

# Research Book 2018



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 2018

## CONTENTS

### Material

#### 材料

極小デバイス理工学 分野	年吉・ティクシエ三田研究室	02
Micro Device Engineering	Toshiyoshi - Tixier-Mita Laboratory	
量子情報理工学 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	
高機能材料 分野	井上・渡邊研究室	06
High Performance Materials	Inoue - Watanabe Laboratory	

### Environment and Energy

#### 環境・エネルギー

新エネルギー 分野	岡田研究室	07
New Energy	Okada Laboratory	
気候変動科学 分野	中村・小坂研究室	08
Climate Science Research	Nakamura - Kosaka Laboratory	
共創まちづくり 分野	小泉・小熊研究室	09,10
Co-Creative Community Planning, Design, and Management	Koizumi - Oguma Laboratory	
エネルギーシステム 分野	杉山研究室	11
Energy System	Sugiyama Laboratory	
附属 産学連携新エネルギー研究施設		12,13
Academic-Industrial Joint Laboratory for Renewable Energy		

### Information

#### 情報

知能工学 分野	岩崎研究室	14
Artificial Intelligence	Iwasaki Laboratory	
情報デバイス 分野	山下・セツ研究室	15
Information Devices	Yamashita - Set Laboratory	
生命知能システム 分野	神崎・高橋研究室	16,17
Intelligent Cooperative Systems	Kanzaki - Takahashi Laboratory	
数理創発システム 分野	西成研究室	18
Mathematical Physics of Emergent Systems	Nishinari Laboratory	
光製造科学 分野	高橋研究室	19
Photon based Advanced Manufacturing Science	Takahashi Laboratory	
光製造科学 分野	小谷研究室	20
Photon based Advanced Manufacturing Science	Kotani Laboratory	
身体情報学 分野	稲見・檜山研究室	21
Information Somatics	Inami - Hiyama Laboratory	
コミュニケーション科学 分野	田中研究室	22
Communication Science	Tanaka-Ishii Laboratory	
生命データサイエンス 分野	上田研究室	23
Biological Data Science	Ueda Laboratory	
ロボティック生命光学 分野	太田研究室	24
Networked Biophotonics and Microfluidics	Ota Laboratory	

### Chemical Biomedicine

#### 生物医化学

システム生物医学 分野	藤谷研究室	26
Systems Biology and Medicine	Fujitani Laboratory	
生命反応化学 分野	岡本研究室	27
Bioorganic Chemistry	Okamoto Laboratory	
ゲノムサイエンス 分野	油谷研究室	28
Genome Science	Aburatani Laboratory	
代謝医学 分野	酒井研究室	29
Metabolic Medicine	Sakai Laboratory	
合成生物学 分野	谷内江研究室	30
Synthetic Biology	Yachie Laboratory	
ニュートリオミクス・腫瘍学 分野	大澤研究室	31
Integrative Nutriomics and Oncology	Osawa Laboratory	
臨床エピジェネティクス 寄附研究部門	藤田研究室	32
Clinical Epigenetics	Fujita Laboratory	

### Barrier Free

#### バリアフリー

バリアフリー 分野	福島研究室	33
Barrier-Free	Fukushima Laboratory	
人間支援工学 分野	中邑・近藤研究室	34,35
Assistive Technology	Nakamura - Kondo Laboratory	
当事者研究 分野	熊谷研究室	36
Tojisha-Kenkyu	Kumagaya Laboratory	

### Social Science

#### 社会科学

知的財産法 分野	玉井研究室	37
Intellectual Property Law	Tamai Laboratory	
生命科学の法と政策 分野	ケネラー研究室	38
Biomedicine and Law	Kneller Laboratory	
イスラム政治思想 分野	池内研究室	39
Islamic Political Thought	Ikeuchi Laboratory	
政治行政システム 分野	牧原研究室	40
Political Administrative System	Makihara Laboratory	
マクロ経済分析 分野	新谷研究室	41
Macroeconomic Analysis	Shintani Laboratory	

### Cooperative Laboratories

#### 協力研究室

情報文化社会 分野	御厨研究室	42
Information, Culture and Social Studies	Mikuriya Laboratory	
技術経営 分野	渡部研究室	42
MOT (Management of Technology)	Watanabe Laboratory	
エネルギー環境 分野	瀬川研究室	43
Energy and Environment	Segawa Laboratory	
生命知能システム 分野	廣瀬研究室	43
Intelligent Cooperative Systems	Hirose Laboratory	
情報デバイス 分野	中野研究室	44
Information Devices	Nakano Laboratory	
ケミカルバイオテクノロジー 分野	菅研究室	44
Chemical Biotechnology	Suga Laboratory	

## 集積化MEMS／NEMS技術の産業・バイオ応用 Integrated MEMS/NEMS technologies for industrial & bio applications

### ■トリリオン「センサ」には超小型電源が不可欠

近い将来に、地球上で年間1兆超ものセンサを消費するトリリオン・センサ社会が到来すると言われています。これは、すべてのモノがインターネットで繋がるIoT (Internet of Things) と呼ばれたり、情報空間と物理空間が融合するサイバーフィジカルシステム (CPS, Cyber Physical Systems) と言われることもあります。名称はいずれにせよ、我々が住む物理空間から情報を吸い上げる入り口には、センサだけでなく、その情報をいつ・どこで取得したかを記録するGPS機能と、情報を無線通信する機能、それに加えて、最も必要不可欠な要素として、これらの機能に電力を供給する超小型の自立電源が必要です。我々の研究室では、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術を駆使して、環境振動から10mW級の電力を回収するエナジーハーベスタの研究を行っています。

### ■細胞組織とエレクトロニクスの融合

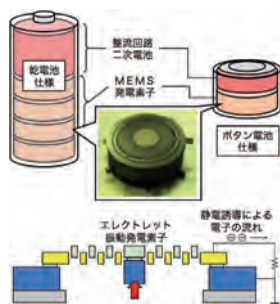
MEMS技術のもうひとつの出口として、バイオ・医療応用に注力しています。とくに最近では、液晶ディスプレイのTFT (Thin Film Transistor) 基板上で細胞組織を培養し、電気的刺激を与えたり、細胞組織のインピーダンス計測を行う $\mu$ TAS (Micro Total Analysis Systems) の研究を実施しています。この技術により、難病の筋萎縮性側索硬化症 (ALS, Amyotrophic Lateral Sclerosis) のモデリングと調査を行い、メカニズム解明を目指しています。

### ■Tiny power-packs for trillion-sensor era

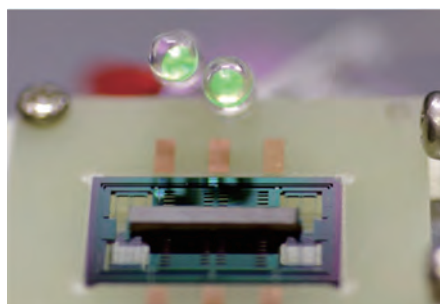
So-called trillion-sensor era requires trillion power sources are consumed per year on this planet. Such a society is sometimes called the IoT (Internet-of-Things), where every item is connected to the net, or it is referred to as CPS (Cyber Physical Systems), implying a fusion between the cyber space and the real world. Whatever the name is, the most important item we think is the power pack that is tiny but powerful enough to supply electric power to the sensors, GPS block for time and place recognition, and to the wireless communication block. We use the MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) technology to develop 10-mW class vibrational energy harvesters that scavenge power from the environmental vibrations.

### ■Fusion of electronics with biological tissues

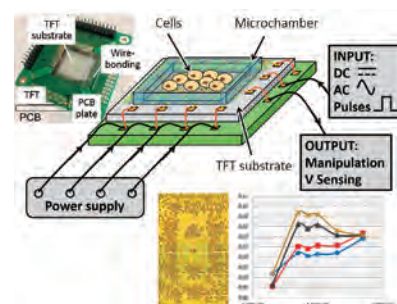
As an alternative application of MEMS, we also focus on the bio-medical instruments. We have recently developed a novel bio-electronics fusion system based on the TFT (Thin Film Transistor) technology, a spin-off element from the liquid display industry, in order to give electrical stimulation or to take electrical measurement from a living cells tissue cultivated on the surface of electronics. One possible application is to work with neuromuscular tissues, to modelize and study the development mechanism of an intractable disease such as ALS (Amyotrophic Lateral Sclerosis).



① MEMS 振動発電エナジー・ハーベスタ  
MEMS Vibrational Energy Harvester



② 振動発電中のMEMS エナジーハーベスタ  
(静大との共同研究)  
MEMS energy harvester in operation  
(collaboration with Shizuoka Univ.)



③ 細胞組織とエレクトロニクスの融合  
Interface between electronics and biological tissue



教授  
**年吉 洋**  
Hiroshi TOSHIYOSHI, Professor  
専門分野: MEMS (微小電気機械システム)、マイクロメカトロニクス、マイクロマシン  
Specialized field: MEMS (Micro electro mechanical systems), Micromechatronics, Micromachine  
E-mail: hiro@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

## 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、量子力学の基本原理解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】

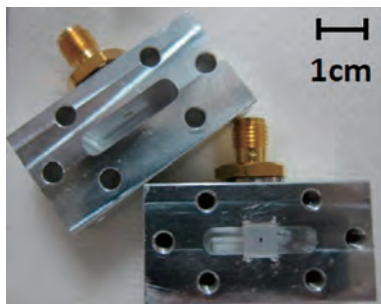
超伝導回路上で実現する超伝導量子ビットは、極低温環境下でマイクロ波の光子と相互作用しながら情報処理を行います。一方、遠距離間の量子情報伝送に用いられる光ファイバー通信では、赤外線光子が用いられます。マイクロ波と赤外線では一光子あたりのエネルギーが4桁も異なるため、その間で量子状態を受け渡すことは容易ではありません。私たちは、上で述べたような固体中の集団励起の量子を媒介として両者を結ぶインターフェイスを実現し、量子情報ネットワークを構築するとともに、量子計算機へ向けた回路技術確立し、量子情報科学の枠組みを広げることを目指しています。

### 【Controlling quantum dynamics in the millimeter world】

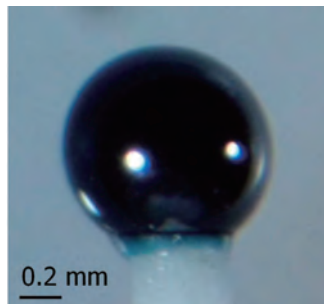
Quantum mechanics is one of the most fundamental theories in the modern physics and is believed to describe everything from microscopic to macroscopic. On the other hand, we never experience superposition of states, a basic principle in quantum mechanics, in our daily life. However, it has recently been 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】

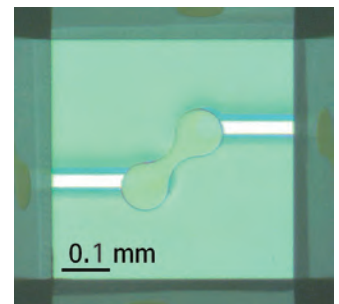
Superconducting quantum bits realized in superconducting circuits process information while interacting with microwave photons. On the other hand, optical fiber communications for remote quantum information transfer exploit infrared photons. Energies of microwave and infrared photons differ from each 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.



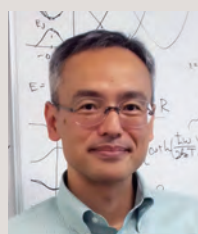
① 超伝導空洞共振器と超伝導量子ビット素子  
Superconducting quantum bit  
inside a superconducting cavity



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

山崎 歴舟 特任講師  
Rekishu YAMAZAKI  
Project Lecturer

田淵 豊 助教  
Yutaka TABUCHI  
Research Associate

野口 篤史 特任助教  
Atsushi NOGUCHI  
Project 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す。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」が実現できるかもしれません。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 ( $pK_a$ ) の予測法

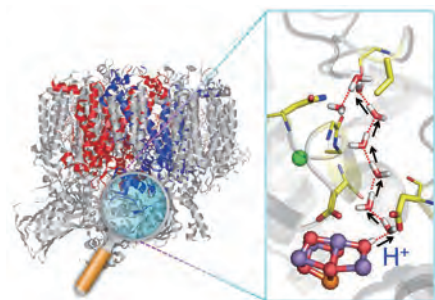
### ■Understanding of the principles of protein function on the basis of the molecular structure

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.

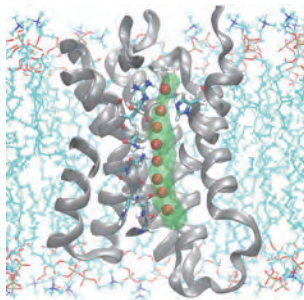
Certainly, functions of proteins should be fully explained solely by the molecular structure even if the functions are seemingly complicated. "Just computing molecules" is not in our interest. Our mission is to uncover new but simple principles essential to the protein science through careful analysis of the target proteins. For example, we are trying to clarify the reaction mechanisms of natural photosynthetic proteins, e.g.,  $O_2$ - 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 ( $pK_a$ ) 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



講師  
**斉藤 圭亮**  
Keisuke SAITO, Lecturer  
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

渡邊 宙志 助教  
Hiroshi WATANABE  
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物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

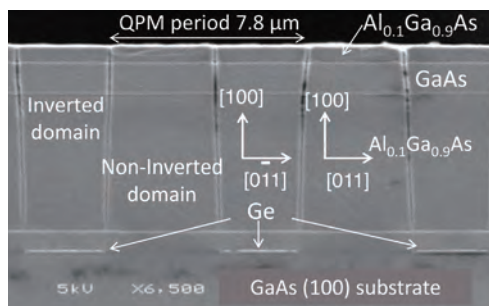
III-V compound semiconductors are widely used in high-performance devices such as high-speed transistors, LEDs, and laser diodes. We have been working on semiconductor-based wavelength-conversion devices utilizing optical nonlinearities of these materials. Superior material properties of III-V semiconductors 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

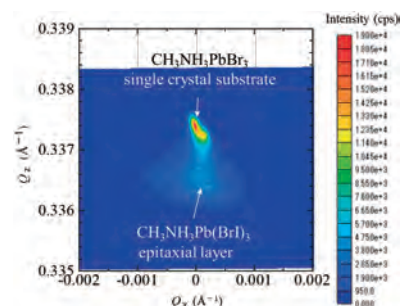
Metal-halide perovskite-type materials such as  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$  are of a new compound semiconductor family. Recently, it has been revealed that these materials are promising for solar-cell applications. The perovskite solar cells were discovered by Japanese researchers. However, 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](mailto: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 助教  
Tomonori MATSUSHITA  
Research Associate



## 変形を支配する不安定性を幾何学的に制御することで 構造材料の特性を飛躍的に向上させる

Development of advanced structural material by stabilizing mechanical response through the control of geometric feature of microstructures

