバイスの開発を進めています。従来の波長変換デバイスには酸化誘電体材料が用いられてきましたが、半導体を利用できれば波長域の拡大や高機能化、高効率化が期待できます。半導体結晶の向きを上下入れ替える副格子交換エピタキシーという私たちが開発した新しい結晶成長法を用いて、高速光信号処理や高感度化学分析チップに利用可能な高機能波長変換デバイスの実現を目指しています。

金属ハライドペロブスカイト型半導体を用いた高性能フォトニックデバイス

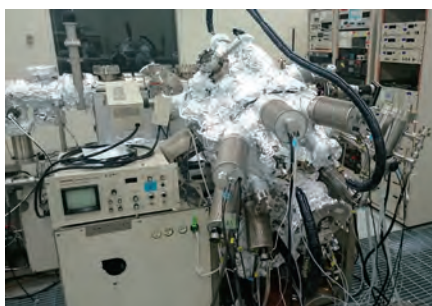
$\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ に代表される金属ハライドペロブスカイト物質はまったく新しい化合物半導体ファミリーです。最近になって、この材料が太陽電池の材料として極めて優れていることが発見されました。ペロブスカイト型太陽電池は日本発の技術で、太陽電池研究の常識を一変させる革命として世界中の研究者の注目を集めています。しかし、この材料の常識外れな性質がなぜ発現するのか、太陽電池のさらなる高効率化には何が必要なのかなど、基本的なことがほとんどわかっていません。私たちはこの材料の研究のパイオニアとして、金属ハライドペロブスカイト型半導体の基礎物性を解明する研究と並行して、さらに革新的な光デバイスを実現するために、新しい結晶成長法や組成・導電性制御などの研究に取り組んでいます。

High-performance wavelength-conversion devices using III-V compound semiconductors

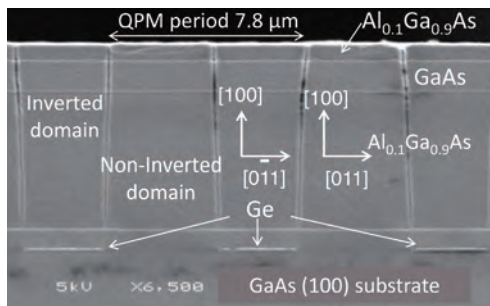
III-V compound semiconductors are widely used in high-performance devices such as high-speed transistors, LEDs, and laser diodes. We have been working on semiconductor-based wavelength-conversion devices utilizing optical nonlinearities of these materials. Superior material properties of III-V semiconductors are expected to lead to wider wavelength ranges, higher performances, and higher efficiencies, compared to conventional devices based on oxide dielectrics. We are developing high-performance wavelength-conversion devices using a novel crystal growth technique, sublattice reversal epitaxy, we have developed for fabricating nonlinear optical devices, with applications to high-speed optical signal processing and chemical analysis chips in our mind.

Metal-halide perovskite semiconductors and their application to high-performance photonic devices

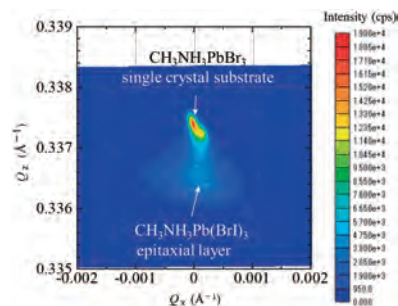
Metal-halide perovskite-type materials such as $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ are of a new compound semiconductor family. Recently, it has been revealed that these materials are promising for solar-cell applications. The perovskite solar cells were discovered by Japanese researchers. However, fundamental properties of these materials are not clearly understood in terms of their remarkable performances in solar cell applications. Moreover, further improvements of device performances are still deadily needed. As a pioneer of perovskite-semiconductor study, we are now studying fundamental properties of these materials. We are studying novel crystal growth and composition/conduction control techniques of metal-halide perovskite semiconductors in order to realize innovative photonic devices.



① 空間反転に用いる分子線エピタキシー装置
Molecular beam epitaxy apparatus



② 周期空間反転GaAs/AlGaAs波長変換デバイス
GaAs/AlGaAs wavelength conversion device



③ ペロブスカイト半導体のヘテロ構造
Hetero structure of perovskite semiconductor



教授
近藤 高志
Takashi KONDO, Professor
専門分野：非線形光学、半導体エピタキシャル成長、ペロブスカイト太陽電池
Specialized field : Nonlinear optics, Semiconductor epitaxial growth, Perovskite solar cells
E-mail : tkondo@castle.t.u-tokyo.ac.jp

内田 聡 特任教授
Satoshi UCHIDA
Project Professor

沼田 陽平 特任講師
Youhei NUMATA
Project Lecturer

松下 智紀 特任講師
Tomonori MATSUSHITA
Project Lecturer

次世代の高効率太陽電池・低コスト製造技術の研究開発により 太陽光発電技術のイノベーション創生を目指す

Innovative R&D on next-generation high-efficiency solar cells and low-cost production technologies

現在のシリコン太陽電池の2倍以上のエネルギー変換効率を目指す次世代高効率太陽電池の研究開発

従来にない新しい半導体材料や量子ナノ構造を導入して、太陽電池の変換効率を画期的に高めるための研究を行い、太陽光発電技術のイノベーション創生を目指しています。具体的には、

- (1) 量子ドットや高不整合半導体結晶を用いて、赤外光の2段階光吸収により出力電流の増大を目指した中間バンド型
- (2) 異なる半導体結晶を積層させて、太陽光とのスペクトルマッチングを図る多接合型
- (3) 高いエネルギーのホットキャリアを電極から取り出し、出力電圧の増大を目指したホットキャリア型

などにより、集光動作下で変換効率50%に届く太陽電池の高効率化の達成を目指しています。

軽量・低コスト薄膜太陽電池に関する研究開発

太陽電池薄膜を半導体基板から、エピタキシャル・リフトオフ(ELO)技術によって剥離することで、高価な基板を何度も再利用できるプロセス技術を開発し、化合物薄膜太陽電池の製造コストを画期的に低コスト化することを目指します。薄膜太陽電池は軽量かつフレキシブルであるため、低コストかつ高効率を実現することで移動体など幅広い応用が期待されており、低炭素社会の実現に向けた重要な技術開発の一つです。

ハイブリッドCPV-Tモジュールの研究開発

集光型太陽光発電(CPV)と熱利用による、ハイブリッドエネルギー回収のためのCPV-Tモジュール開発を行っています。太陽光による発電と太陽熱の熱回収を同時に行うことで、太陽光エネルギーの利用効率を高めます。

High-efficiency beyond the present silicon solar cell technology

New semiconductor materials and new quantum nanostructures are exploited in order to achieve high-efficiency photovoltaic solar energy conversion reaching 50% under concentrated sunlight and innovation on alternative energy technologies.

Research target includes:

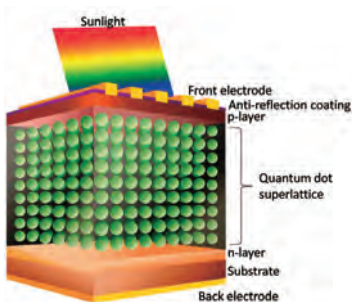
- (1) Intermediate band solar cells with photocurrent enhancement by two-step infrared photon absorption using quantum dot arrays or highly mismatched semiconductor alloys.
- (2) Multi-junction solar cells with improved spectral matching for sunlight by stacked semiconductor junctions.
- (3) Hot carrier solar cells with high output voltage by hot carrier extraction.

Light-weight and Low-cost thin-film solar cells

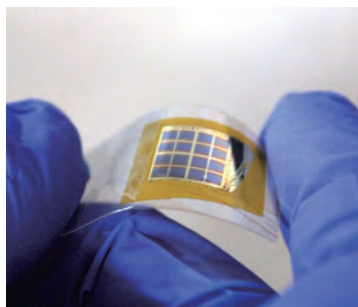
Epitaxial lift-off (ELO) technique is developed in order to peel-off III-V compound semiconductor thin-film solar cell from the substrate. This allows to reuse the expensive substrate for many times, which can lead to a drastic reduction of the production cost. Thin-film solar cells are light-weight and flexible and a wide commercial application (such as solar-powered EVs) becomes possible, which will contribute to future low-carbon and sustainable society.

Hybrid concentrator photovoltaic/thermal module

Hybrid concentrator photovoltaic and thermal module, so-called CPV-T, is developed. High efficiency energy usage can be realized by co-generation of electricity via photovoltaics and thermal energy through collection via hot water.



1 量子ドット中間バンド型太陽電池
Quantum dot intermediate band solar cell



2 ELO法により作製した薄膜太陽電池
Thin-film solar cells by developed with ELO technique



3 ハイブリッドCPV-Tモジュール
Hybrid CPV-T module



教授
岡田 至崇
Yoshitaka OKADA, Professor

専門分野: 次世代太陽電池、半導体結晶成長、ELO・薄膜太陽電池

Specialized field: Next-generation solar cells, Semiconductor crystal growth, Epitaxial lift-off thin-film solar cells

E-mail: okada@mbe.rcast.u-tokyo.ac.jp

アーサン ナズムル 特任准教授
Nazmul AHSAN
Project Associate Professor

宮下 直也 特任講師
Naoya MIYASHITA
Project Lecturer

玉置 亮 助教
Ryo TAMAKI
Research Associate

ビッグデータ解析と多様な数値シミュレーションで 気候系の形成・変動や異常気象の予測可能性を理解する

Understanding formation and variability of the climate system and extreme weather through big data analysis and diversified numerical simulations

【大気と海との相互作用から気候変動を読み解く】

地球の気候は大気と海洋が互いに影響し合って形成され、常に変動します。つまり、気候系自体のカオス的な性質に起因する自然変動（揺らぎ）が、人為起源の地球温暖化など外部強制への応答としての長期変化に重畳しているのです。よって、社会に大きく影響し得る異常気象や気候の将来変化の探究には、地球温暖化とともに自然変動とその予測可能性の理解を深めることが不可欠で、それこそが当研究室が探究する課題です。

私たちの研究に不可欠なのは気候系の観測データです。地球の大気と海洋全体を格子状に3次元に分割し、各格子点での風・気温・湿度・雲・降水や海流・水温・塩分、さらには海水被覆や海洋から大気への熱・水蒸気供給などを過去から現在まで記録したものですから、必然的にビッグデータになります。一方、コンピュータシミュレーションも、気候の将来変化の研究は勿論、気候系内で複雑に相互作用する多様な過程の理解を深める上で不可欠です。特に、自然変動のカオス性を考慮し、初期状態をわずかず何通りも変えて行う「アンサンブル実験」は、気候変動や異常気象における因果関係を明確化し、予測可能性を評価する上で極めて有効です。これらも謂わば、幾つもの「擬似地球」の巨大データセットと呼ぶべきものです。

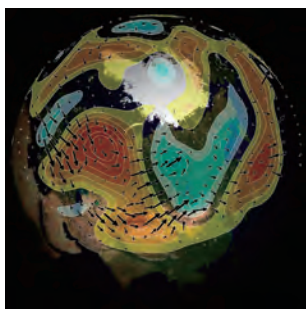
私たちはこれらの巨大なデータを多様な角度から切り取り、統計解析や理論に基づく力学診断、目的に応じた多彩な数値気候モデル実験を通じて、気候システムで起こる様々な時空間規模の現象のメカニズムや予測可能性の解明を目指しています。

【Deciphering Earth's climate system from a viewpoint of ocean-atmosphere interactions】

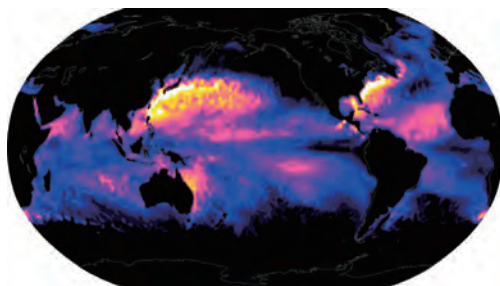
Earth's atmosphere and ocean interact mutually to form the climate system and make it vary. Natural variability of the system arising from its internal chaotic processes is superimposed on long-term climate change in responding to external forcing typified by anthropogenic increase of greenhouse gasses. We study both the natural variability and climate change, which is thus necessary for deepening our understanding of extreme weather events and future climate change both exerting significant impacts on our society.

We utilize observational data of the climate system. History of the evolving climatic state is recorded as global three-dimensional distributions of atmospheric variables such as winds, temperature, humidity, precipitation and cloudiness, and of ocean currents, water temperature, salinity, ice/snow cover and heat and moisture exchange between the atmosphere and ocean as well. Thus we have to handle the "big data". Numerical simulations with ocean/atmosphere models are necessary not only for future projection of the climate system but also for deepening our understanding of complex interactive processes in the climate system. Ensemble simulations with a large number of model time integrations with slightly modified initial conditions under the particular boundary conditions and/or external forcing are highly effective in clarifying mixed causality behind the climate variability and extreme weather events and assessing their predictability. We utilize the outputs of those simulations as "big data" for "virtual Earth".

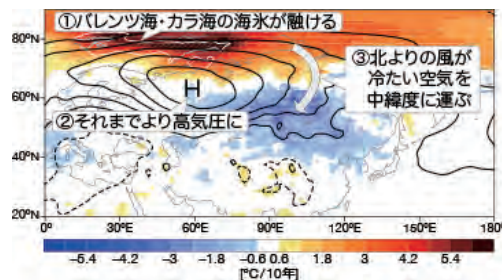
We explore mechanisms and predictability of various phenomena occurring in our climate system with various spatiotemporal scales, by applying statistical analyses and theoretical diagnoses and by performing purpose-oriented diversified numerical simulations.



1 2010年8月に日本に記録的猛暑をもたらした上空の高・低気圧の波列
Wavy pressure anomalies caused a heat wave to Japan in August 2010



2 黒潮やメキシコ湾流に沿った活発な大気海洋相互作用
Active air-sea interaction along Kuroshio and Gulf Stream



3 北極海水減少がアジアにもたらす寒波
Arctic sea ice reduction cools Asia in winter



教授

中村 尚

Hisashi NAKAMURA, Professor

専門分野：気候変動力学、大気海洋相互作用、異常気象の力学

Specialized field: Dynamics for climate variability and extreme weather, air-sea interaction

E-mail: hisashi@atmos.rcast.u-tokyo.ac.jp

森 正人 助教

Masato MORI
Research Associate

宮坂 貴文 特任助教

Takafumi MIYASAKA
Project Research Associate

共創によるコミュニティ再生・まちづくりのための理論と手法の導出

Research and Development on Theory and Method for Co-creative Community Design, Planning, Management

■コミュニティ再生に係る理論と実践手法の開発

コミュニティや「まち」の再生をめざした、デザイン、プランニングそしてマネジメントの方法論や手法、それらを支える基礎理論について、さまざまなアプローチから探求し、実際のコミュニティ再生プロジェクトやまちづくりに応用することを研究の主軸としています。そのために、下記の研究アプローチを横断的に扱います。

- (1) 方法論・手法の研究
- (2) 計画・制度・体制の研究
- (3) 実践研究

関連キーワードとしては、プレイスペースプランニング、プレイスメイキング、エリアマネジメント、スマートコミュニティ、スポーツまちづくり、公共圏デザイン、参加型デザイン、参加民主主義、コミュニケーションデザイン、コミュニティビジネスなどがあります。

■持続可能な都市の水システムを考える

安全な水を、安定的に、持続可能な形で供給するためのシステムづくりと浄水技術について研究しています。特に、細孔サイズよりも大きな物質を確実に除去可能な膜ろ過技術に着目しています。表流水から濁質や病原微生物を除去して飲料水を生成する精密/限外ろ過、海水から飲料水を生成する逆浸透処理は、開発途上国を含む世界各地で導入されてきています。近年では下水処理水の飲用再利用にも応用されてきており、より安全性が確保可能なシステムの開発も行います。また、人口減少下の国内では水供給システムの持続可能性が課題であり、機能劣化の観点からも研究を進めています。

■Developing urban design based upon heritage

Our laboratory's principal work is not limited to the development of theories, but also involves the crafting of methodologies for co-creative community designing, planning and management, which can be later applied to actual projects.

Accordingly, we conduct cross-objective researches with the following approaches:

- (1) Methodological approach
- (2) Planning, institutional and structural approach
- (3) Practical approach

Furthermore, we develop case studies, conduct field works, and provide discussions for students to enhance their communication skills and community-based interests.

Keywords: Place Based Planning and Management, Participatory Design, Participatory Democracy, Communication Design, Public Realm Design, Smart Community, Active and Sports friendly Community Design, Community Business

■Development of sustainable urban water systems

Our research field is urban water systems and water treatment technologies for sustainable safe drinking water supply. Among them, membrane filtration technology, which enables to produce safe drinking water from surface waters or even from sea waters, is major focus of our group. Recently, application to the potable reuse of wastewater has attracted great attention and securing treated water safety is one of the issues. Our research focus is, then, to develop the proper water treatment technologies for sustainable safe water supply.



1 様々な分野を統合し共創するコミュニティのデザインとマネジメント
Integrated approach for Co-creative Community Design and Management

2 コミュニティリビングによる郊外住宅地の再生 (東急電鉄、横浜市とともに)
Rebirth of Suburban Area with Community Living Approach

3 無電化地域の飲料水源 (ブルキナファソ、ジニアレ)
Water fetching in off-grid area in Ziniaré, Burkina Faso



教授
小泉 秀樹
Hideki KOIZUMI, Professor
専門分野: 少子高齢社会の共創まちづくり、コミュニティデザイン、エリアマネジメント
Specialized field: Collaborative and co-creative planning and design, Community design, Area management
E-mail: hide@cd.t.u-tokyo.ac.jp



特任准教授
吉村 有司
Yuji YOSHIMURA
Project Associate Professor
専門分野: 人口知能 (AI) やビッグデータを用いたまちづくり
Specialized field: Artificial Intelligence and Bigdata enhanced Urban Planning
E-mail: yuyoshimura@cd.t.u-tokyo.ac.jp

橋本 崇史 講師
Takashi HASHIMOTO
Lecturer

後藤 智香子 特任講師
Chikako GOTO
Project Lecturer

马爽 特任助教
Shuang Ma
Project Research Associate

エレクトロニクスと化学の融合で構築する再生可能エネルギーシステム Renewable energy system by interdisciplinary approach between electronics and chemistry

■高効率太陽光発電と化学的エネルギー貯蔵

高照度地域で高効率・低コストに太陽光エネルギーを化学物質に蓄え、それをエネルギー消費地に輸送して必要なだけ利用するシステムが構築できれば、太陽光は化石燃料を代替して社会の基幹エネルギー源になります。そのためには、太陽光から高効率に電力を得て、水の分解やCO₂の還元などの電気化学反応により保存性・可搬性に優れた太陽光燃料を得る技術が有望です。そこで必要な高効率太陽電池、電気化学反応装置の開発とシステムへの実装が本研究室のミッションです。

技術のコアは、半導体ナノ結晶技術にあります。化合物半導体単結晶からなる量子構造を集光型太陽電池に実装することで、従来のパネル型太陽電池の2倍以上の効率で発電が可能です。私たちの研究室では、このようなナノ結晶の成長から太陽電池のシステム評価までを一貫して行っています。また、半導体結晶は電気化学反応の活性サイトとしても重要です。水の電気分解を高効率化するためには植物の光合成に学ぶことが有効ですが、その反応サイトは金属酸化物-半導体-です。この仕組みを人工的な結晶に取り込むことで、植物の効率をはるかに凌ぐ太陽光燃料製造を目指しています。その鍵は、半導体と溶液の界面にあります。半導体物理と電気化学の両面から界面の現象に迫り、反応を制御する指針獲得に努めています。

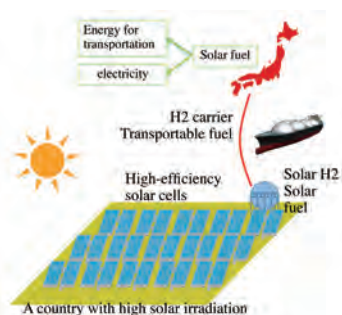
さらに、各エレメントが最高効率点で動作できる回路の構築や、システム全体の特性からバックキャストしたエレメントの課題抽出など統合的な取り組みも進めています。

■High-efficiency photovoltaic and chemical energy storage

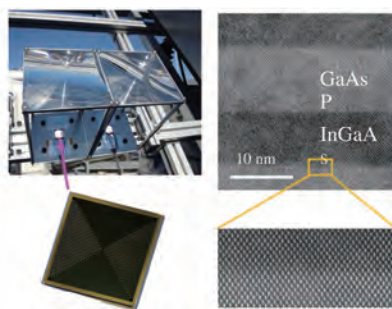
Solar energy can take a majority of energy supply in our society if we can realize an energy system in which solar energy is stored in chemical substances in the regions with high irradiance and they are transported to the region of large energy demand. For such a system, it is promising to combine high efficiency photovoltaic (PV) power generation and electrochemical reactions to produce solar fuel, which is capable of long-term storage and transport. Our objective is to develop high efficiency PV cells and electrochemical reactors which are included in the system to produce "solar fuel."

The core competence is semiconductor nano-crystals. PV can be twice as efficient as conventional technology by implementing the epitaxial nanostructures of compound semiconductor crystals into the modules with sunlight concentration. Our laboratory develops all the relevant technologies from the growth of nano-crystals to system evaluation. Semiconductor crystals are also important as the active sites of electrochemical reactions. Learning from photosynthesis in natural leaves is important in order to boost an efficiency of electrochemical water splitting and the active sites in leaves are composed of metal oxides, a kind of semiconductor. We aim at high-efficiency production of "solar fuel" by implementing an essential mechanism of natural photosynthesis into artificial crystals. The key exists at the interface between a semiconductor and a solution. Trials are continued to obtain a guiding principle for controlling electrochemical reactions through an interdisciplinary approach between semiconductor physics and electrochemistry.

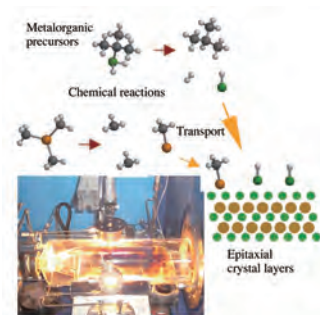
Furthermore, system integration is our important target including the construction of circuit systems to manage the efficiency-maximum operation point of each element and the backcasting approach to extract the key issues of elements from the performance of an entire system.



1 「太陽光燃料」によるエネルギーシステム
"Solar-fuel" energy system



2 エピタキシャル結晶による高効率太陽電池
High-efficiency epitaxial solar cells



3 有機金属気相成長プロセスと反応装置
Metal-organic vapor-phase epitaxy



教授
杉山 正和
Masakazu SUGIYAMA, Professor

専門分野：高効率太陽光発電、半導体結晶成長・
微細加工、エネルギー変換

Specialized field : High-efficiency photovoltaic,
Semiconductor crystal growth and device
process, Energy conversion

E-mail : sugiyama@ee.t.u-tokyo.ac.jp

嶺岸 耕 特任准教授
Tsutomu MINEGISHI
Project Associate Professor

渡辺 健太郎 特任講師
Kentaroh WATANABE
Project Lecturer

佐藤 正寛 助教
Masahiro SATO
Research Associate

ソダーバンル ハッサネット 特任助教
Hassanet SODABANLU
Project Research Associate

気候変動のグローバルな連鎖のメカニズムを探求し予測への鍵を導く

Exploring mechanisms of global linkages in climate variability to identify a key for climate prediction

世界各地の気候変動を結びつける遠隔影響

ある地域での大気の揺らぎは、大気循環の変化を通じて離れたところに伝わります。この「遠隔影響」はよく、大気と海洋との間の相互作用を伴う自励的なフィードバック過程を通じて誘起され、離れた地域で新たなフィードバックを引き起こし、ときには異常気象をもたらします。海洋の揺らぎは大気に比べてゆっくりと時間発展し、数ヶ月から、ときには数十年に渡って、世界中の様々な地域の気候に影響します。海洋変動とそれがもたらす遠隔影響は、天候を数ヶ月前から予測するための鍵でもあります。

またこのような気候の自然変動は、人為起源の地球温暖化と干渉し、ときには更に激しい熱波をもたらす一方で、温暖化と逆行するかのよう一時的な寒冷化を引き起こすこともあります。観測された気候の揺らぎの中から人為起源の変化と自然変動とを分離する「原因特定」は、エネルギー・気候政策の決定において重要な意味を持ちますが、自然変動の深い理解と大型計算機による多様な気候シミュレーションを必要とする高度な試みです。

私たちの研究室では、観測データ及び気候モデルシミュレーションデータの解析や、新たなモデルシミュレーションのデザインと実施を通して、気候システムのグローバルな共変動の理解と、それに基づく予測可能性の特定を目指しています。主な研究テーマは以下です。

- (1) 東アジアに持続的な異常気象をもたらす地球規模の大気循環変動のメカニズムと予測可能性
- (2) 太平洋・インド洋域に内在する大気海洋変動現象のメカニズムとその地球規模の影響
- (3) 様々な形で顕れる地球温暖化の原因特定

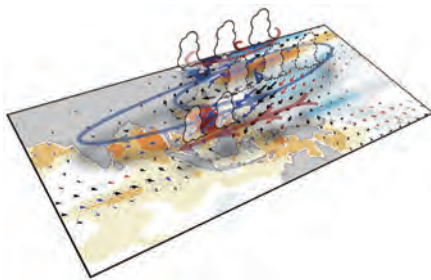
Teleconnections link remote climate variations over the Earth

A regional disturbance in the atmosphere is transmitted to remote regions through changes in atmospheric circulation, a phenomenon called “teleconnection”. It is excited through feedback processes that often involve ocean-atmosphere interactions, and induces another feedback in remote regions, sometimes leading to extreme weather. Ocean variability evolves slowly compared to the atmosphere and influences climate worldwide for seasons to even decades. This process also provides a key for seasonal climate predictions.

