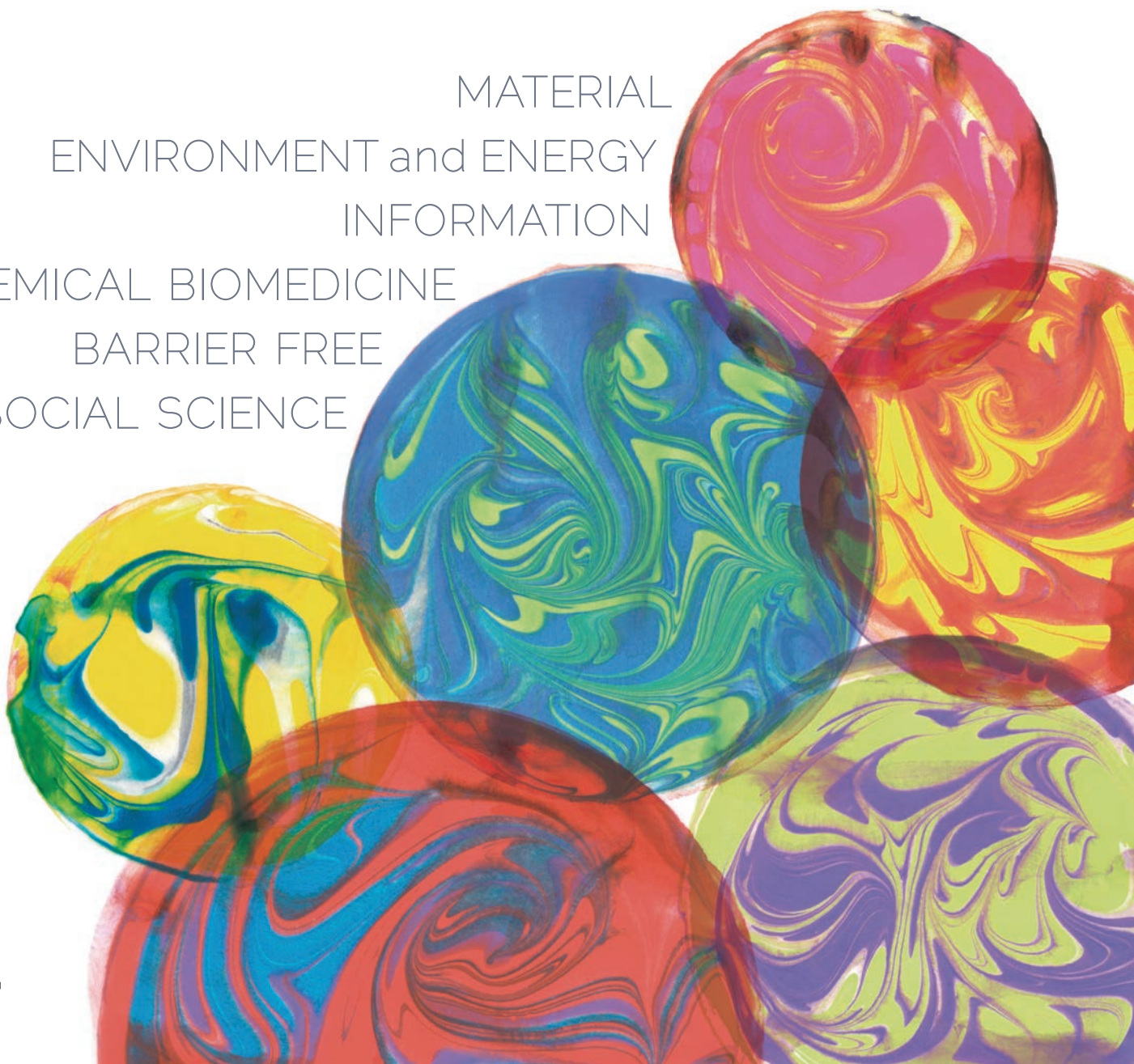


# Research Center for Advanced Science and Technology

The University of Tokyo

東京大学先端科学技術研究センター  
2016-2017

MATERIAL  
ENVIRONMENT and ENERGY  
INFORMATION  
CHEMICAL BIOMEDICINE  
BARRIER FREE  
SOCIAL SCIENCE



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

(東京大学先端科学技術研究センター規則 第2条)

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

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

<b>所長 挨拶</b>	04
Message	
<b>4つのモットー</b>	05
Founding Principles	
<b>歴史トピックス</b>	06
RCAST Historical Facts	
<b>研究体制と領域</b>	07
Research	
<b>組織と運営</b>	08
Organization and Management	
<b>産学官連携</b>	10
Industry-Academia-Government Collaboration	
<b>国際連携</b>	12
International Cooperation	
<b>人材育成</b>	14
Education	
<b>社会連携</b>	16
Social Cooperation	
<b>データで見る先端研</b>	18
RCAST at a Glance	
<b>歴代所長・事務長</b>	65
Directors and General Managers of the Institute	
<b>沿革</b>	66
History	
<b>アクセス</b>	67
Access	

## 研究室紹介

### MATERIAL 材料

<b>極小デバイス理工学</b> 年吉・ティクシエ三田研究室	20
Micro Device Engineering Toshiyoshi - Tixier-Mita Laboratory	
<b>量子情報物理工学</b> 中村・宇佐見研究室	21
Quantum Information Physics and Engineering Nakamura - Usami Laboratory	
<b>理論化学</b> 石北研究室	22
Theoretical Chemistry Ishikita Laboratory	
<b>理論化学</b> 出村研究室	23
Theoretical Chemistry Demura Laboratory	
<b>高機能材料</b> 近藤研究室	24
High Performance Materials Kondo Laboratory	
<b>高機能材料</b> 井上研究室	25
High Performance Materials Inoue Laboratory	

### ENVIRONMENT and ENERGY 環境・エネルギー

<b>新エネルギー</b> 岡田研究室	26
New Energy Okada Laboratory	
<b>都市保全システム</b> 西村研究室	27
Urban Conservation Systems Nishimura Laboratory	





**気候変動科学** 中村・小坂研究室 ..... 28  
Climate Science Research Nakamura - Kosaka Laboratory

**附属 産学連携新エネルギー研究施設** ..... 29  
Academic-Industrial Joint Laboratory for Renewable Energy

## INFORMATION

### 情報

**情報デバイス** 山下・セツ研究室 ..... 31  
Information Devices Yamashita - Set Laboratory

**生命知能システム** 神崎・高橋研究室 ..... 32  
Intelligent Cooperative Systems  
Kanzaki - Takahashi Laboratory

**情報ネットワーク** 森川研究室 ..... 34  
Information and Communication Technology  
Morikawa Laboratory

**数理創発システム** 西成研究室 ..... 35  
Mathematical Physics of Emergent Systems  
Nishinari Laboratory

**光製造科学** 高橋研究室 ..... 36  
Photon based Advanced Manufacturing Science  
Takahashi Laboratory

**光製造科学** 小谷研究室 ..... 37  
Photon based Advanced Manufacturing Science  
Kotani Laboratory

**知能工学** 岩崎研究室 ..... 38  
Artificial Intelligence Iwasaki Laboratory

**身体情報学** 稲見研究室 ..... 39  
Information Somatics Inami Laboratory

## CHEMICAL BIOMEDICINE

### 生物医化学

**システム生物医学** 児玉研究室 ..... 40  
Systems Biology and Medicine Kodama Laboratory

**システム生物医学** 柴崎研究室 ..... 41  
Systems Biology and Medicine Shibasaki Laboratory

**バイオシミュレーション** 藤谷研究室 ..... 42  
Bio Simulation Fujitani Laboratory

**ダイナミカル バイオインフォーマティクス** 井原研究室 ..... 43  
Dynamical Bioinformatics Ihara Laboratory

**生命反応化学** 岡本研究室 ..... 44  
Bioorganic Chemistry Okamoto Laboratory

**ゲノムサイエンス** 油谷研究室 ..... 45  
Genome Science Aburatani Laboratory

**代謝医学** 酒井研究室 ..... 46  
Metabolic Medicine Sakai Laboratory

**合成生物学** 谷内江研究室 ..... 47  
Synthetic Biology Yachie Laboratory

**計量生物医学** 浜窪研究室 ..... 48  
Quantitative Biology and Medicine  
Hamakubo Laboratory

**臨床エピジェネティクス** 藤田研究室 ..... 49  
Clinical Epigenetics Fujita Laboratory

## BARRIER FREE

### バリアフリー

**バリアフリー** 福島研究室 ..... 50  
Barrier-Free Fukushima Laboratory

**人間支援工学** 中邑・近藤研究室 ..... 51  
Assistive Technology Nakamura - Kondo Laboratory

**支援情報システム** 巖淵研究室 ..... 52  
Assistive Information Technology Iwabuchi Laboratory

**当事者研究** 熊谷研究室 ..... 53  
Tojisha-Kenkyu Kumagaya Laboratory

## SOCIAL SCIENCE

### 社会科学

**知的財産法** 玉井研究室 ..... 54  
Intellectual Property Law Tamai Laboratory

**生命科学の法と政策** ケネラー研究室 ..... 55  
Biomedicine and Law Kneller Laboratory

**政治行政システム** 牧原研究室 ..... 56  
Political Administrative System Makiyara Laboratory

**イスラム政治思想** 池内研究室 ..... 57  
Islamic Political Thought Ikeuchi Laboratory

**マクロ経済分析** 新谷研究室 ..... 58  
Macroeconomic Analysis Shintani Laboratory

**科学技術論・科学技術政策** 馬場研究室 ..... 59  
Policy Research on Science and Technology Baba Laboratory

**経営戦略** 経営戦略企画室 ..... 60  
Strategic Planning Strategic Planning Office

## COOPERATIVE LABORATORIES

### 協力研究室

**高信頼性・高温材料研究開発コンソーシアム** ..... 60  
Research and Development Consortium  
for High Performance & High Temperature Materials

**情報文化社会** 御厨研究室 ..... 61  
Information, Culture and Social Studies  
Mikuriya Laboratory

**認知科学** 渡邊研究室 ..... 61  
Cognitive Sciences Watanabe Laboratory

**高信頼性材料** 香川研究室 ..... 62  
High Performance Materials Kagawa Laboratory

**エネルギー・環境** 瀬川研究室 ..... 62  
Energy and Environment Segawa Laboratory

**生命知能システム** 廣瀬研究室 ..... 63  
Intelligent Cooperative Systems Hirose Laboratory

**情報デバイス** 中野・種村研究室 ..... 63  
Information Devices Nakano - Tanemura Laboratory

**ケミカルバイオテクノロジー** 菅研究室 ..... 64  
Chemical Biotechnology Suga Laboratory

**技術経営** 渡部研究室 ..... 64  
MOT (Management of Technology) Watanabe Laboratory

# 科学と技術のハーモニーで人と社会をつなぎ、未来を形にする先端研

RCAST, bringing people and society together and creating the future through the harmony of science and technology

生物はそれを取り巻く環境に大きく依存します。環境という状態の中で、個々の動きやネットワークが決まる。環境を見ると個々の動きが見えてくるのです。

私たち、東京大学先端科学技術研究センター（先端研）は、理工系の先端研究と、社会科学やバリアフリーという社会システムに関わる研究を、基礎から応用、社会へと広範な領域で行う、いわば“ミニ東大”です。多様な研究分野を融合活用する環境が、社会のあらゆる要請に素早く対応できる先端研の機動性を生み出しています。

社会の複雑な課題に対し、いかに個々の研究成果を結びつけ、全体の中での関連性を見出すか。そのためには、基礎と応用研究を相互に着実に進めることが重要です。基礎がしっかりしていれば、問題が生じても基礎から課題を再確認できるからです。先端研は、まさに盤石な基礎研究の上に応用研究そして融合研究を図り、社会のニーズに責任を持って応える力を更新し続けています。そのためには、若い研究者の力が不可欠で、活気あふれる有能な人材が学び、育ち、自在な研究を通して活躍できる場を提供するのも先端研の使命です。

研究、環境、人の融合は、その総和を超えた力を発揮します。未来を見据えた新しい研究、そして今まさに直面する課題は、さまざまな研究領域の協働と融合の結果として、学際的に創造され、解決されるものと考えています。

機動性を持った“ミニ東大”の特徴を生かし、先端研は未来への新しい科学と技術への挑戦を続けていきます。

Organisms, including humans, rely heavily on the surrounding environment. It is no exaggeration to say that our individual and social activities become visible depending on the environment.

The Research Center for Advanced Science and Technology (RCAST) pursues advanced research in science and technology as well as in social sciences and the field of barrier-free research. We extend these research areas over a wide range, from basic and applied fields further to the social system. RCAST has advantages in the research environment allowing us to respond quickly and properly to the needs of society by taking an interdisciplinary approach to research. RCAST is, so to speak, “a mini-University of Tokyo” with agility.

In order to solve the complex social problems we are faced with today or will be in the near future, the question of how to combine individual research fields is a big challenge. We believe that it is important to simultaneously carry out both basic and applied research in proper balance. Highly reliable and stable basic sciences make it possible to confirm situations from the ground up when problems occur. RCAST performs applied research and interdisciplinary research based on reliable and stable basic research. We are constantly taking on new challenges to respond to the ever-changing needs of society. For this purpose, young and talented researchers are indispensable. One of the RCAST's critical missions is to provide them with a comfortable research environment where they can learn and grow, and have the opportunity to move from individual research to interdisciplinary research. The environment, people and research at the RCAST will lead to the generation of synergy not only on the research but also on society. We believe that new, future-focused research can be initiated, and the problems we are faced with today can be solved by an interdisciplinary approach, through collaboration and fusion of various research fields at RCAST.

For a future of people and society, RCAST will continuously promote new advanced science and technology, valuing the harmony between science and technology, using its characteristic features as “a mini-University of Tokyo” with agility.

所長

神崎 亮平

Ryohei KANZAKI  
Director





## 先端研は、制約に臆することなく 人間と社会が求める解に向けて持てる資源を傾ける

RCAST is undaunted by restrictions and devotes maximum effort to the improvement of human society

先端研の4つのモットーは、国際性や産学連携といった考え方の黎明期に掲げられました。一般的になった言葉を、なぜ、今でも敢えて掲げ続けるのか。それは、たとえどれだけ時代が変わっても、このモットーの根底にある研究哲学こそが、次を切り開く力になるからです。

RCAST set four mottos in the early days of the thinking about internationality or industry-academia cooperation. We still advocate our founding principles even as these words have become common, because the underlying basis of mottos and philosophy of research is the power to unlock our future.

何かを研究するのではなく、「研究に値するものは何か、いかに研究すべきか」を追求。研究と人材の両面で領域を越境・共振させる。

We always think about what the study is worth and how to proceed with it, rather than just proceeding to study something. An interaction with research or experts from a diverse range of academic disciplines can foster a more dynamic and stimulating academic environment.

**学際性**  
Interdisciplinary Approach

研究はシームレス。共同研究など従来の国際連携に加え、先端研フェロー制度を創設し、国際的な逸材とプロジェクトの枠を超えて交流。

We have been conducting joint research with international research institutes. Furthermore, the RCAST fellow program accelerates interaction with internationally distinguished persons beyond the bounds of projects.

**国際性**  
International Perspective

**流動性**  
Mobility

最長10年の任期制を採用。まだ確立されていない分野や独自に注目する領域の展開、若手研究者のポスト確保など、常に動き続ける。

We maintain a fixed ten-year term limit on all faculty members. We have been working to provide posts to young, capable researchers and keep the door open to research which can potentially spawn new fields.

**公開性**  
Openness

アウトリーチに留まらず、課題そのものや解決へのプロセスも社会と共有。常に公開性を再定義し、社会貢献への新たな形を作り出す。

We have been sharing not only our research activities but also the process for solving problems by public outreach. We will continue to explore new approaches to social cooperation while keeping in mind the significance of openness.

## 多くの前例を作り出してきた 先端研・挑戦の歴史

Tackling new challenges  
RCAST historical facts

東京大学で最も新しい附置研究所である先端研は、従来の大学の殻を破る研究・教育体制の推進拠点として誕生しました。前例がなければ自らが前例になればいい。我が国初という枕詞がつく多くの新制度や取り組みは、設立当初から息づく発想と実行力から生まれています。

RCAST, the newest institute attached to the University of Tokyo, was established as a base for promoting a framework of research and education different from the existing university framework. We aim to set a new precedent as a pioneer. We have been targeting new challenges with our established deliberation and executive ability.

### 先端科学技術研究センター（通称：先端研）発足 基幹7研究分野、教官数13名

Research Center for Advanced Science and Technology was inaugurated with 7 Regular Chairs and 13 Faculty Members

1987  
05.21

### 大学院博士課程設置 教育へのコミットメントと社会人教育

Inauguration of the Department of Advanced Interdisciplinary Studies  
Provides people in mid-career with the opportunity to resume their studies in an academic environment

1992  
08

### 駒場オープンラボラトリー（KOL）設立 全学に開かれた共同研究環境を提供

Komaba Open Laboratory was established  
Providing a joint research environment to the university

1998  
04

### 我が国初の特任教員制度の創設 競争的資金による優秀な教員の確保

Established a Project Professor system in Japan  
Secure capable teachers/staff by competitive funds

2002  
04

### 11番目の附置研究所として正式認可 独立外部評価「先端研ボード」を設置

Formally acknowledged as the 11th Research Institute of the University of Tokyo  
External Evaluation Committee 'RCAST Board' was established

2004  
04

### 経営戦略企画室を設置 研究と運営の分離体制に

Strategic Planning Office was established  
Clarified the division of roles between operations and research

2006  
04

### 我が国の国立大学初の寄付研究部門を開設 民間等からの寄附による研究を推進

An Endowed Chair was opened the first one in a Japanese National University  
Research support by private donations was started

1987  
10

### 知的財産権大部門設置 学際性を生かし、科学技術人材の育成へ

Department of Intellectual Property was established  
Developing human resources in the field of science and technologies with an 'interdisciplinary approach'

1997  
04

### 大学の技術移転機関CASTI設立（現東京大学TLO） 産学官の連携を積極的に推進

Technology Licensing Organization CASTI (present TODAI TLO) was established  
Actively promoting collaboration between industry, academia and government

1998  
08

### バリアフリー分野を創出 人と科学技術における多角的な先端研究の追求

'Barrier Free' was established as a research category  
Pursuing diversified advanced research on people and technology

2003  
04

### 基金教授の創設 柔軟な人事制度の導入

A New Endowed Chair was established  
Introduction of flexible personnel systems

2004  
05

### 東京大学初の特例教授制度を採用 優秀な若手人材の確保

RCAST introduced a post of Special Professorial Chair at the University of Tokyo  
Allow outstanding young faculties to climb up the academic career ladder

2013  
04

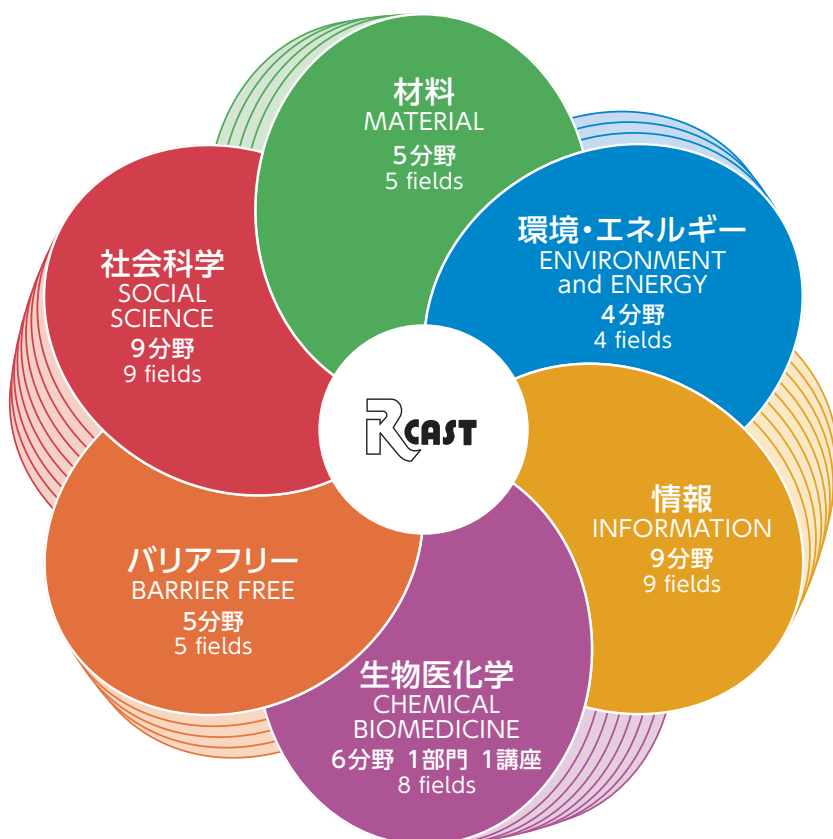


## 研究室の個性を発揮し、融合を促す フラットな小規模運営

A flattened small unit structure optimizes the individuality of each lab and leads to fusion of research

6カテゴリー40分野の個性的な研究室がダイナミックに活動できるよう、研究活動は研究室単位で行います。また、どの研究室も同格としたフラットな体制が、分野を超えた融合研究を促進。研究領域の新展開や社会情勢の変化などを先読みし、機動的な活動を実現しています。

We have unique labs in six categories, consisting of scientists from 40 specialized fields doing dynamic research activities as a research unit. A flattened small unit structure leads to fusion of research. It enables RCAST to quickly and flexibly do activities by foreseeing changes in social conditions or new dimensions of research.



### 1分野1研究室

1 Laboratory at 1 field

隣り合う研究室がまったく異なる分野の研究を行うことも珍しくありません。異分野の研究者たちによる偶発的な交流が、新たな視点を手に入れるチャンスを広げます。

It is not unusual for neighboring labs in RCAST to be studying different research fields. Incidental interactions with researchers from different fields will bring in new perspectives.

### 研究室単位で活動

Lab is a unit for research activity

個性的な研究者たちが独自のカラーを存分に発揮できる最良の環境を整備。自由で機動的な活動に留まらず、研究者の流動性や融合研究の促進を活性化させます。

RCAST provides a suitable environment for researchers to fully exhibit their unique characteristics. The structure stimulates not only unrestricted and flexible activities, but also researcher mobility and synthesis of research.

## 分野横断型取り組み Interdisciplinary activity

### 先端研・東日本大震災アーカイブプロジェクト

RCAST "Great East Japan Earthquake Archive Project"

先端研の分野横断型プロジェクトの一つ。東日本大震災に関連する各種の情報の記録・活用・保存を共通コンセプトに、震災アーカイブと文化の持続可能性などに関わる活動を行っています。

Based on the concept of recording, archiving and utilizing various types of information related to the Great East Japan Earthquake, RCAST carries out the activity on the sustainability of archives and culture.