### 「伸びない」材料をしなやかに伸ばす

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。そのため、鉄鋼材料をはじめ、アルミニウム合金、マグネシウム合金といった金属材料や、セラミックス材料、また近年では炭素繊維強化プラスチックなど、様々な材料が開発され、構造材料分野の研究は長年にわたり着実に前進を重ねて来ましたが、しかし、製品加工の省エネルギー化や、構造体の安全性・安定性の担保という観点から、構造材料は高強度であるだけでなく「しなやか」であることも同時に求められ、それが更なる高強度化の足枷ともなっています。そこで、私たちの研究室では、「そもそも材料の終局状態は材料自体の特性ではなく、形状がもたらす不安定挙動に原因がある」という観点から、材料内部の幾何形状により不安定挙動を制御する新たな材料開発に関する研究を行っています。

不安定挙動を支配するメカニズムを解明するための高精度な解析手法の開発や、材料挙動を予測する数値シミュレーション手法の開発の他、最近では以下の様な課題にも取り組んでいます：

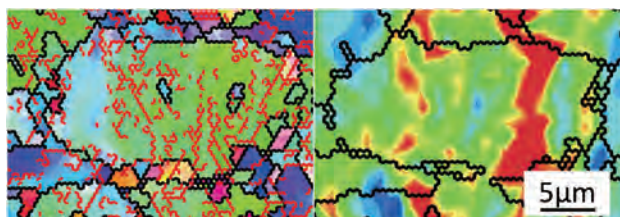
- ・鋼のせん断型変態挙動に及ぼす活動すべり系の影響の解明
- ・界面制御による金属間化合物の高靱性化
- ・データ駆動型手法に基づく材料の性能予測手法の開発

### Control deformability of materials which is never believed to be deformed

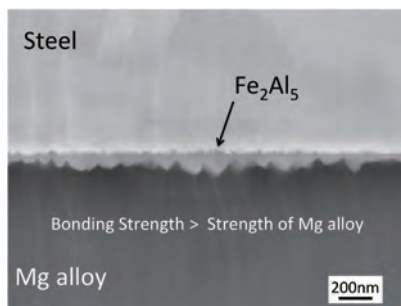
Enhancement of strength of structural materials meets the requirements in many applications, and especially contributes to the improvement of the resource and energy problem from the body-in-white weight reduction of automobiles. Increasing demand to develop lighter and stronger structural materials have encouraged the inventions of many new structural materials such as advanced high-strength steel, aluminum alloy, magnesium alloy, ceramics, and more recently carbon fiber reinforced plastics. To reduce the energy requirement in machining process and to maintain the reliability of final product, however, the deformability is also required for structural materials, which have limited further improvement of their strength. To enhance deformability of structural materials without losing strength, our lab aim to characterize and analyze defects, deformation, and fracture in structural metals and alloys, and metal-metal and metal-matrix composites.

Current research activities focus primarily on the effect of microstructure and metallurgical property on novel high-strength and high-toughness steels, reliability of interconnects in integrated circuits, and defect nucleation in nanocrystalline metals and alloys. In addition, our lab also focused on the following subjects:

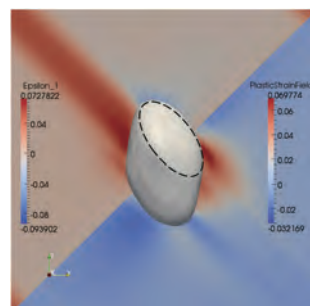
- ・ Effect of slip systems in variant selection during martensitic transformation of lath martensite
- ・ Toughness improvement of intermetallic compound coating film through the control of interface microstructure
- ・ Development of performance prediction method for structural materials based on data-driven approach



① 高強度鋼中で発生するひずみの局所化現象  
Strain localization observed in martensitic steel



② ナノレベルの金属間化合物で実現した鋼/Mg合金の  
強固な結合  
Strong steel/Mg alloy bonding by ultra-thin  
intermetallic compound



③ 組織の形成・変形のミクロレベルでの  
モデリング  
Numerical models for predicting  
evolution and deformation of materials



准教授

井上 純哉

Junya INOUE, Associate Professor

専門分野：材料力学、マイクロメカニクス、  
材料組織学、計算力学

Specialized field : Mechanics of materials,  
Micromechanics, Numerical modeling

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



准教授

渡邊 誠

Makoto WATANABE, Associate Professor

専門分野：材料力学、コーティング、非破壊評価、  
マテリアルズインテグレーション

Specialized field : Mechanics of materials,  
Coatings, Non-Destructive Evaluation,  
Materials Integration

E-mail : watanabe.makoto@sip-mi.t.u-tokyo.ac.jp

## 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 代替エネルギー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 process technologies

### 【現在の単接合太陽電池の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、代替エネルギー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、集光下で変換効率50%を上回る太陽電池の高効率化の達成を目指しています。

分子線エピタキシー（MBE）法を用いた半導体結晶成長技術、また光電変換メカニズムの基礎物性の解析と制御に関する研究を進めています。

### 【軽量・低コスト薄膜太陽電池と半導体基板の再利用技術に関する研究開発】

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）法によって剥離することで、高価な基板を何回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ています。また薄膜化による光閉じ込め構造や光マネジメント技術の実装により、太陽電池の高効率化に資する技術開発を行っています。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車載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。

### 【High-efficiency beyond the present single-junction solar cell technology】

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

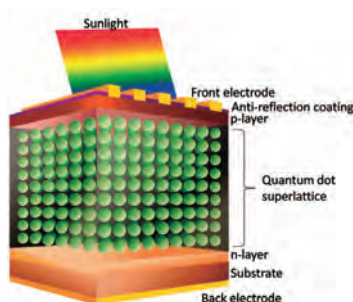
Research target includes:

- (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.

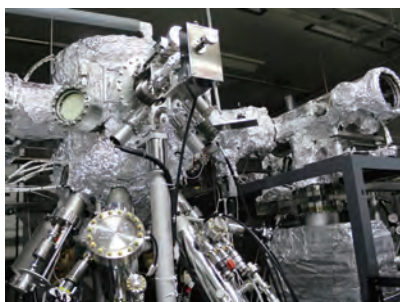
High-efficiency solar cells are grown by molecular beam epitaxy (MBE) technique. In addition to device fabrication and basic characterization of photovoltaic performance, fundamental physics of photovoltaic (PV) conversion mechanism is extensively studied.

### 【Light-weight and Low-cost thin-film solar cells and Reuse technology of substrate】

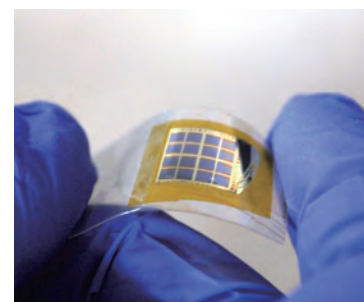
Epitaxial lift-off (ELO) technique is developed to remove III-V compound semiconductor thin-film solar cells from the substrate. This allows to reuse the expensive substrate for many times, which can lead to drastic reduction of the cell production cost. Furthermore, light trapping or light management technique is introduced in thin-film structure to achieve higher energy conversion efficiency. Thin-film solar cells are light weight and flexible, therefore, various commercial applications (such as photovoltaic modules on electric vehicles) can be realized, which will contribute to future low-carbon and sustainable society.



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



② 分子線エピタキシー結晶成長装置  
Molecular beam epitaxy (MBE) for single-crystal semiconductor growth



③ ELO法により作製した薄膜太陽電池  
Thin-film solar cells by developed with ELO technique



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 AHASAN  
Project Associate Professor

玉置 亮 助教

Ryo TAMAKI  
Research Associate

宮下 直也 特任助教

Naoya MIYASHITA  
Project Research Associate

イエル ザカリ 特任助教

Zacharie JEHL  
Project Research Associate



## 「コンピュータの中の地球」とビッグデータ解析で 気候システムの成り立ちと移ろいを理解する

Understanding formation, variability and changes of the climate system through "virtual Earth" and big data analysis

### 【大気と海の循環や相互作用から気候を読み解く】

地球の大気と海洋は相互に影響し合い、気候システムを形成します。気候はそれ自身の力オス的な性質によって、あるいは太陽活動の変動や人類による温室効果ガス排出などの外部強制によって、揺らぎ変わり行きます。このような気候変動・気候変化は異常気象や地球温暖化として顕在化し、私たちに影響します。

このような気候の成り立ちと揺らぎを理解し予測する上で不可欠なのは、大気と海洋の十分な観測データです。地球の大気と海洋全体を格子状に3次元に分割し、それぞれの格子点での大気の運動・気温・湿度・雲・降水や海洋の運動・水温・塩分などによって記述される気候状態が時間的に変化するわけですから、その情報は必然的にビッグデータになります。さらに、気候システムの中で交錯する多様なプロセスを定量的に評価し、絡み合った因果関係を解いて行く上で、コンピュータシミュレーションは欠かせません。大気モデルと海洋モデルを結合させ、気候を極めて現実的にシミュレートする気候モデルは「仮想地球」とも呼ぶべきものです。近年では、少しずつ異なる近似に基づく多数の気候モデルによる、多様な実験設定によるシミュレーションを利用できるようになりました。現実の気候は、このような無数の起こりうる時間発展の一つと位置づけることもできます。

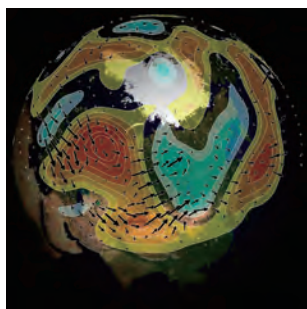
私たちはこの巨大なデータをさまざまな角度で切り取り、統計解析や理論に基づく診断、時には新たにデザインした気候モデルシミュレーションを通して、気候システムで起こるさまざまな時空間規模をもった現象のメカニズムや予測可能性の解明を目指しています。

### 【Deciphering Earth's climate from circulation and interaction of the atmosphere and ocean】

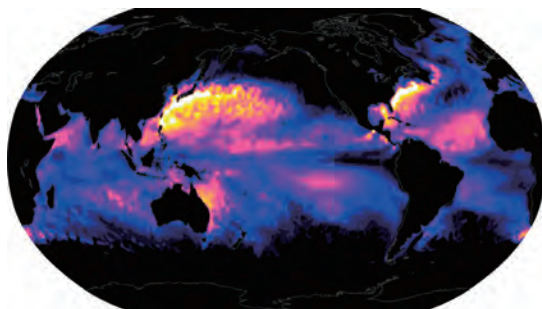
Earth's atmosphere and ocean interact mutually to form the climate system. The climate system fluctuates and changes due to its internal chaotic processes and in responding to external forcing such as changes of solar activity and anthropogenic increase of greenhouse gas concentrations. Climate variability and change manifest themselves as extreme weather and global warming, affecting our society.

Observational data of the atmosphere and ocean are essential for understanding the formation and variability of the climate system as well as for assessing the predictability of its evolution. The time-evolving climatic state is represented in global distributions of atmospheric variables such as winds, temperature, humidity, precipitation and cloudiness and in ocean currents, water temperature, salinity and ice cover. Thus we have to rely on "big data". For quantifying various processes involved in the climate system and clarifying mixed causality, we also rely on numerical simulations with climate models, regarded as "virtual Earth", in each of which global atmosphere and ocean models are coupled to realistically simulate the climate system. Nowadays simulations under various experimental settings are available from multiple climate models based on slightly different approximations. Evolution of the real climate system can be regarded as a single realization among a myriad of potentially realizable different states.

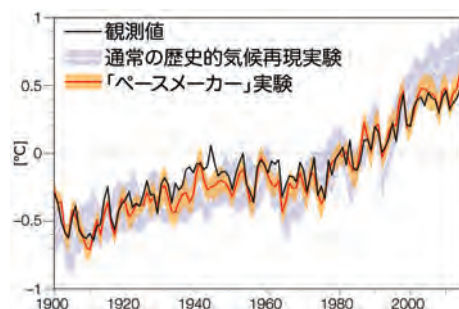
We explore mechanisms and predictability of climate phenomena spanning wide spatiotemporal scales, by applying statistical analyses and theoretically-based diagnoses, which are newly developed if necessary, to the huge datasets available, and by performing additional numerical simulations.



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



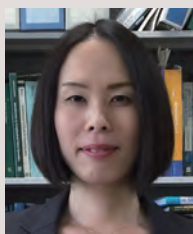
2 暖流沿いで活発な大気海洋相互作用（気候系のhotspot）  
Active air-sea interaction along the Kuroshio and Gulf Stream



3 気候モデルによる過去の全球平均気温変化の再現  
Reproducing past global-mean surface temperature change with a climate model



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



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

田口 文明 特任准教授  
Bunmei TAGUCHI  
Project Associate Professor

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。

### プロジェクト

実践研究の一部として、当研究室では様々なプロジェクトを進めています。

- ・りくカフェ（コミュニティスペースづくり）
- ・平田公園仮設団地まちづくり協議会（コミュニティ・ケアの実践）
- ・次世代郊外まちづくり
- ・小布施町コミュニティ再生
- ・草加市コミュニティ戦略
- ・岡さんのいえTOMO（コミュニティスペースづくり）
- ・コミュニティプレイス研究会

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

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

### Project

- ・RIKU café / Community place making
- ・Urban Development Council in Hirata Park temporary dwelling / Community care
- ・Suburban Urban Development in the Next Generation
- ・Community redevelopment in Obuse town
- ・Community strategic planning in Soka city
- ・Oka-san's House, TOMO / Community place making
- ・Community Place Research group



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 コミュニティスペース「りくカフェ」（陸前高田市）  
Community space "Riku Cafe" (Rikuzentakata city)



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

## 持続可能な水利用に役立つ水処理・水供給技術の開発と水環境の保全 Water Treatment and Supply Systems and Water Environment Conservation for Sustainable Water Use

### 【持続可能な水利用の実現を目指して】

安全な水の安定的な利用は、健康な生活と健全な社会活動の維持に不可欠です。先進諸国では、水質に対する要求水準が高くなる一方で水源環境の汚染は年々複雑化し、従来の浄水処理技術による対応が困難になっています。人口減少社会の中で水インフラをどう改変・維持していくのかも緊急性の高い課題です。一方、発展途上国では、水量と水質の両方に問題を抱える地域が多くあります。世界では毎年50万人以上の5歳未満児が下痢症で死亡しており、そのほとんどが途上国で発生し、不衛生な飲み水が原因と推定されています。水へのアクセスに関する国連ミレニアム開発目標は2010年に達成されましたが、国や地域間の格差は未だ解消されず、安全な水を持続的に利用する水システムの構築と水環境の保全が課題となっています。

このような背景を踏まえ、安全な水を安定的に持続可能な形で利用するための「水のつくりかた：水処理技術」「水のくばりかた：水供給システム」「水のまもりかた：水環境保全」について研究しています。水処理技術では、紫外線を利用した水の消毒に注目しています。紫外線消毒は、様々な微生物種に有効、有害な副生成物を生じない、薬剤添加が不要、味やにおいに影響を及ぼさない等の長所があり、水道、食品、飲料、医療、製薬から水産養殖まで、水を必要とする多様な産業で利用が拡大しています。当研究室では、紫外線による微生物の不活化機構や光回復現象の理解を深めるとともに、紫外発光ダイオード（UV-LED）など様々な光源を用いた水処理装置設計や使う場の提案を行っています。

### 【To Achieve Sustainable Water Use】

Safe and stable water use is essential for human health and welfare. The main issue for developed countries is on water quality, due to the increasing social demand of 'good' water while contaminants in water sources are getting more diverse and complicated. How to renew and maintain water infrastructures in depopulating/shrinking society is also an urgent issue in developed world. Meanwhile, in developing countries, both quantity and quality of water are the issue. Over 500,000 children are dying a year due to diarrhea worldwide, which is mostly attributable to unsafe drinking water in developing countries. The Millennium Development Goals regarding water access was met in 2010, but the gap in water accessibility among countries and urban-rural areas are still remaining.