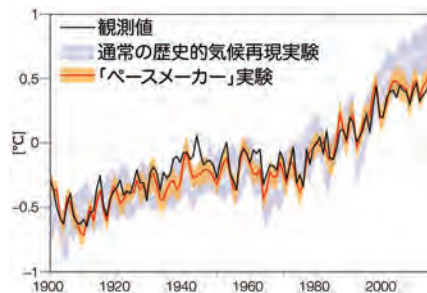
Such natural climate variability interferes with human-induced climate change. On one hand, this can make heat wave even severer. On the other hand, it sometimes leads to regional cooling despite the ongoing global warming. Attribution of observed climate variability to human influence, which provides important implications for energy and climate policymaking, requires deep understanding of natural variability and various numerical simulations of climate change.

We pursue understanding of global covariability of the climate system and identification of a key to climate predictability through analyzing observational and climate simulation data sets and designing and performing climate model simulations. Major research topics include

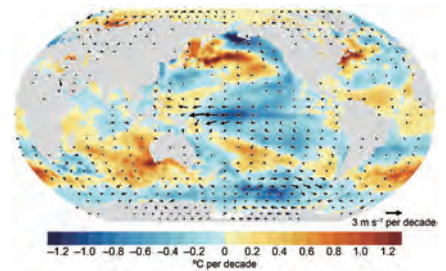
- (1) Mechanisms and predictability of extreme weather in East Asia arising from global-scale atmospheric circulation variability
- (2) Mechanisms of ocean-atmospheric variability in the Indo-Pacific Oceans and its global influence
- (3) Attribution of various climate change signals



1 東アジア夏季異常気象とインド洋との遠隔連鎖
An East Asia-Indian Ocean remote climate linkage in summer



2 全球平均気温変化の気候モデルによる再現
Reproducing past surface global temperature with a climate model



3 地球温暖化を15年に渡り減速させた太平洋変動
Pacific variability counteracted surface global warming for 15 years



准教授

小坂 優

Yu KOSAKA, Associate Professor

専門分野：気候変化、異常気象、気候シミュレーション

Specialized field: Climate change, Abnormal and extreme weather, Climate simulation

E-mail: ykosaka@atmos.rcast.u-tokyo.ac.jp

低炭素社会実現に向けた次世代光電変換デバイスの研究開発

Research and development of next-generation photovoltaic devices for a low-carbon society

多様な環境で発電する高効率太陽電池の開発

再生可能エネルギーの代表格の一つである太陽光エネルギーの有効利用は、エネルギーや環境問題を考える時に、重要な役割を担っています。とりわけ、太陽光エネルギーをダイレクトに電気に変換することのできる太陽電池の高性能化や高機能化が求められています。

われわれは、太陽光による低コスト発電の実現に向けて、化学合成技術やデバイス構築技術、光計測技術を駆使し、光電変換材料及び溶液プロセスで作製可能な太陽電池などの光電変換デバイスの研究開発を行っています。中でも、ペロブスカイト太陽電池は、低温の塗布プロセスで作製することができ、20%以上のエネルギー変換効率を達成できるものもあり、次世代太陽電池として有望視されています。また、幅広い太陽スペクトルを効率的に光電変換させるための太陽電池構造の研究や、液相法で合成する量子ドットを用いた超高効率太陽電池の基礎研究を行っています。さらに、スーパーコンピュータを用いた計算科学を活用した太陽電池材料物性や光電変換特性の研究にも取り組んでいます。

昼光以外にも私たちの身の回りに賦存する屋内外の光エネルギー利用は、IoT社会の実現に向けたエネルギーハーベストとして、重要性が益々高まってきています。そこで、低照度環境でも高効率発電が可能な色素増感太陽電池など、様々な光環境で動作するエネルギーハーベストデバイスの研究開発も実施しています。

これらの研究を効率的に推進させるために、国内外の大学や研究機関との共同研究を重視しています。さらに、われわれの研究結果の社会実装を進めるためには、産業界とアカデミアとが一体となって、研究開発に取り組むことも大切です。そこで、様々な産業界の方々とも連携をしながら、次世代光電変換デバイスを中心に、エネルギー材料やデバイスの研究開発を行っています。

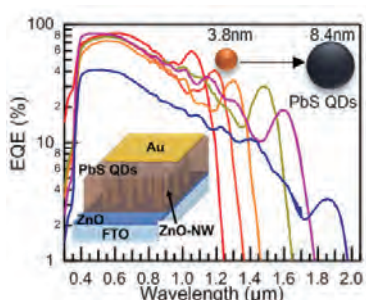
Research and development of high-efficiency solar cells working under various light conditions

Solar energy is one of the most representative renewable energy sources. Therefore efficient utilization of solar energy plays an important role in considering global energy and environmental issues. Under these circumstances, there have been growing requirements for development of high-efficiency and highly functional solar cells to generate electricity in a cost-effective way.

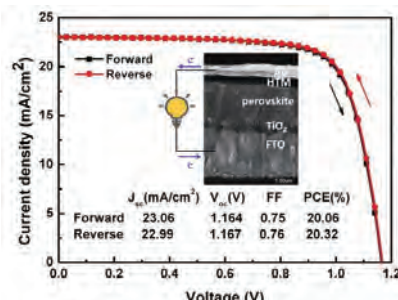
Toward the realization of low-cost solar cells, our research focus is directed to 1) syntheses of photovoltaic materials based on organic chemistry, and 2) development of solution processed-solar cells. Development of solar cells structures to utilize solar energy spanning in a wider solar spectral range and ultra-high efficiency solar cells based on colloidal quantum dots are another important aspects of our research activities.

Understanding of photovoltaic properties is also deepened with the aid of computational chemistry using super-computers. There are a variety of light energy sources except sunlight. Utilization of light energy sources available in our daily life then has been becoming increasingly important from the viewpoints of energy savings and so on. Research on self-driven energy harvesting devices including solar cells is also carried out by focusing organic solar cells because the solar cells can yield relatively high power conversion efficiency.

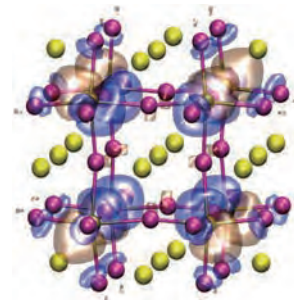
Collaboration between industry and academia is crucial to promote practical applications of our research results. Establishing good partnership between industry and academia is one of the important aspects of our research activities.



1 広帯域での光電変換が可能なコロイド量子ドット太陽電池
Colloidal quantum dot-based solar cells



2 有機金属ハライドペロブスカイト太陽電池
Organometal halide perovskite solar cells



3 分子構造シミュレーション
Computational simulation of molecular structure



特任教授
久保 貴哉
Takaya KUBO, Project Professor
専門分野: 太陽光発電、超高効率太陽電池、
変調分光計測
Specialized field: Solar power generation, Ultra-high efficiency solar cells, Modulation spectroscopy
E-mail: ukubo@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

特任講師
別所 毅隆
Takeru BESSHO, Project Lecturer
専門分野: 光電変換素子、
プリントエレクトロニクス
Specialized field: Opto-electronics devices, Printed electronics
E-mail: t.bessho@dsc.rcast.u-tokyo.ac.jp

革新的再生可能エネルギーシステムの研究 自然との共生を目指し、自然から学び、風、波と向き合う

The research of innovative renewable energy system
With the aim of coexistence with nature, learn from nature, to convert energy from the wind and the wave

【持続可能な再生可能エネルギーシステム開発】

再生可能エネルギーシステムは、自然の環境下で運転される持続可能なエネルギーシステムです。資源の少ない我が国の将来のエネルギーシステムを考える上で、循環するエネルギーである自然のエネルギーを利用した再生可能エネルギーシステムを開発し、定着化させていくことは非常に重要なテーマです。しかしながら、自然環境での最適なエネルギーシステム開発には課題が多く、自然の環境で運転するということが、自然の複雑性、不確実性、そして多様性を理解し、いかに設計、運用に反映させていくかが重要となります。

特に風力発電や波力発電のエネルギー源となる自然の風や波は、低気圧や台風などの大気の状態や地形性状による影響を受けます。この影響は複雑なスペクトルを持つ流れ現象を生み出し、それに起因する故障トラブルなどの課題が存在します。また、風力発電においては近年導入が進む中、騒音問題や鳥衝突問題などの社会受容性の課題が山積しています。当研究室では、大規模数値シミュレーション技術による物理現象解明と共に、各種課題を解決し、実用的な風力発電、波力発電システムなど再生可能エネルギーを目指し、以下のような研究開発を行っています。

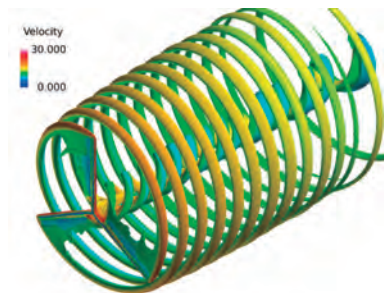
- (1) 数値流体力学による最適風力発電システム開発
- (2) 非接触レーザー風計測による風車制御技術開発
- (3) 環境共生型風力発電システム技術研究開発
- (4) 風力発電スマートメンテナンス技術研究開発
- (5) 小形風車技術研究開発
- (6) 自然共生型ブローホール波力発電システム開発

【Sustainable renewable energy systems development】

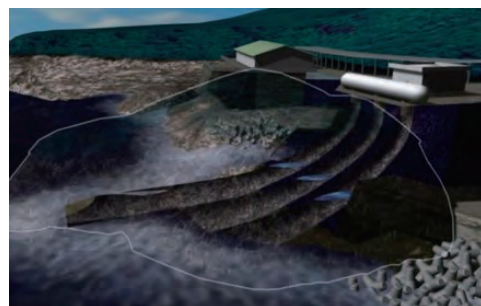
Renewable energy system is a sustainable energy system, which is operated under the natural environment. In considering the future of the energy system of our country, it is important to develop a renewable energy system that uses the natural energy that circulates. However, there are many issue to optimal energy system development in the natural environment, it is important to operation in the natural environment, to understand the nature of complexity, the uncertainty and diversity, and to reflect to the design of systems.

Especially, natural wind that is a source of energy of wind power system is affected by the atmosphere of the state and terrain properties such as low pressure and typhoons. This influence produces a flow phenomenon with a complex spectrum and causes some issues such as a failure trouble to the renewable energy systems. In addition, an introduced in recent years in wind power generation system, the social acceptance issues such as noise problems and bird strike issues have abound. In our laboratory, along with the physical phenomenon elucidated by large-scale numerical simulation technology as computational fluid dynamics (CFD), to solve a variety of problems, practical wind power generation system, with the aim of optimization of wave power generation system, and we are conducting research and development, such as the following.

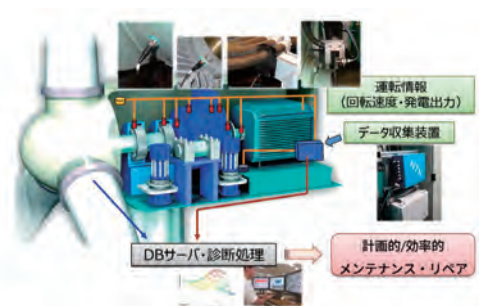
- (1) The optimum wind power generation system development by using computational fluid dynamics
- (2) The wind turbine control technology developed by a non-contact laser wind measurement
- (3) The social-acceptable wind power generation system technology research and development
- (4) Wind power SMART MAINTENANCE technology research and development
- (5) Small wind turbine technology development
- (6) Natural symbiotic blow-hole wave power generation system development



1 風力発電機周りの大規模数値シミュレーション
Computational flow simulation around the wind turbine



2 自然共生型ブローホール波力発電システム
Natural symbiotic blow-hole wave power generation system



3 風力発電スマートメンテナンス技術研究開発
Wind power SMART MAINTENANCE technology research and development



特任准教授
飯田 誠
Makoto IIDA, Project Associate Professor

専門分野：再生可能エネルギー学、風力発電、波力発電、流体力学

Specialized field : Renewable energy, Wind energy, Wave energy, Fluid engineering

E-mail : iida@eco.rcast.u-tokyo.ac.jp

データの生成メカニズムを明らかにしシステムの健全性を監視する人工知能 Artificial intelligence for revealing data generating mechanisms and monitoring health status of systems

【教師なし学習 ～データの背後にある構造を探る～

高次元かつ膨大なデータの中に隠れているクラスター構造や低次元の本質的な潜在空間を発見することを目的とする教師なし学習問題に強い関心を持って研究を行っています。高次元データの可視化、異常検知、移動ロボット自己位置・地図作成などの応用があります。

【動的システム学習 ～機械学習によるシステム同定～

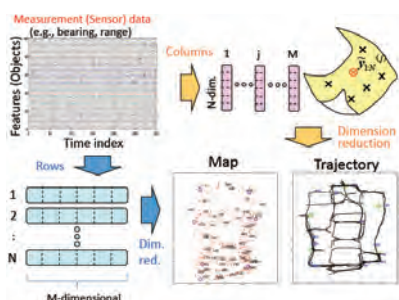
人工・自然に限らず、我々のまわりには時々刻々と状態を変化させる動的システムが多数存在します。私たちはそのような動的システムの数学モデルを用いて確率的に内部状態を推定したり、観測データからモデル自体を学習する手法を研究しています。応用例として、探査機が撮影した小惑星画像列から小惑星の3次元形状と探査機の相対位置・姿勢を同時復元する技術が挙げられます。

【データ駆動型異常検知 ～「何かがおかしい」を見つける～

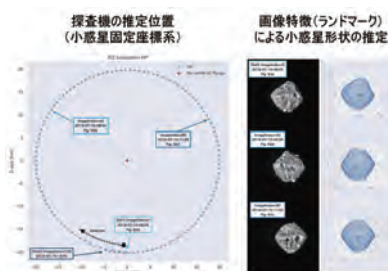
上記の教師なし学習や動的システム学習を膨大なセンサーデータに適用することにより、人工衛星や生産プラントに代表される複雑な人工システムが正常に稼働しているかどうかを監視する技術を研究しています。

While deep learning is attracting much attention these days, we are especially interested in unsupervised learning, which is one of main topics in machine learning research. An important purpose of unsupervised learning is to reveal latent structures or patterns such as clusters and low-dimensional intrinsic subspace behind the big data.

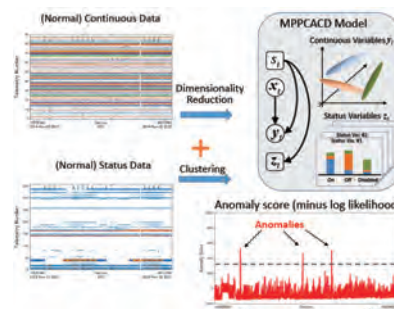
We are also studying on algorithms of learning dynamical systems (LDS), which aims at identifying mathematical models of natural and artificial dynamical systems from observation data. Obtained models can be utilized for control and prediction of those systems. Furthermore, we are applying these techniques to health monitoring and anomaly detection of large-scale artificial systems such as artificial satellite. The goal of our study is to make the world safer and more secure, with artificial intelligence.



1 非線形次元削減による自己位置・環境地図同時推定
Simultaneous localization and mapping by non-linear dimensionality reduction



2 観測画像列からの小惑星3次元形状と探査機相対位置姿勢の同時推定
Estimation of asteroid shape model and spacecraft poses from image sequence



3 教師なし学習による人工衛星テレメトリの異常検知
Anomaly detection for artificial satellite telemetry by unsupervised learning



教授
矢入 健久
Takehisa YAIRI, Professor

専門分野：人工知能、機械学習、航空宇宙工学、
予防保全、健全性監視

Specialized field : Artificial intelligence, machine learning,
aerospace engineering, prognostics, health monitoring

E-mail : yairi@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

高性能レーザ・光デバイスにより新しい光通信・計測を切り拓く

Cutting Edge Laser Technology and Photonic Devices for Communications, Precision Measurements, Bio-Medical and Industrial Applications

■ナノカーボンによる新しいレーザ・光デバイス

カーボンナノチューブ(CNT)やグラフェンのようなナノカーボン材料は有用な電氣的・光学的特性を持っています。我々はこれらの材料を用いた新しいレーザ・光デバイスと計測応用の研究を進めています。特にナノカーボンの持つ高速な可飽和吸収を利用した受動モード同期技術により0.1psの間だけ光る短パルス光ファイバレーザや高性能光デバイスを実現しました。

■高速に色を変化できるレーザの計測・医用応用

エルビウム(Er)やツリウム(Tm)等の希土類を添加した光ファイバや半導体素子による光ファイバレーザの計測応用を進めています。最近注力しているのは、100nm以上で色を繰返し周波数数百kHzで掃引できる超高速広帯域波長可変光ファイバレーザです。本光源の光断層画像診断(OCT)への応用を進めています。また、これまで実現が難しかった中赤外波長(2~5μm)光ファイバレーザの構築と応用を進めています。

■高性能3次元計測プラットフォームの開拓

コンピュータ統合生産等に対応した各種測定物の3次元モデリングや空間情報の取得のような多種多様な3次元サービスを「インダストリー4.0」へ導入することにおいて、高精細3次元レーザスキャナは重要な役割を果たします。我々はこれまで計測分野で見過ごされてきた光波の偏波・位相を高度な変調方式により活用することで、高度な3次元計測技術を創出しています。

■Advanced Lasers and Photonics Devices using Nanocarbon

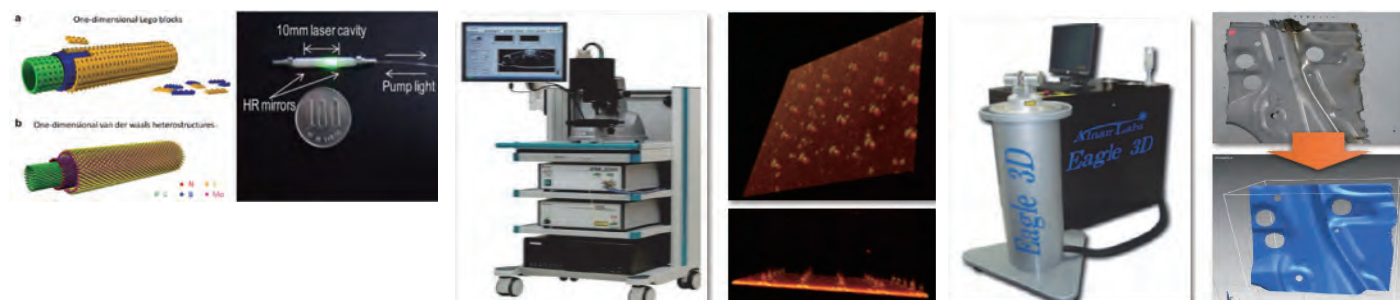
Nanocarbons, such as Carbon nanotubes (CNT) and graphene, have very useful electrical and photonic properties. We are pursuing researches on lasers and devices using these nanocarbon materials, and applications to optical sensings. Especially, we pay much attention on the ultrafast saturable absorption property of such nanocarbon materials, and realized a very short pulse fiber lasers that emit lights at the duration as short as 0.1ps. We are also working on nanocarbon-based highly functional devices.

■Fast Color-swept Lasers for Sensing and Medical Applications

We are working on the fiber lasers using Rare-earth (e.g. Er or Tm) doped fibers or semiconductors for sensing applications. We currently emphasize on the fast and wide wavelength swept fiber lasers that can sweep its color (wavelength) in wide sweep range (>100nm) at very fast sweep speed (Repetition rate > a few 100kHz). We are also trying to apply the lasers to the optical coherence tomography (OCT). At the same time, we study on fiber lasers at mid-IR wavelength regions (2-5μm) that have been difficult using optical fibers, and application to optical sensing.

■Pioneering 3D imaging platform

3D services e.g. 3D modeling, acquisition of spatial information for computer integrated manufacturing systems will revolutionize factories. High-precision 3D laser scanners play a significant role in introducing such wide variety of 3D services to "Industry 4.0". Our goal is to create sophisticated and pioneering 3D measurement technologies by full exploitation of polarization and phase of lightwave, which have been overlooked in measurement fields.



1 CNTによる世界最小のフェムト秒ファイバレーザ
World-Smallest CNT-based Femtosecond Fiber Laser

2 波長掃引OCTシステムと高速取得画像
Swept-Source OCT system and High-speed Acquisition Images

3 3次元レーザスキャナシステムと取得3次元画像
3D Laser Scanner system and Acquisition 3D Image



教授
山下 真司
Shinji YAMASHITA, Professor
専門分野：ファイバフォトニクス、非線形光学、ナノカーボン材料、バイオフォトニクス
Specialized field: Fiber Photonics, Nonlinear Optics, Nano-Carbon Materials, Bio-Photonics
E-mail: syama@cntp.t.u-tokyo.ac.jp



准教授
セット ジイヨン
Sze Yun SET, Associate Professor
専門分野：レーザシステム、超高速光エレクトロニクス、三次元計測、集積フォトニクス
Specialized field: Laser Systems, Ultrafast Optoelectronics, 3D LIDAR, Integrated Photonics
E-mail: set@cntp.t.u-tokyo.ac.jp

金 磊 助教
Lei JIN
Research Associate

杉浦 洋平 特任研究員
Yohei SUGIURA
Project Researcher

張 超 特任研究員
Chao ZHANG
Project Researcher

昆虫が進化により獲得した感覚・脳・行動の機能を再現し、理解し、活用する Reconstruction, understanding, and application of highly evolved sensory function, brain mechanisms, and behavioral strategies of insects

生物が獲得した脳の機能や機構の解明は、生物学のみならず工学分野においても大きなインパクトをもたらします。私たちは昆虫の脳をモデルとして、構成要素である神経細胞から脳を調べ上げて再構築することで、そのしくみを明らかにします。また遺伝子工学技術により、昆虫の優れた嗅覚を活用した匂いセンサの開発を進めています。昆虫科学により新しい科学と技術の世界の開拓を目指しています。

昆虫脳の始原的知能の理解を目指した全脳シミュレーションの構築

私たちは神経回路モデルと生物実験の両面からのアプローチにより、1万個~100万個の神経細胞からなる全脳のシミュレーションを通じた昆虫脳の知能の理解を目指しています。中でも私たちは、雄カイコガの嗅覚受容一匂い源探索行動に注目しています。細胞内計測や神経活動のイメージング等の生物実験によって個々の神経細胞の知見を得て、それらの形状・機能をデータベース化・モデル化した後に、大規模な神経回路モデルを構築します。このモデルの挙動を「京」や「ポスト京」のスーパーコンピュータ上でシミュレーションし、昆虫脳の活動をリアルタイムで再現することを目指します。

昆虫の嗅覚機能を活用した匂いセンサや匂い源探索ロボットの開発

昆虫がもつ優れた嗅覚機能を活用して、遺伝子工学により培養細胞や昆虫自体(カイコガ)でさまざまな嗅覚受容体の機能を再構築する技術を確認しています。これらの技術を活用し、匂いを可視化する「センサ細胞」や所望の匂い源を探索可能な「センサ昆虫」の開発を進めています。また、昆虫の優れた適応能力を解明するため、昆虫本体や昆虫触角とロボットを融合したバイオハイブリッドロボットの研究を進めています。さらに、触角電位(EAG)に基づくドローンと昆虫触角の融合にも取り組んでいます。

Understanding the mechanisms of information processing in brains is one of the major challenges in biology and is predestined to initiate significant breakthroughs in engineering. We aim at understanding the principles of operation of insect brains by reconstructing neural circuits from their basic units, single identified neurons and interpreting neural activity in relation to its relevance for internal and behavioral states. Furthermore, we have been developing novel olfactory sensors using insect olfactory receptors employing genetic engineering. The study of insects is thus predestined to lead to significant breakthroughs in neuroscience and engineering.

Whole insect brain simulation and the understanding of insect intelligence

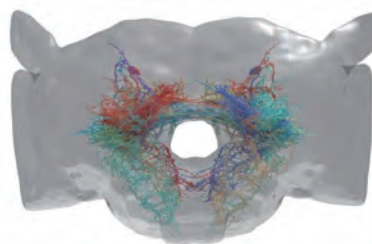
Our target is the understanding of insect intelligence through large-scale simulation of the insect brain that contains 10^4 - 10^6 neurons. To unravel mechanisms of information processing of insect brains, we use a combination of experimental and computational approaches. The properties of individual neurons and neural circuits are investigated with morphological, electrophysiological, and functional imaging techniques in conjunction with behavioral experiments that set a context for interpretation and meaning. Such data are used to reconstruct connections between neurons and to develop a large-scale neural network model. We employ the K/post-K supercomputer for model simulation and this allows us to replay activities in insect brains in real time.

Development of odor biosensors and odor-source searching robots based on insect olfaction

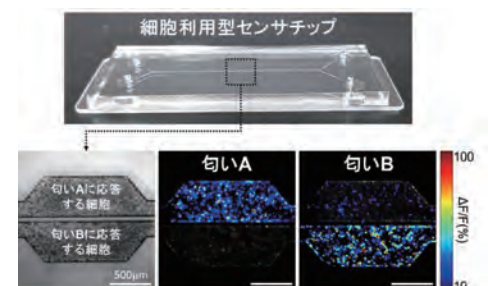
Insects have sophisticated olfactory systems that detect odorant molecules in the air with high sensitivity. We have successfully reconstructed the functions of several insect-derived odorant receptors in cultured insect cells and olfactory receptor neurons of silkworms using genetic engineering. By applying these technologies, we aim to develop a “sensor cells” for visualizing various odorant molecules as fluorescence, and a “sensor moth” for finding an odor source on demand. We also investigate and develop bio-hybrid robots that combine insects or insect antennas and robot parts for understanding insect adaptive behavior. Moreover, we are developing drone system with insect antennas based on the electroantennogram (EAG) technique.