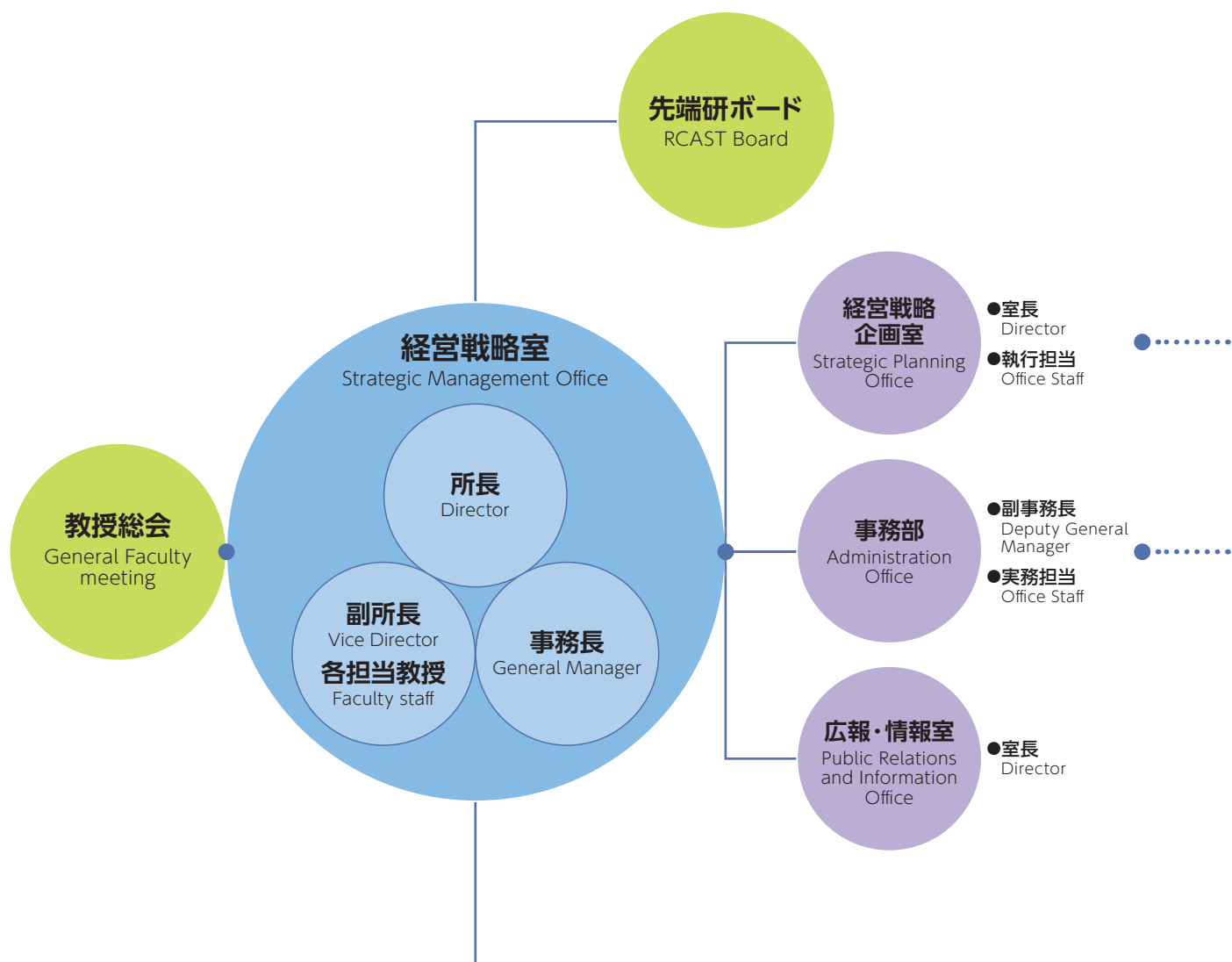
東北現地調査  
Northeastern Japan Inspection Tour

## 研究者が研究に専念できる環境を 独自の運営体制「研究と運営の分離」

The researchers can devote themselves to research activities  
The division of roles between operations and research

先端研は設立当初から、研究者が研究と教育に専念できる独自の運営体制を整えています。研究と運営を分離し、委員会や事務手続きなどの運営に関わる負担を軽減する。この独自体制が、研究者の研究時間の確保と迅速な組織の意思決定を併せ持つ運営を可能にしています。

Since its inception RCAST has maintained a unique system of operations so that the researchers can devote themselves to their research activities. To reduce the researcher's clerical work, we clarify the division of roles between operations and research. The system enables "fast decision making" and helps "ensure research activities".



### 所長が運営の全責任を担う「経営戦略室」

The "Strategic Management Office" director bears ultimate responsibility for operations

経営のプロフェッショナル組織として、先端研のさまざまな決定事項の審議・決定を行います。教授総会では、決定事項のうち重要な事柄のみを報告します。

- 内部組織の改廃
- 人事の提案
- 財務／予算の配分
- 面積の配分

As a core organization with primary responsibility for various aspects of operations, the office deals with matters related to management and execution. Important issues are reported at the General Faculty Meeting, and issues relating to personnel are discussed at the Faculty Meetings.

- Reforming and/or eliminating internal organizations
- Personnel proposals
- Allocation of funds/budgeting
- Allocation of space



# 経営戦略企画室と事務部が連携し 迅速な意思決定をサポート

The Strategic Planning Office and the Administration Office support prompt decision-making

所長直下に設置された「経営戦略室」が、組織運営の主な課題に対する意思決定を行います。経営戦略室を全面的にサポートする経営戦略企画室と事務部が緊密に連携し、経営と実務の両輪で先端研の迅速かつ柔軟な運営体制を支えています。

The Strategic Management Office, working directly for Director, deals with matters related to organization and management. The Strategic Planning Office and the Administration Office work together closely to support the quick and flexible operation of RCAST.

## 経営戦略企画室 Strategic Planning Office

- 国際連携担当
- 産学官連携担当

経営戦略会議のアジェンダ整理、運営、実行プラン策定など、経営戦略室を全面サポート。個性的な研究者が集まる先端研で対応すべき案件を実行可能な状態に導きます。

- International affairs
- Industry-Academia-Government Collaboration

The team fully supports the Strategic Management Office by summarizing the meeting agenda, shaping the operation/action plans, etc. They develop practicable plans, which are important to RCAST.

## 事務部 Administration Office

- 施設・安全チーム
- 企画調整チーム
- 財務企画チーム
- プロジェクト執行室

研究者の運営業務軽減を目的とした各支援業務のほか、経営戦略会議の議題や決定事項を迅速に実行に移すための実務的なサポートを行います。

- Facility and Security team
- Planning and Coordination team
- Financial and Planning team
- Project and Enforcement team

Teams handle support service for researchers to reduce their clerical work, and provide practical support for execution of decisions at strategic management meetings.

## 独立外部評価「先端研ボード」 External Evaluation Committee "The RCAST Board"

経営方針・運営手法などを外部の利害から独立した視点で監督する機関。先端研の運営状況を常時把握し、運営全般に対する助言及び評価を行います。次期所長候補を推薦する重大な任務も担っています。

The RCAST Board supervises the management policies and operations with a viewpoint independent of internal interests. The Board constantly monitors the state of operations, and gives relevant advice to RCAST. Furthermore, the Board is responsible for selecting candidates for the next Director.

## 東京大学先端科学技術研究センター ボードメンバー RCAST Board members

2016年4月1日  
as of 1st April 2016

**大隅 典子** Noriko OKUMA  
東北大学大学院医学系研究科附属  
創生応用医学研究センター長  
Director & Professor,  
Department of Developmental Neuroscience, ART,  
Tohoku University Graduate School of Medicine

**大西 隆** Takashi ONISHI  
豊橋技術科学大学 学長／日本学術会議 会長  
President, Toyohashi University of Technology  
President, Science Council of Japan

**小泉 英明** Hideaki KOIZUMI  
株式会社日立製作所 役員待遇フェロー  
Hitachi Fellow, Corporate Officer, Hitachi, Ltd.

**小林 喜光** Yoshimitsu KOBAYASHI  
三菱ケミカルホールディングス株式会社 取締役会長  
Chairman, Mitsubishi Chemical Holdings Corporation

**小松崎 常夫** Tsuneo KOMATSUZAKI  
セコム株式会社 常務執行役員／IS研究所 所長  
Managing Executive Officer, SECOM CO., LTD.  
Director, Intelligent Systems Laboratory

**西村 陽一** Yoichi NISHIMURA  
株式会社朝日新聞社 常務取締役  
Managing Director, The Asahi Shimbun Company

**晝馬 明** Akira HIRUMA  
浜松ホトニクス株式会社 代表取締役社長  
President and CEO, Hamamatsu Photonics K.K.

**増田 寛也** Hiroya MASUDA  
株式会社野村総合研究所 顧問  
Advisor, Nomura Research Institute

**宮野 健次郎** Kenjiro MIYANO  
国立研究開発法人物質・材料研究機構 フェロー  
Fellow, National Institute for Materials Science

**武藤 敏郎** Toshiro MUTO  
株式会社大和総研 理事長  
Chairman of the Institute,  
Daiwa Institute of Research Ltd.

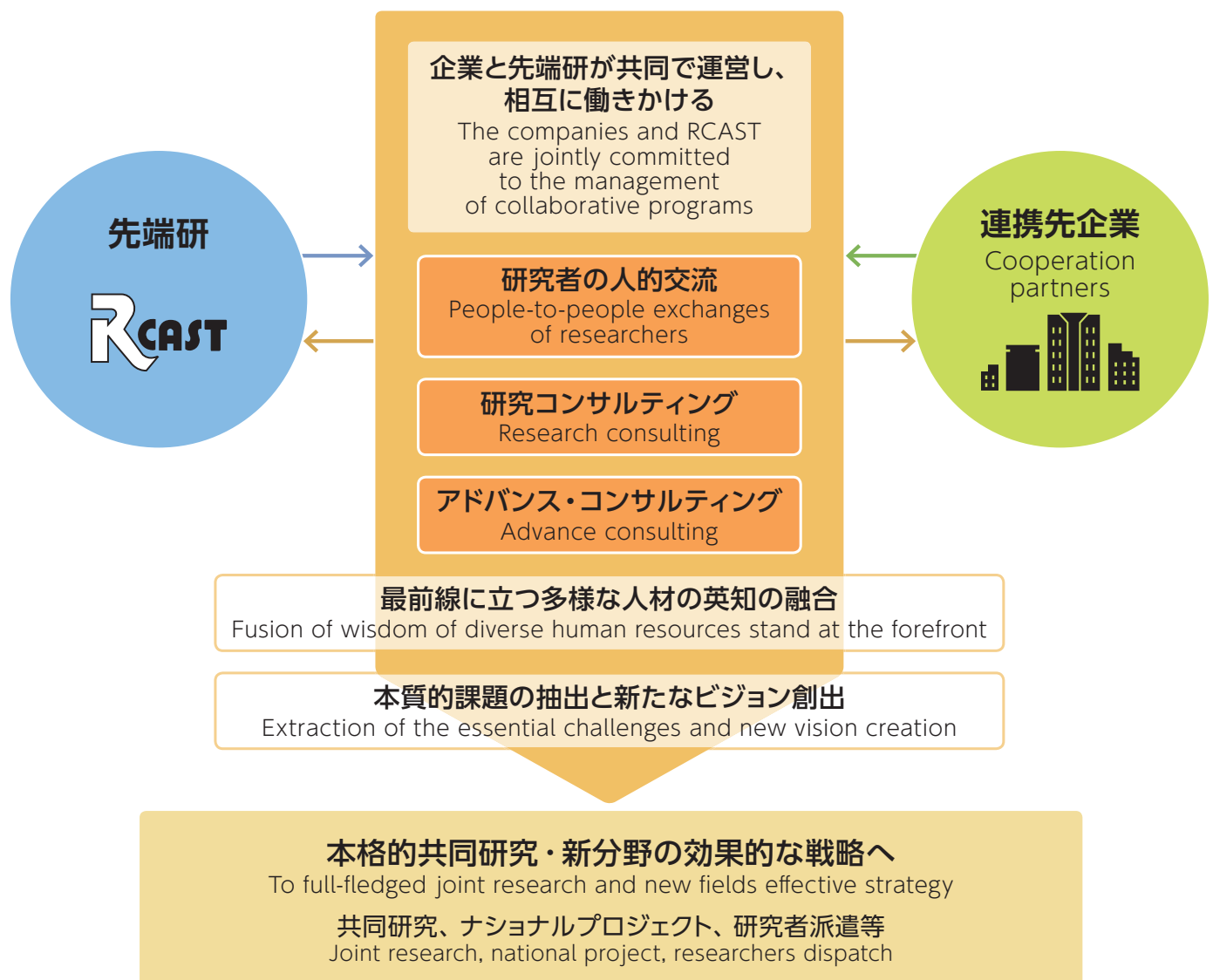
(50音順)  
(Japanese syllabary order)

## テーマが明確でない段階から、 企業のニーズに合わせたベストな連携を目指す

Aiming for “the best partnership” under a flexible framework,  
customized to fit each participant’s requests

個々の企業が抱える問題は千差万別です。先端研では研究分野の多様性を最大限に生かし、企業のニーズに応じ活動内容をカスタマイズする「組織連携」を実施しています。またこうした連携が、先端研の目的「人と社会に向かう先端科学技術の新領域」の開拓につながることを期待されます。

Usually, to start an industry-academia joint research project, its framework (objectives, formation, budget, etc.) should be strictly determined under the contract. However, it is not so easy to target a concrete goal for certain research issues, nowadays, as social problems and companies’ interests have been becoming more complex and various. So, RCAST, making the most of its wide-ranging research fields, is trying to coordinate unique Industry-Academia collaborative programs, customized to fit each partner company’s requests.





## 異分野交流会／コンソーシアム

Cross-section exchanges / Consortium programs

## 新しい形のパートナーシップ

New-type partnerships

「異分野研究の集合体」である先端研と異業種の複数企業による異業種・異分野交流の取組みを実施しています。ここから、新たな共同研究や、工学的手法によらない、異なる切り口による企業の「お悩み」に対する解決に向けた気づきが生まれることなども期待されます。また、企業と大学の1対1の関係では取り組むことが難しい社会的課題解決や基盤インフラ形成に向けて複数の研究機関、企業が参加する「コンソーシアム」を実施しています。

RCAST, which is an “assemblage of various research units”, is trying to make cross-section exchanges involving several companies. We expect not only that these trials will create new partnerships for joint research, but also that the participants (companies) find “keys” or “leads” to resolve their problems via novel approaches, through those exchanges. We also promote “Consortium” programs as an industry-academia-government tie-up scheme for solving major social issues which interest or should involve multiple companies.



「先端研産学連携交流会」の様子  
Scenes of “Industry-Academia Session, RCAST”



## 自治体との連携

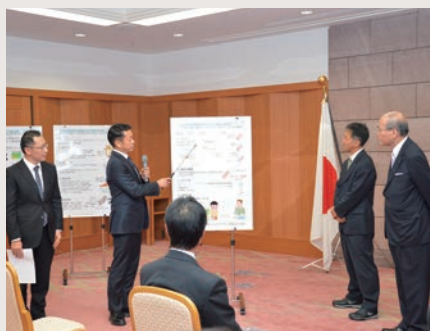
Cooperation with local governments

## 石川県との連携

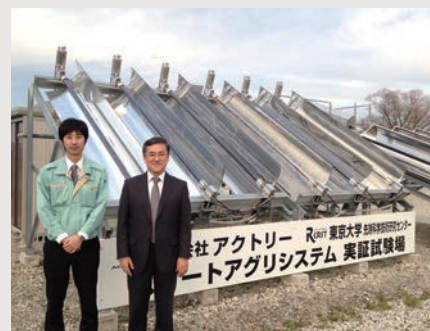
Cooperation with Ishikawa Prefecture

先端研では、石川県でのセミナーへの講師派遣などの人的交流を中心とした連携活動を続けてきました。2012年3月には先端研および石川県、(公財)石川県産業創出支援機構の三者で連携協定を締結し、「石川サテライトオフィス」を開設しています。また、2013年より先端研・石川県共同による産学連携支援制度を実施し、先端研の研究シーズを活用した地域産業活性化に向けた活動を推進しています。

RCAST and Ishikawa Prefecture have carried on exchange programs for over 10 years: sending RCAST researchers to seminars organized by Ishikawa Prefecture, accepting officials and specialists sent from Ishikawa Pref., etc. Going through the collaboration commenced with personal exchanges, and the RCAST Satellite office in Ishikawa was launched in 2012, under MOU, which was concluded at the same time. In addition, since 2013, Ishikawa Pref. has conducted a program promoting Ishikawa industries, making use of RCAST's research seeds.



連携事業採択式  
Ceremony for the joint project with companies



共同研究で試作した  
太陽光発電設備  
Solar power generation  
prototype system,  
developed in the joint  
research

## 研究室単位から東大全学協定まで 学際的なネットワーク構築で培う国際競争力

International exchanges in various schemes,  
from Inter-laboratory to International Academic Exchange Agreements

先端研の研究者は、それぞれの専門分野で国際的に競い合い、あるいは協働を通じた水準の高い研究活動を展開しています。同時に、研究者同士の枠を超えた組織的な連携も実施し、多面的なネットワーク構築に努めています。

RCAST researchers, who are esteemed worldwide for the excellence of their work, are conducting their research activities, cooperating or sometimes competing with international researchers. They are seeking further progress of their researches via wide-ranging networks, not only via people-to-people exchanges, but also under International Academic Exchange Agreements.



### 国際交流協定などによる主な海外の連携機関 Institutions in partnership with RCAST:

- |  |  |
|--|--|
| ① ケンブリッジ大学クレアホール (イギリス)<br>学際的ネットワークにおける全分野での研究者・学生交流                  | ① Clare Hall, University of Cambridge (GBR)<br>Academic exchanges of scholars and graduate students in interdisciplinary networks  |
| ② アリゾナ州立大学 アリゾナ再生可能エネルギーイニシアティブ (アメリカ)<br>太陽光エネルギー技術分野における共同研究・研究員相互受入 | ② Arizona Initiative for Renewable Energy, Arizona State University (USA)<br>Joint research on solar energy technology and visiting scholar mutual exchanges                     |
| ③ アリゾナ大学 (アメリカ)<br>昆虫科学及び神経科学分野での共同研究・学術交流                             | ③ The University of Arizona (USA)<br>Collaborative research and academic exchanges on insect science and neuroscience  |
| ④ フランス国立科学研究センター (フランス)<br>再生可能エネルギー分野における共同研究・研究者交流                   | ④ The National Center for Scientific Research (CNRS) (FRA)<br>Joint research activities and exchanges of researchers in the field of renewable energy                            |
| ⑤ ウムムアルクラー大学 (サウジアラビア)<br>人工知能及びその応用分野における研究協力                         | ⑤ Umm Al-Qura University (SAU)<br>Collaborative research for artificial intelligence and computer science  |
| ⑥ 革新的太陽光発電研究所 CRSP (アメリカ)<br>新エネルギーに関する共同研究・学術交流                       | ⑥ Center for Revolutionary Solar Photoconversion (USA)<br>Collaborative research and academic exchanges on new energy  |
| ⑦ ワシントン大学セントルイス校 (アメリカ)<br>学際的な研究ネットワークを基盤に全分野での研究・学生交流                | ⑦ Washington University in St. Louis (USA)<br>Research and student exchanges based on interdisciplinary research networks  |
| ⑧ ニューサウスウェールズ大学 (オーストラリア)<br>超高効率太陽電池研究開発事業における共同研究・学術交流               | ⑧ The University of New South Wales (AUS)<br>Joint research and academic exchanges in ultra-high-efficiency solar cells  |
| ⑨ スtockホルム大学 (スウェーデン)<br>創薬分野のバイオシミュレーションに関する共同研究・学術交流                 | ⑨ Stockholm University (SWE)<br>Exchanges of research and students for drug design and bio-simulation  |
| ⑩ ソウル大学 AICT (韓国)<br>学際的研究における全分野での学術交流                                | ⑩ Advanced Institutes of Convergence Technology, Seoul National University (KOR)<br>Exchanges of academic information and researchers in interdisciplinary research              |
| ⑪ カッセル大学 (ドイツ)<br>神経科学分野を中心とした学術交流<br>(協定等締結順)                         | ⑪ University of Kassel (DEU)<br>Exchanges of researchers and students, and collaborative research in the field of neuroscience<br>(Chronological order of agreements conclusion) |

## 国際連携における主な活動

Major activities in international cooperation

### ケンブリッジ大学クレアホール

With Clare Hall, University of Cambridge

ケンブリッジ大学クレアホールのアジアパートナー校として、クレアホールにVisiting Fellowとして認められた研究者を派遣。派遣された研究者は数か月クレアホールに滞在し、ケンブリッジの研究者と密度の高い共同研究、あるいは、世界各国から集まる研究者と異分野間の交流活動しながら生活します。研究者個人のネットワークだけでなく、先端研が国際的に広く知られる機会となっています。



ケンブリッジ大学で開催されたシンポジウムに参加  
RCAST joined the symposium held at University of Cambridge

RCAST, one of Clare Hall's Asia Partners, has been sending top researchers to Clare Hall since 2008. They are granted the title of "Clare Hall Visiting Fellow" (admitted by Clare Hall's Fellowship Committee) and given certain privileges. The researchers selected as visiting fellows stay for several months (max. 1 year), carrying out collaborative research with their host researcher(s) at University of Cambridge. This program also gives them opportunities to meet other visiting fellows from all over the world, and to make interdisciplinary exchanges with them.



クレアホールとの交流：  
2015年3月来訪時の様子  
Visit from Clare Hall  
in March, 2015

### フランス国立科学研究センター (CNRS)

With The National Center for Scientific Research (CNRS)

2012年、連携活動のためのオフィスを先端研内に設置しました。フランス人研究者がここに常駐し、再生可能エネルギー分野の研究を共同して進めています。先端研とCNRSだけではなく、フランス側はCNRSを中心に、日本側は先端研を核にして、それぞれ各国内の大学や研究機関が関わり、輻輳的に連携活動を実施しています。



連携オフィス  
開所セレモニー  
Joint office  
opening  
ceremony

Together with The National Center for Scientific Research (CNRS), RCAST-CNRS has carried on collaborative research for renewable energy (named "Next PV") since 2012, when the international joint office was launched. Under MOU concluded by RCAST-CNRS, these two institutes, and many other research institutes and universities are working together to explore more promising renewable energy technologies.



CNRSとの  
共同ワークショップ開催  
Joint workshop with CNRS

### 先端研フェロー

RCAST Fellow

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」として、研究その他に関わってもらい、先端研の活動に国際的な広がりを持たせています。教授会での投票を含む厳正な審査を経て、先端研フェローの称号が与えられます。(2016年3月現在、5名)

RCAST nominates distinguished individuals, in recognition of their great achievements and attainments, as "RCAST Fellows", through rigid examinations of their careers, backgrounds, accomplishments, etc. We expect them to cooperate broadly with RCAST activities and hope that the collaborative works with them expand and strengthen human networks in the world. (5 members as of March 2016)

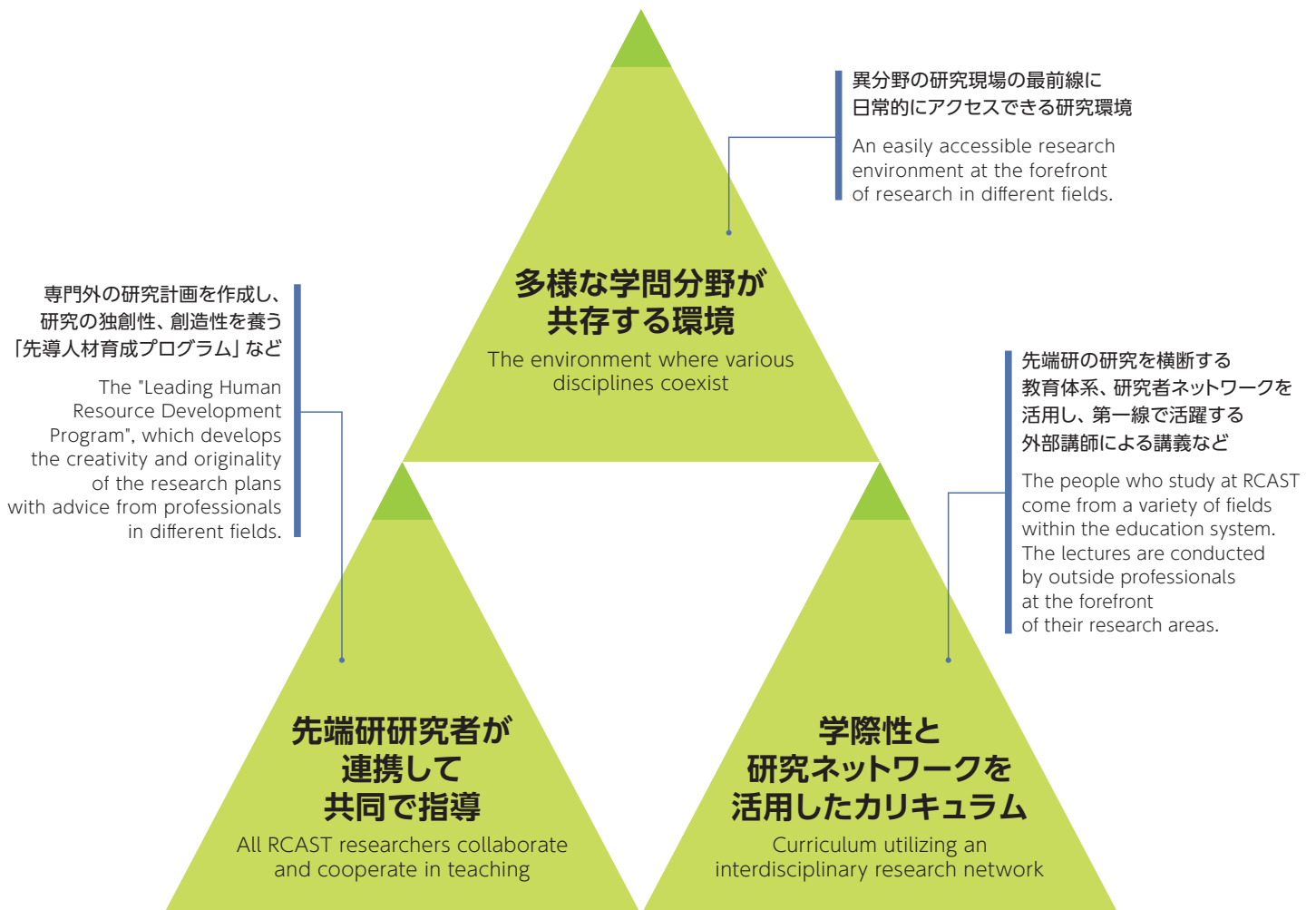


## 高い専門能力と多様化・複雑化する課題への対応能力 優れた研究マネジメントを実践できる人材を育成

Develop professionals with high expertise and problem resolution skills  
on diversified and complex issues

東大附置研究所で唯一、教育・研究指導を実施。大学院工学系研究科先端学際工学（博士課程）では、特に有職の社会人大学院生を積極的に受け入れ、医化学、理工学、社会科学からバリアフリーまで、学際研究が集結する研究現場の最前線でリーダーを育成しています。修了者には博士（学術）または博士（工学）が授与されます。

RCAST is the only institute at the University of Tokyo to carry out education and research guidance in affiliated research institutes. The Department of Advanced Interdisciplinary Studies (AIS) accepts actively working people and developing leaders in the fields of medical chemistry, science, engineering, social sciences, and barrier-free research at the forefront of the research site where interdisciplinary researches are gathered. Students will be given Ph.D or Doctor of Engineering.