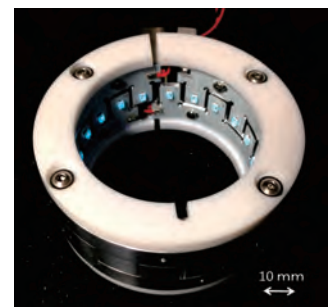
Based on this background, we work on 'water treatment', 'water supply systems' and 'water environment conservation' for safe, stable and sustainable water use. For example, we focus UV treatment for water disinfection. UV disinfection is effective against diverse microorganisms with advantages of no formation of harmful by-products, no chemical addition and no changes in taste and odor. UV disinfection has been adopted in water treatment plants as well as in water-demanding industries including food, beverage, medical, pharmaceutical and aquaculture. We adopt both microbiological and engineering approach to understand UV inactivation and photoreactivation mechanisms as well as to propose UV reactor design and applications of various UV light sources including UV-LEDs.



1 洪水と感染症リスクの調査（ジャカルタ）  
Survey on flood and health risk in Jakarta



2 水利用実態と水質の調査（カトマンズ郊外）  
Survey on water use and water quality in suburban Kathmandu



3 紫外発光ダイオード水処理装置の試作機  
Prototype of water treatment device with UV-LEDs



准教授

**小熊 久美子**

Kumiko OGUMA, Associate Professor

**専門分野：**水システム、水処理、紫外線技術、消毒、途上国の水問題

**Specialized field：**Water systems, Water treatment, UV technologies, Disinfection, Water issues in developing countries

**E-mail：**oguma@env.t.u-tokyo.ac.jp



## 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CO<sub>2</sub>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。

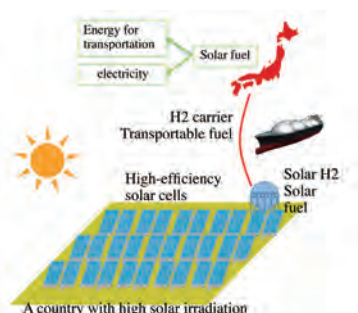
さらに、各エレメントが最高効率点で動作できる回路の構築や、システム全体の特性からバックキャストしたエレメントの課題抽出など統合的な取り組みも進めています。

### 【High-efficiency photovoltaic and chemical energy storage】

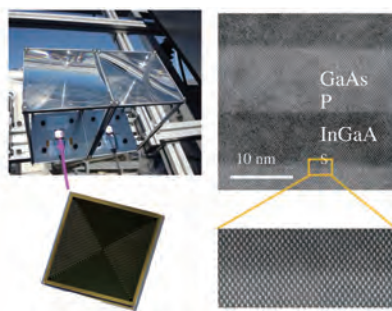
Solar energy can take a majority of energy supply in our society if we can realize an energy system in which solar energy is stored in chemical substances in the regions with high irradiance and they are transported to the region of large energy demand. For such a system, it is promising to combine high 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.

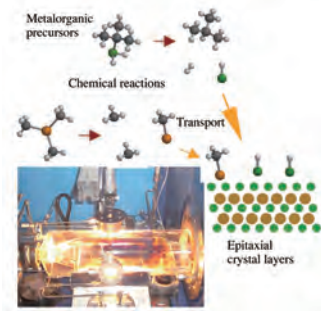
Furthermore, system integration is our important target including the construction of circuit systems to manage the efficiency-maximum operation point of each element and the backcasting approach to extract the key issues of elements from the performance of an entire system.



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

渡辺 健太郎 特任講師  
Kentaro 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

デラマール アモリ 特任助教  
Amaury DELAMARRE  
Project Research Associate

## 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、光電変換材料や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。

屋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ブとして、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ブデバイスの研究開発も実施しています。

われわれの研究成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が大切です。そこで、様々な産業界の方々とも連携をさせて頂きながら、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。

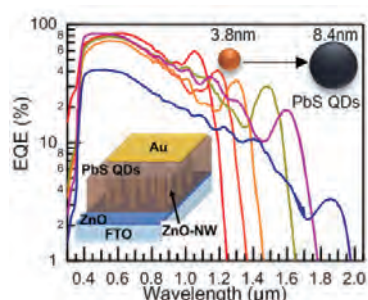
### Research and development of high-efficiency solar cells working under various light conditions

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.

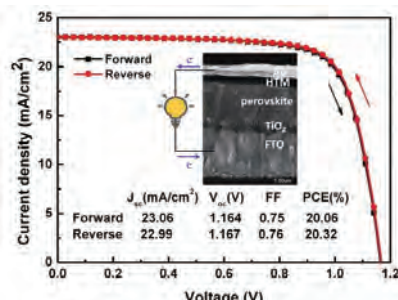
Toward the realization of low-cost solar cells, our research focus is directed to 1) syntheses of photovoltaic materials based on organic chemistry, and 2) development of solution processed-solar cells. Development of solar cells structures to utilize solar energy spanning in a wider solar spectral range 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.

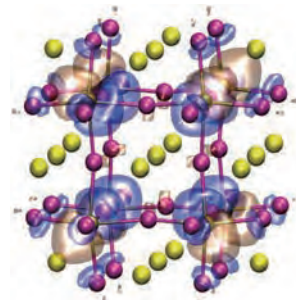
Collaboration between industry and academia is crucial to promote practical applications of our research results. Establishing good partnership between industry and academia is one of the important aspects of our research activities.



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、プリンテッドエレクトロニクス

Specialized field: Opto-electronics devices, Printed electronics

E-mail: t.bessho@dsc.rcast.u-tokyo.ac.jp

木下 卓巳 特任助教

Takumi KINOSHITA  
Project Research Associate

城野 亮太 特任助教

Ryota JONO  
Project Research Associate



## 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は、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。

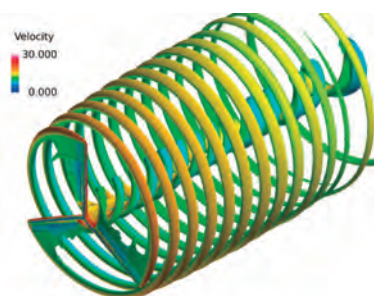
- (1) 数値流体力学による最適風力発電システム開発
- (2) 非接触レーザー風計測による風車制御技術開発
- (3) 環境共生型風力発電システム技術研究開発
- (4) 風力発電スマートメンテナンス技術研究開発
- (5) 小形風車技術研究開発
- (6) 自然共生型ブローホール波力発電システム開発

### 【Sustainable renewable energy systems development】

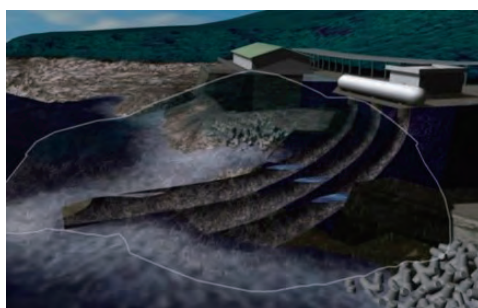
Renewable energy system is a sustainable energy system, which is operated under the natural environment. In considering the future of the energy system of our country, it is important to develop a renewable energy system that uses the natural energy that circulates. However, there are many issue to optimal 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



## 多次元の地球観測データから情報を獲得する Acquire information from multi-dimensional earth observation data

知能工学の研究目的は、獲得したさまざまなデータから役に立つ情報を取り出し、さらには人間や社会にとって有益な知識を創出することにあります。地球観測センサや宇宙機のモデリングを精密に推定することで、地球観測衛星の処理ソフトウェアや今後打ち上げられる衛星センサのハードウェアを飛躍的に進歩させる研究を行っています。

### (1) 幾何学情報の向上

低軌道の地球観測センサは飛行によって一次元方向の画像走査を行います。センサによる幾何学的拘束条件のもとに姿勢変動を推定することで画像歪みの影響を取り除き、センサデータの幾何学的精度を向上させます。このことでステレオ視の原理で作成された三次元地形モデルにおいては地震前後の変動や氷河の変化が得られています。また、将来の衛星ミッションに必要な宇宙用センサを目指して、さまざまな付加価値を付けることで、画像の品質を最大限に高める仕組みを検討しています。

### (2) スペクトル情報の向上

100以上の波長で観測するハイパースペクトルセンサの実用化のために、分光器による歪みを低減するとともに、解像度を向上させる新しいアルゴリズムを開発し、精密な対象物質の同定に必要な情報を抽出しています。このことで高次元データから精密な分類を行うことを目指しています。また、センサの輝度測定能力を高めるためにセンサモデルの構築を行い、開発されたソフトウェアは地球観測や惑星探査衛星センサで活躍しています。

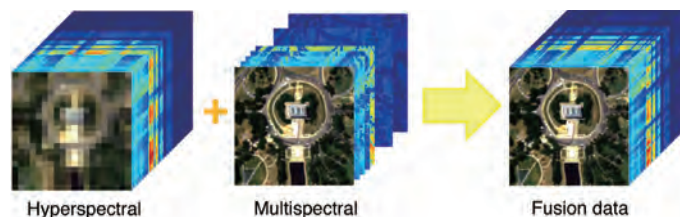
Research interest of Intelligent System is to mine useful information using enormous data acquired from various sources, which is abstracted to be knowledge fruitful to human beings and social systems. Processing of huge amounts of data obtained by earth remote sensing satellites/ planetary surveyors and development of robust hardware for satellites are theme for us. Precise modeling of earth observation sensors and spacecraft results in advanced data processing software and high performance sensor hardware.

### (1) Accurate geometric information

State estimation of satellite attitude leads to a high-accuracy geometric data processing because satellite scans ground surface using linear sensors, which causes geometric distortion in acquired images. Using the correction technique of geometric performance by taking account of the geometric constraint of sensor systems, difference of digital elevation model by stereo observation of satellite sensors becomes free from distortions to show landslides in earthquake disasters and depression of glaciers. Spaceborne sensors for future space mission are developed, which have various functions to obtain information on ground surface.

### (2) Accurate spectral information

Hyperspectral sensors that have more than 100 spectral bands are now on the space demonstration stage. For utilization of hyperspectral data, new algorithms to correct distortions in spectrometers and improve spatial-spectral properties by data fusion techniques are developed, which are effective to extract information on target materials from high dimensional data. Sensor models are constructed to improve radiometric performance of earth observation sensors. The software for earth/planet remote sensing data is used in data processing centers of space agencies.



① エベレストの鳥瞰図(ASTERデータはMITI/NASAによる)  
Three-dimensional view of Mt.Everest (ASTER data by courtesy of MITI/NASA)

② ハイパースペクトルとマルチスペクトルセンサの融合  
Data fusion of hyper-and multi-spectral sensor



教授  
**岩崎 晃**  
Akira IWASAKI, Professor  
専門分野：地球観測、宇宙利用工学  
Specialized field :Earth observation,  
Space utilization  
E-mail : aiwasaki@sal.rcast.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 the edges of new photonic communications and measurements by sophisticated lasers and photonic devices

### 【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) やグラフェンというナノカーボン材料はとても有用な機械的・電氣的・光学的特性を持っています。我々はこれらのナノカーボン材料を用いた新しいレーザ・光デバイスとその光通信・計測応用の研究を進めています。特にナノカーボンは高速な可飽和吸収という特性を持つことに注目し、これを利用した受動モード同期という技術によりわずか1~0.1psの間だけ光る短パルス光ファイバレーザを実現しました。同時に、ナノカーボンのもつ電氣的・光学的特性を利用した高性能光デバイス、例えば光変調器や波長変換素子などの研究も行っています。これらのレーザ光源や光デバイスを光計測や光通信に応用する研究も平行して進めています。

### 【高速に色を変化できるレーザの計測・医用応用

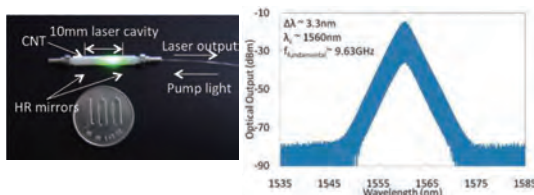
エルビウム (Er) やツリウム (Tm) などの希土類を添加した光ファイバや半導体素子による光ファイバレーザの光通信・光計測応用を進めています。特に最近力を入れているのは、非常に広い波長範囲 (100nm以上) で色を高速 (繰り返し周波数数百kHz) でスキャンすることができる超高速/広帯域波長可変光ファイバレーザです。このレーザを光断層画像診断 (OCT) へ応用する研究を進めています。同時に、同じ技術を自動車などにに向けたレーザレーダ (Lidar) に応用する取り組みも始めています。また、これまで光ファイバでは実現が難しかった中赤外波長 (2~5  $\mu\text{m}$ ) 光ファイバレーザの実現と光計測応用を進めています。

### 【New Lasers and Devices using Nanocarbon

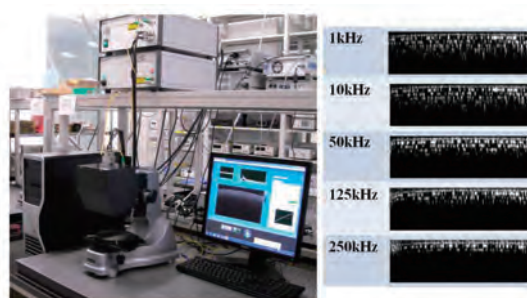
Nanocarbons, such as Carbon nanotubes (CNT) and graphene, have very useful, not only mechanical and electrical, but also photonic properties. We are pursuing researches on new type of lasers and devices using these nanocarbon materials, and applications to optical communications and sensings. Especially, we pay much attention on the fast saturable absorption property of such nanocarbon materials, and realized a very short pulse fiber lasers that emit lights at the duration as short as 1~0.1ps. We are also working on nanocarbon-based highly functional devices, such as optical modulators or wavelength converters. We are applying these lasers and devices to the optical sensings and communications.