1 フェロモン源へ定位する雄カイコガ (Bombyx mori)
Pheromone-searching behavior of an adult male silkworm (Bombyx mori)



2 分析と統合による昆虫脳の再構築
Reconstruction of the insect brain



3 細胞利用型匂いセンサチップによる匂い計測
Measurement results of a cell-based sensor chip



教授
神崎 亮平
Ryohei KANZAKI, Professor
専門分野: 神経行動学、生体-機械融合
Specialized field: Neuroethology, Biohybrid system
E-mail: kanzaki@rcast.u-tokyo.ac.jp

光野 秀文 特任准教授
Hidefumi MITSUNO
Project Associate Professor

ハウプト ステファン 周一 特任助教
Stephan Shuichi HAUPT
Project Research Associate

照月 大悟 特任助教
Daigo TERUTSUKI
Project Research Associate

加沢 知毅 特任研究員
Tomoki KAZAWA
Project Researcher

祐川 侑司 特任研究員
Yuji SUKAWA
Project Researcher

渋滞学
Jamology

様々な渋滞の解消を目指す渋滞学

車の渋滞による経済損失は年間で約12兆円にも上りますが、渋滞するのは車だけではありません。電車の遅れ、通勤ラッシュ時の人の混雑、窓口での長い行列など、我々を取り巻く環境は渋滞や混雑で満ち溢れています。さらにはインターネット通信、アリの行列、人の体の中の血液やタンパク質の流れ、工場や物流などにも広い意味での渋滞が発生します。こうした様々な流れの渋滞とその解消方法について、当研究室では「渋滞学」という数理科学的アプローチを用いた方法により研究を進めています。具体的には、流体力学や確率過程などを用いて流れをモデル化し、渋滞を相転移として捉えてそのメカニズムを解析すると同時にその解消法を提案します。さらに、実験により解消法の検証も行います。

例えば車の場合、車間を詰めて走行している車の先頭がちょっとした上り坂で減速すると、ブレーキの連鎖によって大渋滞が発生します。ところが、1km程度のでき始めの渋滞であれば、その場所にゆっくりと近づくことで渋滞の成長を遅らせ、うまくいけば解消も可能であることが分かっています。これは工場の生産ラインでの渋滞解消にも応用できる方法です。また、人の建物からの避難の際に皆が一斉に逃げようすると、詰め過ぎて身動きが取れなくなってしまいます。このとき、適切な位置に適切な障害物を置くと、かえって流れがよくなる場合があることも分かっています。

渋滞学では、上記のような「急がば回れ」的な視点によって創発的な渋滞解消を目指しています。近年はビッグデータの活用も始めていて、研究成果をより実用的な形にして社会に還元できるよう、日々研究に励んでいます。

さらに、群集マネジメントの社会連携講座を開設して企業連携を推進しています。

Jamology: solution for various jams in the world

Economic losses caused by traffic jam is no less than 12 trillion yen per year; however, not only vehicles cause jam. Our daily life is satisfied with full of jams such as delay of trains, congestion in commuting rush hours, and long queues at service windows. Furthermore, jams in a broad definition are observed in the Internet, queue of ants, flow of blood and protein in our body, factories, and logistics. We study these jams and their solution by “Jamology”, which is a mathematical scientific approach to jams. We model the systems by applying mathematics and physics such as stochastic process and fluid dynamics and understand the mechanism of jams by analyzing them as phase transitions. We also suggest solutions for jams and validate their effectiveness by real experiments.

For example, terrible traffic jam occurs by a little deceleration at a gentle ascent if vehicles are driving with small headway distances. However, if we approach to the jam slowly, we can delay the growth of jams. As a result, there is a possibility that small jam about 1km is completely solved. This solution can be also applied to jams in production lines in factories. Besides, when many people try to evacuate from the building at the same time, the exits often get clogged. It is investigated that setting a suitable obstacle at an appropriate position prevents the clogging and improve the flow of people.

Jamology tries to emergently solve jams from the view point of “more haste, less speed” as in the examples above. We have also started big data analysis and persevered in studying in order to contribute our society by our applicative research outcome.

In addition, we have established a joint-venture with several corporations to promote crowd management and related cooperation between public and private institutions.



1 渋滞吸収実験 (JAFとの共同実験)
Jab absorbing experiment (in collaboration with JAF)



2 雑踏の中を歩行する人の実験
Pedestrian experiment (pedestrians walk through a congested area)



3 工場での在庫の渋滞の様子
Jam of stocks in a factory



教授
西成 活裕
Katsuhiko NISHINARI, Professor
専門分野：数理物理学、渋滞学
Specialized field: Mathematical physics, Jamology
E-mail: tknishi@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

柳澤 大地 准教授
Daichi YANAGISAWA
Associate professor

志村 憲一郎 特任講師
Kenichiro SHIMURA
Project Lecturer

フェリシアーニ クラウディオ 特任助教
Claudio FELICIANI
Project Research Associate

村上 久 特任助教
Hisashi MURAKAMI
Project Research Associate

谷田 桜子 特任助教
Sakurako TANIDA
Project Research Associate

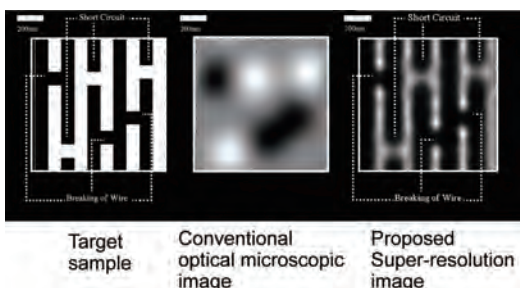
ナノ製造世界の実現を目指して“光”の可能性を追求する Ultimate optical approach for nano manufacturing world

次世代の超精密ものづくりを実現するため、我々生命体の根源をなす“光”エネルギーを媒体とした新しいマイクロ／ナノ加工・計測・生産技術に関する研究を推進しています。すなわち、従来から製造現場において広く用いられてきた、高い遠隔制御性を特徴とする自由空間伝搬光エネルギーに加え、主に基礎科学分野において用いられてきた、高い空間的局在性を特徴とするエバネッセント光や近接場光といった局在光エネルギーも含めて、次世代の先進的生産技術を支援する光エネルギーの可能性を追求しています。具体的には、レーザー応用ナノインプロセス計測、レーザー応用ナノ加工に代表される先進製造を実現するための要素技術開発とともに、新しいマイクロデバイス生産システム概念となるセルインマイクロファクトリを提唱し、その確立を目指しています。それぞれの研究・技術開発においては、(a) 新概念の提案から、(b) 理論・実験両面からの特性解析、(c) 実用化を見据えた実験的検証までをカバーしています。主な研究テーマは以下の通りです。

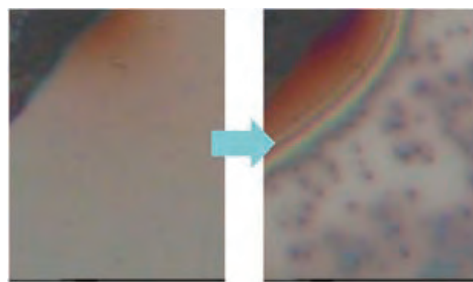
- (1) エバネッセント局在フォトンを用いたナノ光造形の開発
- (2) 半導体製造におけるナノ欠陥の高分解能・高感度・光学的計測法の開発
- (3) 光触媒ナノ粒子を用いた三次元マイクロ構造レーザー直描法の開発
- (4) 局在光エネルギーの動的制御を用いたセルインマイクロファクトリに関する研究

We conduct research on advanced micro/nano production technology, which can be applied to the next-generation ultra-precision manufacturing by focusing on photon energy, which is the ultimate energy believed to be the root of our life. Especially we are developing photon based cutting-edge techniques for micro/nano manufacturing science, such as laser-assisted nano-in-process measurement, laser-assisted nano-processing and structuring, and a novel concept about a future micro production system, cell-in-micro-factory, with which we can produce innovative micro/nano functional devices supporting our future life. In order to realize our target, not only conventional light energy propagating in free-space but also localized light energy emerging at near-field region of bulk material is applied to our research from both a practical viewpoint as manufacturing techniques and a scientific viewpoint based on basic physics. Our research involves (a) proposal of new concept not only about elemental technology but also about a whole production system, (b) theoretical and experimental analyses unraveling its characteristics, and (c) experimental verification for practical realization. Some of our ongoing projects are as follows:

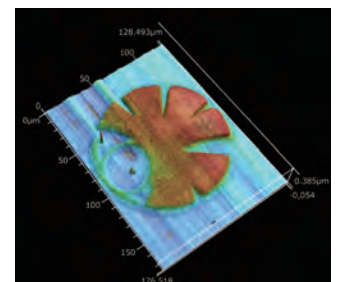
- (1) Nano-stereolithography using evanescent light energy.
- (2) In-process super-resolution high-sensitive optical measurement for nano-defects in semiconductor industry.
- (3) Laser direct fabrication of three-dimensional microstructures using photocatalyst nanoparticles.
- (4) Study on cell-in-micro-factory based on active control of localized photon energy as a future micro production system.



1 半導体パターンの回折限界超越検査
Super-resolution inspection of semiconductor patterns



2 自律的欠陥探索プローブによるナノ欠陥の一括検出
Simultaneous inspection of nano defects by autonomous defects detection probe



3 エバネッセント光で造形した銀杏マーク
A ginkgo tree leaf, the University of Tokyo's symbol, created using evanescent light



教授
高橋 哲
Satoru TAKAHASHI, Professor

専門分野：光応用ナノ計測、光応用ナノ加工、セルインマイクロファクトリ

Specialized field : Laser-assisted nano-measurement, Laser-assisted nano-processing and structuring, Cell-in-micro-factory

E-mail : takahashi@nanolab.t.u-tokyo.ac.jp

門屋 祥太郎 特任助教
Shotaro KADOYA
Project Research Associate

生体計測技術と力学系理論の融合による複雑生命現象の解明

Research on bio-complexity
by developing biomedical measurement technique and mathematics on dynamical systems

ヒトを測る、知る、支援する

近年の生物に関する計測・解析技術の進歩に伴い、生物は私たちの想像をはるかに超える精巧さ、精密さで様々な機能を実現していることが明らかになりつつあります。私たちは生体計測技術と数理解析理論（非線形動力学・統計物理学など）を融合し、複雑な生命現象の動作原理を明らかにすることを目指しています。また、得られた生命現象に関する知見を診断技術・リハビリテーション・ヒューマンインタフェースなどに応用する研究を行っています。具体的には、生命現象に普遍的にみられる非線形性・時間遅れ・ゆらぎ・複雑ネットワークを解析的に扱うための理論研究、脳神経系数理モデルと脳活動計測実験による記憶・認知機能の解明、バーチャルリアリティを活用して脳活動から使用者の意図を高速に取り取るシステムの開発などを行っています。これらを含め、主な研究テーマには以下のものがあります。

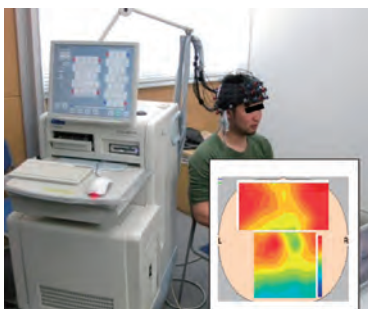
- ・生命現象の動作原理を理解するための力学系理論の構築
- ・遺伝子制御システムにおける時間遅れ相互作用の解析
- ・脳神経系数理モデルと脳活動計測による脳内情報処理機構の解明
- ・近赤外光トポグラフィを用いた脳血流評価法の最適化
- ・生活習慣病予防に向けた在宅用小型超音波検査ロボットの開発
- ・自律神経による循環器調節機構の解明と製造現場支援応用
- ・拡張現実感技術を用いた新しいBrain-Machine Interfaceの開発

Development of bio-medical signal processing for human support systems

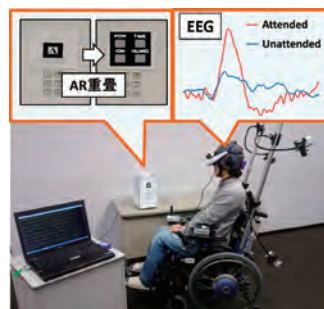
Recent advances in experimental and analytical techniques have revealed that biological systems are precisely organized to do various functions better than we had imagined. We have been developing theories for dynamical systems and methods of measurement in order to elucidate the underlying mechanisms of complex biological phenomena. We also apply the basic biological findings to a wide range of fields, including diagnosis, rehabilitation, and human interfaces. Specifically, we have conducted studies on: (a) Developing theoretical methods for nonlinear and time-delayed stochastic systems on complex networks, (b) Understanding the functions of working memory and recognition using multi-scale brain models and noninvasive brain measurements, and (c) High-speed brain-machine interfaces using virtual reality.

The main topics for our research group are as follows:

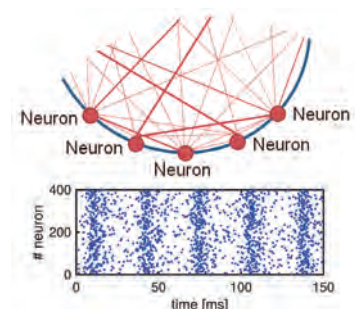
- ・ Mathematical theory for dynamical systems in biology
- ・ Dynamics of gene-regulatory networks with time-delayed interactions
- ・ Elucidating information processing in the brain using multi-scale brain models and noninvasive brain measurements
- ・ A signal processing method for precisely evaluating blood flow in the brain
- ・ Robotic ultrasound examinations to prevent lifestyle related diseases
- ・ A support system for manufacturing workers using noninvasive evaluation of the autonomic nervous system
- ・ Novel brain-machine interfaces based on augmented reality



1 光を用いた高精度な脳機能評価手法の提案
Development of brain function evaluation using near-infrared lasers



2 拡張現実感を用いた脳-機械インタフェース
Novel brain-machine interfaces based on augmented reality



3 数理モデルと数理解析による生命現象の理解
Mathematical and theoretical biology



准教授

小谷 潔

Kiyoshi KOTANI, Associate Professor

専門分野：非線形動力学、統計力学、生体計測、ヒューマンインタフェース

Specialized field : Nonlinear dynamics, Statistical physics, Biomedical measurements, Human interface

E-mail : kotani@neuron.t.u-tokyo.ac.jp

人間工学、生理学の知見に基づき、身体性をシステムの的に理解し設計可能とする Understanding and designing the body schema based on human factors and physiology

生理的・認知的・物理的知見に基づいて、システムとしての身体の機序を追究する「身体情報学」。人間が生得的に有する感覚・運動・知的処理機能を、物理的あるいは情報的に補償・拡張します。機器に代替作業をさせる「自動化」と並立する概念として、機器や情報システムを身体の一部のように「人機一体」に扱い、やりたいことが自在にできる「自在化」技術を提唱しています。

自在化技術

自在化状態の実現には、人間の意図のセンシングと、作業対象や環境に関する情報のフィードバックが求められます。生体・環境情報のセンシング技術、機械学習等による意図推定・行動予測技術、五感に作用するアクチュエーション技術を統合し、人間の入出力を拡張します。

新たな身体観の獲得と社会実装

バーチャルリアリティ、拡張現実感、ウェアラブル技術、ロボット技術、テレグジスタンスなどを援用し、超身体、脱身体、変身、分身、合体といった新たな身体観を工学的に実現します。人間の身体能力の拡張により、超高齢社会における就労支援、超人スポーツなどに関する社会実装を目指します。

体験・記憶の拡張・伝達に関する技術

主観的な体験・経験を身体や時空間に広がる視覚・聴覚・触覚情報として記録、再生、伝達するシステム開発、そして、長期間におよぶ経験や記憶の保存と回顧に寄与するデザインに取り組んでいます。前者は伝統技能の伝承へ、後者は「終活」や慰霊・追悼といった用途への応用を想定しています。

Researches on “Information Somatics” is about supporting and augmenting innate functions of human such as sensory, motility, and intelligent processing. We investigate the mechanism of human body based on physiological, cognitive, and physical knowledge. We propose “JIZAI” technology that enables humans to manipulate their bodies freely with “Human-Computer Integrated” systems enhancing human I/O and using alternative instruments or systems as if controlling their own bodies.

JIZAI Technology

“Human-Computer Integrated” systems need to recognize humans’ intentions and give proper feedback to their bodies. We enhance human I/O by integrating sensing technologies; perception and prediction technologies (e.g., the machine learning); multi modal actuation technologies.

New Body Schema and Social Implementation

Our researches enhance human abilities by applying VR, AR, wearable tools, robots, telexistence, etc. We investigate how humans acquire new body schema such as getting an extra body, living without physical body, transforming body-shapes, shadowing, assembling, etc. We will implement practical applications of our researches to the job assistance in the hyperaged society, the super-human sports project, etc.

Augmented Experience and Memory

We are developing systems recording, reproducing, and transferring subjective experience as information spreading physically and spatially, and designing artifacts to contribute to our experience and memory over a long period. The former will be used for transferring skills of craftsmen, and the latter will be applied for remembering and memorializing the deceased.



1 自在化技術と身体性編集
Metalimbs: a Jizai Technology for Acquiring a Body Schema



2 地域活動へのマッチングプラットフォーム「GBER」
GBER: Matching Platform for Enhancing Social Participation of the Elderly



3 故人を偲び弔うためのデザイン「Fenestra」
Fenestra: a Design Case Study of Domestic Memorialization and Remembrance



教授
稲見 昌彦
Masahiko INAMI, Professor
専門分野：人間拡張工学、
バーチャルリアリティ、
エンタテインメント工学
Specialized field: Augmented human,
Virtual reality, Entertainment computing
E-mail: drinami@star.rcast.u-tokyo.ac.jp



講師
檜山 敦
Atsushi HIYAMA, Lecturer
専門分野：複合現実感、
ヒューマンインタフェース、
ジェロントテクノロジー
Specialized field: Mixed reality, Human-
computer interaction, Gerontechnology
E-mail: hiyama@star.rcast.u-tokyo.ac.jp

瓜生 大輔 特任講師
Daisuke URIU
Project Lecturer

社会的な複雑系を数理的に捉える Mathematical/Computational Exploration of Social Complex Systems

言語、金融、コミュニケーションは社会的な系で、このような大規模な社会的な系にはいくつか普遍的な共通の数理的性質があることが知られています。本研究室ではビッグデータを検証することを通して、この性質を正確に捉える試みを行い、得られた基礎的な理解に基づいて、社会実装につながる工学応用を模索しています。

社会的な複雑系に内在する数理

自然言語、金融、コミュニケーションネットワーク(Twitter)など、人が社会活動で用いる複雑系には、それぞれ統計物理的な経験則が知られており、共通する性質があることが伺えます。研究室では、大規模な実データに基づき、自己相似性、複雑さや揺らぎなどの観点から、系の数理的特性を探求しています。また、複数の複雑系に共通する現象の中の本質を捉える試みを行っています。

複雑系向き深層学習・機械学習手法

記号的な複雑系に関する数理的理解を元に、深層学習・機械学習が適切な処理を行うのか、その可能性と限界を吟味し、学習方法の改良の方向性を探ります。また、現行の学習の技法を基礎として、半教師有り・教師無し学習の手法を模索しています。

ビッグデータを利用した言語・金融・コミュニケーションの数理

多種多様な大規模なデータを用いて、言語や金融といった社会的な記号系がどのような性質を持つかを、統計、情報理論、ネットワーク科学の観点から探ります。個別分野に絞った研究に加え、分野横断的なアプローチをとることで、共通する現象の中に本質を捉える試みを行っています。たとえば、報道やTwitter、さらに会社のネットワークをふまえて金融の解析や予測など応用研究のほか、自然言語の生成モデルとしての複雑ネットワーク構造などの基礎的な探求も行っています。

We explore the universal properties underlying large scale social systems through mathematical models derived by computing with big data obtained from large-scale resources. Using these models, we explore new ways of engineering to aid human social activities.

Analysis of large-scale social systems by applying complex systems theory

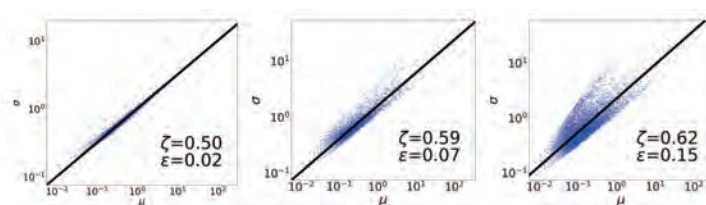
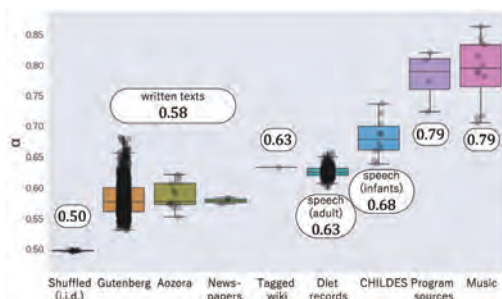
Common scaling properties are known to hold across various large-scale social systems. Using real, large-scale data, we study the nature of these properties from the viewpoints such as complexity, degree of fluctuation, and self-similarity, and construct a mathematical model that explains them.

Deep/Machine learning methods for complex systems

We discuss the potential and limitations of deep learning and other machine learning techniques with respect to the nature of complex systems, and we study directions for improvement. Moreover, we explore unsupervised and semi-supervised methods for state-of-the-art learning techniques.

Mathematical informatics across language, financial markets, and communication

We explore common universal properties underlying language, finance, and communication, through computing with various kinds of large-scale data, and we apply our understanding of those properties to engineering across domains. For example, we study financial market analysis by using blogs and other information sources, and we simulate information spread on a large-scale communication network.



1 さまざまなデータでの揺らぎの分布
Box plots of the Taylor exponents for different kinds of data

2 マルコフモデル(左)、深層学習モデル(中)により確率的に生成された系列と、人の文書(右)におけるTaylor則
Taylor's Law results for a time series sample produced by a Markov model (left) and a state-of the art neural model (middle), and a human text (right)



教授

田中 久美子

Kumiko TANAKA-ISHII, Professor

専門分野：離散的な系列やネットワークの数理モデル、記号系の複雑系科学、機械学習/深層学習、計算言語学、情報記号論

Specialized field: Computational/mathematical linguistics, Deep learning and machine learning, Mathematical modeling of time series and networks, Complex systems theory for discrete systems

E-mail: kumiko@cl.rcast.u-tokyo.ac.jp

データサイエンスのテクノロジーで生命現象を読み解く Biological Big Data to Knowledge, using Data Science

データサイエンスを用いた生命情報解析

次世代シーケンサおよび質量分析機から出力される計測データをハイスループットに解析する情報科学的手法の開発を行っています。近年、計測技術の発展により、生物学において算出される電子データは増加の一途をたどっており、大量の生物学データを標準的な方法で処理することがすでに困難な課題となっています。加えて、異なる次元のデータを統合し、従来モデル化が難しいデータに対しても関連性を見出すためには、ビッグデータ解析技術や機械学習の最新の成果（データサイエンス）を取り入れて情報解析を行うことが不可欠になっています。また、大量のゲノムデータの中から生物学的な意味や関連性を見出すには大規模にデータを集約させ、分散処理を行う必要があります。将来的なクラウド運用を見据えて、Hadoop/Sparkといったクラウドで標準的な分散基盤や深層学習のライブラリを用いた生命情報の解析基盤を開発しています。

研究領域の紹介

次世代シーケンサおよび質量分析機の応用範囲は多岐に渡りますが、以下のような領域で研究を行い、同時にソフトウェアを開発しています。

- (1) がんゲノミクス
- (2) シングルセルゲノミクス
- (3) タンパク質の転写後修飾の解析
- (4) nanoporeシーケンサを用いたエピトランスクリプトーム (RNA修飾)解析

Biological Data Science

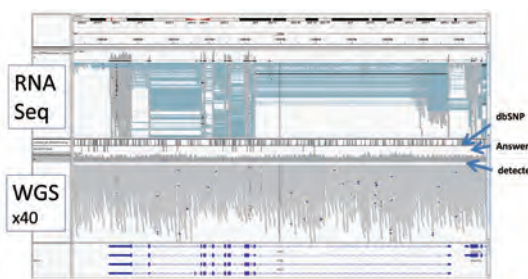
With the advancement of sequencing technologies, it has become a challenging task to process large volumes of data with conventional methods. In order to extract knowledge from biological big data, (ex. Multi-omics data) it is necessary to incorporate the latest Data Science technology, such as cloud computing and machine learning. We are developing cloud based Single Cell NGS analysis pipeline using Hadoop / Spark, (cloud computing framework) and developing the method to identify RNA modifications using deep learning method.