### 人材育成にも活かされる、先端研の学際性

The interdisciplinary approach of RCAST is utilized in the development of human resources

## 従来型の大学院教育と社会人に開かれた 高度な専門教育を並行展開

RCAST offers a traditional graduate school education  
as well as advanced professional education for business people

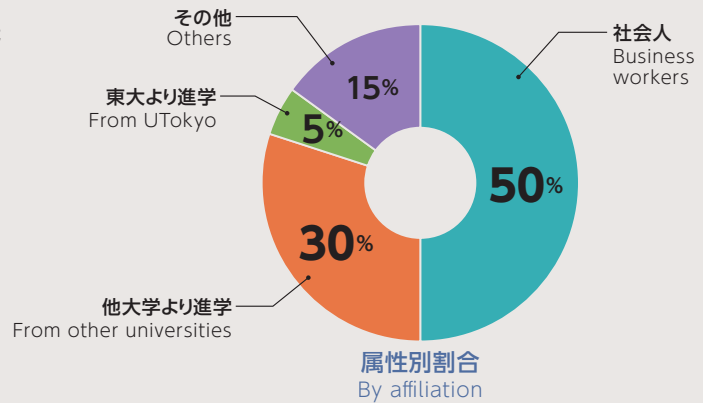
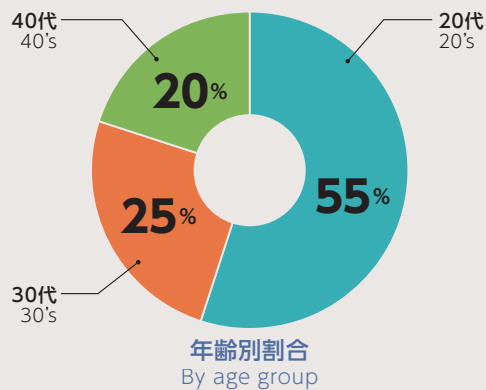
### 学生構成比 Student Composition

2015年12月現在  
as of December 2015

#### 在籍者の半数以上が社会人大学院生 専門外の分野を学ぶことで自らの専門分野を多角的に見つめ、深める

More than half of the students are business people  
Studying other fields gives them a multidirectional viewpoint  
and deepens their own study

※全体に占める外国人学生の割合：18%  
※The percentage of international students : 18%

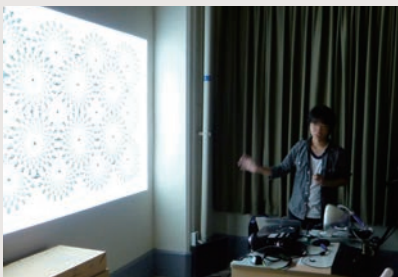


在籍者の半数以上を、企業・官庁などで活躍しながら、より高度な研究を目指す社会人大学院生が占めています。学際的で自由な研究環境で学ぶことで起こるケミストリーが、複雑化する課題に立ち向かい、世界をリードする人材を育てます。

More than half of the students are aiming at higher study at the same time as they are taking an active part at a company or a government office. The interactions that occur in the interdisciplinary learning and the free research environment gives students the power to confront complex issues and to lead the world.

### 先端研の特徴を活かしたカリキュラム Curriculum utilizes the characteristics of RCAST

#### バリアフリー プログラム Barrier-Free program



障害学、認知行動科学、障害支援技術など、「人と社会」「技術と思想」を繋ぐ学問領域

The academic fields connecting "people and society", or "technology and thought" such as Disability Studies, Cognitive Behavioral Science, and Assistive Technology

#### 環境・エネルギー プログラム Environment and energy program



気候変動、環境とエネルギーに関する技術開発から政治課題までを包括的に扱う

Develop the ability to look extensively at climate change, environmental issue, energy technology and politics

#### 先端学際工学特別講義 AIS Special lecture



先端研研究者ネットワークを活かした、第一線で活躍する講師による最先端トレンド講義

Utilizing the RCAST researcher network, cutting-edge trend lectures by instructors at the forefront of their various areas of research

## 社会に開かれた研究機関を目指して 様々な活動を展開

Towards becoming a research institute  
open to society

先端科学技術の新領域開拓をミッションに掲げる先端研は、人間、社会に向かった対外的な発信を行い、その功績を還元することもミッションの一つであると考え、さまざまな活動を行っています。

The mission of RCAST is to explore new areas of advanced science and technology. We keep in mind that part of our mission is to release information and share the achievements with people and society.

### 駒場リサーチキャンパス公開

Komaba Research Campus Open House

専門家及び一般の方を対象に、研究や活動内容を知っていただくことを目的とした研究所公開を、年に一度、生産技術研究所と合同で行っています。先端研で行っている研究の紹介や、6分野の研究者による講演会、子ども向けの理科教室などを開催。企業や他研究機関の研究者はもちろん、近隣住民も多く訪れています。

RCAST and the Institute of Industrial Science hold an open house once a year. RCAST opens the research institute to share our research activities with experts and the general public. There are lab tours, research lectures, and science classes for elementary and junior high school students. Neighborhood residents as well as researchers from companies or other research institutions visit the open house.



### 先端研リサーチツアー

RCAST Research Tours

中高生の科学・研究への関心を高め、将来の科学者育成へとつなげることを目的として、「先端研リサーチツアー」を定期的に開催しています。研究室見学や講義のほか、地方高校の進学支援を行う東大の学生団体「Fair Wind」の協力のもと、現役東大生と懇談できる交流企画を実施しています。

RCAST holds "RCAST Research Tours" periodically to encourage interest in science and research among middle and high school students and help foster future scientists. In addition to laboratory tours and lectures, "FairWind", a student organization at the University of Tokyo which helps regional high school students advance to the next level of education, facilitates an exchange program which provides these students with a chance to "hang out" with current UTokyo students.





## DO-IT Japan

### DO-IT Japan

全国から選抜された障害や病気のある中学生／高校生・高卒生／大学生の中から、将来の社会のリーダーとなる人材を養成することを目的としたプログラムです。また、障害のある人々だけではなく、その周囲の学校や機関にテクノロジー製品やサービス及びその活用ノウハウを届ける働きかけを行うことで、配慮のある社会環境の実現を目指しています。

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



## ひらめき☆ときめき サイエンス

### Hirameki☆Tokimeki Science

独立行政法人日本学術振興会との共催により、小・中・高校生を対象とした科学研究費補助金による研究成果の社会還元・普及を実施。研究機関で行う最先端の科学研究の成果について、研究者が体験・実験・講演プロデュースし、子どもたちが直に見る・聞く・触れることで科学の面白さを感じる場を提供しています。

This event is being held as part of the Japan Society for the Promotion of Science Program in order to present the research achievements of the KAKENHI (Science Research Funds) in a way that can be easily understood by elementary and junior high school students. The program is designed to provide participants with the opportunity to deepen their understanding of the importance of science and technology by seeing, hearing and interacting with the achievements of the cutting-edge researchers.



## 研究活動公開の取り組み

### Other Outreach Activities

幅広く研究活動を知っていただくための取り組みとして、先端研教員による、日本国内の教育機関・施設での授業を行っています。2015年は、つくば市科学実験教室の開催や、スーパープロフェッショナルハイスクール（SPH）に指定されている石川県の高校との連携で出張授業を行いました。

To promote and feedback the research activity to the public, RCAST researchers have been carrying out various outreach activities at educational institutions and facilities in Japan. In 2015, we supported Tsukuba science experiment classes, and the Ishikawa Prefecture Super Professional High School (SPH) program.



## 高い外部資金比率が示す 研究の先見性と融合研究の展開力

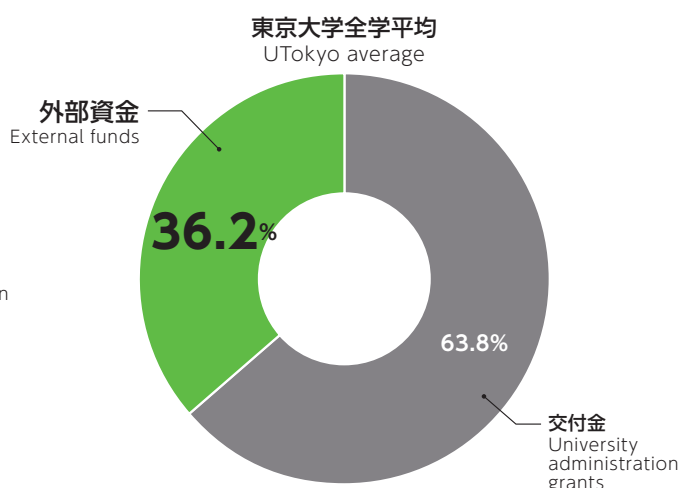
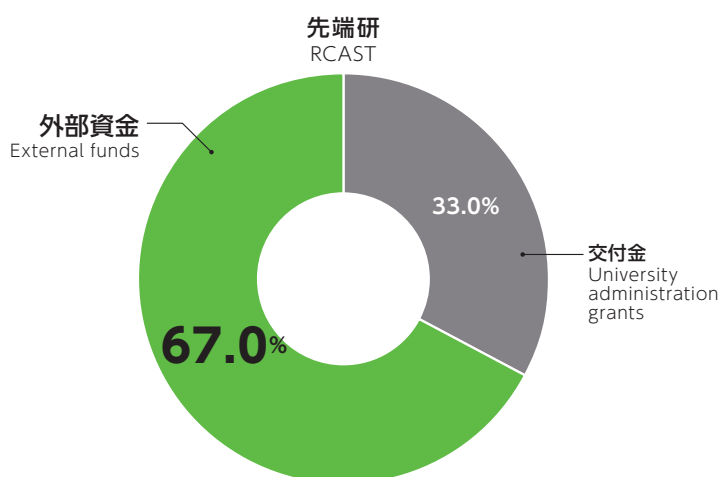
The high proportion of external funds indicates the far-sightedness of the research and the expansive power of integrated research

先端研は総事業費の7割近くを外部資金で運営しています。将来的に社会で必要とされる領域への先見性を発揮した研究、異分野と融合し新展開を図る研究など、先端研での研究が広く社会に求められていること、そして、自ら研究資金を獲得する力のある研究者が揃っていることを示しています。

Close to 70 percent of the operating expenses of the RCAST are covered by external funds. This shows society's expectations for the research at RCAST, such as the far-sightedness of study in research fields to be needed in society in the future, the integrated research aiming at new prospects, and most of the researchers are able to acquire funds by themselves.

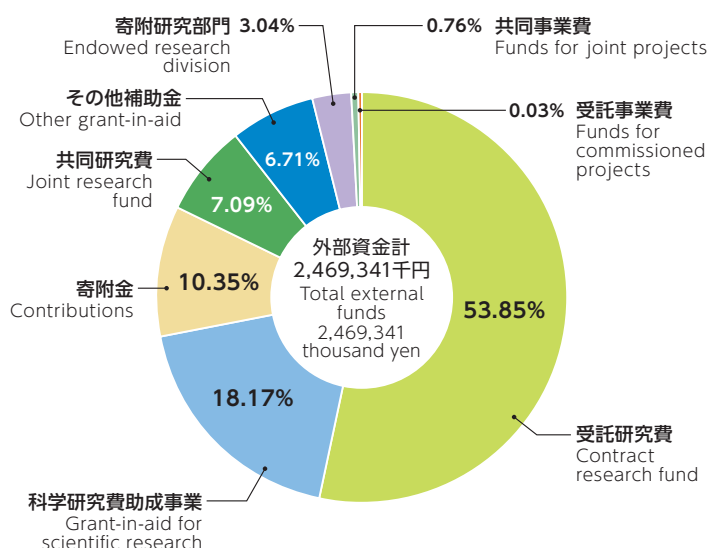
2014年度 東京大学全学平均との比較

Comparison with the average revenue of the University of Tokyo (UTokyo) for FY 2014

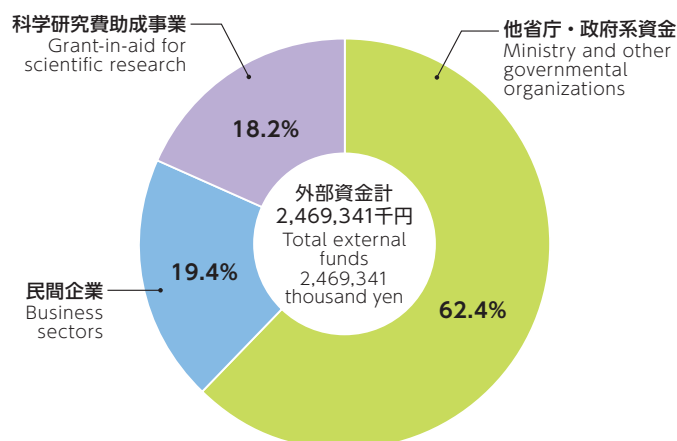


2014年度 外部資金内訳

External funds for FY 2014



2014年度 供給別外部資金 Source of external funds for FY 2014



※但し、間接経費を除く  
※Amount of contribution is excluded

# 多くの特任研究者との連携が 研究領域を広げ、新たな研究を生み出す

Cooperation with project researchers  
enables us to expand the area of study and produce new research

今では当たり前となった「特任制度」は、先端研が創設しました。それは、私たちが異なる環境で異なる視点を持つ人々と研究するメリットを実感しているからです。特任研究者は外部資金等で雇用されるため、高い外部資金比率は人材と研究の両面で大きな役割を担っています。

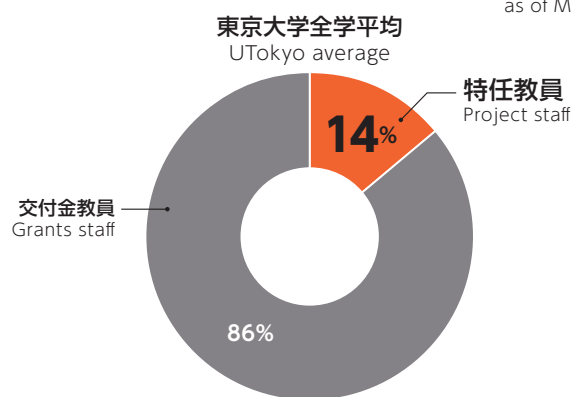
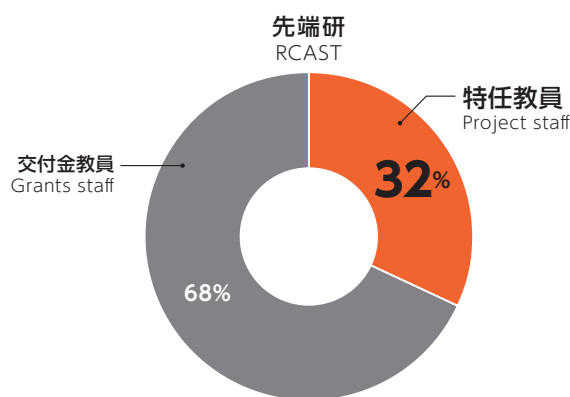
RCAST established a “project staff system” and it has become quite common. We always realize the immense value in working with researchers who have different viewpoints and who do research in different environments. Project researchers are mainly employed using external funds, so the high proportion of external funds is important for both personnel resources and research.

教員※構成比率（交付金：特任）

Composition ratio of academic staff※ (University administration grants : Project)

※教授、准教授、講師 ※Professor, Associate Professor, Lecturer

2015年5月現在  
as of May 2015



特任教員の割合  
The ratio of project staff

教授 Professor



准教授 Associate professor



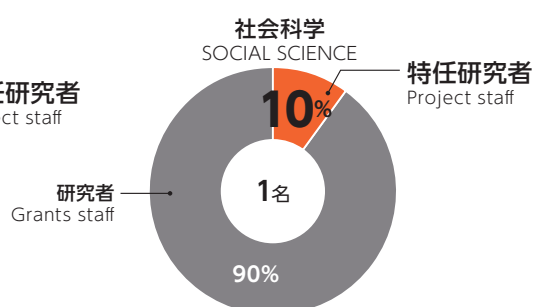
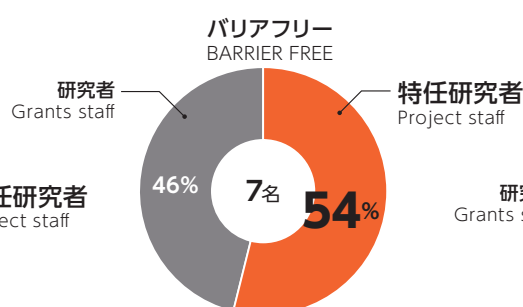
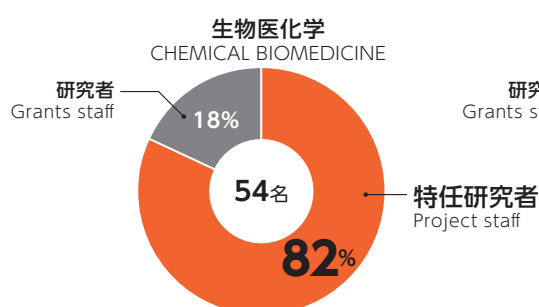
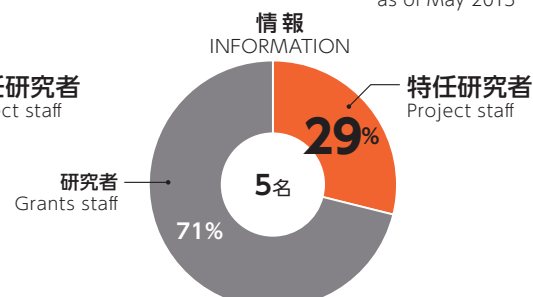
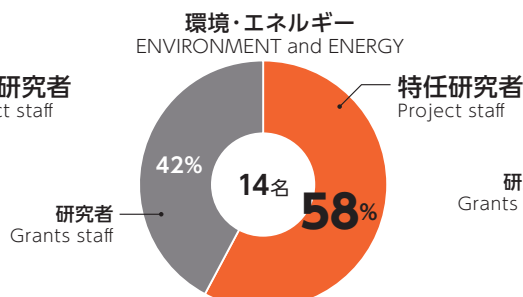
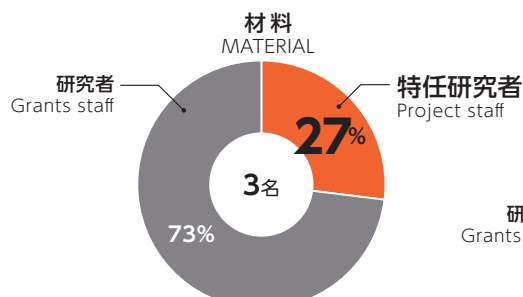
講師 Lecturer



6 カテゴリー別 特任研究者※※比率（交付金：特任） The ratio of project research staff※※ (University administration grants : Project) in six categories

※※教授、准教授、講師、助教、研究員 ※※Professor, Associate Professor, Lecturer, Researcher

2015年5月現在  
as of May 2015





## 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ネルギーハーベスタの研究を行っています。

### 筋・神経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。

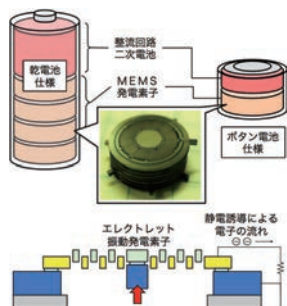
### Tiny power-packs for trillion-sensor era

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.

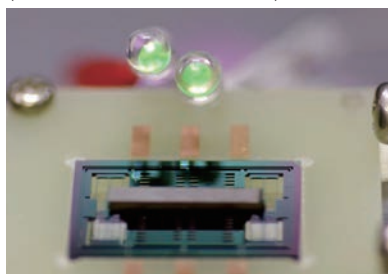
### Fusion of electronics with neuromuscular tissues

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 neuromuscular tissue cultivated on the surface of electronics. Our final goal is to elucidate the development mechanism of an intractable disease such as ALS (Amyotrophic Lateral Sclerosis).

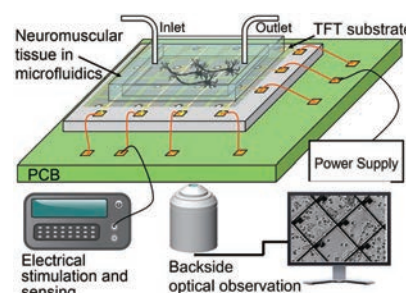
1 MEMS振動発電エネルギー・ハーベスタ  
MEMS Vibrational Energy Harvester



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



3 筋・神経細胞とエレクトロニクスの融合  
Interface between electronics and neuromuscular tissue



年吉 洋 教授  
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



ティクシエ三田 アニエス 准教授  
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 implementation of quantum information network

### ミリメートルの世界の量子力学を制御する

量子力学は現代物理学の最も基本的な理論のひとつで、ミクロの世界からマクロの世界まであらゆる領域で成り立っていると考えられています。その一方で、私たちの日常生活において、量子力学の基本原則である状態の重ね合わせを目にすることはありません。しかしながら、近年、きちんと制御された物理系を用意すれば、原子のようなミクロな世界だけではなく、ミリメートルサイズの素子においても量子重ね合わせ状態を実現することが可能であることが示され、それを用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。

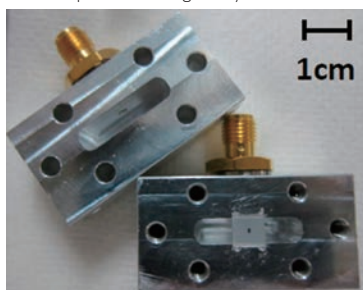
### Controlling quantum dynamics in the millimeter world

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.

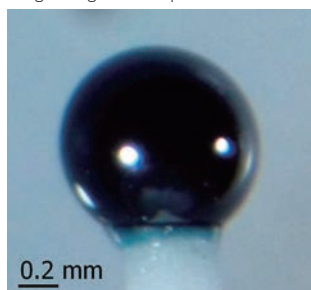
### Transfer quantum states between optical and microwave signals

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. One of our research targets is to realize quantum interface between the two domains and build quantum information networks based on collective excitations in solids. With that, we hope to extend the framework of quantum information science.

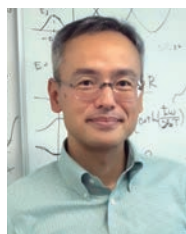
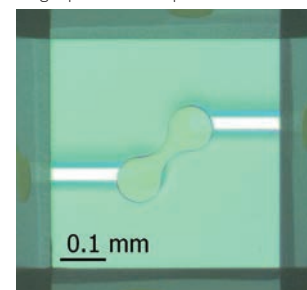
1 超伝導空洞共振器と超伝導量子ビット素子  
Superconducting quantum bit  
inside a superconducting cavity



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



中村 泰信 教授  
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 Science,  
Superconductivity

E-mail: yasunobu@qc.rcast.u-tokyo.  
ac.jp



宇佐見 康二 准教授  
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 助教  
Rekishu YAMAZAKI  
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」が実現できるかも知れません。このように、工学的応用を見据え、機能性分子の設計思想を見いだすことも重要な研究課題です。同時に、研究の道具となる新しい理論化学手法の開発にも挑戦しています。具体的な研究テーマは下記のとおりです：

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

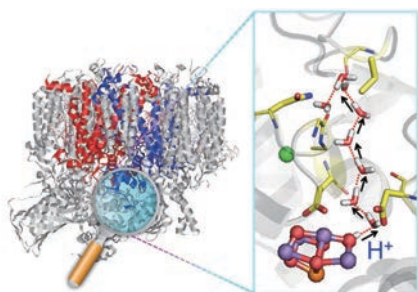
### Understanding of the principles of protein function on the basis of the molecular structure

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.