### 【Fast Color-swept Lasers for Sensing and Medical Applications

We are working on the fiber lasers using Rare-earth (such as Er or Tm) doped fibers or semiconductors for telecom and sensing applications. We currently emphasizes 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 systems (OCT). We are also applying the same technique to realize laser radar (Lidar) for automobiles. At the same time, we study on fiber lasers at mid-IR wavelength regions (2~5  $\mu\text{m}$ ) that have been difficult using optical fibers, and application to new sensings.



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次元レーザレーダーシステムと取得画像  
3D Laser Radar system and Acquisition Image



教授  
**山下 真司**  
Shinji YAMASHITA, Professor  
専門分野: ファイバフォニクス  
Specialized field: Fiber photonics  
E-mail: syama@ee.t.u-tokyo.ac.jp



准教授  
**セット ジイヨン**  
Sze Yun SET, Associate Professor  
専門分野: レーザフォニクス  
Specialized field: Laser photonics  
E-mail: set@cntp.t.u-tokyo.ac.jp

## 生物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 Understanding and utilization of brain functions via the reconstruction of neural circuits in the insect brain

### 【昆虫から新しい科学と技術を拓く】

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を調べ上げて脳を再構築することで、そのしくみを明らかにします。さらに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。

私たちは、雄カイコガの嗅覚受容一匂い源探索行動を担う約10,000個の神経細胞からなる脳内の神経回路を対象としています。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得られた知見をデータベースに統合し、個々の神経細胞の形状・機能をモデル化した後に、標準脳地図にあてはめ、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スーパーコンピュータ「京」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。

また、遺伝子工学技術は、脳の解析を加速させるうえで重要な技術です。私たちは、遺伝子組換えやゲノム編集による脳内の特定の神経回路の可視化、神経活動の計測や制御技術を用いて、匂いの受容から適応的な行動の発現にいたる分子、神経機構の解明を進めています。さらに、培養細胞や昆虫自体(カイコガ)で様々な嗅覚受容体の機能を再構築することに成功しています。これらの技術を応用し、匂いを蛍光パターンとして識別可能な「細胞利用型センサチップ」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。

### 【Exploring advanced science and technology from insect neuroscience】

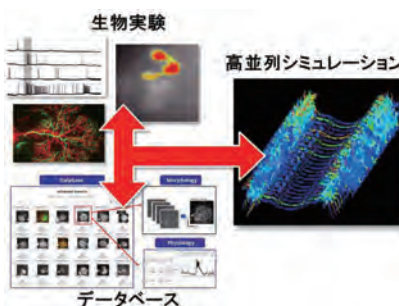
Animals have evolved sophisticated brain systems in the history of life. Understanding of the brain mechanisms will be a great breakthrough in both biology and engineering fields. We aim to understand the insect brain as a model via the reconstruction of neural circuits from single neurons. Furthermore, we have been developing novel olfactory sensors using insect olfactory receptors employing genetic engineering. We believe that the advance in insect neuroscience will open the way for the further understanding of the brain and new technologies.

Our target is a 10,000-celled neural circuit in the brain of a male silkmoth. The circuit is responsible for olfactory input, processing and odor-tracking behavior. We have been investigating morphological and functional properties of single neurons by electrophysiological techniques, and integrating these data into a database. We simultaneously have been modeling the structure and function of each neuron and mapping into a three-dimensional coordinate in a reference brain model. Furthermore, we are reconstructing connections between neurons and developing a large-scaled neural network model. We employ the K supercomputer for the simulation of the model, which can replay the real-time activities of the insect brain.

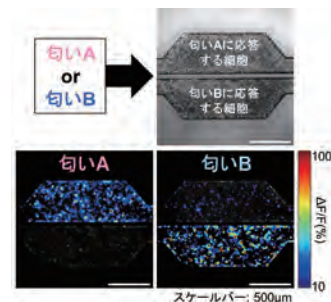
Genetic tools are necessary for promoting our understanding of neural circuits in the brain. We are examining molecular and neural mechanisms that underlie the generation of adaptive behavior using silkmoths by employing transgenic and genome editing techniques, which allow us to visualize and monitor the activities of a specific subset of neurons, and to manipulate neuronal activity in intact animals. Furthermore, we have succeeded in reconstructing the functions of several insect-derived odorant receptors in cultured insect cells and olfactory receptor neurons of silkmoths through genetic engineering. Insects have highly sophisticated olfactory system that detects odorant molecules in the air with high sensitivity and translate odor information into adaptive odor-tracking behaviors. By applying these technologies, we aim to develop a "cell-based sensor chip" for detecting various odors as a fluorescent pattern of transgenic sensor cells, and a "sensor moth" for finding the source of a specified odor on demand.



1 雄カイコガ (*Bombyx mori*)  
Adult male silkmoth (*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の匂い応答  
Response of a cell-based odorant sensor chip



教授  
**神崎 亮平**  
Ryohei KANZAKI, Professor  
専門分野: 遺伝子工学、脳神経生理、  
脳再構築、生体-機械融合  
Specialized field: Genetic engineering,  
Neurophysiology, Brain reconstruction,  
Biomechanical fusion  
E-mail: kanzaki@rcast.u-tokyo.ac.jp

並木 重宏 特任講師  
Shigehiro NAMIKI  
Project Lecturer

安藤 規泰 特任講師  
Noriyasu ANDO  
Project Lecturer

光野 秀文 助教  
Hidefumi MITSUNO  
Research Associate

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



## 知能や意識が創発する脳の仕組みを解明する

Neural computation underlying emergence of intelligence and consciousness

## 知能の創発原理を探る

脳から知能が創発するメカニズムを探るために、シャーレ上に神経回路を培養し、そのダイナミクスを調べています。シャーレ上に神経細胞を播種すると、自発的に神経活動が始まり、自己組織的に神経回路が形成されます。この培養神経回路は、成長ともに様々な活動パターンを創出するようになります。また、外部からの刺激に対しても柔軟に変化します。この様子を高密度電極アレイで詳細に観察し、神経細胞集団の回路形成と可塑性から、脳の情報処理メカニズムを考察します。さらに、そのような神経活動を利用するリザーバー計算を実装することで、脳のような計算機能を実現できる創発コンピュータの開発を目指しています。

## 知覚を生み出す原理を探る

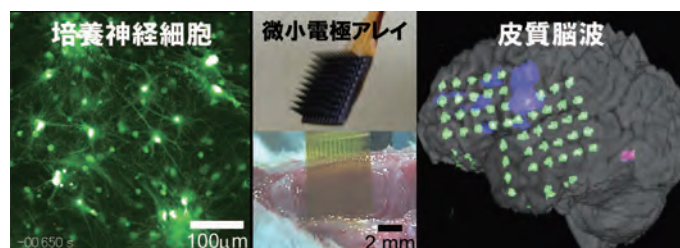
脳の知覚情報処理は、どのようにロボットのセンシングと異なるのでしょうか？ どうして、われわれは知覚を意識できるのでしょうか？ 神経細胞は、トランジスタのように画一的な情報処理をしているわけではなく、非常に豊かな個性を有することがわかってきました。このような計算素子の多様性を生かした情報処理こそ、脳特有の設計思想であり、人工的な計算機との本質的な相違であると考えています。その原理を明らかにするために、細胞集団の位同期から機能ネットワークを推定し、そのダイナミクスを解析しています。大量の脳活動データを取得し、情報理論や機械学習を駆使して、知覚、質感、情動、嗜好など、主観的な情報が、どのように神経活動パターンに表現されているかを調べています。

## Emergent computing from neural circuits

How does intelligence emerge from a neuronal network in the brain? To address this fundamental question, dissociate neuronal culture may inspire us. In the dissociate culture, neurons seeded onto a petri dish form a network in a self-organizing manner. In addition, this neural network flexibly alters the activities depending on external stimuli and developmental age. Such spatio-temporal activity pattern must be helpful to reveal the design principle of these networks. Inspired by recent theoretical advances in the field of reservoir computing, we also attempt to use the neuronal culture as a reservoir. A robot embodied by reservoir computing sometimes exhibits complex, living-organism-like behaviors.

## Neural mechanism of conscious perception

How does the brain differ from computers when representing external world? How does our conscious perception emerge in the brain, but not in computers? Unlike transistors in computers, each neuron exhibits heterogeneous characteristics. Now, the largest missing link is how such heterogeneous information is integrated. To address this question, we gather "big data" from the cortex in animals with various microelectrode arrays, and analyze them using information theory and machine learning techniques. We also employ behavior experiments to reveal how subjective information such as ongoing conscious perception, preference, emotion, saliency, valence, etc., are encoded in the neural activity patterns of animals. Owing to cutting-edge, high-density mapping of neural activities, we are able to characterize precise, local synchrony patterns in the sensory cortex, and are able to investigate the thalamo-cortical interaction in terms of information transfer. Such 'state' of the brain emerging from interaction between top-down and bottom-up activities are more informative than we thought, offering a future direction in a research field of sensory computation.



1 研究対象はマルチスケールな脳活動  
Multiple-scale neuronal activity under study



2 エンジニアのための脳科学教育  
Education of neuroscience for engineers



講師

高橋 宏知

Hirokazu TAKAHASHI, Lecturer

専門分野：神経工学、神経生理学、マイクロマシニング

Specialized field: Neural engineering,  
Neurophysiology, Micromachining

E-mail: takahashi@i.u-tokyo.ac.jp

白松（磯口）知世 特任助教  
Tomoyo SHIRAMATSU-ISOGUCHI  
Project Research Associate

## 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」という数理科学の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う。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。

### ■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.



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

准教授  
**柳澤 大地**  
Daichi YANAGISAWA  
Associate professor

助教  
**佐藤 純**  
Jun SATO  
Research Associate

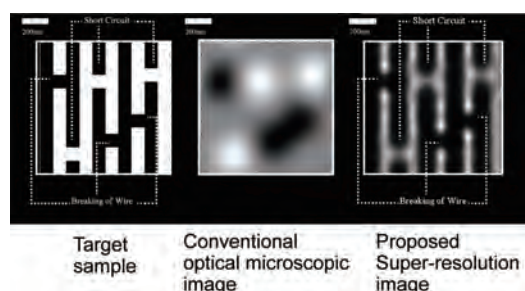
ナノ製造世界の実現を目指して“光”の可能性を追求する  
Ultimate optical approach for nano manufacturing world

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え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。

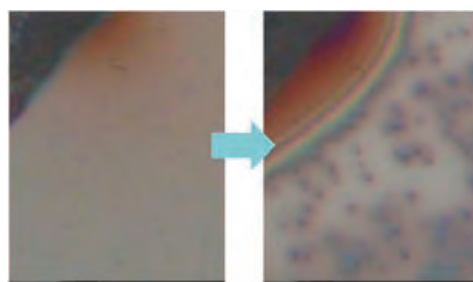
- (1) エバネッセント局在フォトンを用いたナノ光造形の開発
- (2) 半導体製造におけるナノ欠陥の高分解能・高感度・光学的計測法の開発
- (3) 光触媒ナノ粒子を用いた三次元マイクロ構造レーザー直描法の開発
- (4) 局在光エネルギーの動的制御を用いたセルインマイクロファクトリに関する研究
- (5) Whispering Gallery Mode共振を用いた微小球計測法の開発

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 product 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:

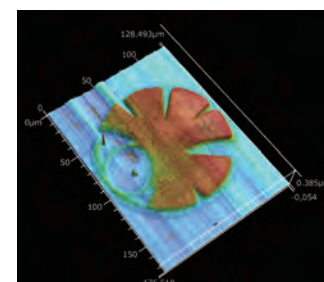
- (1) Nano-stereolithography using evanescent light energy.
- (2) In-process super-resolution high-sensitive optical measurement for nano-defects in semiconductor industry.
- (3) Laser direct fabrication of three-dimensional microstructures using photocatalyst nanoparticles.
- (4) Study on cell-in-micro-factory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



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

道畑 正岐 助教  
Masaki MICHIHATA  
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読み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。

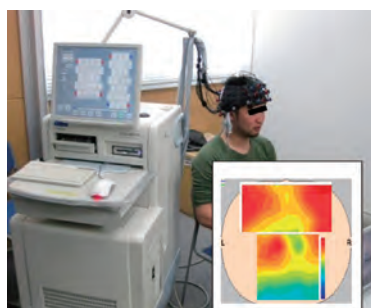
- ・生命現象の動作原理を理解するための力学系理論の構築
- ・遺伝子制御システムにおける時間遅れ相互作用の解析
- ・脳神経系数理モデルと脳活動計測による  
脳内情報処理機構の解明
- ・近赤外光トポグラフィを用いた脳血流評価法の最適化
- ・生活習慣病予防に向けた在宅用小型超音波検査ロボットの開発
- ・自律神経による循環器調節機構の解明と製造現場支援応用
- ・拡張現実感技術を用いた新しいBrain-Machine・Interfaceの開発

### Development of bio-medical signal processing for human support systems

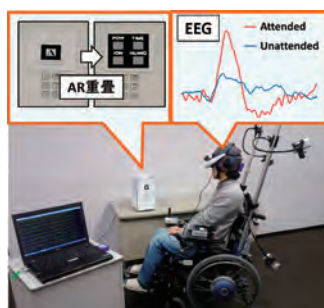
Recent advances in experimental and analytical techniques have revealed that biological systems are precisely organized to do various functions better than we had imagined. We have been developing theories for dynamical systems and methods of measurement in order to elucidate the underlying mechanisms 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:

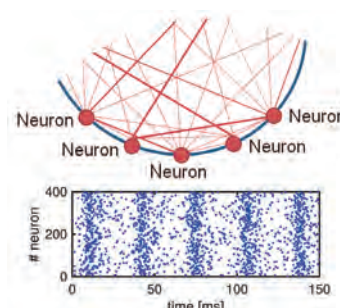
- ・ Mathematical theory for dynamical systems in biology
- ・ Dynamics of gene-regulatory networks with time-delayed interactions
- ・ Elucidating information processing in the brain using multi-scale brain models and noninvasive brain measurements
- ・ A signal processing method for precisely evaluating 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

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し、人間が生得的に有する感覚機能、運動機能、知的処理機能を物理的、情動的に補償・拡張する「身体情報学」に関する研究を行っている。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自らの手足のように自然に利用し、いわば「人機一体」でやりたいことが自在にできる「自在化」技術を提唱している。

### 自在化技術

「人機一体」を実現するためにはユーザの意図を適切にセンシングし、作業対象の情報をユーザの身体に適切にフィードバックする必要がある。視線、筋電などの生体情報や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、筋電気刺激などのアクチュエーション技術を統合し、人間の入出力を拡張する研究開発を行う。

### 新たな身体獲得

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、人間の能力を拡張することで、超身体、脱身体、変身、分身、合体など、新たな身体観を工学的に獲得するための研究開発を行い、超高齢社会対応など社会実装することを目指す。

### 主観的体験の共有・伝達技術

主観的な体験・経験を身体や時空間に広がる視覚・聴覚・触覚として記録、再生、伝達するシステムを構築し、サプリメントのように日常生活の質（QoL）を豊かにする技術の実現を目指す。エンタテインメントコンピューティング、超人スポーツ、技能伝承などの領域へ向けた研究開発を展開する。

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, physical knowledge. We propound designing truly "Human-Computer Integrated" systems enhancing human I/O in a way that we control instruments and systems just like we control our own body.