Our research include following:

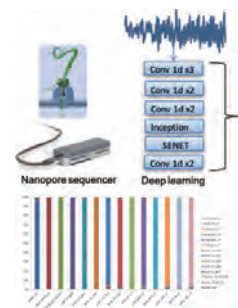
- (1) Cancer genomics
- (2) Single Cell genomics
- (3) Proteomics and post translational modification
- (4) Epitranscriptome (RNA modifications) analysis using nanopore sequencer



1 B型肝炎ウイルスの挿入部位 (青) とコピー数変異部位 (赤) のゲノム位置
Hepatitis B Virus (HBV) integration sites (blue) and DNA copy number break points (red) on human genome



2 Hadoopを用いたRNAシーケンスおよび全ゲノムシーケンス解析結果
RNA Sequencing and Whole genome sequencing using Hadoop



3 深層学習とnanoporeシーケンサを用いたRNAの解析例) 14 種類 tRNAを判別 (精度 0.979)
RNA epi-transcriptome analysis using nanopore sequencer and deep learning



講師
上田 宏生
Hiroki UEDA, Lecturer
専門分野：情報生命科学、がんゲノミクス、機械学習
Specialized field : Computational Biology, Cancer Genomics, Machine Learning
E-mail : ueda@genome.rcast.u-tokyo.ac.jp

ネットワーク型生命計測テクノロジー 光・流体・遺伝子技術を融合し、人知を超え、拡張する

Explore life science beyond human limit by networking optics, microfluidics, genomics & information technologies

自律的な生命計測装置

お互いの顔を見る（光学情報）だけで、私達は色々と分かり合えます。では、例えば細胞を物理的に観察するだけで、細胞の種類や状態や未来はどこまで分かるのでしょうか。多様で大量な細胞を私達の目で一年中毎日観察し続けても、細胞や組織や生命の仕組みへの理解が不十分なため、中々難しそうです。一方私達のラボでは、多次元計測データから演繹して生体情報の真価を取り出すべく、究極的には「装置が自律的に考える」生命計測解析を目指しています。

ネットワーク型生命計測テクノロジー

自律的な生命計測解析の実現には、ハード・ウェット・ソフト技術の統合が必要です。そこで私達は、発展著しい最先端光イメージング・流体・遺伝子計測技術の、ネットワーク化（賢い繋ぎ合わせ方）に日々頭を捻り、アイデアを議論して、チームで楽しく実現しています。国内外大学や研究所の機械学習や医学生物学の専門家、業界をリードする企業との共同研究開発も活発です。また本技術を用いて、生物学と物理学の境界領域開拓や、生物の物理情報的な解釈等、挑戦的な基礎科学課題に取り組みます。1細胞解像度での多細胞システム動態理解を目指す生物学にも、本技術で強力に貢献します。

技術統合や概念実現の過程で、新しい機能を実現する光イメージング・マイクロ流体・遺伝子解析・情報工学・工学技術が次々に生まれてきます。萌芽的で価値のある技術を積極的に世に出し、国際的な企業・産業化、実用化に取り組むチャレンジも行っています。

Machines that think

We ultimately aim at creating a machine that thinks by itself to discover something crazy with biology, physics and medicine outlooks. To this goal, we invent new physical tools to probe biological structures and develop ways of networking biological measurements using the world's best technologies. Our applications of interest span basic science and healthcare-industrial domains.

Bridge biological measurements

With expertise in optics, microfluidics, electronics, chemistry, genomics, and engineering, we develop integrative systems that network the biological measurements, leading to interrogation of complex life systems by exploiting the power of data science including machine learning.

Bridge biological and physical sciences

Biological systems are often too complex to describe with physics languages. For example, it has been a challenge to study the effect of non-molecular causes to biological outcomes. By transforming the engineering of quantitative biology, we are finding approaches to this problem and trying to explore the potential of such studies in healthcare.

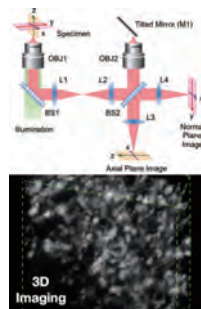
Develop biophotonics, micro/nanofluidics, and information technologies

Toward the grand challenges mentioned above and independently, we actively work on development of novel optical imaging, functional micro/nanofluidics, and information techniques, and their integrated modalities.

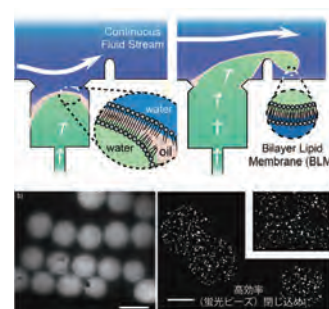
Along such scientific exploration, new technologies continually emerge and may spin out to create industrial activities with further excitement.



1 機械学習駆動型イメージングセルソーター
Machine Learning-driven imaging cell sorter



2 単一対物レンズ光シート顕微鏡
Single objective light sheet μ -scopy by APOM



3 マイクロ流体リポソーム(人工細胞)生成
Microfluidic liposome formation method



准教授
太田 禎生
Sadao OTA, Associate Professor
専門分野：光イメージング、マイクロ流体、バイオ工学、情報生命、融合計測
Specialized field: Optical Imaging, Microfluidics, Bioengineering, Information Technology, Technology Networking
E-mail: sadaota@solab.rcast.u-tokyo.ac.jp

実世界理解、コンテンツ生成や知識発見を目指した高度な知能システムの実現 Advanced Intelligent System for Recognition in Real-world, Contents Generation and Knowledge Discovery

実世界から有益な情報を抽出し、サイバー空間の膨大なデータと強力なコンピューティング能力と結びつけ、実世界理解、コンテンツ生成や知識発見可能な高度な知能システムの構築を目指しています。この難題に切り込むために数理基盤やロボティクスを含むコンピュータサイエンス全般を活用して研究を進めています。

1. 数理基盤

情報理論、機械学習、深層学習、データマイニング、パターン認識、確率・統計理論、時系列解析、因果解析、学習理論、特徴抽出理論

2. 認識、理解、思考

ビッグデータ、コンピュータビジョン、画像認識・検索、三次元情報処理、行動認識、マルチモーダル認識、感情理解、自然言語処理、音声・音楽情報処理、医療情報処理

3. コンテンツ生成

画像・動画の自然言語記述と要約、自然言語からの画像生成、人と雑談可能な対話システム、実世界の面白い事象の発見と記事生成

Our goal is to invent advanced intelligent systems for real-world recognition, contents generation and knowledge discovery by combining useful but infinite information in the physical space with a massive amount of data and powerful computational resources in cyberspace. To tackle this challenging problem, we utilize all resources in the area of computer science, including the mathematical basis and robotics.

1. Mathematical Basis

Information theory, machine learning, deep learning, data mining, pattern recognition, stochastic/statistical theory, time series analysis, causality analysis, learning theory, feature extraction

2. Recognition, Understanding, and Thinking

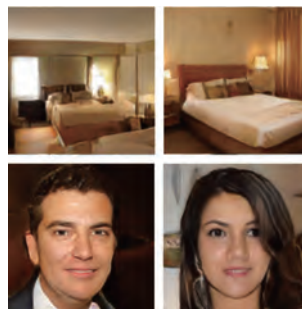
Big data, computer vision, image recognition and retrieval, 3D vision, behavior recognition, multimodal recognition, emotion understanding, natural language processing, speech and music information processing, medical information processing

3. Contents Generation

Sentence generation and summarization of image and video, image generation from sentences, dialog system, automatic article generation system



1 コンピュータビジョン、コンピュータグラフィクスと機械学習の融合
Integration of computer vision, computer graphics, and machine learning



2 リアルな新規物体画像の自動生成
Automatic realistic image generation of unseen object



3 知識転移を活用した認識システム
Recognition system via knowledge transfer



教授
原田 達也
Tatsuya HARADA, Professor
専門分野：画像認識、機械学習、
知能ロボット
Specialized field : Visual Recognition,
Machine Learning, Intelligent Robot
E-mail : harada@mi.t.u-tokyo.ac.jp



講師
椋田 悠介
Yusuke MUKUTA, Lecturer
専門分野：画像認識、機械学習、
特徴抽出
Specialized field : Visual Recognition,
Machine Learning, Feature Extraction
E-mail : mukuta@mi.t.u-tokyo.ac.jp

黒瀬 優介 特任助教
Yusuke KUROSE
Project Research
Associate

「生体分子設計」をキーワードにした有機合成化学と生命科学のボーダレス研究 'Biomolecular design': Borderless research between organic synthesis and life science

合成化学が細胞生物学の フロンティアの探検へ招待します

複雑さを増している生物学のいろいろなギモンを解決するために、私たちは、新しい化学技術を使って細胞機能を原子レベルで解明しようとしています。私たちの研究は、様々な機能を持った新しい人工の生体高分子をデザインしたり、化学合成したり、物性測定したりすることにフォーカスしています。また、特定の構成単位もしくは原子を認識したり可視化したりすることを可能にする特別な有機化学反応のデザインも研究しています。

(1) 核酸を創る化学

核酸は、生命機能をつかさどる鍵分子です。核酸のエピジェネティックな修飾を特異的に認識するための新規化学反応や機能性生体高分子を創出しています。また、細胞内での核酸機能を可視化するための超機能的光化学も追究しています。

(2) タンパク質を造る化学

タンパク質は、翻訳後修飾を受けることによってその機能を大きく変えます。特定の翻訳後修飾を含むタンパク質やペプチドを化学的に合成しています。また、タンパク質の翻訳後修飾を特異的に認識/可視化するための新規化学反応を創出します。

(3) 細胞機能を御する化学

細胞機能は、精緻な分子デザインによって制御できるかもしれません。私たちは、生体分子や細胞を化学的にラッピングしたり、そのラッピングを外部刺激によってはがしたりすることによって、特定の細胞機能を制御する新しい分子システムを創作しています。

Synthetic chemistry enables us to explore the frontiers of cell biology

As we investigate biological questions of increasing complexity, new chemical technologies can provide atoms-level views of cellular function. The focus is on the molecular design, synthesis and physical properties of new, man-made biopolymers with various functions. Also included is the design of unprecedented organic chemical systems for recognizing and visualizing a single component or atom in biopolymers of interest.

(1) Chemistry creating nucleic acids

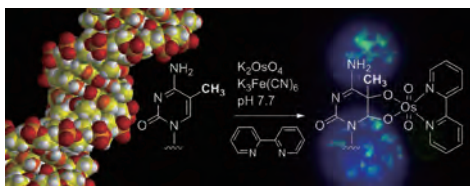
Nucleic acid is a key molecule that controls vital functions. We create novel chemical reactions and functional biopolymers to specifically recognize the epigenetic modification of nucleic acids. We also pursue the highly functional photochemistry to visualize nucleic acid function in the cell.

(2) Chemistry building proteins

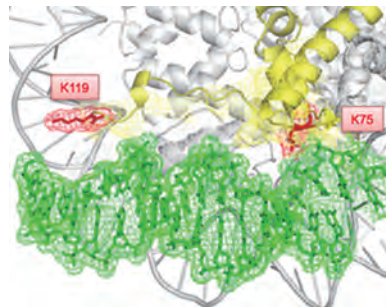
Protein significantly changes its function by posttranslational modifications. We chemically synthesize proteins and peptides with a variety of posttranslational modifications. We also develop novel chemical reactions to specifically recognize/visualize posttranslational modifications.

(3) Chemistry controlling cell function

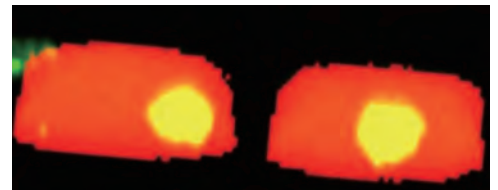
Cell functions may be controlled by sophisticated molecular design. We create new molecular systems controlling a specific cell function by chemically wrapping biomolecules and cells and unwrapping them by an external stimulus.



1 化学プローブを用いて細胞の中の特定の核酸に色を付ける
Staining specific intracellular nucleic acids
by our chemical probes



2 細胞が作りだせない超天然タンパク質を化学的に創り出す
Chemically synthesizing super proteins
which cells cannot create



3 刺激分解性ヒドロゲルによって細胞1個を包み込む
「セルタブレット」
Wrapping a cell by with stimuli-responsive hydrogels:
'cell tablet'



教授

岡本 晃充

Akimitsu OKAMOTO, Professor

専門分野：生物有機化学、有機合成化学、
光生物学、核酸化学、エピジェネティクス

Specialized field: Bioorganic chemistry,
Organic synthesis, Photobiochemistry,
Nucleic acid chemistry, Epigenetics

E-mail: okamoto@chembio.t.u-tokyo.ac.jp



准教授

山口 哲志

Satoshi YAMAGUCHI, Associate Professor

専門分野：生物有機化学、化学生物工学

Specialized field: Bioorganic chemistry,
Chemical bioengineering

E-mail: yamaguchi@bioorg.rcast.u-tokyo.ac.jp

先進的ゲノム解析技術を駆使して生命現象を明らかにする Dissect biomedical phenomena with advanced genomic technologies

次世代シーケンサー（NGS）やアレイ解析等の先進的解析技術を用いて取得したゲノム、エピゲノム、トランスクリプトームなどの多様な生命情報を統合し、生命現象、とりわけがんなどの疾患をシステムとして理解することを目指しています。大量情報処理は生命科学が直面する大きな課題であり、情報科学者と実験系研究者が融合した研究環境作りを行っています。

パーソナルゲノム

NGS技術の進歩は個人のゲノム情報を決定することを可能にしました。がん細胞のゲノムに蓄積した多くの遺伝子変異はがん遺伝子の活性化やがん抑制遺伝子の不活化をもたらし、細胞の癌化、悪性化につながると考えられます。症例毎に生じる遺伝子変異は異なるため、肝がんや胃がんの遺伝子変異を同定し、発がんメカニズムの解明を目指しています。

ゲノム機能制御の解明

エピゲノム標識は、DNAメチル化やヒストンアセチル化、メチル化など後天的な化学修飾によって形成される「細胞レベルの記憶」といえます。エピゲノム情報は、細胞分化、疾患、外界からのストレスによってダイナミックに変動することから、クロマチン免疫沈降、DNAメチル化、クロマチン相互作用、非コードRNAについてゲノム機能制御機構の解析を進めています。

トランスレーショナル研究

がん細胞ゲノムに生じた遺伝子変異やエピゲノム変異は正常細胞には存在せず、がん細胞のみが保有することから、特異的な分子治療標的、診断マーカーとして注目されており、NGSを用いた変異解析やトランスクリプトーム解析によって新たな創薬標的分子の探索を進めています。

We are working with systems biology and medicine to understand complex biological systems through a functional genomics approach. High throughput technology and novel algorithms are required for collecting, integrating and visualizing the enormous amount of data on gene expression, protein expression, and protein interactions arising in the wake of the Human Genome Project. Alliance with external academics and industry will be crucial to the success of the new "systems biology", that is, understanding biological systems as more than the sum of their parts.

Personal cancer genome

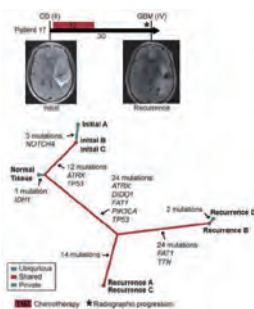
The variety of genetic and epigenetic alterations that accumulate in cancer genomes cause activation of oncogenes and inactivation of tumor suppressor genes, leading to cellular transformation. Next generation sequencing technology has enabled us to obtain individual genomic information within feasible cost and time constraints. Since 2008 my group have participated in the International Cancer Genome Consortium and are studying the genomic alterations in liver and gastric cancers.

Chromatin regulation

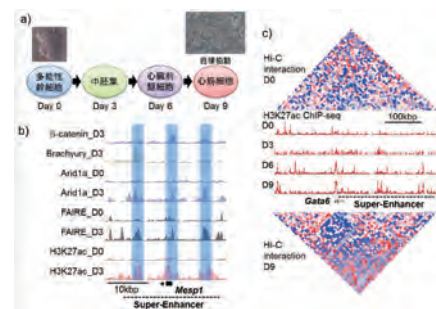
Epigenetic processes are essential for the packaging and interpretation of the genome, fundamental to normal development and cell differentiation, and increasingly recognized as being involved in human disease. Epigenetic mechanisms, which include histone modification, positioning of histone variants, nucleosome remodelling, DNA methylation, and non-coding RNAs, are considered as "cellular memory". We have applied genomic technologies, such as ChIP-seq and chromatin interaction, to map these epigenetic marks and high-order structure throughout the genome and to elucidate how these marks are written and read.

Translational research

Functional genomic approaches are applied to identify novel biomarkers for disease diagnostics and therapeutics.



1 脳腫瘍悪性化におけるクローン進化
Clonal evolution in glioma progression



2 細胞分化におけるエピゲノム転換
Epigenome dynamics in cellular differentiation



教授
油谷 浩幸
Hiroyuki ABURATANI, Professor
専門分野：ゲノム多様性、エピゲノミクス、トランスレーショナル研究
Specialized field: Genome diversity, Epigenomics, Translational research
E-mail: haburata-ky@umin.ac.jp

堤 修一 特任准教授
Shuichi TSUTSUMI
Project Associate Professor

永江 玄太 講師
Genta NAGAE
Lecturer

辻 真吾 特任助教
Shingo TSUJI
Project Research Associate

環境と栄養によるエピゲノムとメタボローム変化を解析し、 生活習慣病の解明と新たな治療に挑む

Comprehensive analyses of the external cue and epigenomic modulators in browning of fat cells

■エピゲノム解析から生活習慣病を解明

肥満にともなう2型糖尿病、高血圧、高脂血症、冠動脈疾患といった生活習慣病やがんなどの多因子疾患の解明は21世紀の生物医学の大きな課題となっています。これらの疾患は遺伝的素因とともに栄養を含めた環境からの刺激も大きく関与します。環境変化などの刺激はDNAやヒストンのメチル化などの化学修飾がエピゲノムとして記録され、生活習慣病の発症に深く関与していると考えられています。私たちは環境刺激や栄養による代謝変動やエピゲノム変化を解明し、体質改善と生活習慣病への新規治療法を目指しております。

このために、

- (1) 絶食・飢餓におけるシグナルをメタボローム、エピゲノム解析から解明
- (2) 脂肪細胞に分化していくエピゲノムとメタボロームの解明
- (3) 寒冷刺激に適応したエピゲノム解析から脂肪を燃焼しやすい「良い脂肪細胞（ベージュ細胞）」へ誘導する機構の解明
[良い脂肪細胞（ベージュ細胞）]へ誘導する機構の解明を目指し、エピゲノム酵素への翻訳後修飾を標的とする生活習慣病への新たな治療標的の創出を目指します。

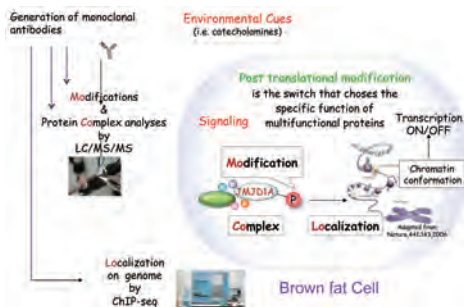
■New therapeutic approaches for Metabolic syndrome by analyzing Epigenome and metabolome

Obesity and various metabolic disturbance including type 2 diabetes, insulin resistance, atherosclerosis and lipid disorders are epidemic health problem in 21 century. These disorders are also called “life style diseases” and closely related to the environmental cue as well as genetic background. Environmental stimuli are recorded on DNAs and histones as chemical modification such as methylation and epigenomic changes are considered to be closely related to the development of life style diseases. We are currently trying to reveal alterations of epigenome and metabolome by environment and nutritional cue such as cold exposure or fasting that may relate to the new therapy for metabolic disturbance.

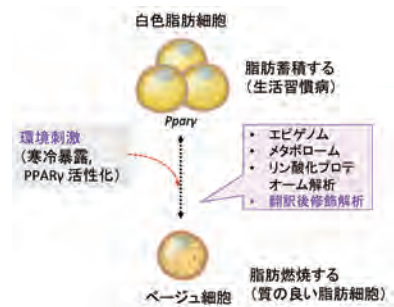
To accomplish this purpose,

- (1) We are analyzing metabolic signaling and epigenomic changes under fasting.
- (2) Epigenomic and metabolomics analyses in fat cell differentiation.
- (3) Analyze epigenomic changes under cold exposure and reveal the signaling and the mechanisms for “inducible Brown fat cells in white fat cells” also referred to as “Beige fat cells” that highly express thermogenic genes and actively burn fat for thermogenesis.

We are particularly focusing on posttranslational modification of epigenomic modifiers and exploring new approaches for the treatment and prevention of life style diseases.



1 環境と栄養によるエピゲノムとメタボロームを解析し、生活習慣病の解明と治療に挑む
Comprehensive analyses of the external cue and epigenomic modulators in browning of fat cells



2 脂肪燃焼する「質の良い脂肪細胞」を誘導できる創薬標的の開発に挑む
Exploring the therapeutic target for inducing “Beige” fat cells that burn fat for thermogenesis



教授
酒井 寿郎
Juro SAKAI, Professor
専門分野：栄養代謝医学
Specialized field: Nutritional metabolic medicine
E-mail: jmsakai-ky@umin.ac.jp



准教授
松村 欣宏
Yoshihiro MATSUMURA, Associate Professor
専門分野：分子細胞生物学、システム生物学、
エピジェネティクス
Specialized field: Molecular cell biology,
Systems biology, Epigenetics
E-mail: matsumura-y@lsbm.org

生命現象を探求するための合成生物学 Synthetic Biology to explore biological events

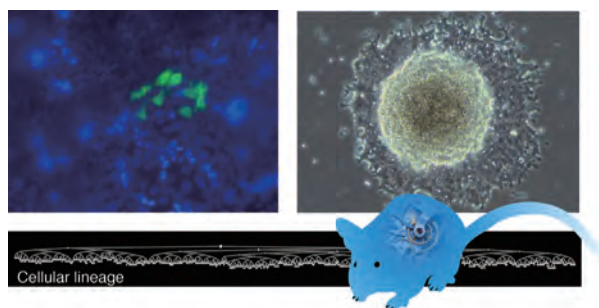
生命現象を記録するメモリデバイスとしてのDNA

私たちの体は一つの受精卵からどのように作られるのでしょうか？私たちの体を作り上げる細胞一つひとつのなかではどのような分子群が機能しているのでしょうか？

私たちが知っている全ての生命システムは、細胞を構成単位とし、それぞれの細胞では膨大な数の分子群が複雑に相互作用し、交差しながら機能しています。多細胞生物では、その発生や組織形成から恒常性を保ちつつ様々な機能を発揮するあらゆる段階で、異なる細胞群が複雑なコミュニケーションを取っています。

ところが、当然のことながら、生物学が観察できるのは、現存する対象について観察時点で生じているイベントのみであり、例えば発生した個体や悪性腫瘍をどのように観察しても、それがどのように時間発展とともに構成されたのか、それらのなかで過去に多様な分子群がどのような状態にあったのか知ることはできません。特に分子生物学は、生体試料を分子レベルで高解像度に調べることを可能にした一方で、試料をすり潰してしまうために、同一の細胞や個体について経時的発展を分子レベルで観察することができません。

私たちの研究室ではA、C、G、Tの4文字で構成され、細胞内に安定に保持されるDNAの配列が生体の恒常性を維持するためのメモリデバイスであることに注目し、様々な細胞あるいは分子イベントを細胞内の人工DNAに記録する手法を研究しています。DNAバーコード、ゲノム編集、DNAシークエンシング、データマイニングを駆使して、対象を観察するときに、そのDNAに刻まれた過去のイベント情報を取り出して解析し、これまでの生物学が迫れなかった生命現象を明らかにする技術群を開発しています。



1 細胞クローンや細胞系譜を追跡する技術の開発
Technologies to trace dynamics cell clones and lineages

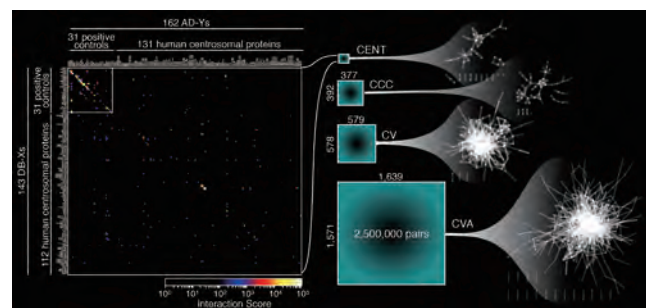
DNA as a recoding device of biological events

How do our bodies develop from single fertilized eggs? What kind of different molecules are functioning in each cell of our bodies?

As far as scientists know, any living system is composed of cell(s). Functions of cells are conferred by a large amount of molecules that interact and crosstalk. In multicellular organisms, cells of different types communicate and cooperate to stabilize or robustly bifurcate the cell states as a system.

However, not surprisingly, current biotechnologies allow us to observe only the events that exist when the observation happens. From samples of individuals or tumors, one cannot derive information on their developmental processes or past statuses. Especially in molecular biology, we need to sacrifice the sample in order to analyze their molecular status. This obviously prevents us to analyze temporal dynamics of a same individual or a same cell in many aspects.

Genetic information is stably stored in cellular chromosome(s) which DNA sequence can be represented digitally by four letters A, C, G and T. Our research group is developing methods to dynamically record cellular and molecular events in a synthetic DNA material that is stably integrated in the cells. Harnessing DNA barcode, genome editing, DNA sequencing and computational approaches, we develop technologies to retrospectively derive information about previous status of the observation target from a synthetic DNA and study the issues that we have not been able to address, such as whole-body developmental cell lineages, macromolecular interaction networks and clonal dynamics of heterogeneous tumor cell populations.