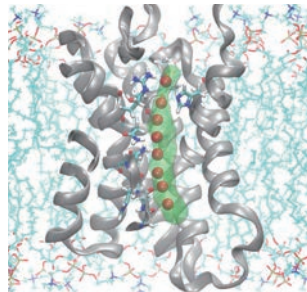
Certainly, functions of proteins should be fully explained solely by the molecular structure even if the functions are seemingly complicated. "Just computing molecules" is not in our interest. Our mission is to uncover new but simple principles essential to the protein science through careful analysis 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ควaporin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



石北 央 教授  
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



斉藤 圭亮 講師  
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



マテリアルズインテグレーションシステムが  
構造材料の開発をアシストする

Materials Integration System will accelerate the speed of R&amp;D for new structural materials

## マテリアルズインテグレーションが加速する材料開発

材料の性能は化学組成だけでは決まりません。例えば、航空機エンジンに使用される耐熱ニッケル合金は、化学組成が同じでも、鑄造合金と鍛造合金で、強度や靱性といった材料特性が異なります。製造過程で内部に形成された不均一な構造が、特性を大きく支配するためです。さらには、使用中の繰り返し変形による疲労、高温で長い時間をかけて変形が進行するクリープのように、外的因子が劣化をもたらします。

材料性能に影響を及ぼす内的・外的因子は多岐にわたるため、開発はどうしても試行錯誤的になり、長い時間と費用がかかります。特に、安全を支える構造材料では、寿命に関わる性能をばらつきまで考慮して保証するために、多数回の試験が求められます。

内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）で取り組まれている「革新的構造材料」（PD：岸輝雄 東京大学名誉教授）では、これまでの材料学の知見（理論、経験）を計算機に取り込み、さらにデータ科学を援用して材料データベースを活用するマテリアルズインテグレーション（MI）システムの開発に取り組んでいます。プロセス、構造、特性、性能を効率よく結びつけることで、構造材料開発にかかる時間の大幅な短縮を狙っています。

この開発は東京大学と物質・材料研究機構が中心となり、多数の企業、大学、公的機関の参画で進められています（研究責任者：小関俊彦 東京大学教授・副学長）。我々の研究室もこのプロジェクトのメンバーとして、結晶塑性学のバックグラウンドを活かし、材料性能の予測に必要な材料変数を効率的に取得するための手法を開発しています。

## Speed-up R&amp;D of new structural materials powered by Materials Integration System

The performance of materials depends not only on the chemical composition but also both the structure and the usage environment. In the case of heat-resistant nickel alloys for jet engines, for example, the difference in the manufacturing process, e.g. cast or wrought, heat treatment conditions, yields a huge variety of heterogeneous structures inside the materials, then leading to a wide variety of properties such as strength and toughness. Furthermore, the use environment degrades the materials through fatigue or creep, relating to the fracture.

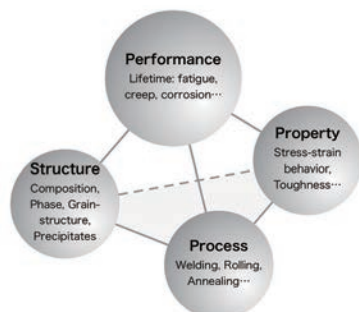
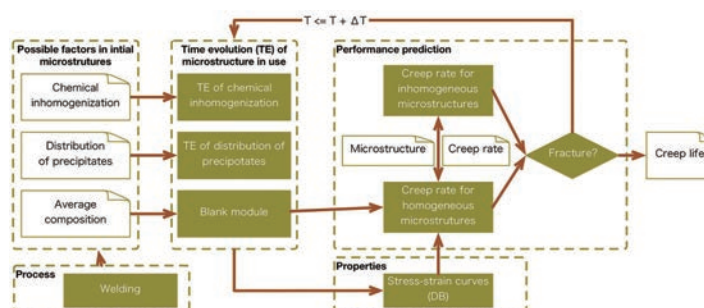
Since there are a number of intrinsic and extrinsic factors affecting the material's performance, the R&D process to design a new material takes a lot of time and resources. In particular, for the structural materials, which are critical for the safety of products, a large number of various testing are required to guarantee the performance in scattering data.

A new national project named Structural Materials for Innovation (Program Director, Emeritus Prof. Teruo Kishi, UTokyo) has been launched and one of its target is to develop a new computational system to predict the performance from the process, which system is named Materials Integration (MI) System. The MI system will include theoretical and empirical equations, computational simulation, and materials database with a power of data science and make linkages among Process, Structure, Property, and Performance. The final goal is to accelerate the R&D by reducing the number of try-and-error.

The joint team of UTokyo and National Institute for Materials Science leads the MI project together with a number of industry and academy sites (Project Leader, Prof. Toshihiko Koseki, UTokyo). As a member of the team, in our laboratory we develop the method to estimate the material parameters necessary for predicting the performance under the background of crystal plasticity.

## 1 構造材料開発の4要素

Four basic elements in the R&amp;D of structural materials

2 不均一組織を有する材料のクリープ寿命予測のためのワークフローの例  
A work-flow example to predict the creep lifetime

出村 雅彦 特任教授  
Masahiko DEMURA, Project Professor

専門分野: 材料学、結晶塑性・塑性加工、金属間化合物  
Specialized field: Materials Science and Engineering,  
Crystal Plasticity / Technology of Plasticity,  
Intermetallics

E-mail: [m.demura@mi.rcast.u-tokyo.ac.jp](mailto:m.demura@mi.rcast.u-tokyo.ac.jp)

## 化合物半導体を用いて 高機能なフォトニックデバイス実現する

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 高効率薄膜太陽電池

$\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 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、実用的な薄膜太陽電池の開発へ向けたデバイス研究もおこなっています。

### 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.

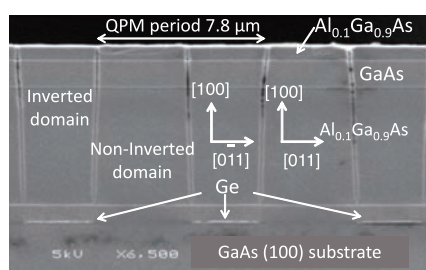
### Metal-halide perovskite semiconductors and their application to efficient thin-film solar cells

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 trying to realize practical thin film solar cells using metal-halide perovskite semiconductors, as well.

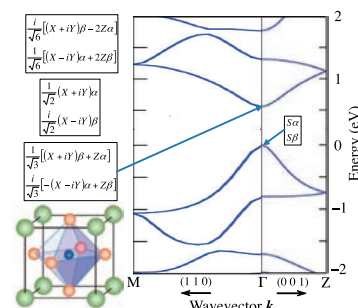
1 空間反転に用いる分子線エピタキシー装置  
Molecular beam epitaxy apparatus



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 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ の電子構造  
Electronic structure of  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$



近藤 高志 教授  
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

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

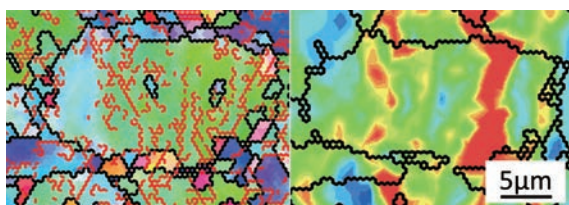
### Control deformability of materials which is never believed to be deformed

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.

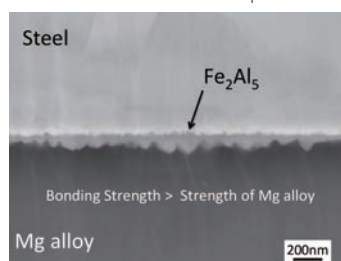
Current research activities focus primarily on the effect of microstructure and metallurgical property on novel high-strength and high-toughness steels, reliability of interconnects in integrated circuits, and defect nucleation in nanocrystalline metals and alloys. In addition, our lab also focused on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

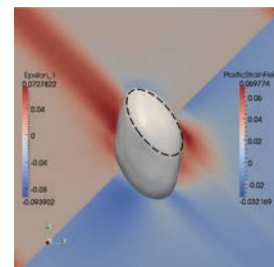
1 高強度鋼中で発生するひずみの局所化現象  
Strain localization observed in martensitic steel



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



井上 純哉 准教授  
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



## 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:

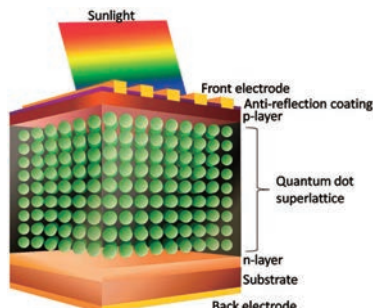
- (1) Intermediate band solar cells with photocurrent enhancement by two-step infrared photon absorption using quantum dot arrays or highly mismatched semiconductor alloys.
- (2) Multi-junction solar cells with improved spectral matching for sunlight by stacked semiconductor junctions.
- (3) Hot carrier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

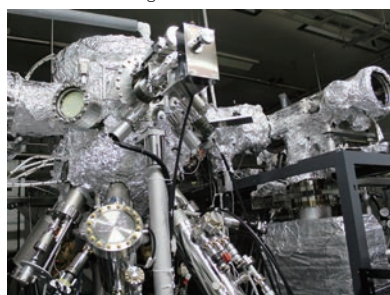
### Light-weight and Low-cost thin-film solar cells and Reuse technology of substrate

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.

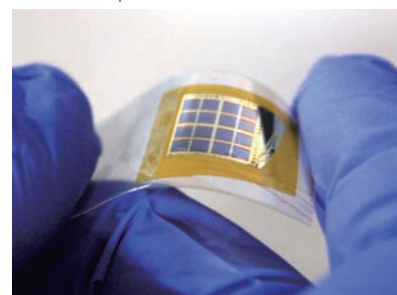
1 量子ドット中間バンド型太陽電池  
Quantum dot intermediate band solar cell



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



岡田 至崇 教授  
Yoshitaka OKADA, Professor

専門分野: 次世代太陽電池、半導体結晶成長、  
ELO・薄膜太陽電池  
Specialized field: Next-Generation Solar Cells,  
Semiconductor Crystal Growth,  
Epitaxial Lift-Off Thin-Film Solar Cells

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

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

玉置 亮 助教  
Ryo TAMAKI  
Research Associate

宮下 直也 特任助教  
Naoya MIYASHITA  
Project Research Associate

庄司 靖 特任助教  
Yasushi SHOJI  
Project Research Associate

## Urban Conservation Systems

都市保全システム 分野

西村研究室

Nishimura Laboratory

http://ud.t.u-tokyo.ac.jp

都市の物的な環境を保全するための  
さまざまな技術を開発するDevelopment of various technologies to conserve urban environment  
including urban heritage and water systems

## 歴史に依拠した都市のデザインを考える

魅力ある都市空間と都市生活を創造する為の方法論を探ることを目標としています。当研究室では、都市づくり・まちづくりの分野において、物的な環境や空間を通しながらも、これに関係する主体や要素、制度、分野の創造的な統合を図る「都市デザイン」という視点を重要視しています。中でも特に、それぞれの都市がこれまで積み重ねた「歴史」は、現代の都市生活を豊かにするためにも大変重要な側面の一つであり、これらの都市生活・都市文化をどのようにに継承しながら「持続可能な都市」を考えるという意味で、都市空間・都市文化が抱えてきた歴史をどのようにに継承するか、「都市保全システム」の体系を視野に入れた研究活動を行っています。

## 持続可能な都市の水システムを考える

安全な水を、安定的に、持続可能な形で供給するためのシステムづくりと浄水技術について研究しています。一例として、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、殺菌紫外線を照射して水中の微生物を不活化する技術で、塩素消毒に耐性のある病原原虫に極めて有効であるうえ、有害な消毒副生成物を生じない、薬剤添加が不要である、味やにおいに影響を及ぼさないなどの長所があり、今後一層の発展が期待されます。近年では、無水銀光源である紫外発光ダイオード（UV-LED）の水処理への応用にも取り組み、その特性を生かした装置設計や使う場の提案を行っています。

## Developing urban design based upon urban heritage

In the search for methods of creating visually appealing and functional cityscapes and urban environments, our laboratory in the city planning and community building fields uses the built environment and special landscapes to communicate an integration of the main elements and systems of planning in what we call "urban design". While we consider the histories embedded in the built environment as one important layer of our ability to live richly in an urban world today, we must also consider the future of life and culture in cities and how those can all play a part in the sustainable city; likewise we must think about how life and culture will develop in the city of the future. In keeping with these ideas, we include urban preservation systems within the scope of our research.

## Development of sustainable urban water systems

My research is on water supply systems and water treatment technologies for safe, stable and sustainable water supply. Among the technologies, water disinfection using ultraviolet (UV) radiation is particularly of my interest. UV disinfection can inactivate diverse microorganisms without producing toxic by-products and changing the odor and taste of water. As such, my research is to identify and propose key technologies for sustainable water systems.

## 1 実地調査に基づく景観分析（新宿区）

Townscape analysis through field survey  
(Shinjuku-ku)

## 2 歴史を活かした街並み再生提案（高山市）

Proposal for townscape regeneration  
with historic value (Takayama-city)

## 3 水利用と水質の調査（ネパール、コカナ村）

Survey on water use and water quality  
in Khokana, Nepal西村 幸夫 教授  
Yukio NISHIMURA, Professor

**専門分野:** 都市計画、都市景観計画、  
都市保全計画  
**Specialized field:** Urban Planning,  
Townscape Planning, Urban  
Conservation Planning

E-mail: nishimur@ud.t.u-tokyo.ac.jp

小熊 久美子 准教授  
Kumiko OGUMA, Associate Professor

**専門分野:** 水システム、浄水技術、  
紫外線処理、消毒、途上国の水問題  
**Specialized field:** Water Treatment and  
Supply, UV-Based Technologies, Disinfection,  
Water in Developing Countries

E-mail: oguma@env.t.u-tokyo.ac.jp

森 朋子 助教  
Tomoko MORI  
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。気候はそれ自身のカ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。

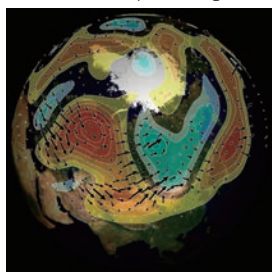
### Deciphering Earth's climate from circulation and interaction of the atmosphere and ocean

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.

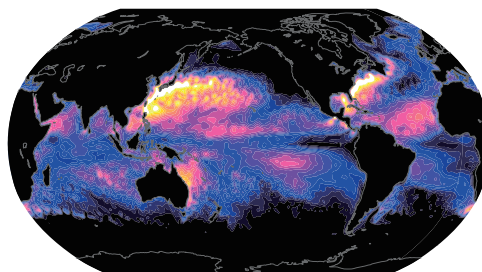
Observational data of the atmosphere and ocean are essential for understanding the formation and variability of the climate system as well as for assessing the predictability of its evolution. The time-evolving climatic state is represented in global distributions of atmospheric variables such as winds, temperature, humidity, precipitation and cloudiness and in ocean currents, water temperature, salinity and ice/snow 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.

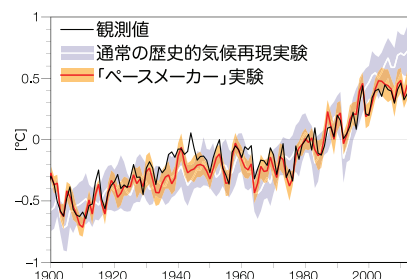
- 1 2010年8月に日本に記録的猛暑をもたらした上空の高・低気圧の波列  
Wavy pressure anomalies caused a heat wave to Japan in August 2010



- 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



中村 尚 教授  
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



小坂 優 准教授  
Yu KOSAKA, Associate Professor

専門分野: 気候変化、異常気象、  
数値シミュレーション  
Specialized field: Climate Change,  
Abnormal and Extreme Weather,  
Numerical Simulation

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

森 正人 助教  
Masato MORI  
Research Associate

宮坂 貴文 特任助教  
Takafumi MIYASAKA  
Project Research  
Associate



## 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直接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、有機合成技術を駆使した光電変換材料の探索研究や、溶液プロセスで構築する太陽電池の研究開発を行っています。また、幅広い太陽光スペクトルを効率良く光電変換させるための太陽電池構造の研究や、化合物半導体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による計算科学を活用した太陽電池材料の物性研究や光電変換素過程の研究にも取り組んでいます。

昼光以外にも様々な光エネルギー源があり、私たちの身の回りに賦存する光エネルギー利用は、エネルギーハーベストの一つとして、重要性が高まっています。われわれは、低照度環境においても高効率発電が可能な次世代太陽電池を組み込むことで、様々な光環境で動作するエネルギーハーベストデバイスの研究開発も実施しています。

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取り組むことが大切です。そこで、本研究施設では、様々な産業界の方々とも連携をさせて頂きながら、研究開発を実施しています。

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

Solar energy is one of the most useful renewable energy sources. Therefore efficient utilization of solar energy plays an important role in finding solutions for 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 and development are directed at several topics ranging from efficient photovoltaic material exploration to device construction. The topics include the syntheses of new materials to increase light harvesting and carrier transport efficiency, and the development of solar cells by using solution-based technology. New solar cell structures of tandem type and spectral splitting type, and so on, are developed to utilize the solar spectrum as fully as possible. Fundamental studies on ultra-high efficiency solar cells with nanostructured materials such as colloidal quantum dots are carried out. The understanding of photovoltaic processes and solar cell materials properties is deepened by employing computational chemistry with the aid of super-computers.

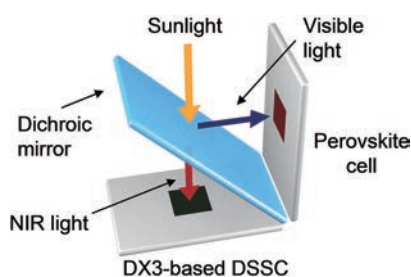
Utilization of light energy sources available in our daily life has been becoming increasingly important from the viewpoints of *energy harvesting*. Research on self-driven energy harvesting devices is performed by focusing on organic solar cells, which yield relatively high power conversion efficiency even in a dimmer light condition.

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

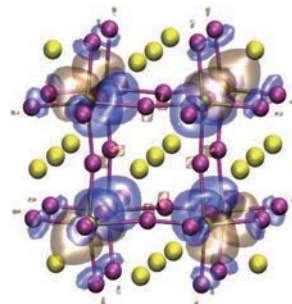
#### 1 太陽電池パネル実証試験 Field tests of solar panels



#### 2 分光タンデム型太陽電池 Spectrum splitting type tandem solar cells



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



久保 貴哉 特任教授  
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



別所 毅隆 特任講師  
Takeru BESSHO  
Project Lecturer

専門分野: 太陽電池、  
プリンテッドエレクトロニクス  
Specialized field: Solar Cells,  
Printed Electronics

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

中崎 城太郎 助教  
Jotaro NAKAZAKI  
Research Associate

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事は、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形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

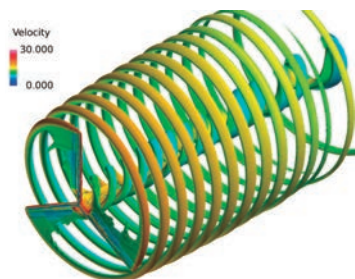
### Sustainable renewable energy systems development

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.

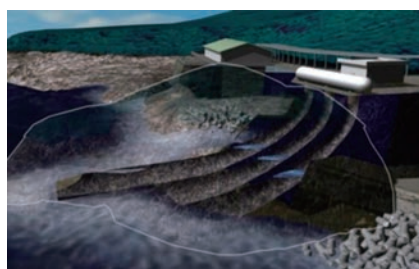
Especially, natural wind that is a source of energy of wind power system is affected by the atmosphere of the state and terrain properties such as low pressure and typhoons. This influence produces a flow phenomenon with a complex spectrum and causes some issues such as a failure trouble to the renewable 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

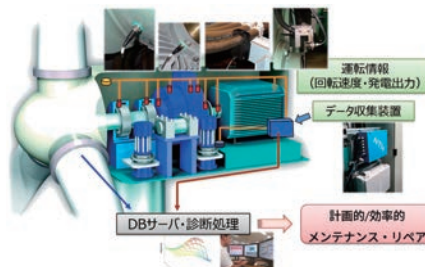
1 風力発電機周りの大規模数値シミュレーション  
Computational flow simulation around the wind turbine



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



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

専門分野: 再生可能エネルギー、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](mailto:iida@eco.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有用な機械的・電気的・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気的・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。

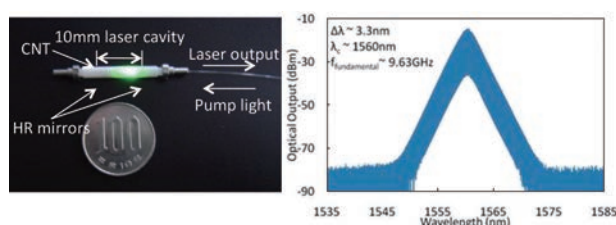
### New Lasers and Devices using Nanocarbon

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.

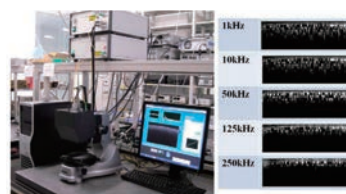
### Fast Color-swept Lasers for Sensing and Medical Applications

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.

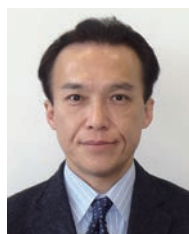
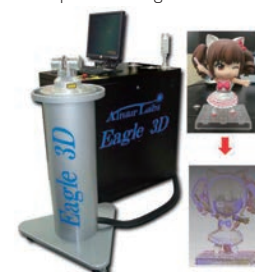
1 CNTによる世界最小のフェムト秒ファイバレーザ  
World-Smallest CNT-based Femtosecond Fiber Laser



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



山下 真司 教授  
Shinji YAMASHITA, Professor

専門分野: ファイバフォトニクス  
Specialized field: Fiber Photonics

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



セット ジ イョン 准教授  
Sze Yun SET, Associate Professor

専門分野: レーザフォトニクス  
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.

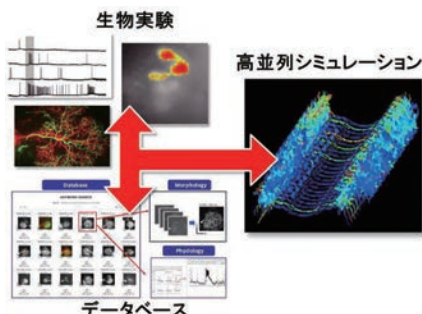
Our target is a 10,000-celled neural circuit in the brain of a male silkworm. The circuit is responsible for olfactory input, processing and odor-tracking behavior. We have been investigating morphological and functional properties of single neurons by electrophysiological techniques, and integrating 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 silkworms 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 silkworms 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.

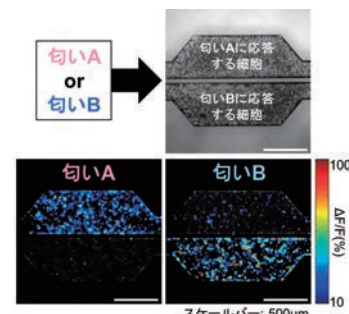
#### 1 雄カイコガ (*Bombyx mori*) Adult male silkworm (*Bombyx mori*)



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



#### 3 細胞利用型匂いセンサチップの匂い応答 Response of a cell-based odorant sensor chip



神崎 亮平 教授  
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

櫻井 健志 特任講師  
Takeshi SAKURAI  
Project Lecture

並木 重宏 特任講師  
Shigehiro NAMIKI  
Project Lecture

安藤 規泰 助教  
Noriyasu ANDO  
Research Associate

光野 秀文 特任助教  
Hidefumi MITSUNO  
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、細胞集団の位相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。

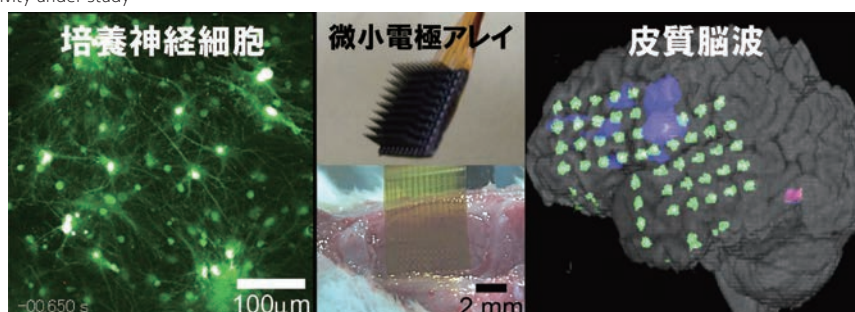
### Emergent computing from neural circuits

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



高橋 宏知 講師  
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



## データ駆動型社会の基幹となる情報通信技術を開発し 産業／経済／社会構造の変革につなげる

Envision a future industrial, economical, and social structure  
by developing information and communication technologies as a basis of data-driven economy

### 未来をデザインするICT

未来を創るICT（情報通信技術）として、「社会基盤ICT」と「エクスペリエンスICT」の2つを考えています。クラウドに収集される「多種多様な膨大なストリームデータ（センサ等から得られる時系列データ）」が競争力の源泉となる世界です。特に、環境、都市、土木、農業、医療、資源、工場などの分野から集められるデータを利活用する新たなストーリー展開を考え、産業／経済／社会構造の大きな変革につなげていくことが目的です。ピーター・ドラッカーは、蒸気機関が鉄道の登場を促し、鉄道の登場がめぐりめぐって郵便、銀行、新聞などの登場につながったと喝破していますが、ICTも長い年月をかけて新しい産業と社会制度の確立に寄与していくこととなります。

### データ駆動型経済の基幹技術を拓く

データ駆動型経済の実現を見据え、新たな情報ネットワークフレームワークを構築するとともに、革新的なICT利用技術やコンピューティング環境のあり方を示唆することを目指しています。これに向けて、「新しいネットアーキテクチャの開発」「ユニークなアプリケーションプロトタイプのデモ」といった両面から研究開発を進めています。具体的には、「モノのインターネット/M2M/ビッグデータ」「センサネットワーク」「モバイル/無線通信」「社会実装（橋梁、農業、保全、スマートグリッド等）」などの研究を進めています。うならせる「社会基盤ICT」「エクスペリエンスICT」でもって、国内外が抱える社会問題を解決するとともに人類の知的活動を支援する社会の創造に寄与することがゴールとなります。

### ICT for designing our future society

We identify “ICT as social infrastructure” and “ICT as experience” for designing our future society. The huge amount of various stream data, i.e., time-series data from sensors, collected in the cloud will be a new source of economic growth. Our goal is to transform our industrial, economic, and social infrastructure by designing data driven society from the use of data inherent in environment, city, construction, agriculture, medical care, resource, and factory. As Peter Drucker mentioned that an essential impact of the steam engine technology was not the development of railroad, but the transformation of industries such as postal service, investment bank, and daily paper, ICT will contribute to totally transform our industries and societies over the years.