### Enhancing human I/O

In order to design "Human-Computer Integrated" systems, we need to recognize users' intentions and give proper feedbacks to their bodies. We enhance human I/O by integrating sensing technologies like wearable sensing; perception and prediction technologies like machine learning; actuation technologies like electrical muscle stimulation.

### Acquisition of new body schema

We enhance human ability by applying VR, AR, wearables, robot, and telexistence. Through this effort, we investigate a way to acquire new body schema. Implementing practical application for hyper-aged society is one of our research goals.

### Sharing and Transferring subjective experience

We aim to develop technologies that enrich our quality of life (QoL) as supplement by recording, reproducing, and transferring subjective experience. Entertainment, super-human sports, skill transferring are application domains.



1 身体性の編集  
MetaLimbs: Multiple Arms Interaction  
Metamorphism



2 VRくまモン  
VR Kumamon



3 光学迷彩ドッジボール  
D-Ball: Virtualized Sports using Diminished Reality



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 助教  
Daisuke URIU  
Research Associate

## 記号系を数理的に探求する：言語、金融、コミュニケーション

Mathematical Exploration of Dynamics underlying Symbolic Systems  
Language, Financial Markets, and Communication

言語、金融、コミュニケーションは「記号」の系で、さまざまな社会活動は記号を媒介として行われます。大規模な社会的な記号系には、いくつかの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。

## 記号系のダイナミクスの複雑系科学

記号系には、異なる種類の系をまたがって、共通の統計物理学的な経験則が成り立つことが知られています。研究室では大規模な実データに基づき、系を特徴付ける数理構造を探索しています。

## 記号系と深層学習・機械学習手法

記号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

多種多様の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、報道やブログを利用した金融予測や、大規模な情報伝搬シミュレーションなどを試んでいます。

## 情報記号論

記号やコミュニケーションの系において、計算や数式では記述が難しい本質について、主として記号論の方法論を用いて考察しています。

Social activities such as communication and financial market interactions are inherently symbolic. We explore the universal properties underlying real symbolic dynamics 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 real symbolic dynamics by applying complex systems theory

Common physical scaling properties are known to hold across various symbolic dynamics. Using real, large-scale data, we study these properties and construct a mathematical model that explains them.

## Symbolic systems and deep learning/machine learning methods

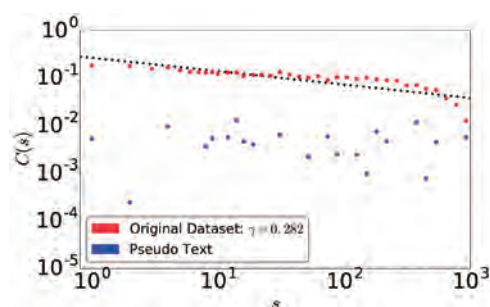
We discuss the potential and limitations of deep learning and other machine learning techniques with respect to the nature of symbolic dynamics, and we study directions for improvement. Moreover, we explore unsupervised and semi-supervised methods for state-of-the-art learning techniques.

## Mathematical informatics of language, financial markets, and communication

We study 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. In addition to domain-specific themes, we also explore multi-disciplinary targets. 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.

## Computational Semiotics

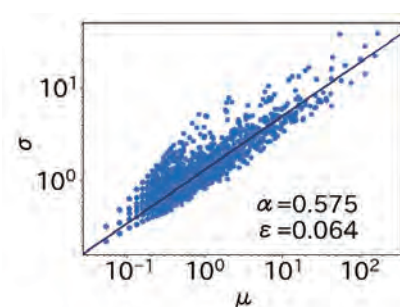
By using semiotic methodology, we philosophically investigate symbolic systems, especially aspects that are difficult to describe only through computational or mathematical means.



1 文字レベル深層言語モデルには長期記憶がない  
(赤が実データ、青が深層学習)  
Character-based deep learning has no long memory



2 コミュニケーションネットワークの実例  
Sample of a real human communication network



3 人間の記号系にはおしなべて成り立つTaylor則  
Taylor's law holds in many human sign systems



教授

田中 久美子

Kumiko TANAKA-ISHII, Professor

専門分野：離散的な時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: Mathematical modeling of time series and networks, Complex systems theory for discrete systems, Deep learning and machine learning, Computational linguistics, Computational semiotics

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



特任助教

臼井 翔平

Shohei USUI, Project Research Associate

専門分野：複雑ネットワーク科学、  
コミュニケーション科学、社会データマイニング、  
マルチエージェントシミュレーション、  
計算社会科学、ゲーム理論

Specialized field: Science of complex networks, Communication science, Social data mining, Multi-agent simulation, Computational social science, Game theory

E-mail: usui@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。

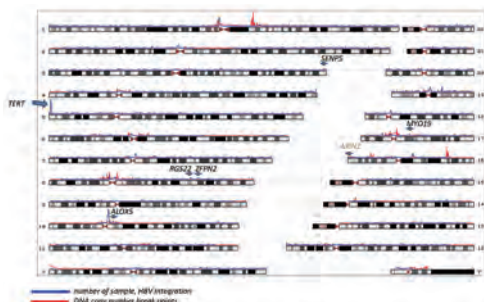
- (1) がんゲノミクス
- (2) タンパク質の転写後修飾の解析
- (3) エピトランスクリプトーム(RNA修飾)解析

### Biological Data Science

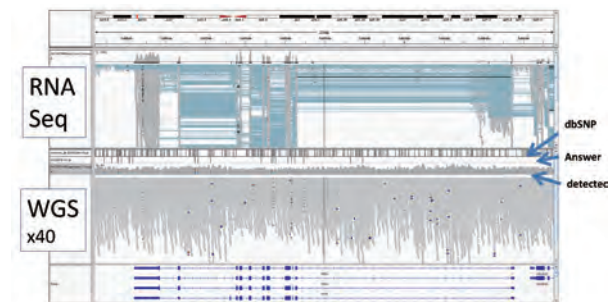
With the development of sequencing technology, electronic data yields in biology have been steadily increasing, and it is already a challenging task to process large volumes of data with conventional methods. In addition, in order to extract knowledge from multi modal big data, (ex. Multi-omics data) it is necessary to incorporate the latest Data Science technology, such as cloud computing and machine learning. We are developing cloud based NGS analysis pipeline using Hadoop / Spark, popular cloud computing framework, and deep learning library.

Our research include following:

- (1) Cancer genomics
- (2) Proteomics and post translational modification
- (3) epitranscriptome (RNA modifications) analysis



1 B型肝炎ウィルスの挿入部位（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



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.

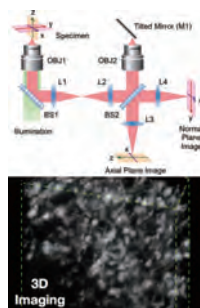
### Develop biophotonics, micro/nanofluidics, and information technologies

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.

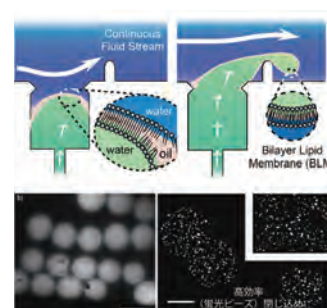
Along such scientific exploration, new technologies continually emerge and may spin out to create industrial activities with further excitement.



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-scopic 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

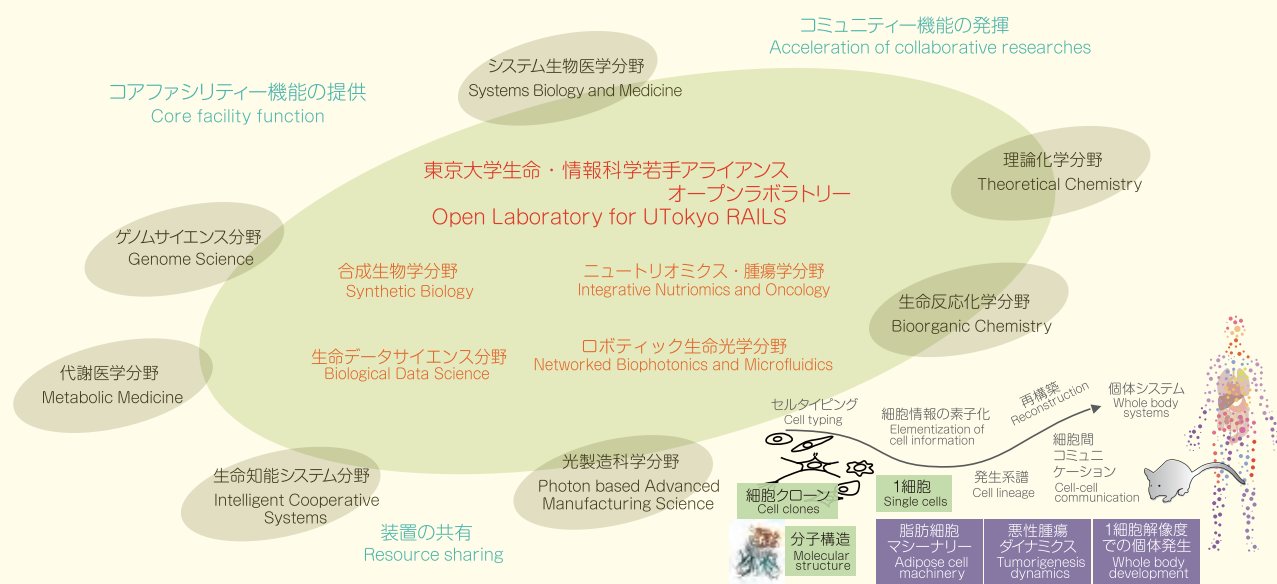
Specialized field: Optical Imaging, Microfluidics, Bioengineering, Information Technology, Technology Networking

E-mail: sadaeiri@gmail.com

# 生命科学と情報科学でライフサイエンスを加速する 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。2017年度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 2017, at RCAST. The alliance is now recruiting visionary young researchers and RCAST is constructing an open laboratory where people can gather, discuss, and share advanced equipment and work space.



## 若手アライアンス研究室 / Alliance Laboratories

准教授

**谷内江 望**

Nozomu YACHIE, Associate Professor  
合成生物学分野  
Synthetic Biology

P30

特任准教授

**大澤 毅**

Tsuyoshi OSAWA, Project Associate Professor  
ニュートリオミクス・腫瘍学分野  
Integrative Nutriomics and Oncology

P31

准教授

**太田 禎生**

Sadao OTA, Associate Professor  
ロボティック生命光学分野  
Networked Biophotonics and Microfluidics

P24

講師

**上田 宏生**

Hiroki UEDA, Lecturer  
生命データサイエンス分野  
Biological Data Science

P23

## 連携研究室 / Associate Laboratories

システム生物医学分野  
Systems Biology and Medicine

P26

ゲノムサイエンス分野  
Genome Science

P28

代謝医学分野  
Metabolic Medicine

P29

理論化学分野  
Theoretical Chemistry

P04

生命反応化学分野  
Bioorganic Chemistry

P27

生命知能システム分野  
Intelligent Cooperative Systems

P16

光製造科学分野  
Photon Based  
Advanced Manufacturing Science

P19



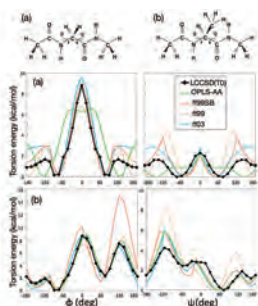
## 計算科学を駆使した物理の基本法則に基づく分子レベルの生命科学研究と創薬応用 Molecular life sciences and drug discovery based on physics and computational science

### 生体分子の未知の振る舞いを物理法則で明らかに

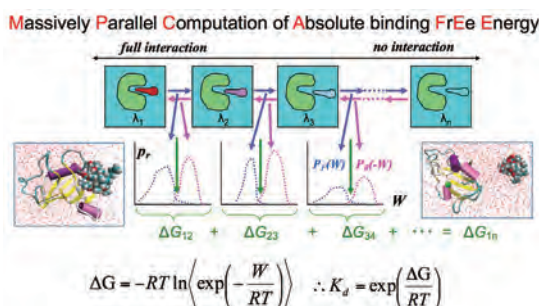
生命の営みを突き詰めると生体内での原子・分子の反応や動的振る舞いに帰着しますが、その運動は量子力学や統計熱力学などの物理法則に支配されています。タンパク質、DNAやRNAなどの生体高分子を量子力学に基づいてモデル化し、その水中や細胞内での動的振る舞いを統計熱力学で定式化して、スーパーコンピュータを駆使してシミュレートする事が可能になって来ました。このシミュレーションが生体分子の未知の振る舞いを予測するようになると、例えば新しい化合物が薬として生体高分子に作用するか否かの判断がシミュレーションで出来るようになり創薬への応用が可能です。水分子、低分子化合物とタンパク質や核酸などの生体高分子の物理的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

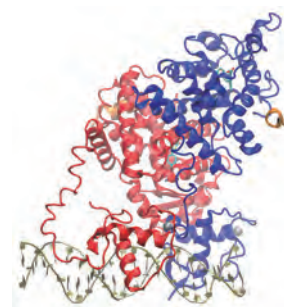
All life activities are based on molecular interactions in atomic scale, which are governed by physical laws such as quantum mechanics and statistical thermodynamics. Because of recent advance in supercomputer it is getting possible to perform molecular dynamics simulations of biomolecules such as protein, 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 (MPCAFEE), 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  
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



特任教授  
**藤谷 秀章**  
Hideaki FUJITANI, Project Professor  
専門分野：理論物理、計算科学、分子生物学  
Specialized field: Theoretical physics, Computational science, Molecular biology  
E-mail: fjtani@nifty.com



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

篠田 恵子 特任助教  
Keiko SHINODA  
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ーレス研究 '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

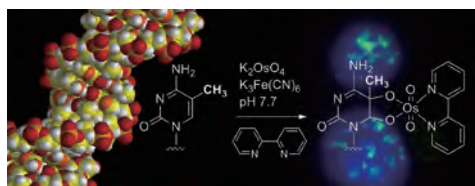
Nucleic acid is a key molecule that controls vital functions. We create novel chemical reactions and functional biopolymers to specifically recognize the epigenetic modification of nucleic acids. We also pursue the highly functional photochemistry to visualize nucleic acid function in the cell.