2 細胞内タンパク質間ネットワークを高速に計測する技術の開発
Technologies to identify cellular protein-protein interaction networks



准教授

谷内江 望

Nozomu YACHIE, Associate Professor

専門分野：合成生物学、システム生物学、
情報生命科学

Specialized field : Synthetic biology,
Systems biology, Computational biology

E-mail : yachie@synbiol.rcast.u-tokyo.ac.jp

ニュートリオミクスを駆使してがんの病態を解明し治療戦略を確立する Understanding cancer biology by comprehensive nutriomics approach to establish novel anti-cancer strategies

新しい栄養学「ニュートリオミクス」の視点からがんの治療に生かす

これまでの栄養学に基づき、がんでは、糖質、タンパク質、脂質はそれぞれ独立したパラダイムで研究されてきました。しかし、最近のがん代謝の研究から疾患栄養学の概念は大きく変わろうとしています。これまで別々に扱われてきた糖質、タンパク質、脂質は、アセチルCoAやケトン体などの中間代謝物を介して相互補填し代謝に影響を及ぼすことがわかってきました。これまで私たちの研究室では、がん細胞が低酸素・低栄養・低pHの過酷ながん微小環境で悪性を獲得することを明らかにしています。私たちの研究室では、ゲノム、エピゲノム、トランスクリプトーム、プロテオーム、メタボロームの統合解析から、がん微小環境の変化に伴ってエピゲノムと代謝が変化し、がんの進展に寄与していることを明らかにしており、これらの研究から新たな治療法の確立を目指しています。

私たちの研究目的：

- (1) 新しいオンコメタボライト（がん代謝産物）を同定しがん治療に活かす。
- (2) 糖質・脂質・アミノ酸欠乏におけるがん適応機構を明らかにし治療に活かす。
- (3) 新しい栄養学「ニュートリオミクス」の視点からがんの予防と治療に活かす。

このように、多階層オミクス解析と新しい栄養学「ニュートリオミクス」の視点から、転移や再発した進行がんに対する新たな治療法を見出すことを目指しています。

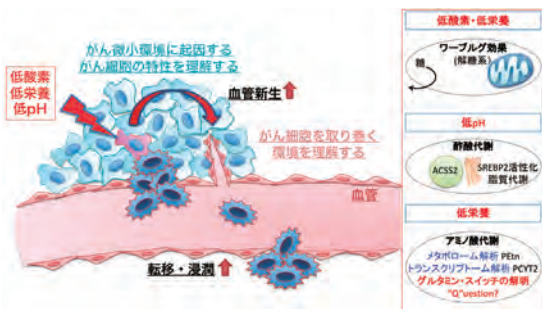
Integration of “nutriomics” and oncology for the treatment of cancer

Based on the conventional nutritional notion, carbohydrates, lipids and amino acids were independently considered in cancer. However, recent researches in cancer metabolism have been dramatically improved our metabolic knowledge of these disorders due to latest understanding of cancer metabolism. Indeed, carbohydrates, lipids and amino acids are inter-connected in the metabolic pathways, through the several key metabolic molecules such as acetyl-CoA and ketone body intermediates partly under epigenetic regulation. Our group reported that hypoxia, nutrient starvation, acidic pH may induce tumor aggressiveness by epigenetic regulation in cancer cells. We found that epigenetic and metabolic changes influence cancer progression, that can be utilized for the development of novel therapies by integration of genome, epigenome, transcriptome, proteome, metabolome analysis.

Our research objectives:

- (1) To identify novel onco-metabolites (cancer associated metabolites) for the treatment of cancer.
- (2) To understand the mechanism of cancer adaptation in carbohydrate/lipids/amino acids deficiency and apply it to therapy.
- (3) Latest understanding of “nutriomics” for treatment of cancer.

We challenge to develop therapeutics for metastasis and recurrent advanced cancer through the viewpoint of integrative “multiomics” approach.



1) がん悪性化に伴う糖・脂質・アミノ酸欠乏に対する多重の代謝適応機構
Metabolic adaptations against sugar, lipid and amino acid deficiency associated with malignant cancer cells



2) がんの微小環境における栄養とオミクス統合解析
(栄養 + オミクス統合解析 = ニュートリ・オミクス)
Integrative analysis of nutrition and multiomics in tumor microenvironment
(Nutrition + Omics integration analysis = Nutri Omics)



特任准教授
大澤 毅
Tsuyoshi OSAWA, Project Associate Professor
専門分野：がん代謝学、システム腫瘍学、血管生物学
Specialized field: Cancer Metabolism, Systems Oncology, Vascular Biology
E-mail: osawa@lsbm.org

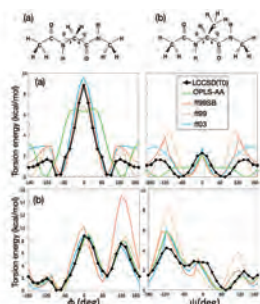
計算科学を駆使した物理の基本法則に基づく分子レベルの生命科学研究と創薬応用 Molecular life sciences and drug discovery based on physics and computational science

生体分子の未知の振る舞いを物理法則で明らかに

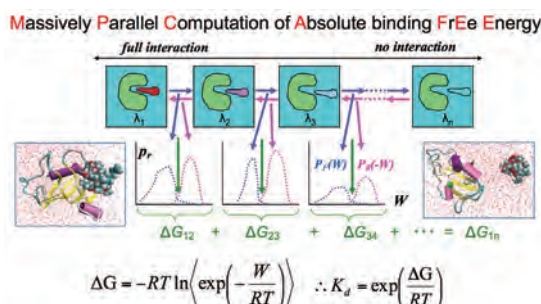
生命の営みを突き詰めると生体内での原子・分子の反応や動的振る舞いに帰着しますが、その運動は量子力学や統計熱力学などの物理法則に支配されています。タンパク質、DNAやRNAなどの生体高分子を量子力学に基づいてモデル化し、その水中や細胞内での動的振る舞いを統計熱力学で定式化して、スーパーコンピュータを駆使してシミュレートする事が可能になって来ました。このシミュレーションが生体分子の未知の振る舞いを予測するようになると、例えば新しい化合物が薬として生体高分子に作用するか否かの判断がシミュレーションで出来るようになり創薬への応用が可能です。水分子、低分子化合物とタンパク質や核酸などの生体高分子の物理的相互作用は分子力場で記述されますが、我々は先進的な電子構造計算を駆使して、統一的で高精度な分子力場の開発を進めています。シミュレーションの結果は実験データと定量的に比較検証される必要がありますが、タンパク質と薬候補化合物との結合自由エネルギーを非平衡統計力学のJarzynski等式を用いて導出する方法を開発して、薬開発の中で頻繁に測定される解離定数との定量的な比較を可能にしました。この方法を京コンピュータで効率的に実行出来る様にして一般公開して広く使われる様になっています。タンパク質の力場と同じ方針に基づいてDNAの高精度力場の開発に成功して、核内受容体とDNAの複合体に薬が相互作用している状態を精度良くシミュレーション出来る様になりました。先進的なコンピュータを駆使したシミュレーションで生命科学の土台を構築します。

Physical research on thermal dynamics of biomolecules

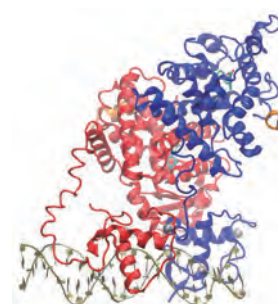
All life activities are based on molecular interactions in atomic scale, which are governed by physical laws such as quantum mechanics and statistical thermodynamics. Because of recent advance in supercomputer it is getting possible to perform molecular dynamics simulations of biomolecules such as protein, DNA and RNA after building up accurate molecular models based on quantum mechanics. If the molecular dynamics simulations are accurate enough, we might predict the medical activity of new drugs by computer simulations and it will promote the computer aided drug design. Molecular interactions between water, small compounds, and large biomolecules such proteins and nucleic acids are described by molecular mechanical force field. Using high-level quantum mechanical theory we are developing more accurate unified force field than traditional ones. Using nonequilibrium Jarzynski identity we developed massively parallel computational method of binding free energy (MP-CAFEE), which made it possible to quantitatively compare the calculated binding free energies with experimental binding constants commonly measured in the drug development. We implemented efficient MP-CAFEE program to K computer, which is widely used. Recently we succeeded to improve the accuracy of DNA force field in consistent way with the protein force field. It enables highly accurate molecular dynamics simulations for the protein and DNA complex system with drug small molecules. We will continue the research to make concrete physical basis for the life science.



1 タンパク質主鎖の高精度量子力学計算
Quantum calculation for protein backbone



2 非平衡統計力学結合自由エネルギー計算法
Nonequilibrium free energy evaluation



3 核内受容体-DNA複合体の分子動力学
Dynamics of nuclear receptor on DNA



特任准教授
山下 雄史
Takefumi YAMASHITA, Project Associate Professor
専門分野：化学反応理論、分子動力学
Specialized field: Chemical reaction theory,
Molecular dynamics
E-mail: yamashita@lsbm.org

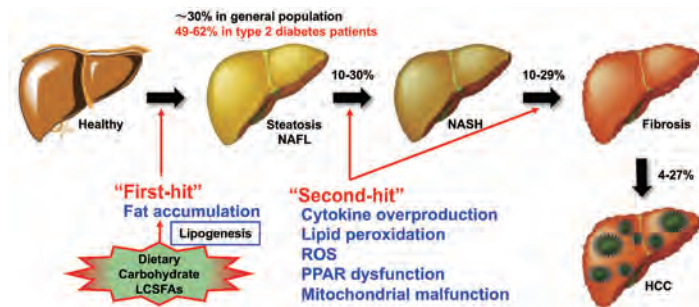
核内受容体のシステム生物学からがん和生活習慣病の新規治療標的を探す Search for novel drug target against metabolic diseases and cancer by systems biology of nuclear receptor

核内受容体による栄養代謝制御を明らかにして薬を作る

核内受容体は発生や分化といった生理的因子あるいは環境因子などの種々の刺激に応答してリガンド依存的に遺伝子発現を調節する転写制御因子です。ヒトでは48種あり、糖尿病や動脈硬化などの代謝異常症、薬物相互作用、あるいは癌細胞の増殖にも関わっており創薬の標的となっています。我々は、食べ過ぎや運動不足により生じるメタボリックシンドロームの研究から、糖質、脂質およびタンパク質の三大栄養素が中間代謝物を介して相互補填することから、これらの栄養素の代謝を統合した「新しい栄養学」に基づく治療法の確立を目指しています。そのため、ゲノム、エピゲノム、トランスクリプトーム、プロテオーム、メタボローム解析を駆使し、核内受容体による転写および代謝制御機構を明らかにし、がんや生活習慣病の発症機序の解明と治療法の確立を目指しています。また、病態の発症には様々な細胞が関与することから、シングルセル解析も進めています。

主な研究テーマ:

- (1) 非アルコール性脂肪肝炎 (NASH) の機序解明と治療薬標的探索
- (2) PPAR β/δ -CD300A axisが消化管炎症と代謝疾患に及ぼす影響
- (3) 去勢抵抗性前立腺癌発症機序および治療標的の同定



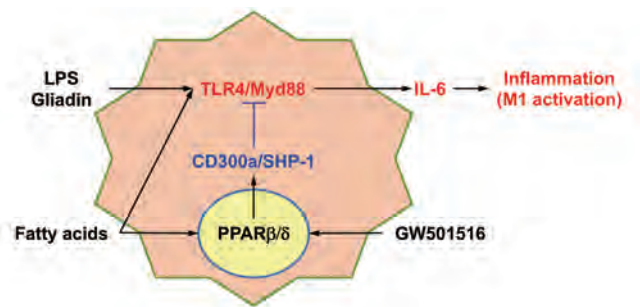
1 非アルコール性脂肪肝炎 (NASH)
Non-alcoholic steatohepatitis (NASH)

Clarify the nuclear receptor-mediated nutrient metabolic regulation, and generate novel effective drug

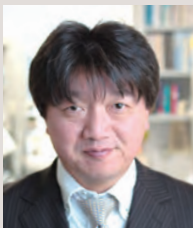
Nuclear receptors (NRs) are ligand-dependent transcription factors directly controlling gene expression in response to a wide range of developmental, physiological, and environmental cues. Forty-eight members were identified in human genome and recognized to be involved in various metabolic disorders, e.g. atherosclerosis and diabetes, drug interaction, and cancer proliferation, might make them excellent targets for drug development. From our previous research for metabolic syndrome related to lack of exercise and overeating, we think that three major nutrients of carbohydrate, fat and the protein metabolisms are connected and compensate each other through metabolic intermediates. Based on 'Latest Nutritional Science' which integrated nutrients metabolism, we aim to establish the therapeutic approach for the metabolic diseases and cancer. To achieve this, we study the mechanisms of NRs-mediated transcriptional regulation of metabolism by using 'omics' technologies, such as genomics, epigenomics, transcriptomics, proteomics and metabolomics, thereby we elucidate the onset mechanism of metabolic diseases and cancer and the establishment of therapeutic approach. Also, we push forward the single cell analysis because various cells participate in the pathogenesis of disease development.

Our major projects:

- (1) Nonalcoholic steatohepatitis (NASH): Pathogenesis research and drug target discovery.
- (2) PPAR β/δ -CD300A axis: Its role in intestinal immunity and relation to metabolic disorders.
- (3) Castration Resistant Prostate Cancer (CRPC): Pathogenesis research and drug target discovery.



2 PPAR β/δ -CD300A軸と炎症
PPAR β/δ -CD300A axis and inflammation



特任教授
田中 十志也
Toshiya TANAKA, Project Professor
専門分野: 栄養代謝学、核内受容体創薬
Specialized field: Nutritional metabolism, Nuclear receptor drug discovery
E-mail: tanaka@lsbm.org

和田 洋一郎 教授 (兼務)
Youichiro WADA
Professor (concurrent)

穴井 元暢 特任准教授
Motonobu ANAI
Project Associate Professor

障害当事者の視点で人と社会のバリアフリー化を研究する

We are researchers with disabilities who conduct studies aiming to make people and society more accessible

当分野では、視覚と聴覚に障害を併せ持つ盲ろう者としては世界初の大学教員である福島智教授を中心に、障害のある当事者研究者が主体となって、人と社会のバリアフリー化を目指して研究しています。

福島教授は自らの盲ろう者としての体験に立脚しつつ、人間とつとのコミュニケーションの本質、障害体験の意味などについて探求すると共に、現実の障害者支援制度のあり方についても研究しています。

全盲の石川准特任教授は、社会学、障害学の研究、支援工学の研究開発のほか、内閣府障害者政策委員会委員長として障害者権利条約に基づく障害者政策の国内監視の責任者を務めています。また、石川特任教授は国連の障害者権利委員会の委員にも選ばれ、各国の障害者権利条約の実施状況を監視する仕事にも従事しています。

同じく全盲の大河内直之特任研究員は、盲ろう者や視覚障害者の支援技術に関する研究をはじめ、バリアフリー映画や演劇の普及啓発、福祉のまちづくりの推進等、当事者の視点からバリアフリーに関連した幅広い研究に携わっています。

また、長年聴覚障害児やその家族と密接にかかわってきた児玉眞美特任研究員は、耳が聞こえない・聞こえにくい子どもたちの教育について実践的に研究すると共に、特に、0才から6才の聴覚障害児の言語獲得の支援、及びその保護者支援についての研究を展開しています。

この他、熊谷晋一郎准教授（肢体障害）の「当事者研究分野」と連携し、発達障害や聴覚障害の当事者研究者との協力も深めており、福島・熊谷両研究室は、世界的にも類例のない障害当事者研究の拠点を形成しています。

In the Barrier-free Laboratory, Professor Satoshi Fukushima, the world's first deafblind university faculty member, and mainly other researchers who themselves have disabilities conduct studies aiming to make people and society more accessible.

Based on his own experiences as deafblind, Professor Fukushima carries out various research in pursuit of not only the essence of human communication and the meaning of disability experiences, but also the ideal support system for disabled people.

Project Professor Jun Ishikawa, a totally blind researcher specializes in sociology, disability studies and assistive technologies. Prof. Ishikawa is also elected as a member of the Committee on the CRPD (Convention on the Rights of Persons with Disabilities) of United Nations. The committee reviews how each state party implements the CRPD.

Project Researcher Naoyuki Okochi, who is also totally blind, has done a wide variety of research concerning accessibility from the standpoint of a disabled person, including topics such as assistive technologies for the deafblind and the blind, dissemination and awareness raising of barrier-free movie, theater, and the promotion of welfare community planning.

Project Researcher Mami Kodama has conducted practical research on special education for totally or partially deaf children, and now studies how to support the language acquisition of deaf children aged 0-6 years, and how to support their parents.

Additionally, in collaboration with the Tojisha-Kenkyu Laboratory headed by Associate Professor Shin-ichiro Kumagaya (physically disabled), we are cultivating our partnership with Tojisha-Kenkyusha specializing in neurodevelopmental disorders and hearing difficulties. Fukushima laboratory and Kumagaya laboratory are now developing a globally unparalleled center for disability studies led by researchers with disabilities.



1 『ぼくの命は言葉とともにある』



2 『盲ろう者として生きて』



3 指文字通訳を受ける福島教授（研究室にて）
Prof. Fukushima communicates using Finger Braille



教授
福島 智
Satoshi FUKUSHIMA, Professor
専門分野：学際的バリアフリー学、障害学
Specialized field : Interdisciplinary barrier-free studies, Disability studies
E-mail : fukushima@rcast.u-tokyo.ac.jp

石川 准 特任教授
Jun ISHIKAWA
Project Professor

星加 良司 准教授（兼務）
Ryoji HOSHIKA
Associate Professor (concurrent)

ユニークな人材を受け入れ、多様性を認め合う社会の実現を目指した実証的研究 Aiming to create a society which accepts uniqueness and diversity of people through practice based research

【学びの多様性を実現するための研究】

人工知能やロボットなどの科学技術は、我々の社会システムを大きく変えつつある。教育についても新しい学びが必要であると言われているが、そこに明確な方向性は示されておらず、既存のリジッドな教育システムの中では新しい学びの場を提供しにくいのが現状である。その突破口はどこにあるのだろうか？

現在の学校の中での学びを全面的に否定するつもりはない。しかし、そこに馴染めない、あるいは、それだけでは不十分な子供のための時間や空間を超えたもう1つの学校が必要だと考え、School of Nipponプロジェクトを開始する。このプロジェクトでは、以下の5つの研究の成果を全国に展開し、教育システムの中への実装を実証する。

1番目はICTを活用した学び支援研究、2番目は重度知的障害や重度重複障害のコミュニケーション支援研究、3番目は不登校やひきこもり状態になっている若者を支援する研究（異才発掘プロジェクトROCKET）、4番目は教科書ではなく活動をベースにした学び研究、5番目は教師や親の子どもの能力の見立てに関する研究である。

多様性を認め合いユニークな人材を受け入れる社会的素地の創生こそが、イノベーションを生む未来の社会システムに結びつくとしている。

【Enabling and Respecting for Learning Diversity】

Technology such as robotics and artificial intelligence have, and will change and impact our social systems in greatly. It has been said that a new way of learning is necessary within education. However, there has been no clear direction on how to do so, making it difficult to implement new forms of learning in today's existing rigid educational system. Where and how can this breakthrough happen?

This is not to say that we are completely dismissing the way of learning within the current school environment. Rather, we believe in the necessity of having an alternative place for children who either cannot fit in with the current school environment, to learn and thrive, which goes beyond time and physical space. Thus, we will start the School of Nippon Project.

This project hopes to spread the following 5 key research findings across Japan, implementing them thorough practice directly into the education system to prove our hypothesis.

The 5 researches are: 1) Research on utilizing ICT for learning support 2) Research on communication support for people with severe and multiple disabilities, 3) Research on supporting methods for teenagers and young adults who are either truant or hikikomori (ROCKET Project), 4) Research on Activity Based Learning, and 5) Research on how teachers and parents can assess a child's ability.

We at Nakamura Lab strongly believe that creating a social foundation which accepts diversity and acknowledges unique individuals, is directly linked to a future society and social system which can provide innovation for all.



1 時間と空間を超えた学びを実現するSchool of Nipponプロジェクト
School of Nippon Project to realize learning beyond time and space

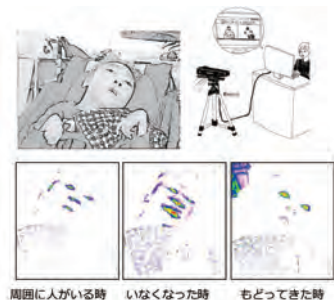


教科書を使わずに活動から学ぶ

2 学び方の多様性を認め、支援するワークショップ
Workshops that respect and support learning diversity



教科書の代わりにICTを活用して学ぶ



周囲に人がいる時 いなくなった時 もどってきた時

3 重度重複障害のある子どもの動きを捉える技術活用
Implementing the use of technology to capture and monitor movements of children with severe and multiple disabilities



教授
中邑 賢龍
Kenryu NAKAMURA, Professor
専門分野：特別支援教育、AAC、支援技術
Specialized field：Special education, Augmentative alternative communication, Assistive technology
E-mail：kenryu@bfp.rcast.u-tokyo.ac.jp

湯浅 誠 特任教授
Makoto YUASA
Project Professor

高橋 麻衣子 講師
Maiko TAKAHASHI
Lecturer

西山 浩平 特任講師
Kohei NISHIYAMA
Project Lecturer

福本 理恵 特任助教
Rie FUKUMOTO
Project Research Associate

平林 ルミ 特任助教
Rumi HIRABAYASHI
Project Research Associate

ライラ カセム 特任助教
Laila CASSIM
Project Research Associate

学び・働きに困難のある人々を包摂する新しい社会システムを創造する Creating a new societal system for people with difficulties in learning and working

【排除のないインクルーシブな社会を実現するための研究】

学びや働きのあり方をインクルーシブに変える実践型の研究プロジェクトを行なっています。

DO-IT Japan (<https://doit-japan.org/>) では、障害や病気のある児童生徒・学生の高等教育進学や就労への移行支援を通じ、社会で活躍する人材の育成を目指しています。テクノロジー活用を主軸に、セルフ・アドボカシー、自立と自己決定などをテーマとして、年間を通じて活動しています。障害のある児童生徒・学生との協働、産学連携・国際連携によるICT活用など、インクルーシブ教育システムに関する研究実践の拠点となっています。

AccessReading (<https://accessreading.org/>) では、音声教材（視覚障害や学習障害など、印刷物を読むことが困難な児童生徒が活用できるデジタル教科書で、身近にあるタブレット等で使用できるもの）を開発し、全国に配信しています。各地の学校や教育委員会と連携し、音声教材を児童生徒に円滑に届ける仕組みや指導法の開発に関する研究も行なっています。

IDEA (<http://ideap.tokyo/>) では、雇用の現場で多様な障害のある人々が活躍できるよう、柔軟な働き方を生み出す雇用システムの構築に取り組んでいます。週あたり15分や1時間から、通常の職場で役割を持って働くことを可能にする超短時間雇用モデルを開発し、職場の生産性の向上と、多様な人々を包摂できる働き方を、各地の自治体や企業グループと共同で地域に実現・実装する研究を行っています。

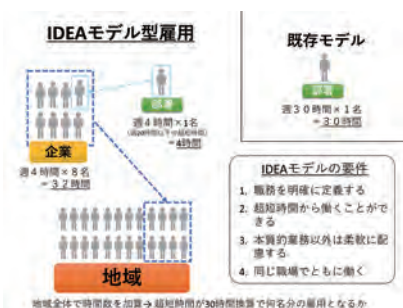
【Our research aims to achieve inclusive and not-exclusive society】

We've been conducting the practical research based projects to enable inclusive learning and working environment.

DO-IT Japan (<https://doit-japan.org/>) is the program for students with disabilities to develop their leadership skills to make the society more diverse through the support of transition for schools and employment. The program empowers students through the use of technology, self-advocacy, and self-determination skills. The network between students with disability, academic-industrial collaboration, and international corporation has brought the base of the practical research for inclusive educational environment.

AccessReading (<https://accessreading.org/>) is the online library providing digital textbooks (the data which it can be used with tablets for students with visual disability and learning disability). With schools and Board of Education, this project provides the strategy and the method of teaching to utilize digital textbooks for students with disability.

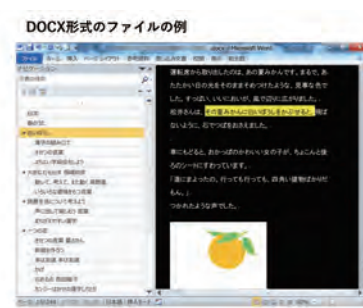
IDEA (<http://ideap.tokyo/>) is the project for people with disability who have been excluded in the current employment system and provides opportunities by creating and implementing inclusive employment system with the flexible workstyle. This project has developed ultra-short time work scheme for people with disability with the employment from 1/4 hours of work per week. This project has the joint research with the companies and local governments to improve the productivity of the workplace and the inclusive new work environment.



1 IDEAモデル型雇用
The model of ultra-short time work



2 夏季プログラムに集まった学生たち
The group photo of DO-IT Japan



3 WindowsパソコンでWordファイルを読み上げている様子
Reading AccessReading by Microsoft Word with speech and highlight



准教授
近藤 武夫
Takeo KONDO, Associate Professor
専門分野：特別支援教育、支援技術
Specialized field: Special education, Assistive technology
E-mail: kondo@bf.rcast.u-tokyo.ac.jp



特任准教授
高橋 桐子
Kiriko TAKAHASHI, Project Associate Professor
専門分野：学習障害、障がい、アシスティブテクノロジー、学びのユニバーサルデザイン、STEM
Specialized field: LD, AT, Disability, STEM
E-mail: kiriko@at.rcast.u-tokyo.ac.jp

学際的なアプローチによる当事者研究のファシリテーションと検証 Facilitation and verification of Tojisha-Kenkyu through an interdisciplinary approach

当事者研究分野では当事者研究に関するさまざまな研究を行っています。当事者研究分野には大きく3つの目標があります。

(1) 当事者研究の実践

1つめは当事者研究そのものの実践を行うという目標です。当事者研究には、これまで自分でもわからなかった自分の苦しみや困りごとのパターンについて、客観的に観察するような視点を持つようになることで、ラクになる面があります。また、一人で抱え込んでいた苦しみや困りごとを他者とわかちあうことによって、ラクになる面があります。当事者研究分野では、発達障害、子ども、依存症やアスリートなど、様々な当事者研究を行っています。

(2) 当事者研究から生まれた仮説の検証

2つめは当事者研究の学術的検証という目標です。当事者研究のなかで生まれた一人ひとりの持っている仮説が、思い込みではなく本当に起きていることなのか、多くの人に当てはまるのかどうかなど、認知科学やロボット工学など、さまざまな分野の学術研究者とともに、内側からの体験を科学的に分析したり検証したりしていきます。

(3) 当事者研究の研究

3つめは当事者研究を研究するという目標です。当事者研究がどんな人に対して、どんな風に効果があるのかわからないのか、当事者研究の実践方法にはどのようなスタイルがあるのか、当事者研究はどのように始まり、どのように広がっているのか、当事者研究の問題点はどのような点か、など、当事者研究について研究していきます。

The Tojisha-Kenkyu Laboratory was established as a place to conduct various research related to tojisha-kenkyu. The Tojisha-Kenkyu Lab. has 3 main aims.