### Unveil ICT in data-driven economy

For realizing data-driven economy, our goal is to design a new information network framework, and to identify opportunities and challenges for innovative ICT services and computing environment. Towards this, we conduct researches both on designing new network architecture and implementing unique “proof-of-concept” prototypes. Our projects cover a large spectrum: IoT/M2M/big data, sensor networks, mobile and wireless systems, and social implementation such as bridge monitoring, agriculture, maintenance, and smart grid. With impressive “ICT as social infrastructure” and “ICT as experience”, we will solve social problems on our earth and support intellectual activities for creating our future society.

1 橋梁ヘルスモニタリング  
Bridge health monitoring



2 スマートグリッド  
Smart grid



3 無線センサネットワーク choco  
Wireless sensor network “choco”



森川 博之 教授  
Hiroyuki MORIKAWA, Professor

専門分野: モノのインターネット、M2M、ビッグデータ、  
情報通信

Specialized field: Internet of Things, M2M, Big Data,  
Networks

E-mail: mori@mlab.t.u-tokyo.ac.jp

稲田 修一 特任教授  
Shuichi INADA  
Project Professor

鈴木 誠 助教  
Makoto SUZUKI  
Research Associate



## Mathematical Physics of Emergent Systems

数理創発システム 分野

西成研究室  
Nishinari Laboratory<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/tnkishi/>

## 渋滞学

Jamology

## 様々な渋滞の解消を目指す渋滞学

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

例えば車の場合、車間を詰めて走行している車の先頭がちょっとした上り坂で減速すると、ブレーキの連鎖によって大渋滞が発生します。ところが、1 km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とする、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 1 km 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

西成 活裕 教授  
Katsuhiko NISHINARI, Professor専門分野: 数理解物理学、渋滞学  
Specialized field: Mathematical Physics, JamologyE-mail: [tnkishi@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp](mailto:tnkishi@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp)柳澤 大地 准教授  
Daichi YANAGISAWA  
Associate professor佐藤 純 助教  
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

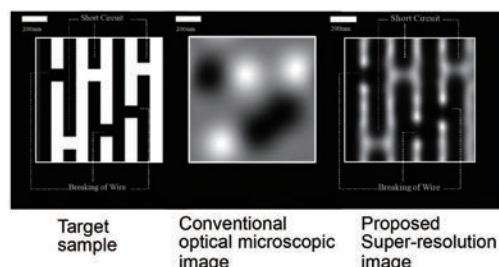
We conduct research on advanced micro/nano production technology, which can be applied to the next-generation ultra-precision manufacturing by focusing on photon energy, which is the ultimate energy believed to be the root of our life. Especially we are developing photon based cutting-edge techniques 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.

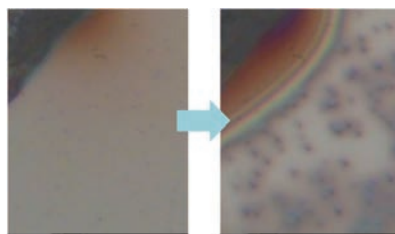
## 1 半導体パターンの回折限界超越検査

Super-resolution inspection of semiconductor patterns



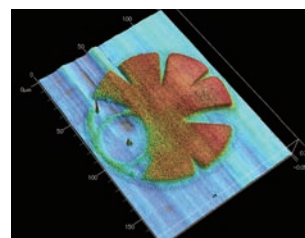
## 2 自律的欠陥探索プローブによるナノ欠陥の一括検出

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

高橋 哲 教授  
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

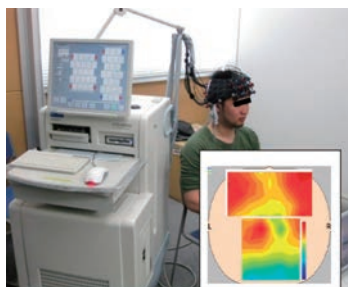
Recent advances in experimental and analytical techniques have revealed that biological systems are precisely organized to do various functions better than we had imagined. We have been developing theories for dynamical systems and methods of measurement in order to elucidate the underlying mechanisms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

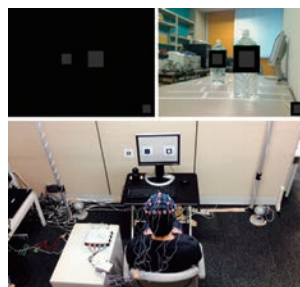
The main topics for our research group are as follows:

- 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 non-invasive evaluation of the autonomic nervous system
- Novel brain-machine interfaces based on augmented reality

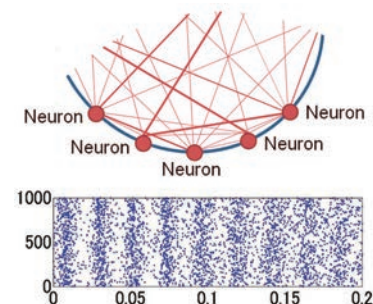
- 1 光を用いた高精度な脳機能評価手法の提案  
Development of brain function evaluation  
using near-infrared lasers



- 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



小谷 潔 准教授  
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](mailto:kotani@neuron.t.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.

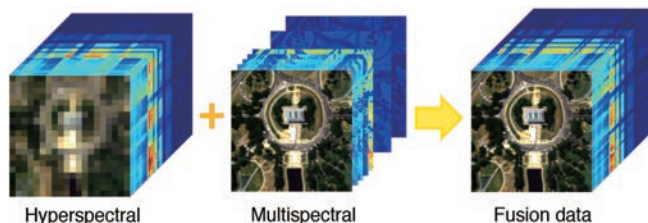
### (2) Accurate spectral information

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



岩崎 晃 教授  
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](mailto:aiwasaki@sal.rcast.u-tokyo.ac.jp)

横矢 直人 助教  
Naoto YOKOYA  
Research Associate

## 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

### 身体性をデザインする

我々が、自由自在に表現、行動することを支援するシステムを構築するための挑戦は何でしょうか？ 現在のバーチャルリアリティ、拡張現実感などのヒューマンインタフェース技術は主に視聴覚情報しか用いていません。しかしながら、我々の日常生活で我々は様々なモダリティにより入出力を行っており、例えば身体的接触など様々な様式によるインタラクションは、実世界、バーチャル世界での我々の経験や表現を豊かにすることに役立つと考えられます。

感覚・知覚などの生理的知見、デバイス技術、情報技術などに基づき、新たな「人機一体」のシステムの構築を行うことが可能であり、我々は、透明コックピット、ストップモーションゴーグル、前庭感覚電気刺激を用いたインタフェース、JINS MEME、超人スポーツなどの研究を通して人間の入出力を拡張するための研究を行っています。

研究分野としては

- (1) 人間のシステムの理解
- (2) 人間拡張工学
- (3) 自在化技術
- (4) エクスぺリエンス工学、エンタテインメント工学

などを含みます。

What are the challenges in creating interfaces that allow a user to intuitively act and express his/her intentions? Today's Human-Computer Interaction (HCI) systems include virtual/augmented reality are limited, and exploit only visual and auditory sensations. However, in daily life, we exploit a variety of input and output modalities, and modalities that involve contact with our bodies can dramatically affect our ability to experience and express ourselves in physical and virtual worlds. Using modern physiological understandings of sensation and perception, emerging electronic devices, and agile computational methods, we now have an opportunity to design a new generation of "Human-Computer Integrated" systems.

We have archived several improvements that use multi/cross modal interfaces for enhancing human I/O. They include Transparent Cockpit, Stop-Motion Goggle, Galvanic Vestibular Stimulation, JINS MEME (electrooculography (EOG)-based smart glasses) and Superhuman Sports.

Our challenges include:

- (1) Understanding human factors
- (2) Enhancing human I/O
- (3) Designing new body schema
- (4) Experience engineering and entertainment computing

1 再帰性投影技術による「光学迷彩」(撮影:Ken Straiton)  
"Optical Camouflage" based on Retroreflective  
Projection Technology



2 眼電位を計測可能なメガネ「JINS MEME」  
"JINS MEME" (electrooculography  
(EOG)-based smart glasses)



3 超人スポーツ「Bubble Jumper」  
Superhuman Sports "Bubble Jumper"



稲見 昌彦 教授  
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: inami@inami.info

システム生物学を駆使して  
新しい栄養学の視点からがんと生活習慣病を治すSystems biological concur of cancer and metabolic diseases  
by introduction of latest nutritional dimension

## 新しい栄養学の視点から病気の予防と治療に生かす

これまでの栄養学に基づき、がんや生活習慣病では、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、最近のがんや生活習慣病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やエピゲノム情報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、動脈硬化や生活習慣病における原因遺伝子を明らかにしてきました。また、がん細胞においては低酸素・低栄養・低pHで悪性化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、成長、発達、成熟、老化に伴ってエピゲノムと代謝が変化し、がんや生活習慣病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生かす。
- (2) 飢餓やネガティブ・エナジー・バランスの制御系を明らかにし生活習慣病の治療に生かす。
- (3) 新しい栄養学の視点から病気の予防と治療に生かす。

このようにエピゲノムと新しい栄養学の視点から、転移や再発した進行癌、糖尿病、動脈硬化症、骨粗しょう症や筋力低下、老化に伴う基礎代謝率の低下などに対する新たな治療法を見出すことを目指しています。

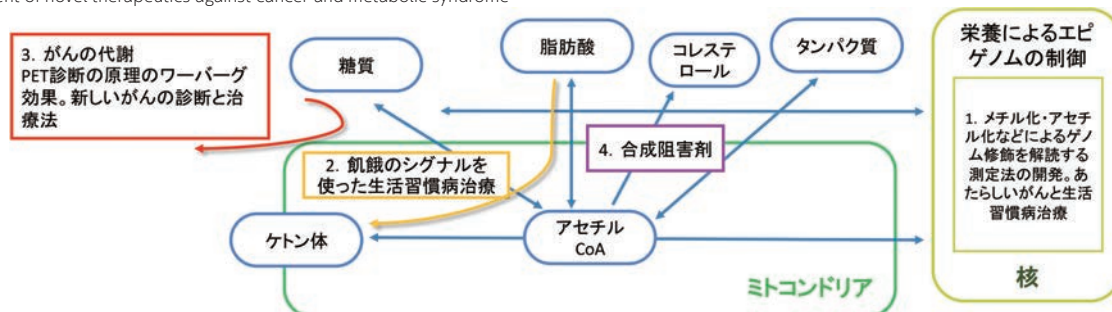
Latest understanding of nutrition  
for prevention and treatment of diseases

Based on the conventional nutritional study, sugar, protein, lipids were independently considered in several diseases, including cancer and metabolic diseases. However, recent researches in cancer and metabolic diseases have been dramatically improved our metabolic knowledge of these disorders due to latest understanding of nutritional study. Indeed, sugar, protein, lipids 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 several key regulators in metabolic diseases such as atherosclerosis. We also 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 development of cancer and metabolic diseases associated with life span from infant, through growth phase to adult phase, that can be utilized for the development of novel therapies by integration of genome, epigenome, transcriptome, proteome, metabolome data analysis.

Our challenges include:

- (1) Regulation of novel onco-metabolites (cancer associated metabolites) for the treatment of cancer.
- (2) Regulation of starvation and negative energy balance for the treatment of metabolic diseases.
- (3) Latest understanding of metabolism for the treatment of these disorders.

We challenge to develop therapeutics for advanced metastatic cancer, diabetes, atherosclerosis, osteoporosis, and muscle weakness, improvement of the aged basal metabolism through integration of epigenome and metabolome analysis.

1 栄養と増殖シグナルからのがんや生活習慣病の治療法の開発  
Development of novel therapeutics against cancer and metabolic syndrome

児玉 龍彦 教授  
Tatsuhiko KODAMA, Professor

専門分野：システム生物学、血管医学、がん代謝学  
Specialized field: Systems Biology, Vascular Medicine, Cancer Metabolism  
E-mail: kodama@lsbm.org



田中 十志也 特任教授  
Toshiya TANAKA  
Project Professor

専門分野：栄養代謝学、核内受容体創薬  
Specialized field: Nutritional Metabolism, Nuclear Receptor Drug Discovery  
E-mail: tanaka@lsbm.org

大澤 毅 特任助教  
Tsuyoshi OSAWA  
Project Research Associate



## 膜シグナルから細胞内輸送へ

Signal transduction and membrane traffic

### 細胞内輸送

生命の基本単位である細胞は、そこで働く生体分子が適切に配置されて初めて機能するための巧妙な輸送系を備えています。我々の関心は、その中でも特に受容体などの膜タンパク質の「位置」および「相互作用」であり、輸送系とともに織りなす広範な細胞機能です。この中には、(1) 移動の仕組みとシグナル伝達の連関、(2) 膜の動的形態変化、(3) 細胞骨格系との相互作用なども含まれます。

手法としては、生体分子に可視化標識をつけ、時間的、空間的調節を含めた細胞の動的観察、さらに輸送を調節する分子の同定（構造解明も含む）、そして、遺伝子改変によるメカニズム解析などです。こうした研究は基礎生物学的な疑問に答えるだけでなく、輸送系の破綻としての疾患という新しい視点を提供します。例えば、細胞増殖機構やインスリンの作用機構にも重要な情報を与え、がんや糖尿病など生活習慣病の病態解明につながり、新たな治療法開発に道を拓くものです。

### シグナル伝達

私たちはこれまで遺伝的糖尿病モデル動物において、インスリン情報伝達がインスリン作用臓器において障害されていること、またこのようなインスリン情報伝達は正常動物であっても食事・運動などの環境の変化によって短期間に障害されることを明らかにしてきました。またAkt/PKBなどのインスリン情報伝達分子に結合するタンパクのクロニングや機能解析を行ってきました。

糖尿病、脂質異常症、高血圧などの生活習慣病は、食事・運動などの修正により数日程度の短期間に一定の改善が認められます。このような可逆的な病態を示す疾患の成り立ちの理解のためには、シグナル伝達を分子のリン酸化などの修飾でとらえるのみではなく、異なるシグナル伝達経路のクロストーク、複数分子の複合体形成による機能調節、細胞骨格系との相互作用などの機構を解明していく必要があると考えています。

生体分子の可視化や特異抗体を用いた局在解析による、シグナル伝達の時間的、空間的調節を明らかにしていくとともに、in vivoでのシグナル伝達の解明を進めていきます。

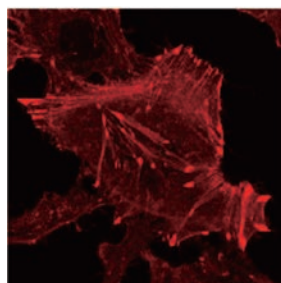
Living cells are compartmentalized into many intracellular organelles, and functional molecules (including proteins and lipids) are transported between them by small vesicles. This fundamental logistic function is known as membrane traffic. The focus of our research is to understand molecular mechanisms of the membrane traffic. As it is essential to learn the localization and interactions of molecules in living cells, we use various imaging techniques including molecular and cell biological methods. Specifically, we are interested in the lipid-protein interactions on the membranes and their relationship to cytoskeletal systems. Impaired membrane traffic is found in some human diseases, therefore, our research is also important for the development of new treatment for human diseases.

We have previously shown that insulin signaling was impaired on insulin effective organs in a genetically diabetic animal model. Environmental factors such as overeating or inadequate exercise impair insulin signaling in multiple organs within short periods of time even in the genetically normal animals. In addition, we have identified a novel gene APE (Akt Phosphorylation Enhancer) that interacts with insulin signaling molecule AKT/PKB and analyzed its function.

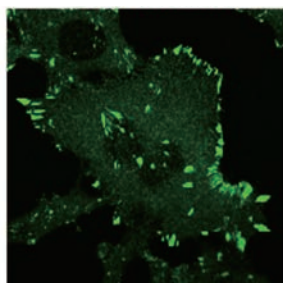
Common diseases such as diabetes, dyslipidemia, and hypertension are ameliorated by diet therapy and exercises in short period. In order to understand the molecular basis of these diseases, we elucidate the crosstalk of different signaling pathway regulations by the complex of signaling molecules, and interaction of signaling molecules with cytoskeleton.

We will explore the signaling pathway regulated timely and spatially by localization analysis of protein using biomolecular visualization and specific antibodies, and also clarify the in vivo signaling mechanism using knockout mice.

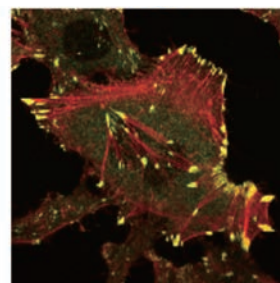
1 細胞遊走の足場  
Focal adhesion



Actin



Focal adhesion



Merge



**柴崎 芳一** 特任教授  
Yoshikazu SHIBASAKI, Project Professor

専門分野: 膜シグナル、膜トラフィック  
Specialized field: Membrane Traffic

E-mail: shibasaki@lsbm.org



**穴井 元暢** 特任准教授  
Motonobu ANAI, Project Associate Professor

専門分野: シグナル伝達  
Specialized field: Signal Transduction

E-mail: anai@lsbm.org

## 計算科学を駆使した物理の基本法則に基づく 分子レベルの生命科学研究と創薬応用

Molecular life sciences and drug discovery  
based on physics and computational science

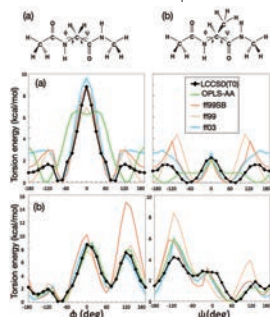
### 生体分子の未知の振る舞いを物理法則で明らかに

生命の営みを突き詰めると生体内での原子・分子の反応や動的振る舞いに帰着しますが、その運動は量子力学や統計熱力学などの物理法則に支配されています。タンパク質、DNAやRNAなどの生体高分子を量子力学に基づいてモデル化し、その水中や細胞内での動的振る舞いを統計熱力学で定式化して、スーパーコンピュータを駆使してシミュレートする事が可能になって来ました。このシミュレーションが生体分子の未知の振る舞いを予測するようになると、例えば新しい化合物が薬として生体高分子に作用するか否かの判断がシミュレーションで出来るようになり創薬への応用が可能です。水分子、低分子化合物とタンパク質や核酸などの生体高分子の物理的相互作用は分子力場で記述されますが、我々は先進的な電子構造計算を駆使して、統一的で高精度な分子力場の開発を進めています。シミュレーションの結果は実験データと定量的に比較検証される必要がありますが、タンパク質と薬候補化合物との結合自由エネルギーを非平衡統計力学のJarzynski等式を用いて導出する方法を開発して、薬開発の中で頻り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。

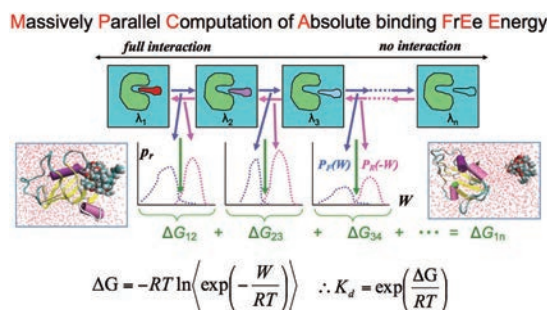
### Physical research on thermal dynamics of biomolecules

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 as proteins and nucleic acids are described by molecular mechanical force field. Using high-level quantum mechanical theory we are developing more accurate unified force field than traditional ones. Using nonequilibrium Jarzynski identity we developed massively parallel computational method of binding free energy (MP-CAFEE), which made it possible to quantitatively compare the calculated binding free energies with experimental binding constants commonly measured in the drug development. We implemented efficient MP-CAFEE program to K computer, which is widely used. Recently we succeeded to improve the accuracy of DNA force field in consistent way with the protein force field. It enables highly accurate molecular dynamics simulations for the protein and DNA complex system with drug small molecules. We will continue the research to make concrete physical basis for the life science.

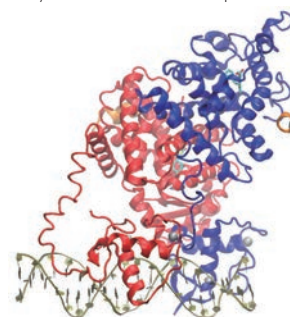
#### 1 タンパク質主鎖の高精度量子力学計算 Quantum calculation for protein backbone



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



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



藤谷 秀章 特任教授  
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



山下 雄史 特任准教授  
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



## 数理学と生命科学の融合による 生命ダイナミクスの解明

Finding new dynamical mechanisms  
by interdisciplinary fusion of mathematics and biology

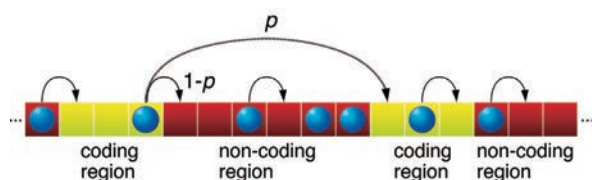
### 数理学と生命科学の融合による 生命ダイナミクスの解明

時系列変化するデータを取得しその動的メカニズムを研究することは、物理学にみられるように科学の基本であり生命科学でも重要になっています。動的メカニズムの研究では、従来方法とは異なった時間と空間の分解能を上げる計測の方法論や、新しい理論解析手法の開発が必要になります。多数の分子が階層的に協調することで生じる生命現象、特に遺伝子の振舞を時系列データから理解し動的メカニズムを明らかにするには、統計解析や情報理論からのデータ間での特徴的な相関関係だけでなく、原子や分子のレベルにたった物理学的、数学的なモデル化が必要です。そこで、遺伝子の動的メカニズムを探る上で本質的と考えられるヒトの核内のクロマチン構造の変化、関連する蛋白質の動態変化をとらえるため、(1) 高い時間分解能の実験手法の提案、(2) 取得された実験データの特徴を活かして、統計解析や情報理論と原子や分子のレベルの解析を数理学の観点から行う新しい理論解析手法の研究を進めています。また、大学院数理学研究科、医学系研究科と協働でサマースクール、講演会などによる人材育成を行い、数理学と生命科学との融合分野を開拓しています。

研究の具体例としては以下です。

- (1) 高い時間分解能の転写の装置と計測方法の提案
- (2) 組み紐理論の観点からのクロマチンの動的構造の理論解析
- (3) 転写を担う蛋白質の超離散化を用いた動力学的な理論解析
- (4) トポロジーの観点からの蛋白質およびクロマチン構造の理論解析
- (5) 創薬や材料科学への応用

- 1** 近接位置間で確率 $p$ による3Dジャンプを考慮して転写を担う蛋白質の流量を計算するためのオートマトンモデル  
Cellular automaton model for the flow of movable protein with / without 3D jump with probability  $p$  during transcription



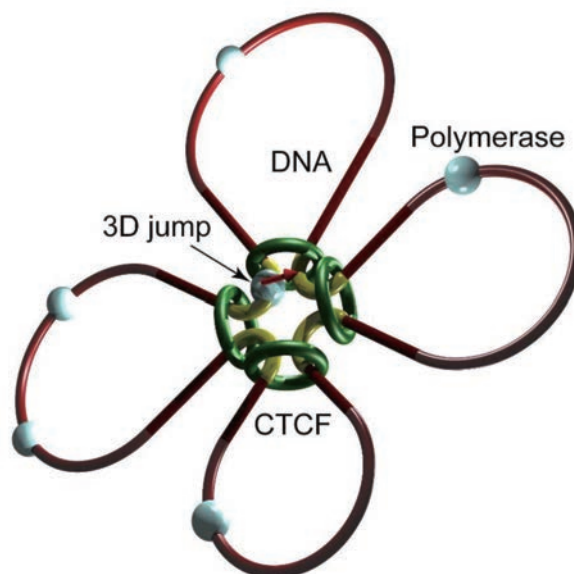
### Finding new dynamical mechanisms by the interdisciplinary fusion of mathematics and biology

Acquiring time-course data on the phenomena and then study the dynamical mechanism behind them is one of the fundamental principles in physics, and is now becoming important in biology. To study the dynamical mechanism in biology, especially the time dependent behavior of the genes, the development of new instruments with higher resolution in time and space, and the construction of new mathematical analysis tools and modeling are crucial. Since the behavior of genes is a complex and hierarchical phenomenon, the combination of physics based mathematical modeling with the statistical approach is inevitable. Thereby focusing the chromatin structure and its related dynamics of proteins in the nucleus of cell, those are considered to be essential factors in dynamical behavior of the genes, we develop (1) new methodology of time-course measurement for transcription processes, and (2) new modeling method where the atomic level mathematical analysis coupled with statistical analysis and information theory to apply the acquired experimental data. To develop new interdisciplinary area and human resources, we hold summer school and various lecture courses by collaboration with the Graduate School of Mathematical Sciences, and Graduate School of Medicine and Faculty of Medicine through iBMATH project.