### (2) Chemistry building proteins

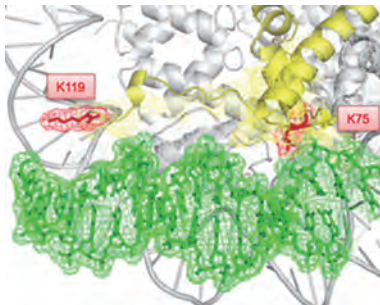
Protein significantly changes its function by posttranslational modifications. We chemically synthesize proteins and peptides with a variety of posttranslational modifications. We also develop novel chemical reactions to specifically recognize/ visualize posttranslational modifications.

### (3) Chemistry controlling cell function

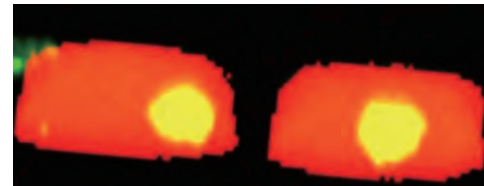
Cell functions may be controlled by sophisticated molecular design. We create new molecular systems controlling a specific cell function by chemically wrapping biomolecules and cells and unwrapping them by an external stimulus.



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、  
光生物化学、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



講師  
**山口 哲志**  
Satoshi YAMAGUCHI, Lecturer  
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

林 剛介 助教  
Gosuke HAYASHI  
Research Associate

森廣 邦彦 助教  
Kunihiko MORIHIRO  
Research Associate

## 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

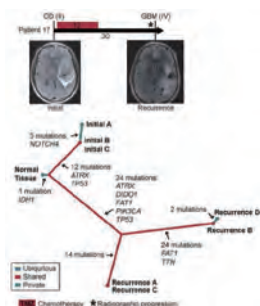
The variety of genetic and epigenetic alterations that accumulate in cancer genomes cause activation of oncogenes and inactivation of tumor suppressor genes, leading to cellular transformation. Next generation sequencing technology has enabled us to obtain individual genomic information within feasible 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

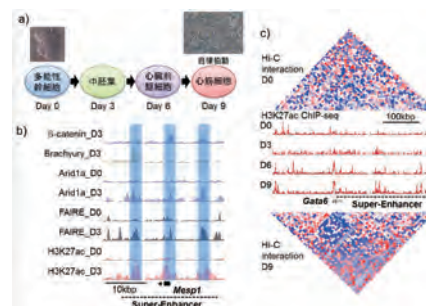
Epigenetic processes are essential for the packaging and interpretation of the genome, fundamental to normal development and cell differentiation, and increasingly recognized as being involved in human disease. Epigenetic mechanisms, which include histone modification, positioning of histone variants, 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.

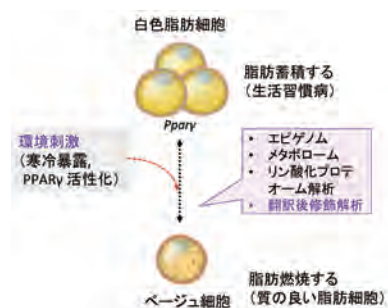
To accomplish this purpose,

- (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.



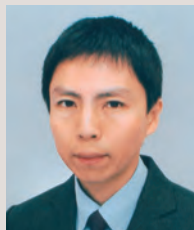
① 環境と栄養によるエピゲノムとメタボロームを解析し、生活習慣病の解明と治療に挑む  
Comprehensive analyses of the external cue and epigenomic modulators in browning of fat cells



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

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

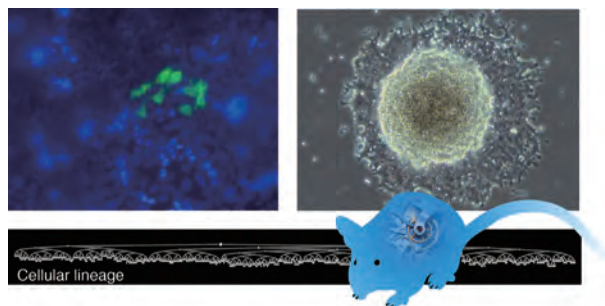
### 生命現象を記録するメモリデバイスとしてのDNA

私たちの体は一つの受精卵からどのように作り上げ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シーケンシング、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

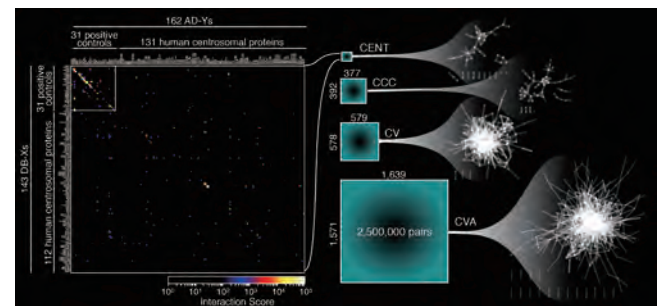
### DNA as a recoding device of biological events

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



特任助教  
**関 元昭**  
Motoaki SEKI, Project Research Associate  
専門分野：分子生物学、合成生物学、細胞生物学  
Specialized field : Molecular biology, Synthetic biology, Cell biology  
E-mail : moto@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

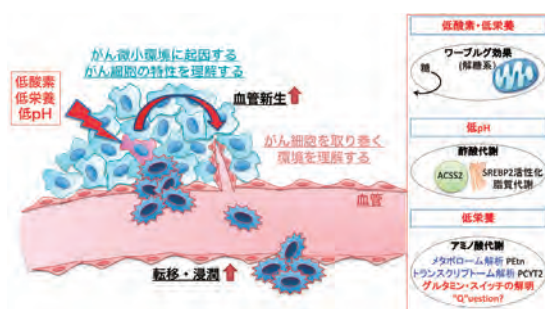
### 【新しい栄養学「ニュートリオミクス」の視点からがんの治療に生かす

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。



- 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

### 【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.



- 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



## 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、慢性腎臓病はい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と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。

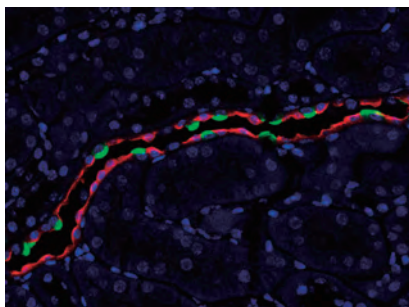
私達は、塩分感受性や腎臓病の進行性が、エピジェネティクスの不具合によって引き起こされているのではないかと考えています。エピジェネティクスはDNAメチル化やヒストン修飾によって遺伝子発現を調節するしくみです。エピジェネティクスに生じる変化を理解することが、生活習慣病とその合併症に対する新たな診断・治療法の開発への鍵になると考えて、以下の研究に取り組んでいます。

- (1) 塩分感受性高血圧がなぜ生じるか、腎臓尿細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

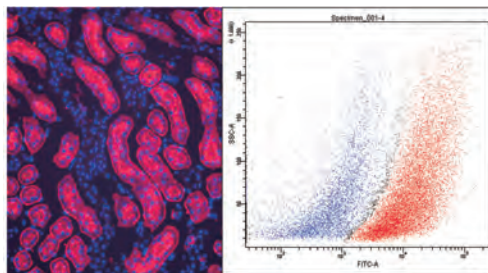
The number of hypertensive and diabetic patients reaches 40 and 10 million in Japan. Despite the development of many anti-hypertensive and -diabetic drugs, the number of cardiovascular disease and chronic kidney disease keeps increasing and they represent important social and economic burdens for the 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:

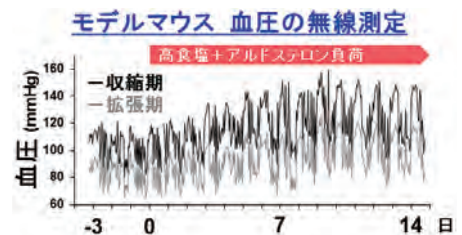
- (1) The mechanisms underlying salt sensitive hypertension, with regard to regulation of salt re-uptake in renal tubules.
- (2) How to prevent development of kidney and cardiac injury caused by hypertension, especially focused on mineralocorticoid signaling.
- (3) Early detection of kidney disease by 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細管、  
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、  
近位尿細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: Toshiro.FUJITA@rcast.u-tokyo.ac.jp

丸茂 文史 特任准教授  
Takeshi MARUMO  
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、人間として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来た児玉眞美特任研究員は、耳がきこえない・き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 (referred to as Tojisha-Kenkyusha) 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 specializing in sociology, disability studies and assistive technologies, works as Chairperson of the Disability Policy Committee of the Japanese Cabinet Office. He is in charge of monitoring national disability policy in terms of the CRPD (Convention on the Rights of Persons with Disabilities). Prof. Ishikawa is also elected as a member of the Committee on the CRPD 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 cinema, 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 handicapped), 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、  
支援技術と人の相互活用  
Specialized field: Interdisciplinary barrier-free studies, Disability studies, Assistive technology and human interaction  
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  
Ryoji HOSHIKA  
Associate Professor

## 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

### 【イノベティブな社会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？

ユニークな才能をもつがゆえに、学校教育になじめず、不登校やひきこもり状態になっている若者がいる。本研究室では、2014年から「異才発掘プロジェクトROCKET (Room of Children with Kokorozashi and Extraordinary Talents)」を開始し、その中で新しい学びの挑戦を行なっている。そこでは既存の枠を超えた教育の重要性が明確になってきており、同時にその社会への実装をどう行うかを検討している。また、そこに参加するユニークな知性を持つ子どもたちの認知特性を明らかにし、彼らに合った学び方を提案する試みも行っている。

また同じように教育の機会が十分提供されていない、読み書きに困難を持つ子どもたちや重度重複障害を持ち意思のくみ取りが難しい子どもに対してもICTによるエンハンスメントに関する実践的研究を行っている。

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思っている。

### 【Enabling and Realizing an Innovative Society】

Technology such as robotics and artificial intelligence have, and will change or impact our social systems in big ways.

It has been said that new ways 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?

There are many young people, each with unique talents that who feel they cannot fit in to this preexisting educational system. Not able to go school, or becoming hikikomori - Japanese for becoming isolated and shut in from society and often from their families.

Challenging new forms of learning, Nakamura Lab has started the ROCKET (Room of Children with Kokorozashi and Extraordinary Talents) Project for such young people since 2014. Through ROCKET, it has become clear that alternative educational methods that go beyond the preexisting system are necessary, together with how these methods can be implemented into society - which is being examined.

The research also looks at providing bespoke learning methods for each individual, by realizing cognitive skills unique to each one of them.

Practice based research is also being carried out, looking at educational enhancement for children with dyslexia (difficulty in reading and writing) and severe or multiple disabilities through the implementation of ICT methods.

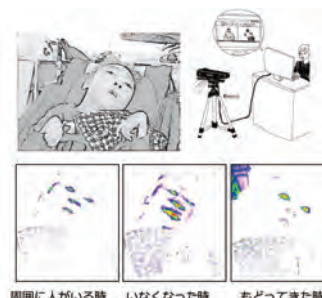
Nakamura Lab strongly believes that creating a social foundation which accepts unique individuals together with diversity, is directly linked to a future society and social system which can provide innovation for all.



1 異才発掘プロジェクトROCKETに参加しているメンバー  
Members and participants from the ROCKET project



2 企業との共同研究による人間支援工学分野でのロボットの活用  
Utilizing robots in the assistive technology field for collaborative research with industry



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



特任准教授  
**高橋 智隆**  
Tomotaka TAKAHASHI, Project Associate Professor  
専門分野：ロボット工学  
Specialized field: Robotics

**高橋 麻衣子**  
日本学術振興会特別研究員  
Maiko TAKAHASHI, Research Fellow JSPS

**福本 理恵** 特任助教  
Rie FUKUMOTO, 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。

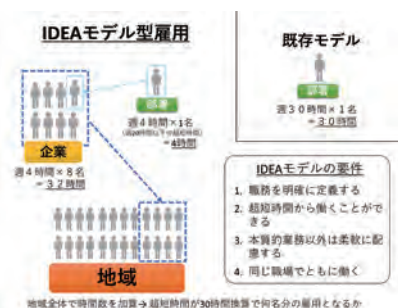
### 【Our research aims to achieve inclusive and not-exclusive society】

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.