(1) Practicing Tojisha-Kenkyu

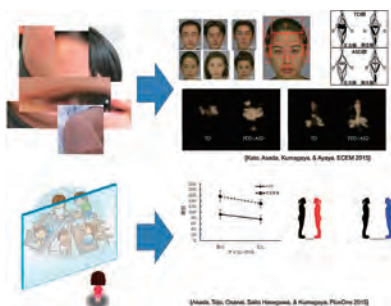
The first aim is to be a place for the actual practice of tojishakenkyu. Tojisha-kenkyu gives individuals the opportunity of acquiring the ability to objectively observe the previous unknown patterns of their own hardships and problems, giving them relief from those troubles. It also gives them relief by being able to share the hardships and problems they had been harboring alone with others. Tojisha-Kenkyu Laboratory is conducting tojisha-kenkyu groups focusing on developmental disorders, children, addiction, athletes, and so on.

(2) Verifying Hypotheses from Tojisha-Kenkyu

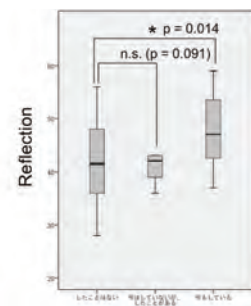
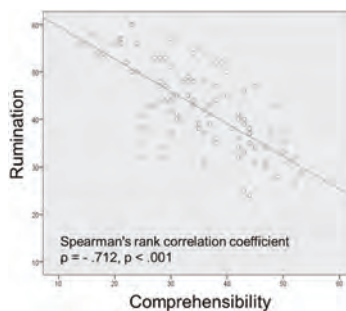
The second one is the academic verification of tojisha-kenkyu. Working together with academic researchers from fields such as cognitive science and robotics, the laboratory analyzes and verifies personal experiences to ascertain whether the hypotheses individuals formed through tojisha-kenkyu are true and if they apply to most people.

(3) Researching Tojisha-Kenkyu

The third is to conduct research on tojisha-kenkyu. The Tojisha-Kenkyu Laboratory researches topics such as: the effectiveness of tojisha-kenkyu on different types of individuals; the various styles of practicing tojisha-kenkyu; the beginning and spread of tojisha-kenkyu; the existence of any problematic issues in tojisha-kenkyu.



1 学術研究者との共同で当事者研究を検証する
Verifying Tojisha-Kenkyu in collaboration with academic researchers



2 当事者研究の効果を測定する
Measurement of the effectiveness of tojisha-kenkyu



准教授
熊谷 晋一郎
Shin-ichiro KUMAGAYA, Associate Professor
専門分野：小児科学、当事者研究
Specialized field: Pediatrics, Tojisha-kenkyu
E-mail: kumashin@bfp.rcast.u-tokyo.ac.jp

綾屋 紗月 特任講師
Satsuki AYAYA
Project Lecturer

大学におけるインクルーシブな教育研究環境の実現 Inclusive design of university environment in research and education

【排除のないインクルーシブな社会を実現するための研究】

本事業では、誰ひとり取り残さないインクルーシブな教育研究環境の実現に向けて、障害等の様々な困難を持つ当事者ならではの視点を研究コミュニティにもたらす「当事者研究」と、当事者が中心となって行う「アクセス可能な教育研究環境の構築」を、熊谷晋一郎准教授（当事者研究分野）とともに進めています。

デザインの過程で、マイノリティが十分に参加していない財やサービスは、必ずしも当事者ニーズに応えたものではありません。そのような中、1970年代から共同創造（co-production）という概念が注目され始めました。さらに、大学などでの知識の生産過程においても、「研究の共同創造」という概念のもとに推進されています。しかし共同創造を実現する具体的な方法は未整備で、障害者がアクセス可能な環境も実現していないために、未だに当事者の参画は不十分です。

こうした障壁を乗り越え、共同創造に向かうインクルーシブな研究コミュニティを実現する取り組みとして、2001年に日本で生まれた「当事者研究」に注目し、その方法を伝達可能なプログラムとしたうえで、当事者コミュニティ、大学、企業、行政機関に実装します。さらに、主に理工系分野における、障害学生や障害教員にとってアクセス可能な教育研究環境を整備するために、バリアフリーのためのガイドや実験室のアクセスについて、バリアフリー支援室や環境安全センターと協力し、当事者が中心となって取り組みます。

【Our research aims to achieve inclusive and not-exclusive society】

No one left behind: making research and educational environment accessible to people with any kind of abilities. Collaboration with Associate Professor Shin-ichiro Kumagaya (Tojisha-Kenkyu Laboratory), Inclusive design laboratory project works on a couple of research topics: (1) Tojisha-Kenkyu as an approach to provide research insight from people with disability or difficulty, and (2) inclusive design of accessible environment for scientific research and education.

When significant minority are not involved in design process, the product or service does not always meet the needs of users. Within this context, the concept of co-production has started to gain attention in the seventies. Co-production is used in research activity in academia (Hickey et al., 2018 Nature). Although the concept becomes generally accepted, the methodology is under development and participation of users is simply a formality in most cases.

To handle this methodological difficulty, we work on “Tojisha-Kenkyu”, which is originated in Japan, as approach to promote inclusive environment for research and education. We develop a training program which makes this approach available to Tojisha-community, university, enterprise, and governmental organization.

We also work on construction of inclusive science education environment for students and researchers with disabilities in the university. To achieve this goal, we implement a guideline and design an accessible laboratory for science education.



1 当事者研究
Tojisha-Kenkyu



2 教育研究環境アクセシビリティ向上
Accessibility of Science Education



准教授
並木 重宏
Shigehiro Namiki, Associate Professor
専門分野：生物学
Specialized field : Biology
E-mail : namiki@rcast.u-tokyo.ac.jp

工藤 怜之 特任助教
Satoshi KUDO
Project Research Associate

知的財産法学・知的財産をめぐる立法政策 Intellectual property law and policy

■わが国の競争力の強化と知財

グローバル化の進展や各分野の技術革新を受けて、知的財産をめぐる法制度も、変革を要請されています。当研究室では、以下のような分野で、そのための議論をリードしています。

(1) 標準必須特許の権利行使

知的財産法分野での世界的なトピックが、標準必須特許権の権利行使に対する制約に関する問題です。一定範囲で権利行使を抑制するのは必要ですが、行き過ぎると技術革新と標準化を阻害します。そういう問題意識から、最適解を探求しています。

(2) 営業秘密法

産業スパイによる営業秘密の窃取が、近年の米国では大きな課題となっており、高額な損害賠償や厳格な刑事罰を裁判所が科すほか、立法も活発です。わが国のみが国益を損なう状況避けるため、集中的な研究を行い、一部は不正競争防止法改正に結実しました。

(3) 国境を越えた特許権侵害行為への法の適用

国境をまたいで一つの発明を実施するという事は、かつては考えられませんでした。しかし今日、情報通信分野のシステムなどでは、当たり前のことになっています。特許権が国ごとに発生するという原則の下で権利をどう適切に保護していくかを考えています。

(4) 医薬医療関連特許と法規制

医薬医療産業では、製品の安全性や患者のアクセスを確保するための法規制が多く存在する中、イノベーションの成果として新たな医薬品・医療技術を創出、普及することが求められます。産業発展のために適切な特許制度の在り方を、イノベーションとパブリックヘルス、国際競争と国際協調などの視点を軸に検討します。

■IP and International Competitiveness

Comparative legal studies have become of increased importance in recent years due to the globalization of economy and the advancement of telecommunications technology. Reflecting the needs of the society, we have been focusing our research on the following areas:

(1) Assertion of Standard Essential Patent Rights

Some limits are necessary, however it may impede innovation and standardization if it goes too far. We attempt to seek a balanced solution to this intensively discussed topic.

(2) Trade Secret Law

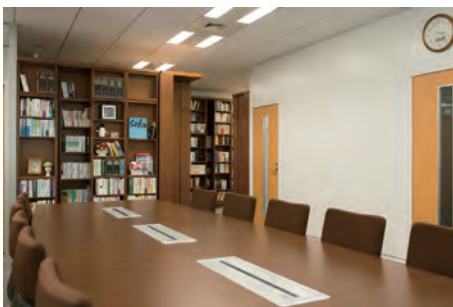
In the U.S., trade secret espionage cases often result in high damages or criminal liabilities, and legislative activities are intensified. Our research, aiming at protecting our national interest, led to the reform of the Unfair Competition Prevention Act.

(3) Application of Laws to Transnational Patent Infringement

Nowadays, transnational implementation of patents are common, particularly in the field of ICT. We are looking into ways to adequately protect IP under the principle of the territoriality of patents.

(4) Pharmaceutical/medical patents and regulations

Under a complex legal system and regulations requiring the assurance of safety and patient access, the pharmaceutical/medical industry is required to generate and distribute innovative drugs or medical devices. We strive to find the right balance between innovation and public health, and international competition and cooperation through IP policy research.



1 サテライトオフィス (千代田区丸の内 サピアタワー8階)
Satellite Office (Sapia Tower nearby Tokyo Station)



教授
玉井 克哉
Katsuya TAMAI, Professor
専門分野：知的財産法
Specialized field : Intellectual property law
E-mail : tamai@ip.rcast.u-tokyo.ac.jp



准教授
榑田 祥子
Sachiko MASUDA, Associate Professor
専門分野：知的財産法、特許法、医薬・医療関連法
Specialized field : Intellectual property law, Patent law, Lifescience related legislations and regulations
E-mail : masuda@ip.rcast.u-tokyo.ac.jp

久保田 隆 特任助教
Takashi KUBOTA
Project Research Associate

オーラルヒストリーによって政治・行政現象を解明する Oral history Political study Public policy administration

(1) オーラル・ヒストリー・プロジェクトと政治史

官邸機能研究、戦後政治研究などを中心に、インタビューと史料の分析を行っています。自由民主党と官僚制の相互作用について重点的に研究を進めています。また民主党政権成立前後の統治構造改革についても研究に着手しています。

(2) 比較行政学研究

先進諸国を中心とする官僚制の比較分析。先進諸国の統治機構改革・行政改革とりわけイギリスの大都市政治の分析を当面の課題としています。

(3) 司法政治研究

明治期以降の日本における司法の政治史研究。戦後の最高裁判所の政治的機能に関する研究に取り組んでいます。

(4) 先端公共政策研究

理論と実務、自然科学と社会科学をクロスオーバーさせた研究。とりわけ東日本大震災後の復興過程の研究と、そのアーカイブ化に重点的に取り組んでいます。

(1) Oral History Projects and Political History

Analysis of interviews and historical materials, mainly for research on the functions of the Kantei (the prime minister's office) and postwar politics. Research on relationship the Liberal Democratic Party and the bureaucracy is being prioritized.

(2) Comparative Public Administration

Comparative analysis of the bureaucracy in the developed countries. Governance system reforms and administrative reforms in those countries, particularly metropolitan politics in England is the current research topic.

(3) Judicial Politics

Study of the history of judicial politics in Japan during and after the Meiji Era. The postwar political function of the Supreme Court is being researched.

(4) Advanced Public Policy Research

Interdisciplinary research across the natural sciences and social sciences combining theory and practice. In particular, research on the reconstruction process after the Great East Japan Earthquake and the creation of its archive are being prioritized



1 『権力移行』



2 『行政改革と調整のシステム』



3 『内閣政治と「大蔵省支配」』



教授
牧原 出
Izuru MAKIHARA, Professor
専門分野：オーラルヒストリー、政治学、行政学
Specialized field : Oral History, Political science, Public administration
E-mail : contact@pha.rcast.u-tokyo.ac.jp

グローバル社会に拡散する多様な宗教と価値規範の間の対立を避け 共存の方法を探求する総合的セキュリティ研究

Integrated studies of various facets of Security, searching for ways to overcome conflicts
which arise from between the multiple religio-normative systems

グローバル化の進展が個人・国家・国際秩序を揺るがしている。人権や民主主義、国境や国民、国際法や主権国家体制といった、近代世界を支えてきた構成要素の多くが、自明さを失い再構成を余儀なくされている。これを広い意味での「グローバルセキュリティ」の問題としてとらえ、対処策を考えることが、グローバルセキュリティ・宗教分野の課題である。

「イスラム政治思想」のその先へ

個人や集団のアイデンティティの根源には、依然として宗教や宗派の影響力が大きい。中でも顕著なのはイスラム教の持つ政治的な動員力である。池内恵教授は2008年10月から2018年9月まで「イスラム政治思想分野」の独立准教授として、この問題を考えてきた。「アラブの春」の激動や「イスラム国」の衝撃など、相次いで生起する事象を根源の思想問題から先駆的に察知し、分析・提言を行ってきた。

グローバルな研究ネットワークの形成

2018年10月に新たにグローバルセキュリティ・宗教分野が設立され、ユダヤ教やロシア正教、ロシアや東欧、インド洋や中国・中央アジアも視野に入れることが可能になった。ロシアの中東政治への関与の深まり、イランの中東国際政治における台頭、イスラエルと米国の関係とその影響力の強化と変容、トルコのバルカン・東欧・東アフリカ地域への回帰、中国の中東・アフリカへの進出といった、中東を軸にしたグローバルなセキュリティ問題を、戦略・安全保障・国際問題に関わる各国の大学・研究機関とのネットワークを形成しながら研究していく。

Globalization is shaking all that was solid, the individual, the nation and the international order. Human rights and democracy, borders and citizens, the international law and the sovereign state system, basic constituent elements that supported the modern world have melted and lost its certainty. In our division, these phenomena were taken as the issues of “global security” in a broader sense.

“Islamic Political Thought” and beyond

Religions and sects remain to be the core of identity of individuals and groups. Particularly notable is the influence of Islam on political mobilization. It took Prof. Ikeuchi for ten years, from October 2008 to September 2018 to tackle with this issue as an associate professor and PI of the Islamic Political Thought Division of RCAST. During that time, he has observed and analyzed phenomena arising from the Middle East such as “Arab Spring” and “Islamic State.”

Formation of a global research network

A new division on “Religion and Global Security” was established in October 2018 to conduct researches on wide ranging topics concerning religio-political relations in major traditional religions such as Islam, Judaism and Russian Orthodox covering regions of the Middle East, the Balkans, the Eastern Europe and the newly emerging Indo-Pacific. Research topics include: Russia's deepening involvement in Middle East; the rise of Iran as a regional hegemon; strengthened ties between Israel and the US; Turkey's return to the Balkans, Eastern Europe, and East Africa; and China's increasing footprints in the Middle East and Africa. Religion and Global Security Division is developing into a node of global networks for universities and research institutes working on researches of strategic, security and international affairs.



1 『イスラム国への衝撃』（文春新書）
The Shock of the Islamic State, Tokyo, Bungeishunju, 2015



2 トルコのイスタンブール安全保障会議でのディスカッション
Presenting at the Panel on Cybersecurity at the Istanbul Security Conference 2019



3 ドバイのアラビア語紙Alroeyaへのコラム寄稿者として
中東への情報発信
Engaging Arab public opinions as a contributor to Dubai-based Alroeya



教授
池内 恵
Satoshi IKEUCHI, Professor
専門分野：イスラム政治思想、中東地域研究、国際テロリズム研究
Specialized field: Islamic Political Thought, Middle East Studies, International Terrorism
E-mail: ikeuchi@me.rcast.u-tokyo.ac.jp



特任助教
小泉 悠
Yu KOIZUMI, Project Research Associate
専門分野：ロシア連邦の安全保障政策、ロシアの政治と国際関係
Specialized field: Security policy of Russian Federation, Russian Politics and International Relations
E-mail: koizumi@me.rcast.u-tokyo.ac.jp

データアナリティクスによるイノベーションの解明と科学技術政策への実装 Data Analytics to Understand Innovation Dynamics and Applications to Science and Technology Policy Making

サイエンス経済：科学的知識とイノベーションの協創、エコシステムの形成

産業のイノベーション・プロセスにおいて科学的知識の重要性が高まっています。例えば、ゲノム・サイエンスは医薬品産業の研究開発プロセスを大きく変化させ、AI、ロボティクスなどの分野ではアカデミック研究と産業化（イノベーション）が同時に進展しています（サイエンス経済の深化）。当研究室では学術論文、特許データなどから構築された大規模データベースを用いて、サイエンス経済に関する実証分析を行い、科学技術政策への実装を行っています。具体的なテーマとしては、

- ・サイエンスとイノベーションの協創：新しい大学の役割と産学連携政策のあり方
- ・AI/ビッグデータ/IoTと、プラットフォームビジネスの研究
- ・サイエンスイノベーションのグローバル競争（米国、中国等との比較）、シリコンバレー・深センを中心とした地域エコシステムの研究

科学技術イノベーション政策の研究

科学技術イノベーション政策の立案の資する以下の実証研究を行っています。

- ・研究開発プロジェクトの国際化に関する研究
- ・知的財産制度と競争政策の関係に関する実証研究
- ・研究プロジェクトに対する公的補助、オープンサイエンスの研究

イノベーション実証研究のためのビッグデータアナリティクス

イノベーション研究の基礎的な技術開発として、学術論文や特許情報などの大量データを用いて、データベースの構築、技術トレンドの発見などの研究を行っています。深層学習などの最新の情報工学を用いて、技術文書の自然言語処理を多言語環境（日本語、中国語、英語、タイ語など）で行っていることに特徴があります。

Scientification of Economy : Co-evolution of Science and Innovation and Ecosystem Formation

Scientific foundation becomes more and more important for industrial innovation process. The genome science has changed its R&D process substantially and concurrent progress of academic research and its industrialization (innovation) occurs in AI and robotics field (scientification of economy). We are conducting empirical research on science and innovation coevolution, by using large bibliometric datasets (patents, research articles) and economic statistics. The results of our analysis are inputted to actual policy formation in relevant ministries. The concrete research theme includes

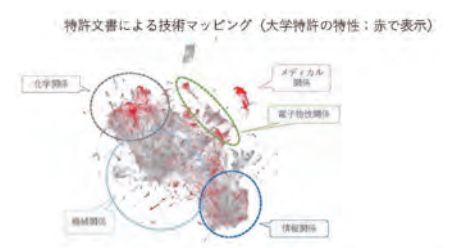
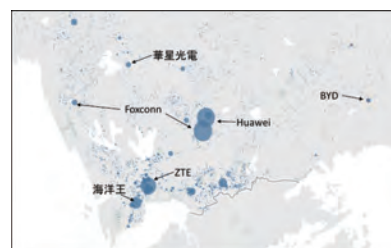
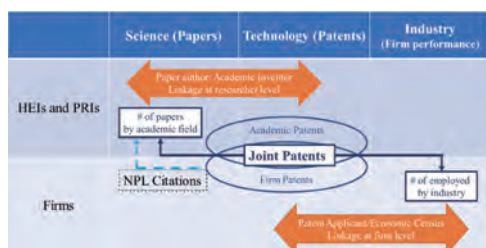
- ・Co-evolution of science and innovation: New role of university and policy implications to effective industry collaborations
- ・Economic analysis of AI/Big Data/IoT and platform business
- ・Global competition in science innovation (vs. US and China) and regional innovation ecosystem (Silicon Valley, Shenzhen)

Empirical research on science, technology and innovation policy

- ・International R&D collaboration
- ・Interactions of IPR and competition policy
- ・Public research funding and open science

Big Data Analytics for Empirical Innovation Research

We are also conducting the research on database construction and new methodologies of technology forecasting, based on bibliometric information (research articles and patents). Advanced computer science techniques (such as deep neural network) are used for natural language processing in multi lingual environment (Chinese, English, Thai as well as Japanese).



1 科学・技術・産業の共起化指標フレームワーク
Framework of science, technology and industry indicator

2 深センの地域イノベーションエコシステム
Regional innovation ecosystem in Shenzhen

3 技術マッピングと大学特許の特性(特許情報の自然言語処理)
Technology mapping for characterizing university inventions (natural language process of patent documents)



教授
元橋 一之
Kazuyuki MOTOHASHI, Professor
専門分野：技術経営戦略、グローバル経営戦略、科学技術政策、書誌情報学
Specialized field : Technology Management Strategy, Global Business Strategy, Science and Technology Policy, Bibliometrics
E-mail : motohashi@tmi.t.u-tokyo.ac.jp



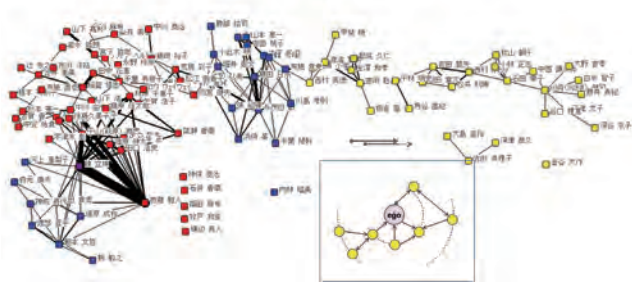
講師
グォン ソクボム
Seok Beom KWON, Lecturer
専門分野：特許政策、データエコノミ、学際研究、書誌情報分析
Specialized field : Patent Policy, Data Economy, Research on Interdisciplinary Research, Bibliometrics
E-mail : kwon.seokbeom@mail.u-tokyo.ac.jp

イノベーションを支える知的財産（技術、デザイン）の創出、保護、活用のマネジメントを探求する

Exploring evidence-based management of intellectual property creation, protection, and monetization for innovation

イノベーションと収益化に資する知的財産マネジメント、不確実性の高い技術に関する知的財産マネジメントの諸問題等を中心に、(1) 統計データや質問票を用いた実証研究、(2) ケーススタディー、(3) 実際の技術開発プロジェクトに参加することによるリサーチ等の手法で、国内外の企業や政府機関、国際機関と連携して研究と教育を行っています。研究テーマの例としては、「技術埋没、知財無力化のメカニズム分析」「国際標準におけるオープン・プロプラエタリー知財マネジメント」「組織における発明の生産性」などです。

Our laboratory aims to study intellectual property(IP) management for innovation strategy, profiting from various organizational management resources as well as management of uncertain technology by (1) empirical analysis using statistical data and/or questionnaire survey, (2) case study, and (3) project study collaborating with companies, government and international organizations. Current topics are; organizational factors of unused technology, disempowerment of IP Right, and open proprietary IP management.



1 合併企業の共発明ネットワーク
Co-inventors network of cooperative joint venture



教授
渡部 俊也
Toshiya WATANABE, Professor
専門分野：技術経営
Specialized field : Management of technology
E-mail : toshiya@tkf.att.ne.jp

高効率な次世代太陽電池

Next-generation photovoltaics with high efficiency

われわれは、次世代高性能低コスト太陽電池の本命と考えられているペロブスカイト太陽電池の研究を進めています。さまざまな新材料の開発やそれらの基礎物性に関する研究を通して、太陽電池の高性能化につなげていきます。この他、カリウムドーパドペロブスカイト太陽電池で24.4%、メチルアンモニウムフリーペロブスカイト太陽電池で24.9%の変換効率を実現しています。色素増感太陽電池、量子ドット太陽電池、蓄電機能内蔵太陽電池などの開発も行っています。

In our laboratory, next-generation high-performance photovoltaics over 24% PCE using organometalhalide perovskite have been investigated. Various basic researches on the new materials will open the door of frontier science and bring the future photoenergy conversion technology. Dye-sensitized solar cells, quantum dot solar cells, and energy storable solar cells have also been developed.



1 瀬川研究室で作成した色素増感太陽電池
Dye-sensitized solar cell (DSSC)



2 蓄電機能内蔵太陽電池を用いたスマートフォン充電器
Smart phone charger using energy-storable solar cells



教授
瀬川 浩司
Hiroshi SEGAWA, Professor
専門分野：太陽光発電、ペロブスカイト太陽電池、ハイブリッド太陽電池
Specialized field : Solar power generation, Perovskite solar cells, Hybrid solar cells
E-mail : csegawa@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

半導体を活用し、高効率に光を発生、操作、収穫する
光電子デバイスを創出する

Creating semiconductor optoelectronic devices for high-efficiency light emission, manipulation, and harvesting

次世代の光情報通信ネットワーク、光情報処理・記録に向けて、化合物半導体をベースにした新しい高性能な半導体レーザー・LEDや半導体光制御デバイス（光スイッチ、波長変換器、光アンプなど）と、これらのデバイスを集積化して構成される高機能な半導体集積光デバイス・光集積回路を研究しています。またエネルギー問題の解決に向けて、化合物半導体に基づく新しい高効率な太陽電池やそれを応用した再生可能エネルギーシステムの研究開発も行っています。これらデバイスを作製するための、InP、GaAs基板上のInGaAsP、InGaAlAs混晶などによる量子マイクロヘテロ構造と、GaN、AlN、InN等のIII族窒化物の結晶成長や加工技術も、研究対象です。

Toward optical communication networks and optical information processing/storage of the next generation, we are investigating novel high-performance diode lasers/LEDs and light-controlling devices based on compound semiconductors (optical switches, wavelength converters, optical amplifiers, etc.) as well as highly functional semiconductor integrated devices and circuits fabricated by integrating these discrete devices. For solving energy-related problems, a new class of highly efficient solar cells based on compound semiconductors and their application to renewable energy systems are also studied. Crystal growth and processing technologies of quantum micro heterostructures by InGaAsP and InGaAlAs alloys on InP and GaAs substrates, and of III-nitrides such as GaN, AlN, and InN, for fabricating those devices are also investigated.