Our challenges include:

- (1) Proposals for acquisition of the finer-time-resolution data for transcription
- (2) Knot theoretical modeling of dynamical change of chromatin structure during transcription
- (3) Dynamical analysis of mobile proteins with ultradiscrete method
- (4) Topological analysis for the structures of RNA and proteins
- (5) Apply above method to drug discovery and material engineering

- 2** 転写時の3次元のクロマチン構造モデル  
3D model for chromatin structure during transcription



**井原 茂男** 特任教授  
Sigeo IHARA, Project Professor

**専門分野:** システム生物学、情報生命科学、計算物理学、応用数理

**Specialized field:** Systems Biology, Bioinformatics, Computational Physics, Applied Mathematics

**E-mail:** [ihara@genome.rcast.u-tokyo.ac.jp](mailto:ihara@genome.rcast.u-tokyo.ac.jp)



## 「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.

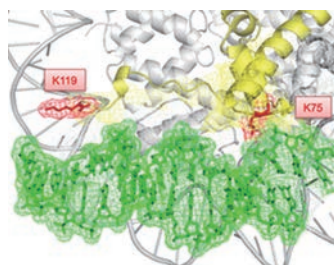
#### (3) Chemistry controlling cell function

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.

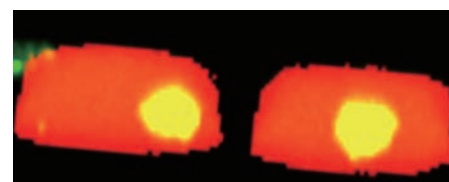
- 1 化学プローブを用いて細胞の中の特定の核酸に色を付ける  
Staining specific intracellular nucleic acids by our chemical probes



- 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



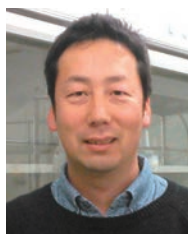
- 3 刺激分解性ヒドロゲルによって細胞1個を包み込む「セルタブレット」  
Wrapping a cell by with stimuli-responsive hydrogels: 'cell tablet'



岡本 晃充 教授  
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



山口 哲志 講師  
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

## 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重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.

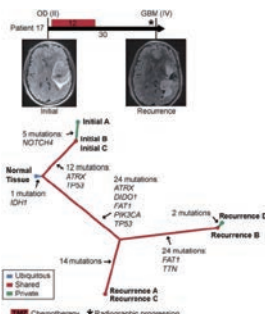
### Chromatin regulation

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-sequencing 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.

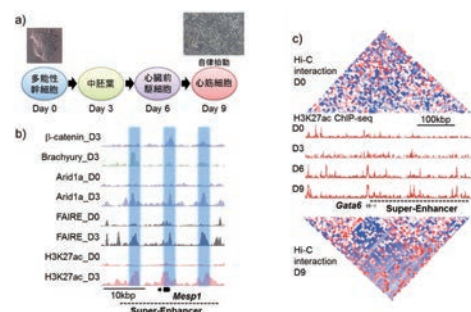
### Translational research

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



油谷 浩幸 教授  
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 特任講師  
Genta NAGAE  
Project 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.

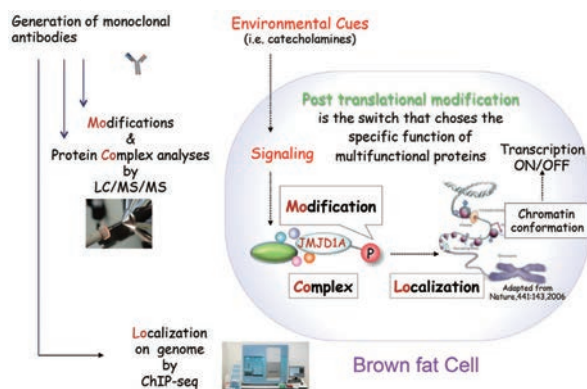
To accomplish this purpose,

- (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.

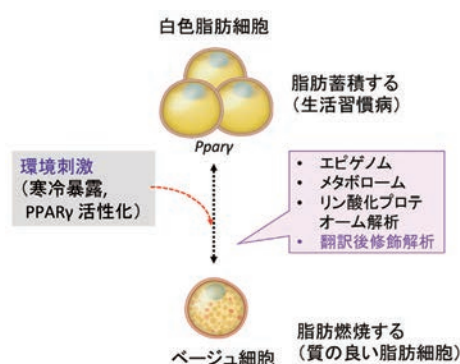
We are particularly focusing on posttranslational modification of epigenomic modifiers and exploring new approaches for the treatment and prevention of life style diseases.

#### 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



酒井 寿郎 教授  
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

稲垣 毅 特任准教授  
Takeshi INAGAKI  
Project Associate Professor

松村 欣宏 助教  
Yoshihiro MATSUMURA  
Research Associate



## 細胞機能を拡張する遺伝子デバイスによって 生命現象を観察する

Unveil new biological phenomena by enhancing cellular functions  
with new genetic devices

### 細胞機能をハッキングする

私達の体内の細胞では複雑な分子が相互作用し、交差しながら機能しています。また、異なる細胞群は組織形成や細胞分化においては複雑なコミュニケーションを取りながら様々な機能を達成しています。悪性腫瘍をはじめとするヒトの疾患も単一の遺伝子や細胞内の単純な回路の欠損ではなく、複雑な細胞内分子動態を議論しなくては説明がつかないことが近年明らかになってきました。このような複雑な生命システムを観察するために日進月歩で様々な機器技術が開発されており、生命科学研究は日々前進しています。一方、私たちの研究室ではそのような観測機器と共に《さらに生命システムを観察しやすくするために細胞の方も改造する》という観点で研究を進め、生命システムの精密な制御を試みる過程においても生命の端々を理解することを目指しています。

生体分子や細胞を自在にタグ付けできる「DNAバーコード」という考え方を超並列DNAシーケンシング、細胞内1分子イメージングや、細胞集団内の1細胞それぞれを多角的かつ高速に解析するマイクロ流体デバイスなどに組み合わせ、以下のような《観察のために機能拡張された細胞システム》を作り上げる遺伝子デバイスを開発しています：

- (1) 細胞内タンパク質分子ネットワークを高速同定する遺伝子デバイス
- (2) 1細胞レベルで細胞系譜をトレースする遺伝子デバイス
- (3) 不均質な細胞集団を解体・分離し、再配合する遺伝子デバイス
- (4) コミュニケーションによって細胞に組織様構造を形成させる合成遺伝子回路

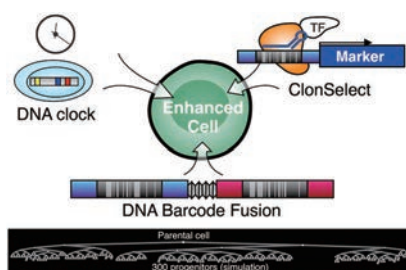
### Hacking the cell systems

Cellular functions are composed of a tremendous amount of molecules which interact and crosstalk in a complex manner. In tissue formation, cellular developments and tumorigenesis, cells of different types communicate each other to stabilize or robustly bifurcate the cell states as a population. Cancer and other human disease are often revealed not to be the products of defects in single genes nor simple pathways but rather caused by damages in complex molecular networks. The fast-evolving research field and new technologies have greatly expanded our ability of observing such complex cellular systems. To accelerate these efforts, our lab develop genetic built-in devices to create functionally enhanced cells as new model organisms of life science researches.

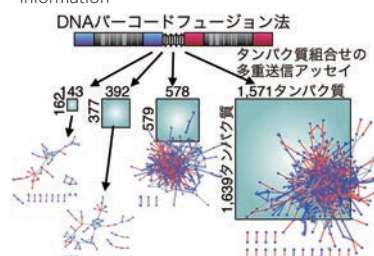
We harness the idea of “DNA barcode” to massively parallel DNA sequencing, single-molecule imaging and microfluidic technologies for single cell observations. Our challenges include:

- (1) High-throughput identification of cellular protein-protein interaction networks
- (2) Tracing cellular lineages at the single-cell resolution
- (3) Flexible disassembly and reconstitution of heterogeneous cell populations
- (4) Synthesis of cell-cell communications to generate organ-like patterns

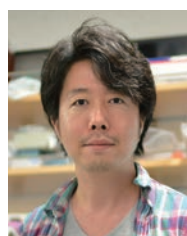
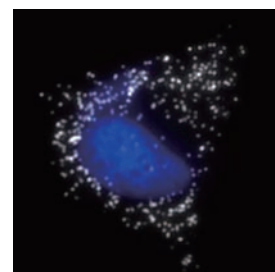
#### 1 様々な遺伝子デバイスによって細胞機能を拡張する Enhancing cellular functions by genetic devices



#### 2 250万のタンパク質ペアについて 高品質な相互作用情報を数週間と同定 2.5 million protein pairs can be screened in a few weeks to obtain high-quality protein interaction information



#### 3 細胞内RNA分子の1分子解像度イメージング Single-molecule imaging of cellular RNAs

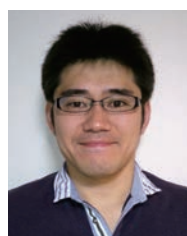


谷内江 望 准教授  
Nozomu YACHIE, Associate Professor

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



関 元昭 特任助教  
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

## タンパク質の動的相互作用を解析して 難病の治療薬を開発する

Drug design for intractable diseases by quantitative biological approaches

### 生命現象の動的な解析を目指す

生体反応に関わる複数の生体分子の同定とそれらのダイナミックな相互作用の解析、および細胞膜や核などにおける細胞の微細構造と連動した分子局在変化などの解析技術を開発し、生命現象の統合的理解への新しい切り口を見いだします。構造解析やコンピュータシミュレーションを用いたタンパク質相互作用の解析によるドラッグデザイン、FRET（蛍光共鳴エネルギー転移）によるライブセルイメージング、分子パターン認識を基礎とした自然免疫や細胞分裂のメカニズムの解明など、細胞レベルの分子相互作用変化を解析することにより、がんや重症感染症などの新しい創薬コンセプトの開拓を目指します。

がん、アルツハイマー症、ウイルス感染症など現在有効な治療法や予防法が確立されていない疾病に関与する因子は、細胞表面の受容体によるシグナル伝達から遺伝子の転写調節にいたるまで、複数のコンプレックスにより形成される動的なネットワークにより制御されていると考えられます。本研究室では、バキュロウイルスを用いた抗原提示法により、疾病に関与する各タンパク質因子に対するモノクローナル抗体を作製し、高感度プロテオミクスによる分析をすることによって、これまで解析が困難であったタンパク質複合体の動的な制御機構を明らかにすることによって、新たな治療法の開発につなげます。

#### 研究開発項目

- (1) 機能性抗体の作製とデザイン
- (2) パターン認識受容体
- (3) RNAスプライシング機構と細胞周期
- (4) 生細胞イメージング

### Investigate the dynamic aspect of biological phenomena

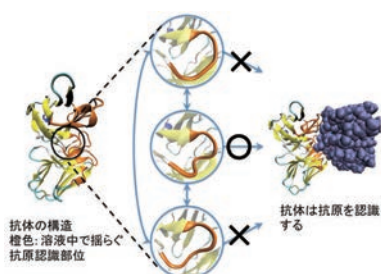
The objective of our research is to find a new therapeutic strategy for cancer and severe inflammatory diseases through understanding the biological phenomena in dynamic molecular interactions. Our challenges in the quantitative biological approaches are the establishment of FRET (fluorescent resonance energy transfer) probe of GPCR (G-protein coupled receptor) signaling for live cell imaging of chemotaxis, the computer-assisted drug design based on the protein structure and thermodynamic analysis of protein interactions for the cancer treatment, the development of water-window X-ray microscope, the molecular pattern recognition analysis in the host defense mechanism in innate immunity, and the protein – RNA interactions in the regulation of RNA splicing related to the cell cycle control.

We aim to develop new therapeutic and diagnostic methods for intractable diseases for which there is no effective therapeutic or prophylactic treatment, such as arteriosclerosis, cancer, Alzheimer's disease and viral infection, through elucidation of the mechanisms of the diseases by biochemical and molecular biological approaches. Factors involved in the development of these diseases, from signaling through cell surface receptors to regulation of gene transcription, are considered to be controlled by dynamic networks consisting of multiple complexes of different proteins. Through antigen presentation using a baculovirus expression system, we have produced monoclonal antibodies against proteins involved in the diseases and analyzed them by sensitive proteomics approaches in order to reveal dynamic control mechanisms of the protein complexes, the analysis of which has been difficult, and to develop new therapeutic methods.

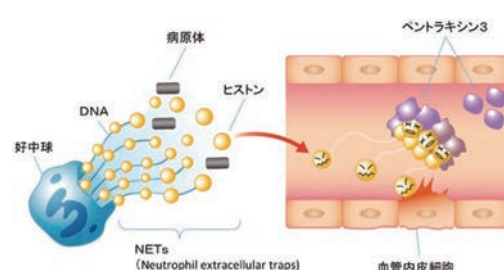
Our challenges include:

- (1) Production and design of functional antibodies
- (2) Pattern recognition receptor in innate immunity
- (3) RNA splicing mechanism in cell cycle regulation
- (4) Live cell imaging

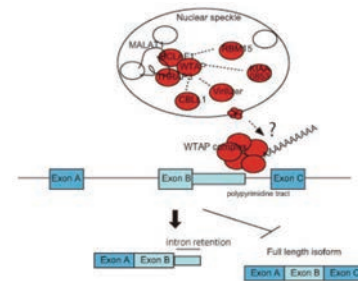
#### 1 がん抗体治療薬のコンピュータシミュレーション Computer simulation of monoclonal antibody therapeutics



#### 2 ペントラキシン3の敗血症における保護効果 Protective effect of Pentraxin3 against sepsis



#### 3 RNAプロセッシングにかかわるWTAP複合体 WTAP complex proteins in RNA processing



浜窪 隆雄 教授  
Takao HAMAKUBO, Professor

専門分野: 生化学  
Specialized field: Biochemistry

E-mail: hamakubo@qbm.rcast.u-tokyo.ac.jp

小笹 徹 特任教授  
Tohru KOZASA  
Project Professor

岩成 宏子 特任准教授  
Hiroko IWANARI  
Project Associate Professor

増田 一之 助教  
Kazuyuki MASUDA  
Research Associate

堀内 恵子 助教  
Keiko HORIUCHI  
Research Associate

太期 健二 特任助教  
Kenji DAIGO  
Project Research Associate

鈴木 信周 特任助教  
Nobuchika SUZUKI  
Project Research Associate

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

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

わが国の高血圧、糖尿病人口はそれぞれ4000万人、890万人といわれ、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。

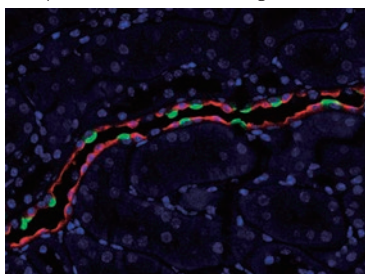
- (1) 塩分感受性高血圧がなぜ生じるか、腎臓尿細管で塩分の再吸収を制御するしくみ
- (2) 高血圧が腎臓や心臓を傷つけるのを防ぐ方法、鉱質ステロイドホルモンの作用
- (3) 腎臓病の早期診断により先制医療をする、細胞個別のエピジェネティック情報の利用
- (4) 糖尿病による腎臓病が悪くなり続けるしくみ、エピジェネティックへの傷の解明

The number of hypertensive and diabetic patients reaches 40 and 8.9 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.

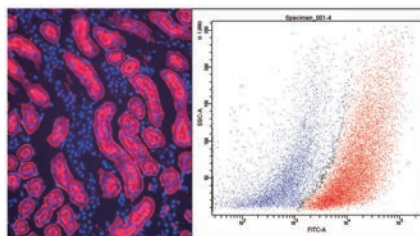
We think that salt sensitivity and irreversible nature of diabetic kidney disease are caused by abnormalities in epigenetics. Epigenetics is a switching mechanism involved in regulation of gene expression by DNA methylation and histone modifications. We believe that understanding the changes in epigenetics 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.

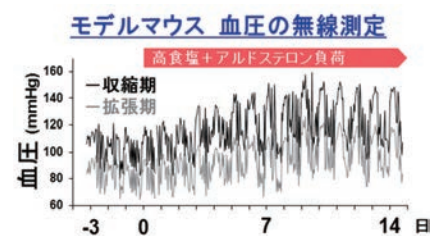
- 1** 塩分再吸収に関わる腎臓尿細管、  
赤：主細胞、緑：間細胞  
Kidney tubular cells involved in salt reabsorption.  
Principal (red) and intercalated (green) cells



- 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



藤田 敏郎 名誉教授  
Toshio FUJITA, Emeritus Professor

専門分野：腎臓内分泌内科、高血圧  
Specialized field: Nephrology, Endocrinology,  
and Hypertension

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

丸茂 丈史 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、人間にとっ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。

やはり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、長年聴覚障害児と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 communication, 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 Convention on the Rights of Persons with Disabilities.

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.

The Fukushima and Kumagaya laboratories are now developing a globally unparalleled center for disability studies led by researchers with disabilities.

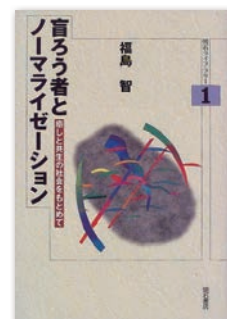
### 1 ぼくの命は言葉とともにある



### 2 盲ろう者として生きて



### 3 盲ろう者とノーマライゼーション



福島 智 教授  
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 講師  
Ryoji HOSHIKA  
Lecturer

## 学び・働き・暮らしに困難を抱える人たちの 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, working and making a general living

### ROCKET、DO-IT Japan、IDEAを通じた 社会的障壁の研究

2014年から始まった「異才発掘プロジェクトROCKET (Room of Children with Kokorozashi and Extraordinary Talents)」は、突出した能力はあるものの現状の教育環境に馴染めず、不登校傾向にある小・中学校生を選抜し、継続的な学習保障及び生活のサポートを提供するプログラムです。プロジェクト開始からは1年半に過ぎませんが、国内の不登校の状況にあり、かつユニークな知性を持つ若者の新しい社会参加を探る研究と実践のフィールドとして、国内で一定の認知を得つつあります。

2007年から継続するDO-IT (Diversity, Opportunities, Internetworking and Technology) Japan では、障害や病気のある小中高校生・大学生の高等教育への進学とその後の就労への移行支援を通じ、将来の社会のリーダーとなる人材を育成するため、「テクノロジーの活用」を中心的なテーマに据え、「セルフ・アドボカシー」、「障害の理解」、「自立と自己決定」などのテーマに関わる活動を行っています。これまで、多数の参加者による研究と支援の実践を積み重ねることで、障害のある児童生徒・学生の高等教育や専門的職業に向けたインクルージョンに関して、国内の研究と実践の拠点となっています。

さらに上記のような多様なニーズのある児童生徒や学生に対して、教育段階だけではなく、就労を中心とした社会的活躍の場の構築に向けた研究・実践の必要性や社会的要請は大きく高まってきています。超短時間勤務を組み入れたIDEAプロジェクト (Inclusive and Diverse Employment with Accommodation) を通じて、就労機会から排除されやすい人々が参加・活躍できる就労システムの研究を行っています。

### ROCKET・DO-IT・IDEA Research programs exploring barriers to social integration

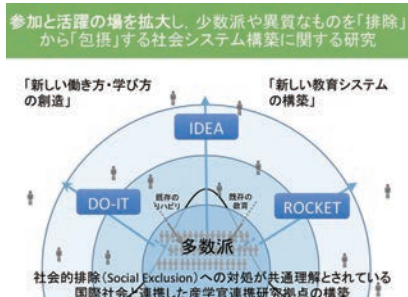
‘ROCKET’ (Room of Children with Kokorozashi and Extraordinary Talents) was first implemented in December 2014. It involves selected elementary and middle school students with exceptional talent, but who also have difficulty integrating within formal educational systems. This often results in their non-attendance at school. In addition to its focus on research, the program offers ongoing support for the participants’ studies and social interactions, and since its launch it has continued to receive significant recognition throughout Japan as a unique yet practical research initiative investigating new approaches to social inclusion.

Since 2007, ‘DO-IT’ Japan (Diversity, Opportunities, Internetworking and Technology) has conducted a program of action studies and provided ongoing support for students with disabilities during their transition from school to higher education and employment. Technology, and its sustained use, is at the core of all activities in the program with the aim being to find and nurture future leaders from those who participate. Other modules include ‘Self advocacy’, ‘Understanding disability’, and ‘Independence and self-determination’.

In response to the increasing social requirement for relevant activities and employment opportunities for school leavers with diverse needs, this area of research has grown significantly, and this program in particular has attracted a great number of participants from around Japan.

The ‘IDEA’ program (Inclusive and Diverse Employment with Accommodation), introduces a series of short interactions addressing the issue of exclusion from appropriate employment for socially challenged adults.

#### 1 人間支援工学分野の研究ビジョン Research vision



#### 2 異才発掘プロジェクトROCKETに 参加しているメンバー The member of ROCKET project



#### 3 DO-IT Japanの夏季プログラムの様子 Summer program of DO-IT project



中邑 賢龍 教授  
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



近藤 武夫 准教授  
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

高橋 智隆 特任准教授  
Tomotaka TAKAHASHI  
Project Associate  
Professor

平林 ルミ 助教  
Rumi HIRABAYASHI  
Research Associate



## 身の回りにおけるテクノロジー（アルテック）を利用した 支援技術開発

Developing assistive technology based on existing mainstream technology

### 支援技術をもっと身近に、グローバルに

本研究室では、障害のある人や高齢の人など、様々なバリアを抱える人々に役立つテクノロジーの創造と利用推進、およびそれを通じた多様性を受け入れる社会の実現を目指した支援技術の研究開発を行っています。近年、スマートフォンやタブレットなど身の回りにおけるテクノロジー（アルテック）を活用することで開発コストを大幅に抑えた支援技術開発が世界的トレンドとなっています。しかし、そこで生まれた製品がユーザーに受け入れられ、広く使われるとは限りません。当事者のニーズと技術シーズのマッチングはもとより、流行やインフラ整備、法制度など、社会の変化にも対応した技術開発・利用のビジョンを示す必要があります。アルテックをベースとすることで、その一般向け主流技術が持つ「生の人間の能力を超える」機能性を活かすことができます。障害のある人に対する技術的な支援は、機能補償から代替へ、そしてアルテックの応用によって機能拡張へとその歩みを加速させています。私達は、アルテックの利用によってこれまでの支援の未踏領域を志向しながら、支援技術の普及促進をはかる国際的スキームの提案を目指します。工学的アプローチを軸にしながら、現場に密着した学際的研究を実施しています。

主な研究テーマ：

- (1) 読み書きに困難を抱える児童・生徒に役立つICTをベースとした支援技術開発
- (2) 重度重複障害へのコンピュータビジョンを用いた支援技術開発
- (3) インターネットを利用した訪問介護コミュニケーション支援システムの開発
- (4) 開発途上国向けの支援技術開発

### Making assistive technology as everyday technology globally

Our project is developing assistive technology using mainstream ICT. This approach aims at promoting the use of assistive technology globally including in developing countries. There is currently a world trend for assistive technology development to use existing mainstream technology, such as smart phones and tablet PCs, which lowers the product cost significantly. However, this does not necessarily mean that the users acknowledge and widely use the technology. It is necessary to have a clear vision for the development and use of assistive technology to match not only to the user's needs but also to the change of the society, e.g., the change of technology trend, infrastructure provision, and disability legislation. Mainstream technology's functionality allows the user to transcend human abilities. This changes the people's view of disabilities and assistive technology from functional compensation to functional enhancement.