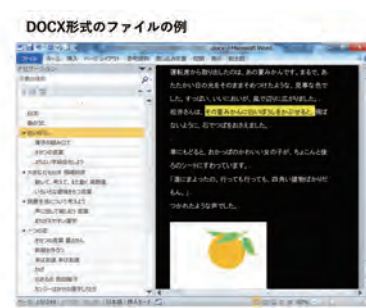
IDEA (<http://ideap.tokyo/>) is the project for people with disability who have been excluded in the current employment system and provides opportunities by creating and implementing inclusive employment system with the flexible workstyle. This project has developed ultra-short time work scheme for people 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@bfp.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てるようになることで、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。当事者研究分野の発足時には、発達障害を中心とした当事者研究会が同時にスタートする予定です。今後、子どもの当事者研究など、様々な当事者研究が行われる予定です。

### (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、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

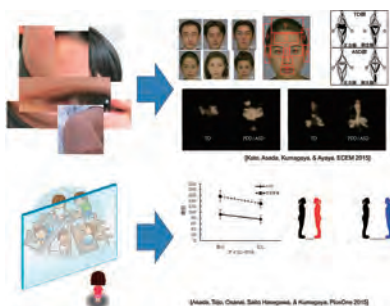
The first aim is to be a place for the actual practice of tojishakenkyu. Tojisha-kenkyu gives individuals the opportunity of acquiring the ability to objectively observe the previous unknown patterns of their own hardships and problems, giving them relief from those troubles. It also gives them relief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

### (2) Verifying Hypotheses from Tojisha-Kenkyu

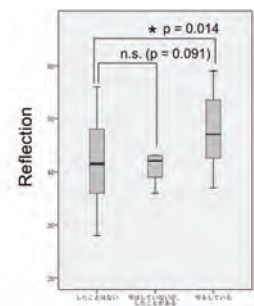
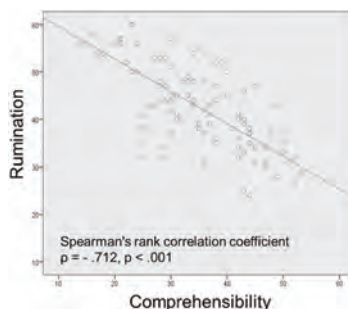
The second one is the academic verification of tojisha-kenkyu. Working together with academic researchers from fields such as cognitive science and robotics, the laboratory analyzes and verifies personal experiences to ascertain whether the hypotheses individuals formed through tojisha-kenkyu are true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

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を避けるため、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ことは、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  
**栴田 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



## 大学発バイオメディカル研究成果の開発とベンチャー起業 医薬承認プロセスに向けての国際戦略としての知的財産管理

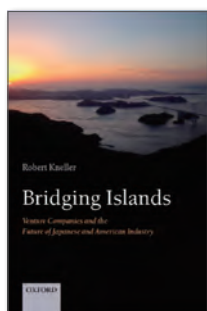
Startups and the development of biomedical discoveries, with attention to intellectual property, regulatory strategy, and international markets and collaborations

大学からの研究成果を開発するためのベンチャー起業、アントレプレナーシップ、知的財産管理および産学連携に焦点を当てた研究を行っています。特に、バイオメディカル分野における大学からの研究成果の開発のためにこれらがどのように影響しているかを分析しています。これまでに出版された主なものとしては、バイオ分野におけるアントレプレナーシップを取り巻く環境の日米比較分析を行い、イノベーションのためのスタートアップの重要性を示した著書「Bridging Islands (Oxford, 2007)」、1998-2007年にFDAによって承認された新薬に関するデータを基に詳細な分析を行い、新作用機序を持つ革新的新薬の開発におけるバイオベンチャーの貢献を明らかにした論文 (Nature Reviews Drug Discovery, 2010)、大学からの研究成果の商業化における民間との共同研究の役割の国際比較を行ない、企業が排他的な知的財産権を持つことが重要な場合もあれば、害を与える可能性もあることを示した論文 (PLOS 2014) があります。

バイオベンチャーは、他分野のベンチャー企業とは一線を画する複雑な構造を有し、商品化に至る過程で医薬品や医薬機器が国に承認される長期的なプロセスを含みます。これは、長期にわたる多大な資本が要求されることを意味し、それぞれの研究成果に最適な知的財産管理と承認プロセスに対する緻密な戦略が必要です。本研究室では、特にこのプロセスに対する有効な国際戦略を模索し、海外にネットワークを持つことで強力な競争力をもつ開発体制を構築する道を探っています。

How an entrepreneurial approach by university inventors can promote development of university discoveries for global markets. My research has focused on startups, entrepreneurship, intellectual property, and university-industry technology transfer, and the importance of these factors for the development of biomedical and other scientific discoveries for public benefit. Important publications include a comparison of the Japanese and American environments for science-based entrepreneurship together with an analysis of the importance of startups for innovation (Bridging Islands, Oxford 2007), a study of the origins of all the new drugs approved 1998-2007 by the US FDA which shows the importance of new companies for the discovery of innovative pharmaceuticals (Nature Reviews Drug Discovery 2010) and an international comparison of the role of collaborative research in the commercialization of university discoveries and how companies' desire for exclusive intellectual property rights can sometimes help and sometimes hurt development of university discoveries (PLOS 2014).

Following overseas research in Stanford Medical School (2010) to better understand the support systems for science-based entrepreneurship in America and how Japanese entrepreneurs can link to these systems, the focus of my research has shifted to (1) ways to foster the growth of startups based upon Japanese discoveries, particularly ways to help such startups to grow by developing international ties, and (2) ways to encourage inventions in Japanese universities that are competitive and marketable internationally. Some of this research involves hands on engagement in company building.



1 2007年に刊行された「Bridging Islands」 (Oxford Univ. Press)  
「Bridging Islands」 (Oxford Univ. Press 2007)



2 2010年の「Nature Reviews Drug Discovery」の記事  
「Nature Reviews Drug Discovery」 (2010)



教授

**ケネラー ロバート**

Robert KNELLER, Professor

**専門分野:** 大学発バイオメディカル研究成果の開発とベンチャー起業

**Specialized field:** Building of internationally-competitive university spinoffs, Promotion of entrepreneurship, Intellectual property and regulatory strategy for biomedical startups, University-industry cooperation

**E-mail:** kneller@rcast.u-tokyo.ac.jp

## イスラム教の思想体系が個人と共同体を自発的に動機づけ、 集会的な行動に導く現象を解明する

Individual and collective actions spontaneously motivated by the Islamic religio-political normative systems

### ■イスラム教の規範が動機づける個人と共同体の行動

現代の国際社会において、イスラム教の規範概念や規範体系は、固有の政治現象の成立に関係しています。イスラム教の共同体（ウンマ）への政治的な帰属意識や、それに伴う信仰者の義務への規範的観念の拘束力がもたらす個人や集団の方向づけは、従来の主権国家や民族を単位とした国際政治と国際法や、基本的人権や民主主義といった理念を軸に進展した国内政治とは、異なる政治発展を世界各地で生じさせています。

中東・北アフリカ・南アジア・東南アジアを中心としたいわゆる「イスラム世界」においてそれは特に顕著ですが、西欧の移民コミュニティや米国の多民族・多文化社会においても先鋭的に問題の所在が明らかになっています。過激派集団による中東や北アフリカでの局地的な領域支配や、先進国で散発的に起こる分散型・脱集権型のグローバル・ジハードは、その表れの一部です。

イスラム政治思想研究室では、世界各地で生じるイスラム教の規範によって影響づけられた政治現象に関する情報を常時収集しています。そこで特定された事例から、イスラム教が個人を、あるいは共同体を、自発的に集団行動に向けて動機づけ、各国や国際社会の政治的アクターとして成立させる過程を、主体の側と背景・環境要因の両方から、理論的・歴史的に研究しています。この基礎的・理論的な研究に基づき、戦争と平和、国際法と正義、テロリズムとテロ政策といった現代の国際政治の根本的な課題に関する、イスラム教の規範理論の可能性と問題点を解明し、各国内政と国際社会における宗教的・世俗的規範の対立を起因とする紛争の回避をめざす実践的・応用的な分野も開拓しています。

### ■Understanding religio-normative motivation of individual and collective actions

Islamic normative systems play a crucial role in the politics of today's global society. Consciousness of belonging to a global Umma (community of believers) and sense of duty to act in accordance with the Islamic Sharia (revealed law) often stimulate individuals and communities to spontaneously act in the name of God, bypassing conventional international law and politics composed of nations and states, and challenging notions of human rights or democracy.

Political actions motivated or justified by raising Islamic religious norms is especially prominent in the so-called "Islamic world" centered around the Middle East, North Africa, South and Southeast Asia. Influences of Islamism has also been evident for quite a while in the immigrant communities of Europe and multinational, multicultural society of North America. Among the indications of such trend are the extremists controlling areas in some of the fertile crescent countries, along with the decentralized global jihad phenomenon that sporadically come out in the form of acts of terrorism in the Western countries.

We keep ourselves up to date with information on political issues arising from evoked Islamic norms and examine how Islamic normative systems motivate individuals and communities to become involved in the political activities in local and international contexts. Based on the theoretical and historical analyses, we explore the possibilities and problems of Islamic ideas that are related to the fundamental issues in the international politics such as war and peace, international law and justice, and terrorism and counterterrorism measures, aiming to find a way to avoid conflicts caused by the tension between religious norms and secular principles.



1 『イスラム国の衝撃』



2 『増補新版 イスラム世界の論じ方』



3 韓国語版『イスラム国の衝撃』



准教授

**池内 恵**

Satoshi IKEUCHI, Associate Professor

**専門分野:** イスラム政治思想、中東地域研究、政教関係、国際関係論

**Specialized field:** Islamic political thought, Middle east studies, Religio-political relations, International studies

**E-mail:** ikeuchi@me.rcast.u-tokyo.ac.jp

## 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](mailto:contact@pha.rcast.u-tokyo.ac.jp)

佐藤 信 助教  
Shin SATO  
Research Associate



## 経済政策の評価に役立つマクロ計量モデルの開発と推定

Development and estimation of macroeconometric models usable for policy analysis

## トレンドの非線形時系列分析

景気循環の要因を分析するためには、まず観測されたマクロ経済データを循環的な要素と経済成長のトレンドとみられる要素のふたつに分解する必要があります。この目的に時系列分析を応用し、確率的なトレンド、すなわち予測不可能なトレンド部分を適切にマクロ経済分析に取り入れる様々な手法を研究してきました。現在では、確率的なトレンドの有無に関わらず、非線形性のある確定トレンドや構造変化をデータから検出するための新しい手法を開発しています。

## DSGEモデルの開発と推定

金融政策や財政政策の波及効果の現代的なマクロ経済分析では消費者や企業行動のミクロ経済学的基礎を重視した「DSGE (dynamic stochastic general equilibrium) モデル」が使われます。既存のDSGEモデルを改良した新しいモデルの開発や、モデルの構造パラメータをデータから推定する研究を進めています。最近ではゼロ金利政策に代表されるような非線形DSGEモデルも推定しています。

## ビッグデータを用いたマクロ経済時系列予測

将来の景気変動やインフレ率の予測精度を改善することは、現在の政策を決定する上で非常に重要です。伝統的な経済予測モデルに比べて、日々の新聞記事からのテキスト情報等のビッグデータを活用することで、予測精度の改善を期待することができます。現在はビッグデータの情報処理に適したLASSOやニューラルネットワーク等の機械学習的手法による予測モデルを比較検討する研究を進めています。

## Nonlinear time series analysis of trending variables

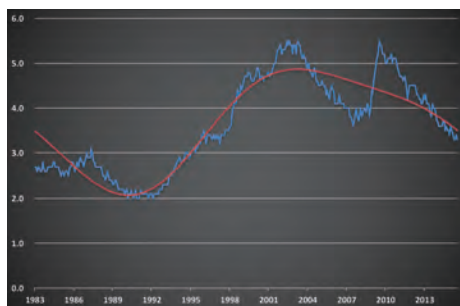
To understand the primary source which drives business cycles, the typical approach is to begin with a decomposition of an observed aggregate variable into unobserved trend and cyclical components. Based on the approach of time series analysis, we have studied various methods of evaluating the relative contribution of stochastic trends, namely, unexpected permanent shocks, and have used these methods in the macroeconomic analysis. In an ongoing project, we are developing a new method of detecting nonlinear deterministic trend components and structural breaks without prior knowledge of the presence of a stochastic trend.

## Development and estimation of DSGE models

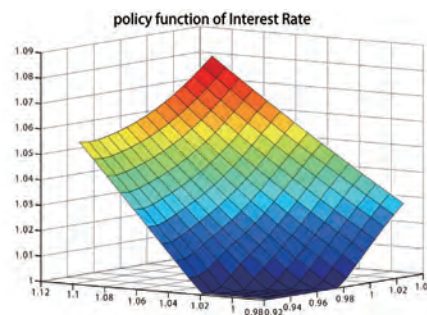
In a modern macroeconomic analysis, the dynamic stochastic general equilibrium (DSGE) model, which is based on solid microeconomic foundations and incorporates dynamic decisions made by consumers and firms, has been used to evaluate the propagation mechanism of monetary and fiscal policies. We develop a new DSGE model which improves upon previous models and estimate the structural parameters in the model from the data. Recently, we are estimating nonlinear DSGE models such as the one with the zero lower bound on nominal interest rates.

## Forecasting macroeconomic time series using big data

Improving the forecast accuracy of future real economic activities and inflation is very important in making the current policy decision. Compared to traditional economic forecast models, an improvement can be expected by taking advantage of the availability of big data including the text-based information from daily newspaper articles. We compare competing forecasting models of machine learning suitable for information processing using big data, such as LASSO and neural networks.



1 日本の失業率の非線形トレンド  
Nonlinear trend in Japan's unemployment rate



2 非線形DSGEモデルの政策反応関数  
Policy function of a nonlinear DSGE model



教授

新谷 元嗣

Mototsugu SHINTANI, Professor

専門分野：マクロ経済学、計量経済学

Specialized field : Macroeconomics, Econometrics

E-mail : shintani@econ.rcast.u-tokyo.ac.jp

澤田 有希子 助教

Yukiko SAWADA  
Research Associate

## 政治史学

Study of political history

### 研究プロジェクト

- (1) オーラル・ヒストリー
- (2) 権力の館を考える (テレビ放送大学)
- (3) 戦後・災後比較研究 (ひょうご震災記念21世紀研究機構)
- (4) 防災未来アーカイブ研究

### 研究リエゾン

- (1) 東日本大震災・熊本地震アーカイブプロジェクト
- (2) 熊本県・先端研・熊本大学包括連携プロジェクト
- (3) その他、異分野の組織・機構と先端研の交流プロジェクト



1 『明治史論集』



2 『御厨政治史学とは何か』

### Research Projects

- (1) Oral History
- (2) Architecture and Politics (The Open University of Japan)
- (3) Comparative Research on "Postwar" and "Postdisaster" (Hyogo Earthquake Memorial 21st Century Research Institute)
- (4) Archive for Disaster Management and Future

### Collaborations

- (1) Archive of the Great East Japan Earthquake and the 2016 Kumamoto Earthquake
- (2) Collaboration with Kumamoto Prefecture and Kumamoto University
- (3) Collaborations with other fields



客員教授

**御厨 貴**

Takashi MIKURIYA, Visiting Professor

**専門分野:** 政治史、オーラル・ヒストリー、公共政策、建築と政治、メディアと政治

**Specialized field:** Japan's political history, Oral history, Public policy, Architecture and politics, Media and politics

**E-mail:** mikuriya@mk.rcast.u-tokyo.ac.jp

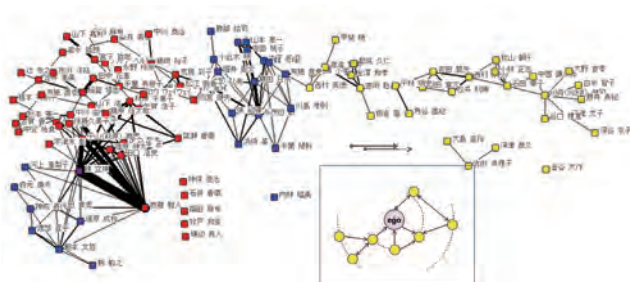
## イノベーションを支える知的財産 (技術、デザイン) の創出、保護、活用のマネジメントを探究する

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

政策ビジョン研究センター  
Policy Alternatives Research Institute

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」「国際標準等におけるオープン・プロプライ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

## 次世代太陽電池の開発とその高効率化についての研究

Research on the 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、ハイブリッド太陽電池、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 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. Organic-inorganic hybrid solar cells, 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](mailto:csegawa@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp)

## バーチャルリアリティ技術で人間と計算機の融合を図り 人間の身体的・認知的能力を拡張する

Augment the human abilities with the Virtual Reality technologies that unites humans and computers

大学院情報理工学系研究科  
知能機械情報学専攻

Department of Mechano-Informatics,  
Graduate School of Information Science and Technology

バーチャルリアリティ技術を端緒に、人間と計算機を分かちがたく一体化し、全体として高度な情報処理システムを実現するインタフェース技術について、基盤技術の開発から技術によって生み出されるコンテンツや技術の社会展開までもを対象に研究を行っています。

拡張現実感、クロスモーダルインタフェース、ライフログ等の基盤研究に加え、これらをミュージアムで活用するデジタルミュージアム研究や、高齢者のスキルを社会活用する高齢者クラウドプロジェクト等に取り組んでいます。

Our research laboratory focuses on developing a high level user interface that unites human and computer, called Cybernetic Interface.