教授

中野 義昭

Yoshiaki NAKANO, Professor

専門分野：光電子工学、光集積回路、
光エネルギーデバイスSpecialized field : Optoelectronics, Photonic
integrated circuit, Photoenergy device

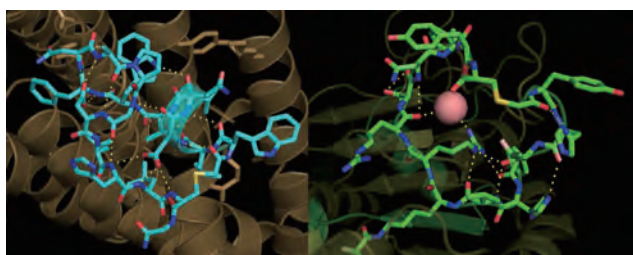
E-mail : nakano@rcast.u-tokyo.ac.jp

特殊ペプチド創薬

Pseudo-natural Peptide Therapeutics

当研究室では、有機化学の考え方と技術を生物学に取り入れることにより、これまで解決が困難であった研究課題に挑戦しています。また、サイエンスとテクノロジーのバランス良い研究を推進することで、汎用性の高いバイオテクノロジー技術の開発、そして創薬にまでつながる研究をしています。具体的な研究内容は下記になります。(1) 特殊ペプチドリガンド分子の創薬応用。(2) 翻訳系エンジニアリング。(3) 擬天然物のワンポット合成系の確立。

Our laboratory pursues research programs bridging between chemistry and biology. To conduct a good balance of science and technology will build new technologies that contribute to the chemical biology field, covering from basic research to applied research. The following programs are currently active in our laboratory: (1) Non-traditional peptide therapeutics, (2) Engineering the translation system, and (3) Ribosomal synthesis of natural product-like molecules by the combination of the genetic code reprogramming and post-translational modifying enzymes.



1 RaPIDシステムで獲得された特殊ペプチドと標的タンパク質とのX線共結晶構造
X-ray crystal structures of the complex of target protein with pseudo-natural peptides generated by the RaPID system



教授

菅 裕明

Hiroaki SUGA, Professor

専門分野：ケミカルバイオロジー、生物有機化学

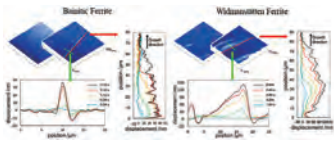
Specialized field : Chemical biology, Bioorganic
chemistryE-mail : hsuga@chem.s.u-tokyo.ac.jp
hsuga@rcast.u-tokyo.ac.jp

冶金学とデータ科学の融合により構造材料の特性を飛躍的に向上させる

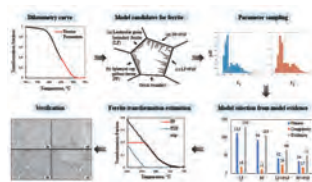
Development of advanced structural materials by combining physical metallurgy and data-driven science

私たちの身の回りの様々な構造体を支える材料の高強度化は、社会の様々なニーズに応えるとともに、移動体とりわけ自動車の車体軽量化を通して資源・環境問題の改善に寄与すると期待されています。私たちの研究室では、構造材料の特性を支配するメカニズムを、従来の冶金学とデータ駆動科学を融合することで明らかにし、従来にない特性を有する構造材料を開発することを目指しています。

Enhancement of strength of structural materials meets the requirements in many applications, and especially contributes to the improvement of the resource and energy problem from the body-in-white weight reduction of automobiles. To enhance deformability of structural materials without losing strength, our lab aim to develop a new structural materials with enhanced performance by characterizing defects, deformation, and fracture in structural metals and alloys with a help of data-driven material science.



1 鉄鋼材料の内部構造の変化をナノスケールで動的に捉える
In-situ nanoscale analysis of microstructural evolution in low-carbon steel



2 データを駆使して鉄鋼材料の内部の動的変化を詳細に明らかにする
Data-driven approach to clarify microstructural evolution in low-carbon steel



准教授

井上 純哉

Junya INOUE, Associate Professor

専門分野：材料力学、材料組織学、データ駆動科学

Specialized field : Mechanics of Materials, Physical Metallurgy, Data-driven material science

E-mail : inoue@material.t.u-tokyo.ac.jp

群集の安全な誘導や警備、サービス向上の社会課題解決を

Towards a better society through a safer crowd control, better guarding and improved services

多くの人が集まる公共空間やラッシュ時の駅や大型施設などにおける群集の安全な誘導や警備、快適なサービスの提供という極めて重要な課題を包括的に議論。2020年東京オリンピック・パラリンピックなどの大規模なイベント開催に加え、都市への人口集中や大規模災害・テロ、来日観光客の増大など、多くの課題を抱える日本において混雑発生を予測し予防すると共に、混雑発生後の適切な対処により、危険な状態をいち早く回避する方法などを広く社会へ提言することを目指します。

Crowd Management aims to comprehensively debate the crucial problems of how to safely direct and guard crowds and provide high quality service in public spaces where numerous people gather, like stations during rush hour or large facilities. The center seeks to predict and prevent congestion not only at large scale events such as the 2020 Olympic and Paralympics, but also throughout whole Japan, which faces problems such as a high concentration of population in cities, large scale natural disasters, potential terrorism and a growing influx of foreign visitors. At the same time, the center aims to benefit the society by promoting methods for avoiding dangerous situations by appropriately handling crowds on-site.

連携機関

株式会社東京ドーム
株式会社グッドフェローズ
三菱電機株式会社
東京地下鉄株式会社
成田国際空港株式会社

東日本旅客鉄道株式会社
鹿島建設株式会社
セコム株式会社
日本空輸株式会社

Cooperation Company/Organization

TOKYO DOME CORPORATION
Goodfellows Inc.
Mitsubishi Electric Corporation
Tokyo Metro Co. Ltd.
NARITA INTERNATIONAL AIRPORT CORPORATION
East Japan Railway Company
KAJIMA CORPORATION
SECOM CO. LTD.
ALL NIPPON AIRWAYS CO., LTD.



教授
西成 活裕
Katsuhiro NISHINARI, Professor
専門分野：数理物理学、渋滞学
Specialized field : Mathematical physics, Jamology
E-mail : tknishi@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

志村 憲一郎 特任講師
Kenichiro SHIMURA
Project Lecturer

フェリチャーニ クラウディオ 特任助教
Claudio FELICIANI
Project Research Associate

世界に先駆けて再生可能エネルギー水素社会の実現を目指す

Realize the world's first renewable hydrogen society

日照条件や潤沢な土地に恵まれた海外の地域で再生可能エネルギーを用いて製造した水素を日本に運ぶことで、エネルギー資源が不十分な日本において、世界に先駆けて再生可能エネルギーを基盤とする持続可能な社会の構築を目指します。参画企業10社、そして海外のアカデミックパートナー・政府を含む国際的産官学連携体制によるオープンイノベーションにより、再生可能エネルギー燃料をグローバルに調達するための社会システム・基盤技術のプラットフォーム構築を進めます。

In order to realize the world's first sustainable energy system in Japan, where energy resource is insufficient, we aim to produce hydrogen using renewable energy in the overseas regions with abundant sunlight and land area, and to transport that renewable hydrogen to Japan. In order to establish a platform for social systems and basic technologies to procure global supply chain of renewable energy, we promote open innovation based on an international industry-government-academia collaboration with eight companies, international academic partners and governments.



1 オーストラリアから太陽光を持ってこよう
Let's bring the Australia's sunshine to Japan

連携機関

住友商事株式会社	千代田化工建設株式会社
住友電気工業株式会社	東京ガス株式会社
株式会社アクトリー	JXTGエネルギー株式会社
株式会社ウエストホールディングス	株式会社日本触媒
株式会社小松製作所	株式会社日立製作所

Cooperation Company/Organization

Sumitomo Corporation	Chiyoda Corporation
Sumitomo Electric Industries, Ltd.	Tokyo Gas Co., Ltd.
ACTREE Corporation	JXTG Nippon oil & Energy Corporation
West Holdings Corporation	Nippon Shokubai Co., Ltd.
Komatsu Ltd.	Hitachi, Ltd.



教授
杉山 正和
Masakazu SUGIYAMA, Professor
専門分野：高効率太陽光発電、
半導体結晶成長・微細加工、エネルギー変換
Specialized field : High-efficiency
photovoltaic, Semiconductor crystal growth
and device process, Energy conversion
E-mail : sugiyama@ee.t.u-tokyo.ac.jp



特任教授
河野 龍興
Tatsuoki KONO, Project Professor
専門分野：水素エネルギーシステム
蓄電池（ニッケル水素電池、リチウムイ
オン電池）
Specialized field : Hydrogen energy system
Nickel-Hydride battery, Lithium Ion Battery
E-mail : tatsuoki@enesys.rcast.u-tokyo.ac.jp

特任准教授
小原 聡
Satoshi OHARA
Project Associate
Professor

DAMPの機能解析の推進と自己免疫疾患やがんなどに向けた新たな治療薬の開発

Promote functional analysis of DAMP and develop new therapeutic agents for autoimmune conditions and cancer

炎症は生体の防御に重要である一方で、持続性あるいは過度の炎症は自己免疫疾患、がん、あるいは代謝疾患など多くの病態発症の基盤をなしているといわれています。なかでも、細胞がネクロシスなどの死によって放出するDamage Associated Molecular Pattern(DAMP)と呼ばれている核酸等の自己分子群は世界的に注目されていますが、その詳細な機能や病態発症に関してはまだ研究が進んでいません。本講座ではDAMPの機能解析を推進し、その成果を核酸医薬などの開発による疾患治療法の確立に向けて活かしていきます。

While inflammation is important for the protection of the body, persistent or excessive inflammation is considered to be a cause of many pathogenesis such as autoimmune diseases, cancer, or metabolic diseases. Among them, self-molecular groups such as nucleic acids, which are called "Damage Associated Molecular Pattern (DAMP)" released by death of cells such as necrosis, are attracting attention, but their detailed functions and pathogenesis are still under investigation. We will promote functional analysis of DAMP and establish a disease treatment method by developing nucleic acid medicines.

連携機関

株式会社ボナック

Cooperation Company/Organization

Bonac Corporation



特任准教授

柳井 秀元

Hideyuki YANAI, Project Associate Professor

専門分野：分子免疫学、分子炎症免疫学

Specialized field : Molecular Immunology, Molecular Inflammolgy

E-mail : yanai@inflammolgy.rcast.u-tokyo.ac.jp

半谷 匠 特任助教

Sho HANGAI

Project Research Associate

産官学民連携による郊外住宅地の再生の方法論とは

What are methods for the revitalization of suburban residential areas through the collaboration of companies, governments, academia and citizens?

現在、首都圏など大都市圏の郊外住宅地は、民間事業者が行った開発により高質な住空間が実現されているところが多い一方、開発されてから数十年が経過し、人口減少や少子化、高齢化、ライフスタイルの変化などを背景に様々な課題が生じています。具体的には、空き家・空き地化、建物や植栽の維持管理不全、コミュニティ希薄化、交通環境や商業環境の悪化、高齢者ケア関係施設やサービスの不足、働く場の不足などが挙げられます。

そこで、大都市圏に存在する郊外住宅地の再生手法の創出を、産官学民が連携した研究・実践活動によって行うことを目指します。

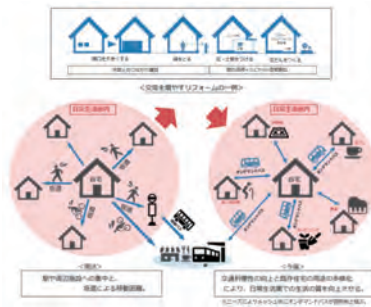
具体的には、埼玉県日高市こま武蔵台、神奈川県横浜市上郷ネオポリス、神奈川県川崎市新百合ヶ丘などをケーススタディエリアとして、少子高齢化に対応した地域づくり・地域経営のあり方、郊外住宅地における新たな住宅地像・新たなライフスタイルの探求、先端的取り組み・技術を活用した新たなライフスタイルの検証などをテーマに研究・実践活動を進める予定です。

Suburban residential areas in metropolitan areas have been developed for several decades. Now there are various issues related to population decline, declining birthrate, aging population, and changes in lifestyles. Specific examples of the issues include the occurrence of vacant houses and lots, the inadequate maintenance of buildings and plants, the decline of the community, the deterioration of traffic and commercial environments, the lack of facilities and services necessary for elderly care, and the lack of workplaces.

Therefore, the aim of this research project is to clarify methods for revitalization suburban residential areas that exist in metropolitan areas, through various research activities with experimental practices that are coordinated by companies, governments, academia and citizens.



1 研究対象地の一つ、横浜市上郷ネオポリスに設置されたコンビニ併設型コミュニティ施設
New Community Place with Convenience Store in Yokohama-shi



2 「住まいと交通」の視点からの実証実験イメージ
(ミサワホーム株式会社作成)
Social experiment image from the viewpoint of "House and Transportation" (MISAWA HOMES CO., LTD.)

連携機関

大和ハウス工業株式会社
ミサワホーム株式会社
株式会社東急不動産R&Dセンター

Cooperation Company/Organization

DAIWA HOUSE INDUSTRY CO., LTD.
MISAWA HOMES CO., LTD.
Tokyu Fudosan R&D Center Inc.



教授
小泉 秀樹
Hideki KOIZUMI, Professor
専門分野：少子高齢社会の共創まちづくり、コミュニティデザイン、エリアマネジメント、スマートシティ
Specialized field : Collaborative and Co-creative Planning and Design, Community Design, Smart City
E-mail : hide@cd.t.u-tokyo.ac.jp



特任講師
後藤 智香子
Chikako GOTO, Project Lecturer
専門分野：住環境まちづくり、子ども環境、コミュニティスペース
Specialized field : Community Design for Living Environment, Facility and Environment for Child, Communityspace
E-mail : chikako@cd.t.u-tokyo.ac.jp

藤垣 洋平 特任助教
Yohei FUJIGAKI
Project Research Associate

高血圧・糖尿病性腎症に関わる分子・エピゲノム機構の解明と 新規診断・治療法への応用

Study of molecular and epigenetic mechanisms underlying hypertension and diabetic kidney disease

わが国の高血圧、糖尿病人口はそれぞれ4000万人、1000万人といわれ、生活習慣病は国民病ともいえます。これまでに多くの降圧薬、抗糖尿病薬が開発されてきていますが、生活習慣病が原因となる心血管病、慢性腎臓病はまだまだ増加しつづけて大きな医学的・社会的負担となっています。塩分の摂り過ぎが高血圧をきたすことはよく知られていますが、塩分に対する血圧の反応は個人によって大きく異なります。敏感に反応して血圧が上がりやすい塩分感受性の人はとりわけ腎臓病や心臓病などの合併症にかかりやすく問題です。また、糖尿病の人に生じる腎臓病は一度罹患すると元に戻すことが難しく悪化が始まると進行性です。

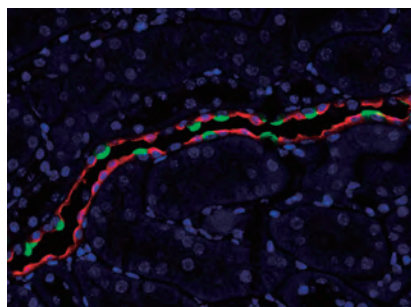
私達は、塩分感受性や腎臓病の進行性が、エピジェネティクスの不具合によって引き起こされているのではないかと考えています。エピジェネティクスはDNAメチル化やヒストン修飾によって遺伝子発現を調節するしくみです。エピジェネティクスに生じる変化を理解することが、生活習慣病とその合併症に対する新たな診断・治療法の開発への鍵になると考えて、以下の研究に取り組んでいます。

- (1) 塩分感受性高血圧がなぜ生じるか、腎臓尿管で塩分の再吸収を制御するしくみ
- (2) 高血圧が腎臓や心臓を傷つけるのを防ぐ方法、鉱質ステロイドホルモンの作用
- (3) 腎臓病の早期診断により先制医療をする、細胞個別のエピジェネティック情報の利用
- (4) 糖尿病による腎臓病が悪くなり続けるしくみ、エピジェネティックへの傷の解明

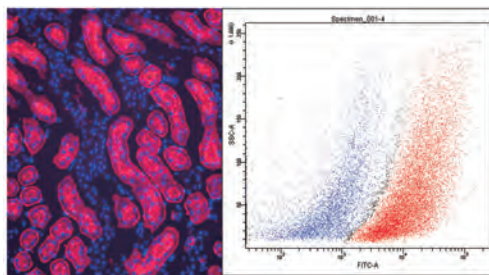
The number of hypertensive and diabetic patients reaches 40 and 10 million in Japan. Despite the development of many anti-hypertensive and -diabetic drugs, the number of cardiovascular disease and chronic kidney disease keeps increasing and they represent important social and economic burdens for the society. Increased uptake of salt causes hypertension, but the sensitivity to salt differs among individuals. Those with high salt sensitivity are prone to kidney and cardiovascular diseases. Additionally, kidney disease developed in diabetic patients is difficult to reverse once it begins to deteriorate.

We think that salt sensitivity and irreversible nature of diabetic kidney disease are caused by abnormalities in epigenetics. Epigenetics is a switching mechanism involved in regulation of gene expression by DNA methylation and histone modifications. We believe that understanding the changes in epigenetics leads to the development of novel diagnostic and therapeutic means for hypertension, diabetes and their complications. We are studying about topics:

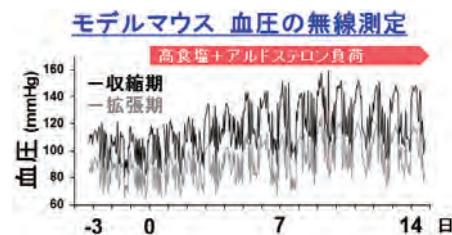
- (1) The mechanisms underlying salt sensitive hypertension, with regard to regulation of salt re-uptake in renal tubules.
- (2) How to prevent development of kidney and cardiac injury caused by hypertension, especially focused on mineralocorticoid signaling.
- (3) Early detection of kidney disease by use of epigenetic information of individual kidney cell types.
- (4) Exploration of epigenetic abnormalities underlying irreversible nature of diabetic kidney disease.



① 塩分再吸収に関わる腎臓尿管、
赤：主細胞、緑：間在細胞
Kidney tubular cells involved in salt reabsorption.
Principal (red) and intercalated (green) cells



② 腎臓の細胞種類ごとの検討、
近位尿管細胞染色とソーターによる分取
Staining and sorting of proximal tubular cells



③ 無線によるモデルマウスの血圧測定、
鉱質コルチコイドホルモンによる血圧上昇
Blood pressure of mice measured by telemetry,
hypertension caused by mineralocorticoid



名誉教授／先端研フェロー

藤田 敏郎

Toshiro FUJITA, Emeritus Professor / RCAST Fellow

専門分野：腎臓内分泌内科、高血圧

Specialized field : Nephrology, Endocrinology,
and Hypertension

E-mail : Toshio.FUJITA@rcast.u-tokyo.ac.jp

物流業界の抱える課題に対する科学的手法や先端技術によるソリューションの提案 Solve the issues in the modern logistics industry by scientific methods and advanced technologies

労働人口の減少に加え、コンプライアンス強化や働き方改革といった社会環境の変化により、物流産業においても人手不足は大変深刻な問題となっています。これに対し、AIやIoTなどの先端科学技術を駆使したステージの異なる最適化が必要とされていますが、業界にはこういった先端科学技術の活用ができる理系人財が少なく、また大学での教育も不足しています。

日本の有力な物流会社3社の寄附によって設置された本研究部門では、サイエンスから物流を構築できる人財の育成と輩出を目指し、サプライチェーン全般、物流課題解決に有用な先端技術とその応用などの教育を推進します。また物流が抱える様々な課題に関して、先端技術や数理科学手法などを用いたソリューションの研究を行っています。

The shortage of labor is a critical issue in all industries in Japan due to decreasing population and changes in the social environment, such as strengthening compliance and work style reform. It is even more serious in the logistics industry which is more labor-intensive than other industries. The issue may have a major impact on the development of economy and industry for the future. Logistics has been optimized based on human intuition and experiences. The method is no longer effective in the current social situation, and application of emerging technologies, such as AI and IoT, is required to solve the issues and optimize logistics. However, there are few people who can use the technologies in the industry, and more education is expected in universities about the application of the technologies to the logistics industry. At our laboratory, Progressive Logistics Science, we aim to develop scientific knowledge of students who can solve issues in logistics by the emerging technologies and build supply chain based on science. We also study solutions to various issues in logistics using the emerging technologies and various mathematical methods.



1 先端科学で物流の未来を創る
Advanced technologies creates future logistics

連携機関

ヤマトホールディングス株式会社
SBSホールディングス株式会社
鈴与株式会社

Cooperation Company/Organization

YAMATO HOLDINGS, CO., LTD.
SBS Holdings, Co., Ltd.
Suzuyo & Co., Ltd.



特任教授
井村 直人
Naoto Imura, Project Professor
専門分野：サプライチェーンマネジメント、ロジスティクス最適化
Specialized field : Supply Chain Management, Logistics Optimization
E-mail : nimura@g.ecc.u-tokyo.ac.jp



特任講師
江崎 貴裕
Takahiro EZAKI, Project Lecturer
専門分野：数理モデリング、時系列データ解析
Specialized field : Mathematical Modeling, Time Series Analysis
E-mail : ezaki@jamology.rcast.u-tokyo.ac.jp

先端研フェロー／先端研研究顧問

RCAST Fellow/RCAST Adviser

先端研では「国内外の教育・研究機関等に所属し、深い知見を有する、または業績が顕著」な人材を「先端研フェロー」および「先端研研究顧問」として、研究その他に関わってもらい、先端研の研究及び連携活動に広がりを持たせています。

RCAST nominates distinguished individuals, in recognition of their great achievements and attainments, as “RCAST Fellow” and “RCAST Adviser”, through rigid examinations of their careers, backgrounds, accomplishments, etc.

先端研フェロー RCAST Fellow



バンディニ ステファニア
Stefania BANDINI

ミラノ=ビッコカ大学
University of Milano-Bicocca



コープ デイビッド
David COPE

ケンブリッジ大学クレアホール 終身メンバー教授
Foundation Fellow, Clare Hall, University of Cambridge



伊藤 節
Setsu ITO

伊藤節+伊藤志信デザイン研究所
Studio Ito Design



小泉 英明
Hideaki KOIZUMI

株式会社日立製作所 名誉フェロー
公益社団法人日本工学アカデミー上級副会長
Honorary Fellow, Hitachi, Ltd.
Executive Vice President, The Engineering Academy of Japan



御厨 貴
Takashi MIKURIYA

東京大学名誉教授
サントリーホールディングス株式会社取締役
UTokyo Emeritus Professor
Director, Member of the Board, Suntory Holdings Limited



テイラー ジェイコブ
Jacob M. TAYLOR

米国立標準技術研究所
メリーランド大学
National Institute of Standards and Technology
University of Maryland



謝 尚平
Shang-Ping XIE

カリフォルニア大学スクリプス海洋研究所
University of California San Diego



チャン ピン
Ping CHANG

Texas A&M大学
Texas A&M University



藤田 敏郎
Toshiro FUJITA

東京大学名誉教授
UTokyo Emeritus Professor



岸 輝雄
Teruo KISHI

外務大臣科学技術顧問
Science and Technology Advisor to the Minister for Foreign Affairs



李 遠哲
Yuan Tseh LEE

中央研究院名誉院長
President Emeritus, Academia Sinica, Taiwan



宮坂 力
Tsutomu MIYASAKA

桐蔭横浜大学
Toin University of Yokohama



ヴンダーリヒ ヨルグ
Joerg WUNDERLICH

レーゲンスブルク大学
University of Regensburg

先端研研究顧問 RCAST Adviser



馬場 靖憲
Yasunori BABA



伊福部 達
Tohru IFUKUBE



西岡 潔
Kiyoshi NISHIOKA



藤井 真理子
Mariko FUJII



小林 光
Hikaru KOBAYASHI

新たな社会システムや価値をつくる学際的プロジェクト

Creating new social systems and values : Cross disciplinary projects

特定の専門分野の冠をつけない文理融合の研究所である先端研には、科学技術を推進する理工学系だけでなく、倫理や思想、社会システムに関わる人文・社会科学系の研究分野が共存しており、持続可能な開発目標（SDGs）の幅広いテーマに貢献する様々なプロジェクトが進んでいます。

既存の研究が存在しない分野に着手する研究を推進できる先端研だからこそ、複雑化する社会課題の解決に挑むことができるのです。

At RCAST, a research institute which fuses the arts and sciences without limiting itself to a specific field of study, research fields such as science and engineering, which promote science and technology, co-exist with humanities and social science research fields related to ethics, philosophy, and social systems. Various projects contribute to the achievement of the Sustainable Development Goals (SDGs).

RCAST is uniquely positioned to carry out research in unprecedented fields, so it can take on the challenge of solving the complex problems faced by society.

東京大学 生命・情報科学若手アライアンス

UTokyo-Research Alliance for Information and Life Sciences (UTokyo-RAILS)

現代生命科学のさまざまな大課題が「多細胞生物システムにおける不均質な細胞・分子動態を高解像度で理解し再構成すること」を必要とします。2018年から先端研ではこのような先端研究を推進するため、若手研究者を中心に、計測生命科学、計算生命科学、データサイエンス、AIを融合させ、現代生命科学における大課題の鍵となる研究プロジェクトが始動しました。分野を超えて研究者が集まるオープンラボラトリーの整備、大規模先端装置の共有、コミュニティ機能の発揮、ビジョンをもった若手独立研究者のリクルートを通じて野心的な研究課題に挑戦しています。

Many major fields in life science research today involve the understanding and reconstruction of heterogeneous cellular and molecule dynamics in multicellular organisms. In order to create synergy through the coupling of bold ideas from young researchers and technologies from a variety of fields, including biology, medicine, chemistry, engineering and computer science, the University of Tokyo has launched a new alliance for life science research, beginning in 2018, at RCAST. The alliance recently hired visionary young researchers and is constructing an open laboratory where people can gather, discuss, and share advanced equipment and work space.