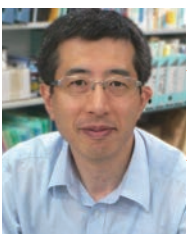
The main themes include:

- (1) Development of ICT-based assistive technology for students with dyslexia/dysgraphia
- (2) Development of assistive technology for severe and multiple disabilities using computer vision
- (3) Communication support system in care settings over the Internet
- (4) Development of assistive technology for developing countries

- 1 コンピュータビジョンを応用した重度障害のある人のわずかな動きをとらえるソフト「OAK」  
OAK: a switch software for people with severe and multiple disabilities using computer vision



- 2 印刷された文章を電子化し指でさわって読むアプリ「タッチ&リード」  
Touch & Read: a speaking PDF viewer with OCR for students with dyslexia/dysgraphia



巖淵 守 准教授  
Mamoru IWABUCHI, Associate Professor

専門分野：支援技術、アルテック応用、バリアフリー  
Specialized field: Assistive Technology,  
Applied Mainstream Technology, Barrier-Free

E-mail: [mamoru@bfp.rcast.u-tokyo.ac.jp](mailto:mamoru@bfp.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、思い込みではなく本当に起きていることなのか、多くの人に当てはまるのかどうかなど、認知科学やロボット工学など、さまざまな分野の学術研究者とともに、内側からの体験を科学的に分析したり検証したりしていきます。

### (3) 当事者研究の研究

3つめは当事者研究を研究するという目標です。当事者研究がどんな人に対して、どんな風に効果があるのかわからないのか、当事者研究の実践方法にはどのようなスタイルがあるのか、当事者研究はどのように始まり、どのように広まっているのか、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 tojisha-kenkyu. 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.

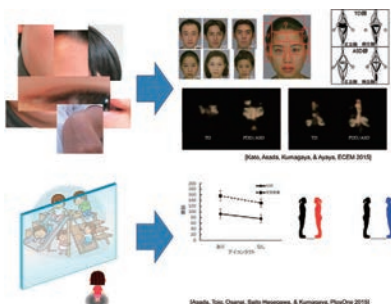
### (2) Verifying Hypotheses from Tojisha-Kenkyu

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.

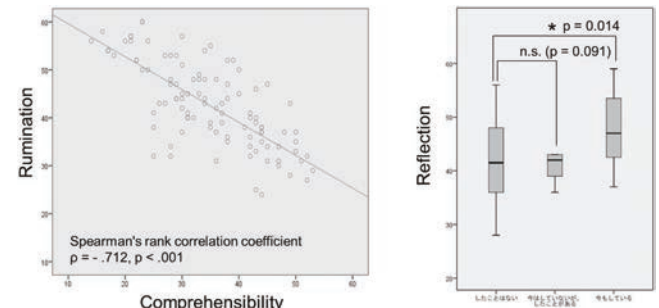
### (3) Researching Tojisha-Kenkyu

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



熊谷 晋一郎 准教授  
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

グローバル化の一層の進展、情報通信技術の革新により、知財の分野でも、制度設計や権利行使における比較法的視点の重要性が高まっています。当研究室では、これらの時代の流れを受けて、以下の分野での研究を行っています。

## (1) 営業秘密法

営業秘密が海外などの産業スパイによって窃取されるという問題は、現在のわが国の大きな課題です。しかし米国ほどの厳罰は科されず、犯罪者にとって有利で、国益を損ってしまっています。このような問題意識から米国の営業秘密法制に関する集中的な研究を行い、不正競争防止法の改正に貢献しました。

## (2) 標準必須特許の権利行使

近年の知的財産法分野での一大トピックが、標準必須特許の権利行使に対する制約に関する問題です。一定範囲で標準必須特許の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、米国や欧州の法制との比較研究を行い、最適解を探求しています。

## (3) 国境を越えた特許権侵害行為への法の適用

経済のグローバル化、情報通信技術の革新により生じた、特許権の侵害に関する従来の考え方を変えない限り解決できない問題の一つが、国境を跨いで特許権の侵害行為が行われた場合にどのように対応するかということです。国境を跨いで一つの発明を実施することが容易になっている今、技術を適切に保護するためにはどのような法解釈・立法が望ましいのか、検討を行っています。

## Intellectual Property 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) Trade Secret Law

The Japanese law in comparison to the US law is milder in terms of punishment of acts of economic espionage despite the fact that Japanese companies have long been targets of such acts. This makes Japan a favorable place for economic spies. Starting 2014, our lab has been conducting comparative research in order to create a better environment for innovators in Japan.

## (2) The Assertion of Standard Essential Patent Rights

To what extent SEPs could be asserted is one of the most heated debates in the world of IP law. Conducting research on the laws, the cases and relevant regulations, there is a concern that Japanese SEP holders are in an unfairly weak position in terms of assertion of rights, especially when seeking injunction. A comparative research between Europe (especially Germany) and Japan has been done in 2015.

## (3) The Application of Laws to Transnational Patent Infringement

Reflecting the globalization and the rapid advancement of telecommunications technology, we as legal scholars also need to alter our previous ideas on patent infringement. For example, when an act which is a combination of several acts done in multiple jurisdictions as a whole consist patent infringement in one of the jurisdictions in which the act is conducted, would this constitute patent infringement in the jurisdiction? As it is becoming increasingly easier to conduct infringing acts across borders, the legislation and interpretation may require modification. We have conducted a research on this topic with reference to US law in 2015.

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)



玉井 克哉 教授  
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



長越 柚季 助教  
Yuzuki NAGAKOSHI  
Research Associate

専門分野：知的財産法、特許法、国際技術移転関連法  
Specialized field: Intellectual Property Law,  
Patent Law, International Technology Licensing  
Related Legislations and Regulations

E-mail: yuzuki16@live.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なっています。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ない、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。

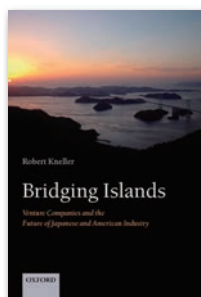
バイオベンチャーは、他分野のベンチャー企業とは一線を画する複雑な構造を有し、商品化に至る過程で医薬品や医薬機器が国に承認される長期的なプロセスを含みます。これは、長期にわたる多大な資本が要求されることを意味し、それぞれの研究成果に最適な知的財産管理と承認プロセスに対する緻密な戦略が必要です。本研究室では、特にこのプロセスに対する有効な国際戦略を模索し、海外にネットワークを持つことで強力な競争力をもつ開発体制を構築する道を探っています。

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)



ロバート・ケネラー 教授  
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@tt.rcast.u-tokyo.ac.jp](mailto:kneller@tt.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」



牧原 出 教授  
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

## Islamic Political Thought

イスラム政治思想 分野

池内研究室  
Ikeuchi Laboratory  
ikeuchisatoshi.com

# 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、集合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 イスラム世界の論じ方



### 3 韓国語版『イスラム国の衝撃』



池内 恵 准教授  
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

## 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。例えば中央銀行による金融政策を評価するためのニューケインジアンモデルでは、企業が商品の価格や雇用の賃金を改定するタイミングや、経済環境に関する情報を更新する頻度が、政策効果を左右する重要な構造パラメータとなります。最近ではゼロ金利政策に代表されるような非線形DSGEモデルの推定問題の研究も進めています。

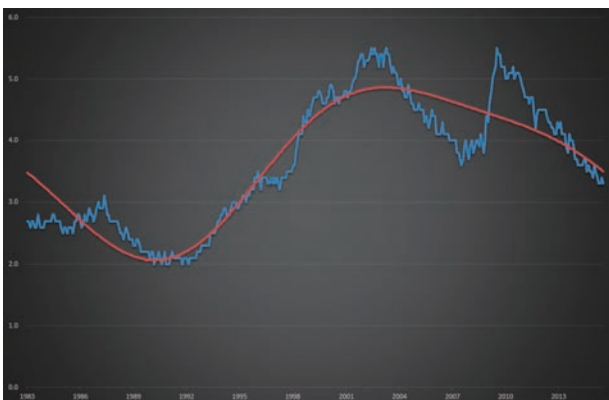
### Nonlinear time series analysis of trending variables

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.

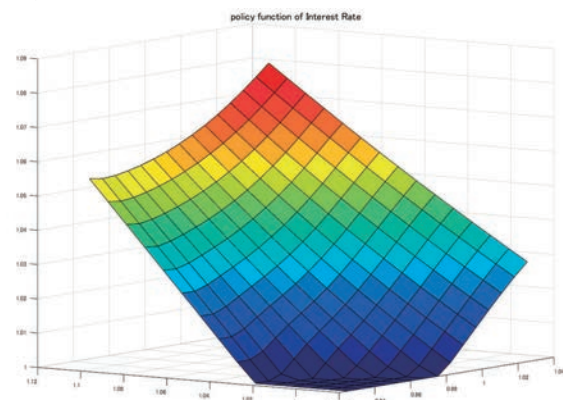
### Development and estimation of DSGE models

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. For example, to evaluate the effectiveness of central bank's monetary policy in the New Keynesian model, structural parameters regarding firm's price and wage setting behavior as well as firm's information updating frequencies are very crucial. Recently, we are studying the problem of estimating nonlinear DSGE models such as the one with the zero lower bound on nominal interest rates.

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



新谷 元嗣 教授  
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



## 科学者の研究活動のメカニズムを エビデンスによって解明する

Unveiling the Mechanism of Scientific Research Empirically

### 科学者の正直ではないが、 不正でもない行為はなぜ起きるのか

投稿した論文への査読者のコメントに対して「まったくだ」と納得して直すのではなく、「自分は正しいが、査読者に従った方が早く採択される」と判断して直す行為を「Dishonest Conformity」と定義して、行為の特性、また、どのような要因によってこのような行為が起きるのか分析しています。日本の生命科学者に対する観察からは、投稿者と査読者の意見の不一致は極めて普通に起こっており、科学者の多数派は査読者に反駁するよりもその指示に従うことを選択しています。モデル分析からは、同行為が、筆頭著者がより強い競争プレッシャーにさらされている場合、また、論文が中位インパクトのジャーナルよりも低位インパクト・ジャーナルに投稿される場合等に、より頻繁に起こることが判明しました。対照的に、海外滞在経験を持つ科学者は同行為を避ける傾向があります。

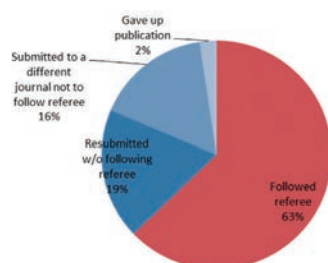
### 研究室の組織設計において どのようにタスクを配分すれば良いか

大学研究室において、メンバーにどのようなタスクを割り振るか、その選択は研究成果に直結します。日本の生命科学の観察からは、研究室の長が管理的役割、メンバーが実験等の労働集約的なタスクを担当する傾向がある反面、研究室間で差異が判明しました。タスク配分の生産性への影響をみれば、基礎研究に関しては現在の職位を超えたオーバーラップのあるタスク編成が有効なのに対して、応用研究に関しては職位構成の厳格な遵守が有効であると考えています。

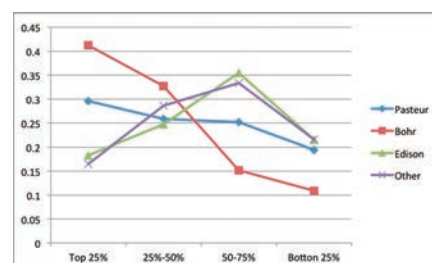
Focusing on dishonest conformity in peer review, in which authors reluctantly obey referees' instructions in order to have their papers accepted even if the instructions contradict the author's scientific belief, this study aims to illustrate the nature of this specific form of dishonesty and examine the determinants of dishonesty. Drawing on survey data of Japanese life scientists, this study shows that the conflict between authors and referees in peer review is quite common and that a majority of scientists decide to follow referees' instructions rather than to rebut them. The results suggest that dishonest conformity occurs more often in basic biology than in medicine and agricultural sciences, when the corresponding author is under stronger scientific competition, if the author is an associate professor rather than a full professor, if the author has no foreign research experience, and when the paper is submitted to low-impact journals rather than to medium-impact journals.

A university laboratory is a fundamental unit of scientific production, but optimizing its organizational design is a formidable task for lab heads, who play potentially conflicting roles of manager, educator, and researcher. Drawing on cross-sectional data from a questionnaire survey and bibliometric data on Japanese biology professors, this study investigates task allocation inside laboratories. Results show a general pattern that lab heads play managerial roles and members (e.g., students) are engaged in labor-intensive tasks (e.g., experiment), while revealing a substantial variation among laboratories. Further examining how this variation is related to lab-level scientific productivity, this study finds that productive task allocation differs by context. In particular, results suggest that significant task overlap across status hierarchies is more productive for basic research, and that rigidly separated task allocation is more productive in applied research. However, optimal task allocation, with regard to scientific productivity, might conflict with other goals of academic organizations, particularly training of future scientists. The paper concludes with a discussion of the policy implications of these findings.

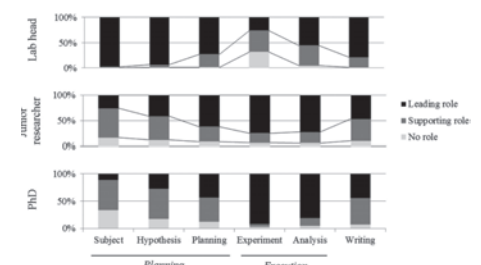
- 1 査読者の矛盾した指示に対する正直ではないが、不正でもない行為  
Dishonest Conformity to Inconsistent Instruction of Referees



- 2 科学者のタイプ別出版インパクトの比較  
Comparison of Publication Impact of Differently typed Scientists



- 3 研究室における研究プロセスとタスクの配分  
Research Process and Task Allocation in Laboratories



馬場 靖憲 教授  
Yasunori BABA, Professor

専門分野: 進化経済学、経営学、科学社会学、科学技術政策  
Specialized field: Evolutionary Economics, Business Administration, Sociology of Science, Science and Technology Policy

E-mail: baba@zzz.rcast.u-tokyo.ac.jp

## 組織特性分析に立脚し、新たな価値創造を可能とする 研究開発マネジメントを探究

Explore R&D management systems toward mutual benefit and innovative outcomes, based on the idiosyncratic analysis

民間企業や大学等が相互に働きかけ、互いにメリットを享受しながら課題解決に向けた研究開発を進めていくための研究開発マネジメントについて、具体的事例を基に調査研究を行います。特に、アウトカムの増大につながるテーマ設定やその評価、それを実現可能とする組織運営について、民間企業や大学、政府関係機関などと連携して調査研究を進めます。

Researches on Academia-Industry collaborative R&D management system and scheme, studying based on actually running projects via collaborative works with companies, government and other organizations etc. Issues covered are as follows: Reciprocal R&D management models, Interaction and synergy generated from interdisciplinary/intersectional structures, Schemes for producing research projects aiming to contribute complexities in actual society, especially focusing on targeting, evaluating and selecting themes leading to maximize the outcome.



中津 健之 特任教授  
Kenshi NAKATSU, Project Professor

専門分野：科学技術イノベーション政策  
Specialized field: Science and Technology Policy

E-mail: k-nakatsu@spo.rcast.u-tokyo.ac.jp

## Research and Development Consortium for High Performance & High Temperature Materials 高信頼性・高温材料研究開発コンソーシアム

### 材料開発の一大拠点として、領域横断的な研究を総合的に展開

Consortium as a Hub for Interdisciplinary Study of High Performance & High Temperature Materials

「高信頼性・高温材料開発コンソーシアム」は、国際的にトップレベルの新規材料の開発の実現を目指す研究開発活動拠点です。各種の材料をキーワードに、領域横断的な研究を展開することにより、さまざまな分野における知見を融合し、社会に必要とされる新規材料の開発研究や若手研究者の人材育成など、産学官のポテンシャルを最大限に活用した総合的な研究活動推進の場の提供を目指しています。

“Research and Development Consortium for High Performance & High Temperature Materials” is a hub for interdisciplinary study of developing new materials with internationally high-level standard. Various materials are explored and developed through interdisciplinary research activities in a wide range of research field. This consortium also provides an opportunity for integrating the potential of industry-government-academia research cooperation, including the education of young researchers as well as the development of new materials.

#### 1 コンソーシアムの意義 The purpose of consortium



西岡 潔 特任教授  
Kiyoshi NISHIOKA, Project Professor

専門分野：高信頼性材料、熱制御、技術経営、産学連携  
Specialized field: High Performance Materials, Thermal Management, Management of Technology, Business-Academia Collaboration

E-mail: knishi@hyper.rcast.u-tokyo.ac.jp

## 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) 権力の館を歩く
- (3) 戦後・災後比較研究
- (4) 三大震災比較研究
- (5) 復興アーカイブ研究
- (6) 先端政治研究会〈新設〉

## 〈教育プログラム〉

- (1) 御厨ゼミOBイベント「3木会」
- (2) 御厨塾—日本政治史プロフェッショナルセミナー
- (3) 大学院先端学際工学専攻・共通科目
- (4) 古典観賞会

## Research projects

- (1) Oral History Project
- (2) Research on Architecture and Politics
- (3) Comparative Research on "Postwar" and "Postdisaster"
- (4) Comparative Research on Three Disasters
- (5) Research on Archive on Reconstruction

## Educational programs

- (1) Open Research Seminar for UTokyo students
- (2) "Mikuriya Juku": Professional Seminar on Japanese Political History
- (3) Lecture for AIS students
- (4) Semi-professional Seminar for Rediscovering Classic Researches

## 1 政治の眼力



## 2 安倍政権は本当に強いのか



御厨 貴 客員教授

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

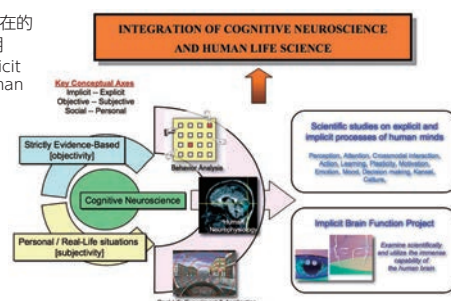
E-mail: mikuriya@mk.rcast.u-tokyo.ac.jp

## 認知科学的視点からの人間の心と行動の学際的研究

Interdisciplinary investigations on human minds and behaviors from cognitive scientific perspective

人間を含む認知行動システムの科学的理解を目的とした研究を行い、様々な心的過程を巡る現代の問題に対して科学的なパースを維持し、研究分野の枠を積極的に越えるための基盤としての認知科学の展開を目指しています。実験心理学・認知科学・脳科学などの手法を中心としていますが、他の方法論も積極的に取り入れて、人間の認知行動を可能にする顕在的／潜在的過程の科学的解明、認知科学の境界領域への拡張、それらの知見の産学連携を通じた実社会への還元を進めています。

Research in the laboratory aims at using cognitive science to understand various issues in our everyday life from the scientific perspective and to develop the basis of interdisciplinary collaborations. The main themes are: (1) scientific investigations on explicit and implicit processes in human perception, cognition and action, (2) interdisciplinary approaches to cognitive science, and (3) real-life applications of knowledge of cognitive science. The research methods include but not limited to experimental psychology, cognitive science, and brain science.

1 人間の顕在的・潜在的過程の科学的解明  
Explicit and Implicit Processes in Human

渡邊 克己 客員准教授

Katsumi WATANABE, Visiting Associate Professor

専門分野: 実験心理学、認知科学、神経科学

Specialized field: Experimental Psychology, Cognitive Science, Neuroscience

E-mail: kw@fennel.rcast.u-tokyo.ac.jp



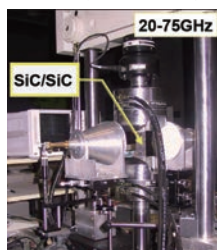
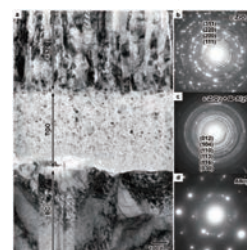
大学院工学系研究科 マテリアル工学専攻  
Department of Materials Engineering,  
Graduate School of Engineering

## 高性能高温構造材料の信頼性保証についての研究

Research and development of high performance and high temperature use structural materials

特性の異なる材料を組み合わせることで新しい特性を生み出す複合材料やコーティングの研究を行っています。耐熱セラミックス系複合材料、耐熱コーティング、耐環境コーティングなどを対象として研究を行っています。この中で、SiC繊維強化SiCマトリックス複合材料 (SiC/SiC) は耐熱軽量材料として航空機用エンジン部材になくてはならない材料になっています。また、過酷環境で用いられる原子力材料としての用途も期待されています。私たちの研究室ではSiC/SiCの構造用材料としての特徴を明らかにし、長時間安全に利用するための信頼性保証技術についての研究を行っています。

Research topics are focused on the development of a new high performance composite materials and coatings. High temperature ceramic matrix composites (CMCs), thermal barrier coatings (TBCs), and environmental barrier coatings (EBCs) are the major target materials. Recently, SiC fiber-reinforced SiC matrix composites (SiC/SiC) have special attention as a high temperature and light weight material for aero-engine components. SiC/SiC is also expected as a nuclear fuel rod and channel box. To understand mechanical performances of SiC/SiC and safety applications are of recent special interest.

1 マイクロ波を利用した損傷検出システム  
Microwave damage detection system2 TGO層の微細組織  
Microstructure of TGO layer: EB-PVD TBC香川 豊 教授  
Yutaka KAGAWA  
Professor  
専門分野: 構造材料、複合材料、  
コーティングの変形と破壊、信頼性  
Specialized field: Materials  
Science, Composite Materials,  
Coatings, Deformation and  
Fracture, Reliability

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

岸 輝雄 名誉教授  
Teruo KISHI  
Emeritus Professor  
専門分野: 構材料 (金属、セラミックス、  
複合材料) の破壊・非破壊評価  
Specialized field: Materials  
Science, Fracture and  
Nondestructive Testing of Metal,  
Ceramics and Composites

E-mail: kishi@hyper.rcast.u-tokyo.ac.jp

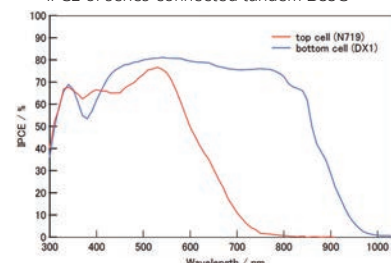
## 次世代太陽電池の開発とその高効率化についての研究

Research on the next-generation photovoltaics with high efficiency

大学院総合文化研究科 広域科学専攻  
Department of Multi-Disciplinary Sciences,  
Graduate School of Arts and Sciences

低炭素社会の実現に向けて、再生可能エネルギーの利用拡大が求められています。われわれは、次世代低コスト太陽電池の本命と考えられている有機系太陽電池の高効率化に向けて研究を進めています。また、新しい有機無機ハイブリッド材料を用いた新型太陽電池を作成しています。一方、光強度に依存する出力変動を抑制する目的でエネルギー貯蔵型色素増感太陽電池を開発し、それを用いたデザインパネルやIoTデバイスなどを開発しています。

For the realization of the low-carbon society, it is greatly to be hoped that photovoltaic power generation systems will come into wide use. To achieve the aim, a drastic reduction in the power generation from photovoltaic devices cost is absolutely essential issue. Molecular-based solar cells such as dye-sensitized solar cell, organic thin-film solar cell, and perovskite solar cell have received much attention as potential low-cost solar cells. Our objective is the efficiency enhancement of the molecular-based solar cells via the development of novel materials.

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 タンデム型太陽電池の分光感度特性  
IPCE of series-connected tandem DSSC瀬川 浩司 教授  
Hiroshi SEGAWA, Professor専門分野: 太陽光発電、色素増感太陽電池、有機無機ハイブリッド太陽電池  
Specialized field: Solar Power Generation, Dye-Sensitized Solar  
Cells, Hybrid Solar Cells

E-mail: 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.

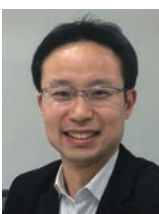
Starting with virtual reality technology (VR), we seek to research and develop such interface in detail. Some of the research themes that our laboratory is working on are image-based rendering technology, augmented reality (AR) technology, multimodal and crossmodal interfaces, and technology concerning 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 Display2 デジタルミュージアム (市街地VR展示)  
Digital Museum: On-site VR Exhibition廣瀬 通孝 教授  
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 InterfaceE-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、GaA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 and 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 system 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.