Starting with virtual reality technology (VR), we seek to research and develop such interface in detail. Some of the research themes that our laboratory is working on are image-based rendering technology, augmented reality (AR) technology, multimodal and crossmodal interfaces, and technology concerning lifelog and Big data.

We are also interested in the contents that are made from such technology, and social implementation of those technologies. Some projects that we are working on are the Digital Museum project, the Digital Public Art project, and the Senior Cloud project.



1 クロスモーダル型味覚ディスプレイ  
Cross-modal Gustatory Display



2 デジタルミュージアム（市街地VR展示）  
Digital Museum: On-site VR Exhibition



教授

廣瀬 通孝

Michitaka HIROSE, Professor

専門分野：バーチャルリアリティ、ヒューマンインタフェース

Specialized field : Virtual reality, Human interface

E-mail : [hirose@cyber.t.u-tokyo.ac.jp](mailto:hirose@cyber.t.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

大学院工学系研究科 電気系工学専攻  
Department of Electrical Engineering  
and Information Systems,  
Graduate School of Engineering

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・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

<http://www.chem.s.u-tokyo.ac.jp/users/bioorg/index.html>

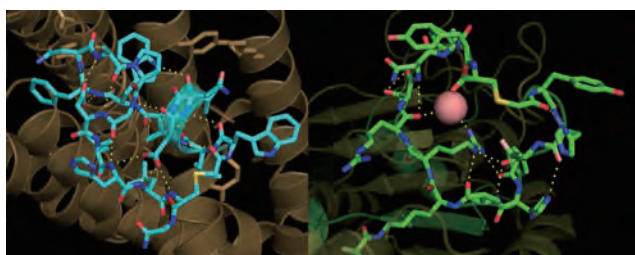
## 特殊ペプチド創薬

Pseudo-natural Peptide Therapeutics

大学院理学系研究科 化学専攻  
生物有機化学教室  
Department of Chemistry,  
Graduate School of Science,  
Bioorganic Chemistry

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

## 異分野の共存が視野を拓く

Pursuing truly interdisciplinary research



先端研は、設立当初から、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・社会科学系が共存する重要性を認識し、人間と科学技術における多角的な先端研究を追求しています。

In recognizing since its foundation the critical importance of interdisciplinary approaches with humanities and social sciences, RCAST has developed into an organization where 160 experts assemble from about 40 different fields across six disciplines.

## 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 Fellows" 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=ビコッカ大学  
University of Milano-Bicocca



**チャン ピン**  
Ping CHANG  
Texas A&M大学  
Texas A&M University



**コープ デイビッド**  
David COPE  
ケンブリッジ大学  
University of Cambridge



**藤田 敏郎**  
Toshiro FUJITA  
東京大学名誉教授  
UTokyo Emeritus Professor



**藤井 眞理子**  
Mariko FUJII  
ラトビア国駐劔命全權大使  
Ambassador Extraordinary and Plenipotentiary of Japan to the Republic of Latvia



**宮坂 力**  
Tsutomu MIYASAKA  
桐蔭横浜大学  
Toin University of Yokohama



**テイラー ジェイコブ**  
Jacob M TAYLOR  
メリーランド大学  
University of Maryland



**ヴンダーリヒ ヨルグ**  
Joerg WUNDERLICH  
日立ケンブリッジ研究所  
Hitachi Cambridge Laboratory



**謝 尚平**  
Shang-Ping XIE  
カリフォルニア大学  
University of California

### 先端研研究顧問 RCAST Adviser



**馬場 靖憲**  
Yasunori BABA

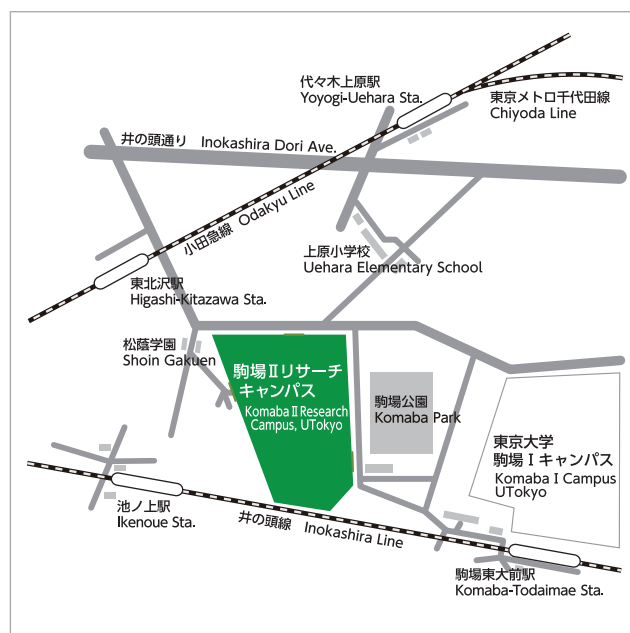


**西岡 潔**  
Kiyoshi NISHIOKA

	Name	Title	Research field	Page
A	ABURATANI, Hiroyuki 油谷 浩幸	Professor 教授	Genome science ゲノムサイエンス 分野	28
	AHSAN, Nazmul 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	7
	ANDO, Noriyasu 安藤 規泰	Project Lecturer 特任講師	Intelligent cooperative systems 生命知能システム 分野	16
B	BESSHO, Takeru 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	12
F	FUJITA, Toshiro 藤田 敏郎	Emeritus Professor / RCAST Fellow 名誉教授 / 先端研フェロー	Clinical epigenetics 臨床エピジェネティクス 寄附研究部門	32
	FUJITANI, Hideaki 藤谷 秀章	Project Professor 特任教授	Systems biology and medicine システム生物医学 分野	26
	FUKUSHIMA, Satoshi 福島 智	Professor 教授	Barrier-free バリアフリー 分野	33
H	HIROSE, Michitaka 廣瀬 通孝	Professor 教授	Intelligent cooperative systems 生命知能システム 分野	43
	HIYAMA, Atsushi 檜山 敦	Lecturer 講師	Information somatics 身体情報学 分野	21
	HOSHIKA, Ryoji 星加 良司	Associate Professor 准教授	Barrier-free バリアフリー 分野	33
I	IIDA, Makoto 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	13
	IKEUCHI, Satoshi 池内 恵	Associate Professor 准教授	Islamic political thought イスラム政治思想 分野	39
	INAMI, Masahiko 稲見 昌彦	Professor 教授	Information somatics 身体情報学 分野	21
	INOUE, Junya 井上 純哉	Associate Professor 准教授	High performance materials 高機能材料 分野	6
	ISHIKAWA, Jun 石川 准	Project Professor 特任教授	Barrier-free バリアフリー 分野	33
	ISHIKITA, Hiroshi 石北 央	Professor 教授	Theoretical chemistry 理論化学 分野	4
	IWASAKI, Akira 岩崎 晃	Professor 教授	Artificial intelligence 知能工学 分野	14
K	KANZAKI, Ryohei 神崎 亮平	Professor 教授	Intelligent cooperative systems 生命知能システム 分野	16
	KNELLER, Robert ケネラー ロバート	Professor 教授	Biomedicine and law 生命科学の法と政策 分野	38
	KOIZUMI, Hideki 小泉 秀樹	Professor 教授	Co-creative community planning, design, and management 共創まちづくり 分野	9
	KONDO, Takashi 近藤 高志	Professor 教授	High performance materials 高機能材料 分野	5
	KONDO, Takeo 近藤 武夫	Associate Professor 准教授	Assistive technology 人間支援工学 分野	35
	KOSAKA, Yu 小坂 優	Associate Professor 准教授	Climate science research 気候変動科学 分野	8
	KOTANI, Kiyoshi 小谷 潔	Associate Professor 准教授	Photon based advanced manufacturing science 光製造科学 分野	20
	KUBO, Takaya 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	12
	KUMAGAYA, Shin-ichiro 熊谷 晋一郎	Associate Professor 准教授	Tojisha-kenkyu 当事者研究 分野	36
M	MAKIHARA, Izuru 牧原 出	Professor 教授	Political administrative system 政治行政システム 分野	40
	MARUMO, Takeshi 丸茂 丈史	Project Associate Professor 特任准教授	Clinical epigenetics 臨床エピジェネティクス 寄附研究部門	32
	MASUDA, Sachiko 榎田 祥子	Associate Professor 准教授	Intellectual property law 知的財産法 分野	37
	MATSUMURA, Yoshihiro 松村 欣宏	Associate Professor 准教授	Metabolic medicine 代謝医学 分野	29
	MIKURIYA, Takashi 御厨 貴	Visiting Professor 客員教授	Information, culture and social studies 情報文化社会 分野	42
N	NAGAE, Genta 永江 玄太	Lecturer 講師	Genome science ゲノムサイエンス 分野	28
	NAKAMURA, Hisashi 中村 尚	Professor 教授	Climate science research 気候変動科学 分野	8
	NAKAMURA, Kenryu 中邑 賢龍	Professor 教授	Assistive technology 人間支援工学 分野	34
	NAKAMURA, Yasunobu 中村 泰信	Professor 教授	Quantum information physics and engineering 量子情報物理学 分野	3
	NAKANO, Yoshiaki 中野 義昭	Professor 教授	Information devices 情報デバイス 分野	44
	NAMIKI, Shigehiro 並木 重宏	Project Lecturer 特任講師	Intelligent cooperative systems 生命知能システム 分野	16



	Name	Title	Research field	Page
N	NISHINARI, Katsuhiro 西成 活裕	Professor 教授	Mathematical physics of emergent systems 数理創発システム 分野	18
	NUMATA, Youhei 沼田 陽平	Project Lecturer 特任講師	High performance materials 高機能材料 分野	5
O	OGUMA, Kumiko 小熊 久美子	Associate Professor 准教授	Co-creative community planning, design, and management 共創まちづくり 分野	10
	OKADA, Yoshitaka 岡田 至崇	Professor 教授	New energy 新エネルギー 分野	7
	OKAMOTO, Akimitsu 岡本 晃充	Professor 教授	Bioorganic chemistry 生命反応化学 分野	27
	OSAWA, Tsuyoshi 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	31
	OTA, Sadao 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	24
S	SAITO, Keisuke 斉藤 圭亮	Lecturer 講師	Theoretical chemistry 理論化学 分野	4
	SAKAI, Juro 酒井 寿郎	Professor 教授	Metabolic medicine 代謝医学 分野	29
	SEGAWA, Hiroshi 瀬川 浩司	Professor 教授	Energy and environment エネルギー環境 分野	43
	SET, Sze Yun セツ ジイヨン	Associate Professor 准教授	Information devices 情報デバイス 分野	15
	SHINTANI, Mototsugu 新谷 元嗣	Professor 教授	Macroeconomic analysis マクロ経済分析 分野	41
	SUGA, Hiroaki 菅 裕明	Professor 教授	Chemical biotechnology ケミカルバイオテクノロジー 分野	44
	SUGIYAMA, Masakazu 杉山 正和	Professor 教授	Energy system エネルギーシステム 分野	11
	TAGUCHI, Bunmei 田口 文明	Project Associate Professor 特任准教授	Climate science research 気候変動科学 分野	8
T	TAKAHASHI, Hirokazu 高橋 宏知	Lecturer 講師	Intelligent cooperative systems 生命知能システム 分野	17
	TAKAHASHI, Kiriko 高橋 桐子	Project Associate Professor 特任准教授	Assistive technology 人間支援工学 分野	35
	TAKAHASHI, Satoru 高橋 哲	Professor 教授	Photon based advanced manufacturing science 光製造科学 分野	19
	TAKAHASHI, Tomotaka 高橋 智隆	Project Associate Professor 特任准教授	Assistive technology 人間支援工学 分野	34
	TAMAI, Katsuya 玉井 克哉	Professor 教授	Intellectual property law 知的財産法 分野	37
	TAMURA, Hiroyuki 田村 宏之	Project Associate Professor 特任准教授	Theoretical chemistry 理論化学 分野	4
	TANAKA-ISHII, Kumiko 田中 久美子	Professor 教授	Communication science コミュニケーション科学 分野	22
	TIXIER-MITA, Agnès 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
	TOSHIYOSHI, Hiroshi 年吉 洋	Professor 教授	Micro device engineering 極小デバイス理工学 分野	2
	TSUTSUMI, Shuichi 堤 修一	Project Associate Professor 特任准教授	Genome science ゲノムサイエンス 分野	28
	UCHIDA, Satoshi 内田 聡	Project Professor 特任教授	High performance materials 高機能材料 分野	5
	UEDA, Hiroki 上田 宏生	Lecturer 講師	Biological Data Science 生命データサイエンス 分野	23
U	USAMI, Koji 宇佐見 康二	Associate Professor 准教授	Quantum information physics and engineering 量子情報理工学 分野	3
	WATANABE, Kentaroh 渡辺 健太郎	Project Lecturer 特任講師	Energy system エネルギーシステム 分野	11
	WATANABE, Makoto 渡邊 誠	Associate Professor 准教授	High performance materials 高機能材料 分野	6
Y	WATANABE, Toshiya 渡部 俊也	Professor 教授	MOT (Management of technology) 技術経営 分野	42
	YACHIE, Nozomu 谷内江 望	Associate Professor 准教授	Synthetic biology 合成生物学 分野	30
	YAMAGUCHI, Satoshi 山口 哲志	Lecturer 講師	Bioorganic chemistry 生命反応化学 分野	27
	YAMASHITA, Shinji 山下 真司	Professor 教授	Information devices 情報デバイス 分野	15
	YAMASHITA, Takefumi 山下 雄史	Project Associate Professor 特任准教授	Systems biology and medicine システム生物医学 分野	26
	YAMAZAKI, Rekishu 山崎 歴舟	Project Lecturer 特任講師	Quantum information physics and engineering 量子情報理工学 分野	3
	YANAGISAWA, Daichi 柳澤 大地	Associate Professor 准教授	Mathematical physics of emergent systems 数理創発システム 分野	18



#### ◆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

(日 本 語) <http://www.rcast.u-tokyo.ac.jp>

(ENGLISH) <http://www.rcast.u-tokyo.ac.jp/en/>