谷内江 望 准教授

Nozomu YACHIE
Associate Professor

太田 禎生 准教授

Sadao OTA
Associate Professor

大澤 毅 特任准教授

Tsuyoshi OSAWA
Project Associate Professor

上田 宏生 講師

Hiroki UEDA
Lecturer

地域共創リビングラボ

Co-Creation Living Lab

先端研では、地域共創リビングラボを立ち上げ、研究シーズを活用した地域産業活性化活動、震災復興、コミュニティ再生、知識・経験・能力を活かした研究交流や人材育成から新しい働き方の実証実験まで、地方自治体や地域とより機動的で緊密な連携を行っています。

Co-creation living lab has been launched in Nov. 2018. We are collaborating closely and flexibly with local governments and communities in diverse fields from regional industrial vitalization projects utilizing research seeds, disaster recovery efforts, community rebuilding, and research exchange and personnel development activities that leverage knowledge, experience, and abilities to verification testing of new work styles.

小泉 秀樹 教授

Hideki KOIZUMI
Professor

牧原 出 教授

Izuru MAKIHARA
Professor

近藤 早映 特任助教

Sae KONDO
Project Research Associate



IDEA プロジェクト

IDEA Project

IDEAプロジェクトでは、雇用の現場で多様な障害のある人々が活躍できるように、柔軟な働き方を生み出す雇用システムの構築に取り組んでいます。週あたり15分や1時間から、通常の職場で役割を持って働くことを可能にする超短時間雇用モデルを開発し、職場の生産性の向上と、多様な人々を包摂できる働き方を、各地の自治体や企業グループと共同で地域に実現・実装する研究を行っています。

IDEA is a project for people with disabilities who have been excluded from the current employment system. It provides opportunities by creating and implementing an inclusive employment system with flexible workstyles. This project has developed an ultra-short work hour scheme for people with disabilities, starting from as little as 15 minutes of work per week. This project includes joint research with companies and local governments to improve workplace productivity and the inclusivity of the new work environment.

近藤 武夫 准教授

Takeo KONDO
Associate Professor



DO-IT Japan

Diversity, Opportunities, Internetworking and Technology

全国から選抜された障害や病気を抱える小中学生、大学生の高等教育への進学とその後の 就労移行を支援するプログラム。夏季には困難を助けるテクノロジーの活用を体験する宿泊プログラムを実施。年間の様々な活動を通して、仲間たちやメンターと意見交換を行いながら、自分自身で考え、選択するのに必要な知識と経験を得る機会を提供しています。

The program supports students with disabilities at elementary through University. With the theme “Taking advantage of technology”, we are carrying out activities to foster human resources to be the leader of the future of society. We aim to realize a thoughtful social environment while continually working on delivering technology, service and know-how to disabled people and the schools or institutes surrounding them.

近藤 武夫 准教授

Takeo KONDO
Associate Professor



異才発掘プロジェクトROCKET

ROCKET : Room Of Children with Kokorozashi and Extra-ordinary Talents

人工知能やロボットなどの科学技術は、私たちの社会システムを大きく変えつつあります。新しい学びが必要だと言われながらも明確な方向は示されていません。突破口はどこにあるのか。異才発掘プロジェクトROCKETは、ユニークな才能を持つがゆえに学校教育になじめず不登校や引きこもり状態になった若者への新しい学びの挑戦を行い、既存の枠を超えた教育の社会実装を目指します。

Science and technology such as artificial intelligence and robotics are making sweeping changes to our social systems. While there are calls for new study, no clear direction for this study has been demonstrated. Where will the breakthrough be?

The ROCKET Project for Talented Children seeks out children who, because of their extraordinary talents, have difficulty adjusting to school education and avoid going to school or withdraw from society, and aims to create a new educational society which goes beyond existing frameworks in which these children can take on new academic challenges.

中邑 賢龍 教授

Kenryu NAKAMURA
Professor

福本 理恵 特任助教

Rie FUKUMOTO
Project Research Associate



革新的新構造太陽電池の研究開発/超高効率・低コスト III-V 化合物太陽電池モジュールの研究開発

Ultra-high Efficiency and Low-cost III-V Compound Semiconductor Solar Cell Modules

現在、宇宙用途で採用されているものの一般向けには普及していないIII-V族化合物太陽電池などの超高効率太陽電池において、将来の普及を目指し、現在の太陽電池並みのコストで製造するための低コスト化の要素技術開発、並びに太陽電池の効率向上により発電コスト低減を実現する要素技術開発を合わせて行うことで、2030年に7円/kWhを達成する手段を開発します。

We are aiming at the spread in the future of ultra-high efficiency solar cells such as III-V compound solar cells, which are currently not widely adopted but used for space applications. We will try to achieve seven yen per kWh by 2030 through developing elemental technologies for cutting manufacturing costs and power generation costs as well as improving solar cell efficiency. Specifically, we will plan to develop thin-film III-V compound solar cells with a conversion efficiency of 30% and higher.

岡田 至崇 教授

Yoshitaka OKADA
Professor



少子高齢社会における持続可能なまちづくり

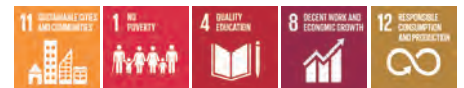
Sustainable Community Design for Super Aging Society

少子高齢化の進む東日本大震災の被災地、首都圏の郊外住宅地（横浜市たまプラザ地区等）、地方小都市（小布施町等）、大都市既成市街地を対象とした実践研究を通じて、持続可能な物的・社会的コミュニティ=まちのモデルを描出し、その実現に向けたデザインとマネジメント手法を探索しています。

We search and try to describe models of sustainable community in terms of physical and social aspects, and explore design and management methods for realizing it through conducting practical researches on such following areas: an area suffering a falling birthrate and population aging; disaster-hit areas of the Great East Japan Earthquake; suburban residential areas of the metropolis including Yokohama City's Tama Plaza district; small local cities such as Obuse Town; urban inner areas in big cities.

小泉 秀樹 教授

Hideki KOIZUMI
Professor



ベルモント・フォーラム共同研究活動

季節～10年規模の地域間連関が気候予測の改善へ向けて持つ潜在的可能性

Belmont Forum Climate Services Collaborative Research Action "InterDec": the Potential of Seasonal-to-decadal-scale Inter-regional Linkages to Advance Climate Predictions

北極・中緯度・熱帯各地域間の季節～十年規模での気候変動の連関について、そのメカニズムと予測精度向上への可能性を探求し、地域的な気候変動をもたらす大気・海洋の遠隔影響過程の理解を深め、異常気象の予測精度向上に資することを目的とし、長期の観測データ解析と複数の良く練られた数値実験により、世界の異なる地域における十年規模気候変動の起源と地域間連関のメカニズムと予測可能性を探ります。

The project aims to deepen the understanding of mechanisms for seasonal-to-decadal-scale climate variability on a regional scale and improve its prediction capability, with focus on atmospheric and oceanic teleconnections between distant regions that could potentially affect regional weather extremely.

中村 尚 教授

Hisashi NAKAMURA
Professor

小坂 優 准教授

Yu KOSAKA
Associate Professor



巨視的量子機械 (JST ERATO)

Macroscopic Quantum Machines (JST ERATO)

ERATO巨視的量子機械プロジェクトでは、量子力学の原理を活かし、優れた情報処理技術を実装するためのプラットフォームとなる、「機械=マシン」を実現することを目指します。量子コンピュータや量子シミュレータ、量子暗号通信などでは情報の基本単位として、ビットの代わりに量子ビットが用いられます。量子ビットの状態を長い時間にわたって保ち続け、そのうえで自在に状態を制御するにあたっては、雑音による誤りの発生など、いまだに多くの課題が存在します。それを乗り越えて「量子機械」を動作させることにハードウェアとソフトウェアの両面から挑みます。

The project aims at creating machines which serve as platforms based on the principles of quantum mechanics to provide revolutionary information processing technologies. Quantum bits are used instead of conventional bits as the fundamental units of information in quantum computers, quantum simulators, and quantum secure communications. In maintaining quantum bit states for long periods of time and freely controlling their states, there remain numerous problems, such as the noise induced operation errors. This project takes on these challenges both from hardware and software sides to operate quantum machines.

中村 泰信 教授

Yasunobu NAKAMURA
Professor



自在化身体プロジェクト (JST ERATO)

JIZAI Body (JST ERATO)

超スマート社会に適応可能な「自在化身体」を構築する技術基盤の確立を目指します。「自在化技術」は、人間がロボットやAIと「人機一体」となり、自己主体感を保持したまま行動することを支援し、人間の行動の可能性を大幅に広げると考えられます。自在化身体を実現するために、人間と情報環境との関係性を柔軟に設計する「身体性編集」に関する基礎的知見の獲得と設計指針の確立を進め、設計した自在化身体およびそれがもたらす心と社会の変容を、実社会とバーチャル社会において検証します。

This project aims to establish fundamental “body editing” technologies that can be used in ultra-smart society. Technical development for “body editing” merges human body with robotics and AI, supporting peoples' performance keeping with a sense of self-agency. It definitely expands their physical capabilities. To realize the body editing technologies, this project is developing methodologies for designing the relationships between people and information environments, elucidating fundamental knowledge of body editing, and verifying designed “edited bodies” and their mental and social effects within both real and virtual worlds.

稲見 昌彦 教授

Masahiko INAMI
Professor

個人及びグループの属性に適應する群衆制御 (JST 未来社会創造事業)

Crowd control adaptive to individual and group attributes (JST Mirai program)

群衆事故は、人の流れが滞留して高密度になることによって発生します。そこで本プロジェクトでは、群衆事故が発生するリスクを大幅に低減するため、人の流れの滞留発生メカニズムを科学的に解明し、効果的に人の流れを誘導する手法の確立を目指しています。群衆の行動をシミュレーションすることでリスクを予測し、群衆の特性をうまく利用した人の流れの誘導を行い、実証実験によりリスク低減効果を明らかにします。この知見を活かした群衆制御システムを構築することによって、安全安心、快適、そして効率的に移動できる社会の実現に貢献します。

Crowd accidents occur when the flow of crowd stagnates and density becomes very high. Therefore, in this project, in order to significantly reduce the risk of the occurrence of crowd accidents, we are aiming to establish a scientific method to elucidate the stagnation mechanism of the flow of crowd, and effectively guide the flow of people. We will predict the risk by simulating the behavior of the crowd, guide people by making use of the characteristics of the crowd, and clarify the risk reduction effect through demonstration experiments. By building such a crowd control system, we will contribute to the realization of a safe, secure, comfortable and efficient mobile society.

西成 活裕 教授

Katsuhiro NISHINARI
Professor

	Name	Title	Research field	Page
A	Hiroyuki ABURATANI 油谷 浩幸	Professor 教授	Genome Science ゲノムサイエンス 分野	25
	Nazmul AHSAN アーサン ナズムル	Project Associate Professor 特任准教授	New Energy 新エネルギー 分野	6
	Motonobu ANAI 穴井 元暢	Project Associate Professor	Integrative Nutriomics and Oncology ニュートリオミクス・腫瘍学 分野	30
	Satsuki AYAYA 綾屋 紗月	Project Lecturer 特任講師	Tojisha-Kenkyu 当事者研究 分野	34
B	Yasunori BABA 馬場 靖憲	RCAST Adviser 先端研究顧問		49
	Stefania BANDINI バンディニ ステファニア	RCAST Fellow 先端研フェロー		49
	Takeru BESSHO 別所 毅隆	Project Lecturer 特任講師	Academic-Industrial Joint Laboratory for Renewable Energy 附属 産学連携新エネルギー研究施設	11
C	Ping CHANG チャン ピン	RCAST Fellow 先端研フェロー		49
	David COPE コープ デイビッド	RCAST Fellow 先端研フェロー		49
E	Takahiro EZAKI 江崎 貴裕	Project Lecturer 特任講師	Progressive Logistics Science 先端物流科学	48
F	Mariko FUJII 藤井 真理子	RCAST Adviser 先端研究顧問		49
	Toshiro FUJITA 藤田 敏郎	RCAST Fellow 先端研フェロー	Clinical Epigenetics 臨床エピジェネティクス	47,49
	Satoshi FUKUSHIMA 福島 智	Professor 教授	Barrier-Free バリアフリー 分野	31
G	Chikako GOTO 後藤 智香子	Project Lecturer 特任講師	Co-Creative Community Planning, Design, and Management / Revitalization of Suburbs 共創まちづくり 分野 / 郊外住宅地再生	8,46
H	Takashi HASHIMOTO 橋本 崇史	Lecturer 講師	Co-Creative Community Planning, Design, and Management 共創まちづくり 分野	8
	Tatsuya HARADA 原田 達也	Professor 教授	Machine Intelligence マシンインテリジェンス 分野	23
	Atsushi HIYAMA 檜山 敦	Lecturer 講師	Information Somatics 身体情報学 分野	19
	Ryoji HOSHIKA 星加 良司	Associate Professor (concurrent) 准教授 (兼務)	Barrier-Free バリアフリー 分野	31
I	Tohru IFUKUBE 伊福部 達	RCAST Adviser 先端研究顧問		49
	Makoto IIDA 飯田 誠	Project Associate Professor 特任准教授	Academic-Industrial Joint Laboratory for Renewable Energy 附属 産学連携新エネルギー研究施設	12
	Satoshi IKEUCHI 池内 恵	Professor 教授	Religion and Global Security グローバルセキュリティ・宗教 分野	38
	Masahiko INAMI 稲見 昌彦	Professor 教授	Information Somatics 身体情報学 分野	19
	Naoto IMURA 井村 直人	Project Professor 特任教授	Progressive Logistics Science 先端物流科学	48
	Junya INOUE 井上 純哉	Associate Professor 准教授	High Performance Materials 高機能材料 分野	42
	Jun ISHIKAWA 石川 准	Project Professor 特任教授	Barrier-Free バリアフリー 分野	31
	Hiroshi ISHIKITA 石北 央	Professor 教授	Theoretical Chemistry 理論化学 分野	4
	Setsu ITO 伊藤 節	RCAST Fellow 先端研フェロー		49
	Satoshi IWAMOTO 岩本 敏	Professor 教授	Micro Device Engineering 極小デバイス理工学 分野	2
K	Ryohei KANZAKI 神崎 亮平	Professor 教授	Intelligent Cooperative Systems 生命知能システム 分野	15
	Teruo KISHI 岸 輝雄	RCAST Fellow 先端研フェロー		49
	Atsushi KITAYAMA 喜多山 篤	Project Lecturer (URA) 特任講師 (URA)		
	Hikaru KOBAYASHI 小林 光	RCAST Adviser 先端研究顧問		49
	Hideaki KOIZUMI 小泉 英明	RCAST Fellow 先端研フェロー		49
	Hideki KOIZUMI 小泉 秀樹	Professor 教授	Co-Creative Community Planning, Design, and Management / Revitalization of Suburbs 共創まちづくり 分野 / 郊外住宅地再生	8,46
	Takashi KONDO 近藤 高志	Professor 教授	High Performance Materials 高機能材料 分野	5

	Name	Title	Research field	Page
K	Takeo KONDO 近藤 武夫	Associate Professor 准教授	Assistive Technology 人間支援工学 分野	33
	Tatsuoki KONO 河野 龍興	Project Professor 特任教授	Renewable Fuel Global Network (RE-Global) 再生可能燃料のグローバルネットワーク	44
	Yu KOSAKA 小坂 優	Associate Professor 准教授	Global Climate Dynamics グローバル気候力学 分野	10
	Kiyoshi KOTANI 小谷 潔	Associate Professor 准教授	Photon Based Advanced Manufacturing Science 光製造科学 分野	18
	Takaya KUBO 久保 貴哉	Project Professor 特任教授	Academic-Industrial Joint Laboratory for Renewable Energy 附属 産学連携新エネルギー研究施設	11
	Shin-ichiro KUMAGAYA 熊谷 晋一郎	Associate Professor 准教授	Tojisha-Kenkyu 当事者研究 分野	34
	Seok Beom KWON グォン ソクボム	Lecturer 講師	Policy Research on Science and Technology 科学技術論・科学技術政策 分野	39
L	Yuan Tseh LEE 李 遠哲	RCAST Fellow 先端研フェロー		49
M	Izuru MAKIHARA 牧原 出	Professor 教授	Political Administrative System 政治行政システム 分野	37
	Sachiko MASUDA 榎田 祥子	Associate Professor 准教授	Intellectual Property Law 知的財産法 分野	36
	Yoshihiro MATSUMURA 松村 欣宏	Associate Professor 准教授	Metabolic Medicine 代謝医学 分野	26
	Tomonori MATSUSHITA 松下 智紀	Project Lecturer 特任講師	High Performance Materials 高性能材料 分野	5
	Takashi MIKURIYA 御厨 貴	RCAST Fellow 先端研フェロー		49
	Tsutomu MINEGISHI 嶺岸 耕	Project Associate Professor 特任准教授	Energy System エネルギーシステム 分野	9
	Hidefumi MITSUNO 光野 秀文	Project Associate Professor 特任准教授	Intelligent Cooperative Systems 生命知能システム 分野	15
	Tsutomu MIYASAKA 宮坂 力	RCAST Fellow 先端研フェロー		49
	Naoya MIYASHITA 宮下 直也	Project Lecturer 特任講師	New Energy 新エネルギー 分野	6
	Yusuke MUKUTA 椋田 悠介	Lecturer 講師	Machine Intelligence マシンインテリジェンス 分野	23
	Kazuyuki MOTOHASHI 元橋 一之	Professor 教授	Policy Research on Science and Technology 科学技術論・科学技術政策 分野	39
N	Genta NAGAE 永江 玄太	Lecturer 講師	Genome Science ゲノムサイエンス 分野	25
	Hisashi NAKAMURA 中村 尚	Professor 教授	Climate Science Research 気候変動科学 分野	7
	Kenryu NAKAMURA 中邑 賢龍	Professor 教授	Assistive Technology 人間支援工学 分野	32
	Yasunobu NAKAMURA 中村 泰信	Professor 教授	Quantum Information Physics and Engineering 量子情報物理学 分野	3
	Yoshiaki NAKANO 中野 義昭	Professor 教授	Information Devices 情報デバイス 分野	41
	Shigehiro NAMIKI 並木 重宏	Associate Professor 准教授	Inclusive Design Laboratory インクルーシブデザインラボラトリー	35
	Katsuhiro NISHINARI 西成 活裕	Professor 教授	Mathematical Physics of Emergent Systems / Crowd Management 数理創発システム 分野/ 群集マネジメント	16,43
	Kiyoshi NISHIOKA 西岡 潔	RCAST Adviser 先端研研究顧問		49
	Kohei NISHIYAMA 西山 浩平	Project Lecturer 特任講師	Assistive Technology 人間支援工学 分野	32
	Youhei NUMATA 沼田 陽平	Project Lecturer 特任講師	High Performance Materials 高性能材料 分野	5
O	Satoshi OHARA 小原 聡	Project Associate Professor 特任准教授	Renewable Fuel Global Network (RE-Global) 再生可能燃料のグローバルネットワーク	44
	Yoshitaka OKADA 岡田 至崇	Professor 教授	New Energy 新エネルギー 分野	6
	Akimitsu OKAMOTO 岡本 晃充	Professor 教授	Bioorganic Chemistry 生命反応化学 分野	24
	Tsuyoshi OSAWA 大澤 毅	Project Associate Professor 特任准教授	Integrative Nutriomics and Oncology ニュートリオミクス・腫瘍学 分野	28
	Sadao OTA 太田 禎生	Associate Professor 准教授	Networked Biophotonics and Microfluidics ロボティック生命光学 分野	22
S	Keisuke SAITO 斉藤 圭亮	Associate Professor 准教授	Theoretical Chemistry 理論化学 分野	4

	Name	Title	Research field	Page
S	Juro SAKAI 酒井 寿郎	Professor 教授	Metabolic Medicine 代謝医学 分野	26
	Hiroshi SEGAWA 瀬川 浩司	Professor 教授	Energy and Environment エネルギー環境 分野	40
	Sze Yun SET セツ ジョイヨン	Associate Professor 准教授	Information Devices 情報デバイス 分野	14
	Kenichiro SHIMURA 志村 憲一郎	Project Lecturer 特任講師	Mathematical Physics of Emergent Systems / Crowd Management 数理創発システム 分野/群集マネジメント	16,43
	Hiroaki SUGA 菅 裕明	Professor 教授	Chemical Biotechnology ケミカルバイオテクノロジー 分野	41
	Masakazu SUGIYAMA 杉山 正和	Professor 教授	Energy System / Renewable Fuel Global Network (RE-Global) エネルギーシステム 分野/再生可能燃料のグローバルネットワーク	9,44
T	Kiriko TAKAHASHI 高橋 桐子	Project Associate Professor 特任准教授	Assistive Technology 人間支援工学 分野	33
	Maiko TAKAHASHI 高橋 麻衣子	Lecturer 講師	Assistive Technology 人間支援工学 分野	32
	Satoru TAKAHASHI 高橋 哲	Professor 教授	Photon Based Advanced Manufacturing Science 光製造科学 分野	17
	Katsuya TAMAI 玉井 克哉	Professor 教授	Intellectual Property Law 知的財産法 分野	36
	Hiroyuki TAMURA 田村 宏之	Project Associate Professor 特任准教授	Theoretical Chemistry 理論化学 分野	4
	Kumiko TANAKA-ISHII 田中 久美子	Professor 教授	Communication Science コミュニケーション科学 分野	20
	Toshiya TANAKA 田中 十志也	Project Professor 特任教授	Integrative Nutriomics and Oncology ニュートリオミクス・腫瘍学 分野	30
	Jacob M TAYLOR テイラー ジェイコブ	RCAST Fellow 先端研フェロー		49
	Agnès TIXIER-MITA ティクシエ三田 アニエス	Associate Professor 准教授	Micro Device Engineering 極小デバイス理工学 分野	2
	Shuichi TSUTSUMI 堤 修一	Project Associate Professor 特任准教授	Genome Science ゲノムサイエンス 分野	25
U	Satoshi UCHIDA 内田 聡	Project Professor 特任教授	High Performance Materials 高機能材料 分野	5
	Hiroki UEDA 上田 宏生	Lecturer 講師	Biological Data Science 生命データサイエンス 分野	21
	Daisuke URIU 瓜生 大輔	Project Lecturer 特任講師	Information Somatics 身体情報学 分野	19
	Koji USAMI 宇佐見 康二	Associate Professor 准教授	Quantum Information Physics and Engineering 量子情報物理学 分野	3
W	Youichiro WADA 和田 洋一郎	Professor (concurrent) 教授 (兼務)	Integrative Nutriomics and Oncology ニュートリオミクス・腫瘍学 分野	30
	Kentaroh WATANABE 渡辺 健太郎	Project Lecturer 特任講師	Energy System エネルギーシステム 分野	9
	Toshiya WATANABE 渡部 俊也	Professor 教授	MOT (Management of Technology) 技術経営 分野	40
	Joerg WUNDERLICH ヴァンダーリヒ ヨルグ	RCAST Fellow 先端研フェロー		49
X	Shang-Ping XIE 謝 尚平	RCAST Fellow 先端研フェロー		49
Y	Nozomu YACHIE 谷内江 望	Associate Professor 准教授	Synthetic Biology 合成生物学 分野	27
	Takehisa YAIRI 矢入 健久	Professor 教授	Artificial Intelligence 知能工学 分野	13
	Satoshi YAMAGUCHI 山口 哲志	Associate Professor 准教授	Bioorganic Chemistry 生命反応化学 分野	24
	Shinji YAMASHITA 山下 真司	Professor 教授	Information Devices 情報デバイス 分野	14
	Takefumi YAMASHITA 山下 雄史	Project Associate Professor 特任准教授	Integrative Nutriomics and Oncology ニュートリオミクス・腫瘍学 分野	29
	Daichi YANAGISAWA 柳澤 大地	Associate Professor 准教授	Mathematical Physics of Emergent Systems 数理創発システム 分野	16
	Hideyuki YANAI 柳井 秀元	Project Associate Professor 特任准教授	Department of Inflammolgy 炎症疾患制御 分野	45
	Yuji YOSHIMURA 吉村 有司	Project Associate Professor 特任准教授	Co-Creative Community Planning, Design, and Management 共創まちづくり 分野	8
	Makoto YUASA 湯浅 誠	Project Professor 特任教授	Assistive Technology 人間支援工学 分野	32

先端研は、学術の発展と社会の変化から生じる新たな課題へ機動的に挑戦し、人間と社会に向かう先端科学技術の新領域を開拓することによって、科学技術の発展に貢献することを目的とする。

東京大学先端科学技術研究センター規則、第2条

The Research Center for Advanced Science and Technology shall aim to contribute to the development of science and technology by expeditiously taking on new challenges arising from the advancement of science and changes in society thereby exploring new areas of advanced science and technology for humankind and society.

Article 2,
Rules for the Research Center for Advanced Science and Technology,
The University of Tokyo



◆アクセス

- 小田急線／東京メトロ千代田線 「代々木上原」駅より徒歩12分
- 小田急線 「東北沢」駅(南口)より徒歩8分(各駅停車のみ)
- 京王井の頭線 「駒場東大前」駅(西口)より徒歩10分
- 12 minutes walk from Yoyogi-Uehara, Chiyoda Line/Odakyu Line
- 8 minutes walk from Higashi-Kitazawa, Odakyu Line
- 10 minutes walk from Komaba-Todaimae, Inokashira Line

東京大学先端科学技術研究センター

Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo

〒153-8904 東京都目黒区駒場4丁目6番1号

4-6-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo 153-8904 JAPAN

<https://www.rcast.u-tokyo.ac.jp>