中野 義昭 教授  
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 DeviceE-mail: [nakano@cast.u-tokyo.ac.jp](mailto:nakano@cast.u-tokyo.ac.jp)種村 拓夫 准教授  
Takuo TANEMURA, Associate Professor専門分野: 光電子工学、半導体光デバイス・集積回路  
Specialized field: Optoelectronics,  
Semiconductor Photonic Device and Integrated CircuitE-mail: [tanemura@ee.t.u-tokyo.ac.jp](mailto:tanemura@ee.t.u-tokyo.ac.jp)

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

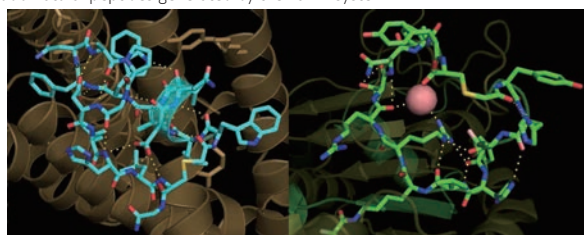
## 特殊ペプチド創薬

Pseudo-natural Peptide Therapeutics

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

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

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



菅 裕明 教授  
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 Chemistry

E-mail: [hsuga@chem.s.u-tokyo.ac.jp](mailto:hsuga@chem.s.u-tokyo.ac.jp)  
[hsuga@rcast.u-tokyo.ac.jp](mailto:hsuga@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

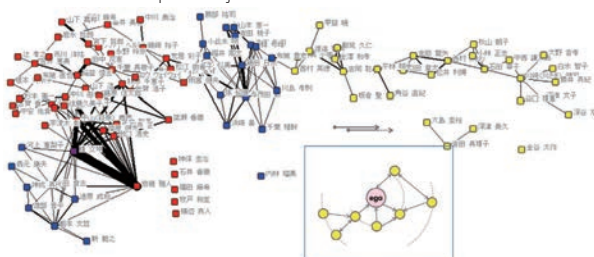
Exploring evidence-based management of intellectual property creation, protection, and monetization for innovation

政策ビジョン研究センター  
Policy Alternative 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



渡部 俊也 教授  
Toshiya WATANABE, Professor

専門分野：技術経営  
Specialized field: Management of Technology

E-mail: [toshiya@tkf.att.ne.jp](mailto:toshiya@tkf.att.ne.jp)



# Directors of the Institute

## 歴代センター長・所長

1987.05.21~1989.03.31

**大越 孝敬** (光デバイス 分野)

Takanori OHKOSHI (Optical Devices)

1989.04.01~1991.03.31

**柳田 博明** (インテリジェント材料学 分野)

Hiroaki YANAGIDA (Intelligent Material)

1991.04.01~1993.03.31

**大須賀 節雄** (知能工学 分野)

Setsuo OHSUGA (Artificial Intelligence)

1993.04.01~1995.03.31

**村上 陽一郎** (科学技術と社会的価値 分野)

Yoichiro MURAKAMI (Science Technology and Social Value)

1995.04.01~1997.03.31

**岸 輝雄** (高信頼性材料 分野)

Teruo KISHI (Advanced Highly Reliable Materials)

1997.04.01~1999.03.31

**二木 鋭雄** (分子情報機能材料 分野)

Etsuo NIKI (Functional Materials for Molecular Information)

1999.04.01~2001.03.31

**岡部 洋一** (情報デバイス 分野)

Yoichi OKABE (Information Devices)

2001.04.01~2004.03.31

**南谷 崇** (情報物理システム 分野)

Takashi NANYA (Dependable and High-performance Computing)

2004.04.01~2007.03.31

**橋本 和仁** (インテリジェント材料学 分野)

Kazuhito HASHIMOTO (Intelligent Materials Science)

2007.04.01~2010.03.31

**宮野 健次郎** (フォトニクス材料 分野)

Kenjiro MIYANO (Photonics Materials)

2010.04.01~2013.03.31

**中野 義昭** (情報デバイス 分野)

Yoshiaki NAKANO (Information Devices)

2013.04.01~2016.03.31

**西村 幸夫** (都市保全システム 分野)

Yukio NISHIMURA (Urban Conservation Systems)

# General Managers of the Institute

## 歴代事務長

1987.05.21~1990.03.31

**渡邊 吉和**

Yoshikazu WATANABE

1990.04.01~1992.03.31

**土田 担**

Takashi TSUCHIDA

1992.04.01~1994.03.31

**西口 仁典**

Hitonori NISHIGUCHI

1994.04.01~1996.03.31

**井出ノ上 正己**

Masami IDENOUE

1996.04.01~1998.03.31

**泉田 千明**

Chiaki IZUMIDA

1998.04.01~2000.03.31

**田中 義國**

Yoshikuni TANAKA

2000.04.01~2002.03.31

**前田 高士**

Takashi MAEDA

2002.04.01~2005.03.31

**佐々木 勉**

Tsutomu SASAKI

2005.04.01~2007.03.31

**井上 幸太郎**

Kotaro INOUE

2007.04.01~2010.03.31

**鈴木 秀雄**

Hideo SUZUKI

2010.04.01~2013.03.31

**梨本 徹**

Toru NASHIMOTO

2013.04.01~2016.03.31

**糸井 和昭**

Kazuaki ITOI

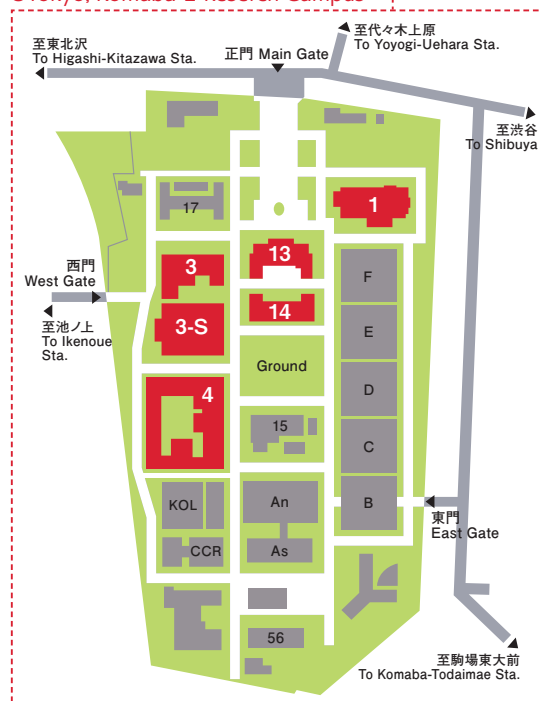
- |   |  |
|---|--|
| 1877年 4月 ● 東京大学創立   | 1877.04 ● The University established as Tokyo Daigaku  |
| 1921年 7月 ● 東京大学航空研究所設置  | 1921.07 ● Aeronautical Research Institute established  |
| 1930年 9月 ● 東京大学航空研究所駒場への移転完了  | 1930.09 ● Aeronautical Research Institute moved to Komaba  |
| 1946年 3月 ● 東京大学理工学研究所設立   | 1946.03 ● Institute of Science and Technology established  |
| 1958年 4月 ● 東京大学航空研究所設立（理工学研究所を廃止）   | 1958.04 ● Aeronautical Research Institute was established  |
| 1964年 4月 ● 東京大学宇宙航空研究所設立（航空研究所を廃止）  | 1964.04 ● Institute of Space and Aeronautical Science was established  |
| 1987年 5月 ● 東京大学先端科学技術研究センター発足（5月21日）<br>（基幹7研究分野、教員数13名）                        | 1987.05 ● Research Center for Advanced Science and Technology inaugurated with 7 Regular Chairs and 13 Faculty Members (May 21)  |
| 1987年10月 ● わが国の国立大学初の寄付研究部門を開設  | 1987.10 ● An Endowed Chair was opened as the first one in Japanese National Universities   |
| 1992年 4月 ● 東京大学大学院工学系研究科先端学際工学専攻博士課程設置  | 1992.04 ● Inauguration of the Department of Advanced Interdisciplinary Studies, Division of Engineering, Graduate School, the University of Tokyo  |
| 1996年 5月 ● 文科省「卓越した研究拠点（COE=Center of Excellence）」に採択。東京大学国際・産学共同研究センター（CCR）設立  | 1996.05 ● Authorized as Center of Excellence (COE). Center for Collaborative Research established  |
| 1997年 4月 ● 知的財産権大部門設置   | 1997.04 ● Department of Intellectual Property was established  |
| 1998年 4月 ● 東京大学駒場オープンラボラトリー（KOL）設立  | 1998.04 ● Komaba Open Laboratory (KOL) established   |
| 1998年 8月 ● 株式会社先端科学技術インキュベーションセンター（CASTI）設立（現：株式会社東京大学TLO）                      | 1998.08 ● Center for Advanced Science and Technology Incubation (CASTI) was established (present TODAI TLO)  |
| 1999年 4月 ● 東京大学先端経済工学研究センター（AEE）設立（2004年3月末併合）                                  | 1999.04 ● Research Center for Advanced Economic Engineering established (merged into RCAST in March 2004)  |
| 2001年 4月 ● 先端科学技術エンタープライズ株式会社（ASTEC）設立  | 2001.04 ● Advanced Science and Technology Enterprise Corporation (ASTEC) was established   |
| 2001年 8月 ● 科学技術振興調整費戦略的研究拠点「人間と社会に向かう先端科学技術オープンラボ」計画開始（2006年3月末まで）              | 2001.08 ● Special Coordination Fund for Science and Technology, Strategic Research Center "Open Laboratory of Advanced Science and Technology for Human and Society" Plan started  |
| 2001年11月 ● 先端テクノロジービジネスセンター（AcTeB）発足  | 2001.11 ● Advanced Technology Business Center (AcTeB) was established  |
| 2002年 4月 ● 特任教員／研究員を含むオープンラボプロジェクト開始（2006年3月末まで）                                | 2002.04 ● Open Laboratory Project with Specially Appointed Faculty and Researcher started (continued until March 2006)   |
| 2004年 4月 ● 国立大学法人東京大学発足<br>先端研が11番目の附置研究所として正式認可<br>先端研の運営にかかわる経営戦略会議と先端研ボードの設置 | 2004.04 ● National University Corporation, the University of Tokyo, was established<br>RCAST formally acknowledged as 11th Research Institute of the University of Tokyo<br>Both the Management Strategy Committee and the RCAST Board was established |
| 2004年 5月 ● わが国初の寄付基金研究部門を開設   | 2004.05 ● A New Endowed Chair was established and an Endowment Professor was recruited   |
| 2006年 4月 ● AcTeBの産学連携機能を吸収し、経営戦略企画室を発足  | 2006.04 ● Strategic Planning Office was established (to merge the function of AcTeB)   |
| 2008年 4月 ● CCRの廃止によりその一部を合併   | 2008.04 ● CCR was abolished and RCAST incorporated a part of its function  |
| 2008年 9月 ● エネルギー・環境技術国際研究拠点 SOLAR QUEST立ち上げ                                     | 2008.09 ● SOLAR QUEST, an International Research Center for Global Energy and Environmental Technologies was initiated   |
| 2009年 2月 ● ENEOSラボ開所  | 2009.02 ● New establishment of ENEOS LABO  |
| 2009年 4月 ● 先端学際工学専攻に「先端科学技術イノベータコース」を設置   | 2009.04 ● Advanced Science and Technology Innovator Development Course for matured students was started  |
| 2010年 4月 ● 産学連携新エネルギー研究施設を設置  | 2010.04 ● Academic-Industrial Joint Laboratory for Renewable Energy was established  |
| 2011年 4月 ● 3号館南棟（環境エネルギー研究棟）竣工  | 2011.04 ● Bldg.3-S (Environment and Energy Research Bldg.) completed   |
| 2013年 4月 ● 東京大学初の特例教授ポスト制度を採用   | 2013.04 ● Introduced a post of Special Professorial Chair at the University of Tokyo   |

## 所在地 Address

〒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



## UTokyo, Komaba II Reserch Campus



## 交通アクセス From nearby stations

- 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・東北沢駅から徒歩8分
- 京王井の頭線・駒場東大前駅西口から徒歩10分
- 京王井の頭線・池ノ上駅から徒歩10分
- A 12-minute walk from Yoyogi-Uehara Sta., Odakyu Line
- An 8-minute walk from Higashi-Kitazawa Sta., Odakyu Line
- A 10-minute walk from Komaba-Todaimae Sta., Inokashira Line
- A 10-minute walk from Ikenoue Sta., Inokashira Line

東京大学先端科学技術研究センター 2016-2017  
Research Center for Advanced Science and Technology,  
The University of Tokyo 2016-2017

- ◆発行年月 ————— 2016年4月
- ◆発行 ————— 東京大学先端科学技術研究センター
- ◆Date of Publication — April, 2016
- ◆Published by ———— Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo

<http://www.rcast.u-tokyo.ac.jp>  
©RCAST, The University of Tokyo





**R**CAST <sup>2017</sup>**30th**  
2017年、先端研30周年

多くの皆様からのご寄附が、先端研の前例に縛られず  
新領域を開拓する研究活動を可能にしています。  
皆様のご支援をお願いいたします。

Your donations are invaluable in helping us to support a wider  
range of the world's leading science and technology research.

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

2015年度 総予算額 (単位：千円)

Total Budget for Fiscal 2015 (Thousand yen)

運営費交付金 Management Expenses Grants for National University Corporations

人件費 Salaries and Wages	765,697
物件費 Basic Budget for Research	643,829
合 計 Total	1,409,526

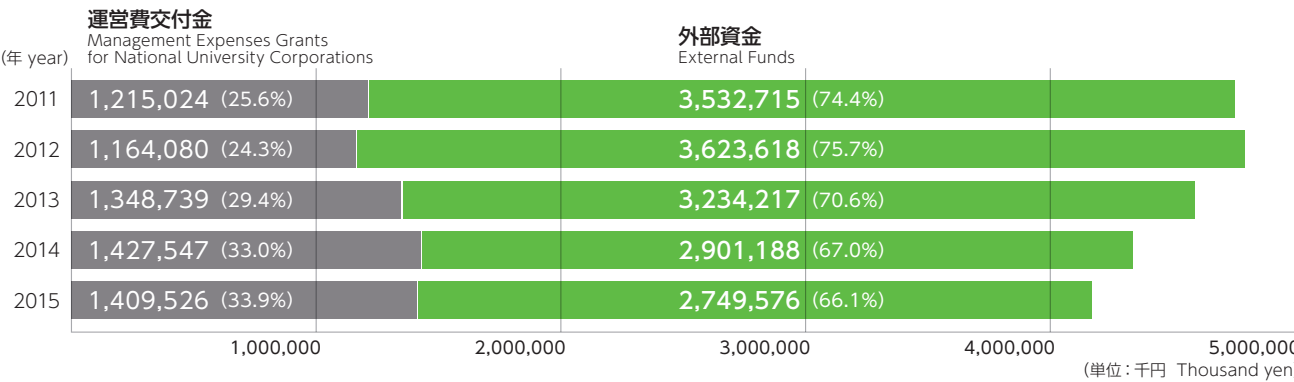
外部資金 External Funds

寄附金 Contribution	339,296
寄附研究部門 Endowed Research Division	80,000
小 計 Subtotal	419,296
科学研究費助成事業 Grant-in-Aid for Scientific Research	434,700
小 計 Subtotal	434,700
その他補助金 Other Grant-in-Aid	128,657
小 計 Subtotal	128,657
共同研究費 Joint Research Fund	170,736
受託研究費 Contract Research Fund	1,217,350
小 計 Subtotal	1,388,086
受託事業費 Funds for Commissioned Projects	2,095
共同事業費 Funds for Joint Projects	6,824
小 計 Subtotal	8,919
間接経費 Indirect Expenses	369,918
(内、競争的資金による間接経費 Indirect Expense from Competitive Grants)	(188,871)
(内、本部への振替分 Expenses transferred to Head Quarter)	(230,002)
小 計 Subtotal	369,918
合 計 Total	2,749,576

総 計 Grand Total	4,159,102
-----------------	-----------

過去5年間の資金別収入割合

Budget for the last 5 years



先端科学技術研究センター Research Center for Advanced Science and Technology

教授 Professor	24人
准教授 Associate Professor	14人
講師 Lecturer	3人
助教 Research Associate	15人
助手 Research Assistant	2人
技術職員 Technical Specialist	2人
事務職員 Administrative Staff	22人
小 計 Subtotal	82人
客員教授 Visiting Professor	2人
客員准教授 Visiting Associate Professor	1人
先端研フェロー RCAST Fellow	5人
小 計 Subtotal	8人
特任教授 Project Professor	9人
特任准教授 Project Associate Professor	10人
特任講師 Project Lecturer	6人
特任助教 Project Research Associate	17人
特任研究員・学術支援専門職員等 Project Researcher / Project Academic Support Specialist	66人
特任専門員・特任専門職員等 Project Senior Specialist / Project Specialist	10人
小 計 Subtotal	118人
合 計 Total	208人

先端学際工学専攻 (工学系研究科) Department of Advanced Interdisciplinary Studies

教授 Professor	2人
助教 Research Associate	3人
合 計 Total	5人

学生・研究員 Student / Researcher

大学院学生 Graduate Student	180人
(内 先端学際工学専攻所属 Department of Advanced Interdisciplinary Studies)	(78人)
学部学生 Student	40人
客員研究員 Visiting Research Fellow	47人
(内 外国人客員研究員 Foreign Visiting Research Fellow)	(5人)
協力研究員 Co-operative Research Fellow	54人
(内 外国人協力研究員 Foreign Co-operative Research Fellow)	(4人)
民間等共同研究員 Joint Research Fellow	17人
(内 外国人民間等共同研究員 Foreign Joint Research Fellow)	(1人)
合 計 Total	338人

総 計 Grand Total	551人
-----------------	------



共創によるコミュニティ再生・まちづくりのための  
理論と手法の導出

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

コミュニティ再生に係る理論と実践手法の開発

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

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

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

持続可能な都市の水システムを考える

安全な水を、安定的に、持続可能な形で供給するためのシステムづくりと浄水技術について研究しています。一例として、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、殺菌紫外線を照射して水中の微生物を不活化する技術で、塩素消毒に耐性のある病原原虫に極めて有効であるうえ、有害な消毒副生成物を生じない、薬剤添加が不要である、味やにおいに影響を及ぼさないなどの長所があり、今後一層の発展が期待されます。近年では、無水銀光源である紫外発光ダイオード（UV-LED）の水処理への応用にも取り組み、その特性を生かした装置設計や使う場の提案を行っています。

Developing urban design based upon heritage

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

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

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

Furthermore, we develop case studies, conduct field works, and provide discussions for students to enhance their communication skills and community-based interests. Keywords: Place Based Planning and Management, Participatory Design, Participatory Democracy, Communication Design, Public Realm Design, Smart Community, Active and Sports friendly Community Design, Community Business

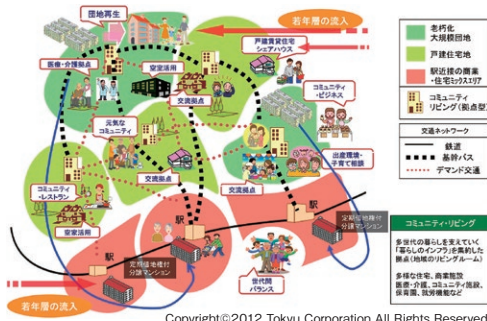
Development of sustainable urban water systems

My research is on water supply systems and water treatment technologies for safe, stable and sustainable water supply. Among the technologies, water disinfection using ultraviolet (UV) radiation is particularly of my interest. UV disinfection can inactivate diverse microorganisms without producing toxic by-products and changing the odor and taste of water. As such, my research is to identify and propose key technologies for sustainable water systems.

1 様々な分野を統合し共創するコミュニティ  
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  
Rebirth of Suburban Area with Community Living Approach



3 水利用と水質の調査（ネパール、コカナ村）  
Survey on water use and water quality  
in Khokana, Nepal



小泉 秀樹 教授  
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



小熊 久美子 准教授  
Kumiko OGUMA, Associate Professor

専門分野: 水システム、浄水技術、  
紫外線処理、消毒、途上国の水問題  
Specialized field: Water Treatment and  
Supply, UV-Based Technologies, Disinfection,  
Water in Developing Countries

E-mail: oguma@env.t.u-tokyo.ac.jp

## 言葉の性質を数理的に解明し コミュニケーションを科学・工学する

Communication Science and Engineering using New Mathematical Language Models

自然言語や記号的な系に内在する普遍性を、言語のビッグデータを計算することを通して数理的に捉える試みを行っています。そこで得られる基礎的な理解に基づき、コミュニケーションを支援するソフトウェアを構築しています。

### 計算・数理言語科学

多種多様の大規模な言語データを用いて、自然言語とはどのような系なのかを、数理的に捉える研究を行っています。言語に内在する普遍的性質を、複雑系科学や情報理論の観点から探ります。たとえば、自然言語のエントロピーレートは正なのか、自然言語の再帰度合いはどの程度なのか、文法とはどのような構造なのかなど、基礎的な問題を考えることを通して、言語の数理モデルを再考しています。

### 統計的自然言語処理

上で得られる新しい数理モデルを、教師なし機械学習手法の事前知識として用いる言語工学手法を探索しています。たとえば、教師なし機械学習による構文解析・意味解析などの要素技術を研究しています。

### コミュニケーションインターフェース

多様な人が多様なデバイスで多様な言語を用いる中、人間同士のコミュニケーションを新しい形で支援するために、有用な情報をマイニングする情報抽出・検索システムや、言語インターフェースを構築しています。たとえば、ブログやSNSからの情報抽出システムや、スマートフォン上で動作する言語インターフェースを作成しています。事業化も視野に入れ、社会に有用なシステムの考案・構築を目指しています。

### 情報記号論

人間の記号やコミュニケーションの系の特徴の中でも、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。

We describe the universal nature of language through mathematical models obtained by computing big data consisting of large-scale language resources. Using these new models, we create communication software applications.

### Computational/Mathematical Linguistics

We study universal properties of language, through computing various, large-scale language data. These properties are studied by applying complex system analysis techniques and information theories. For example, we consider the following fundamental questions: whether the entropy rate of natural language is positive, how reflexive language is, and what kind of fundamental structure is innate in language. From these questions, we describe our findings in the form of new mathematical models.

### Statistical Natural Language Processing

Using our new mathematical models, we study new unsupervised language engineering methods. For example, these include unsupervised methods for grammatical/semantic analysis of languages and for clustering of texts.

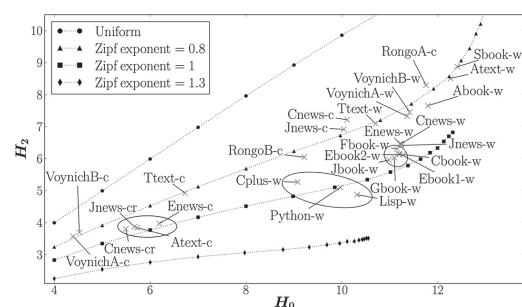
### Communication Software

A variety of people use a variety of languages on a variety of devices. Focusing on language, we seek useful software applications that can aid human language processing and communication. For example, we study information extraction methods for application to SNSs and blogs, and we develop new language interface applications for various smart devices.

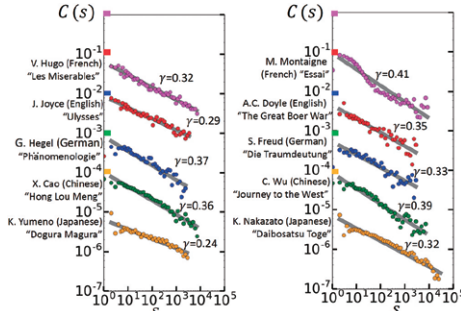
### Computational Semiotics

By using semiotic methodology, we philosophically investigate language and communication, especially aspects that are difficult to describe through computational/mathematical means.

1 さまざまな言語の複雑さの地図  
Complexity Map of Various Languages



2 文書に普遍的にみられる長相関  
Universal Autocorrelation Underlying Texts



3 指さし翻訳システム [picoTrans]  
picoTrans: Translation via Pointing



田中 久美子 教授  
Kumiko TANAKA-ISHII, Professor

専門分野: 遠計算言語学、数理言語学、自然言語処理、  
言語インターフェース、情報検索・抽出、情報記号論  
Specialized field: Computational/Mathematical Linguistics,  
Natural Language Processing, Language Interface,  
Information Retrieval/Extraction, Computational Semiotics

E-mail: [kumiko@cl.rcast.u-tokyo.ac.jp](mailto:kumiko@cl.rcast.u-tokyo.ac.jp)