



World Premier International Research Center Initiative

世界トップレベル研究拠点プログラム

Vol.
16
2020.8

Contents

Message from Program Committee Chair		01
About WPI		02
WPI centers		
	Tohoku University: Advanced Institute for Materials Research (AIMR)	06
	The University of Tokyo: Kavli Institute for the Physics and Mathematics of the Universe (Kavli IPMU)	08
	Kyoto University: Institute for Integrated Cell-Material Sciences (iCeMS)	10
	Osaka University: Immunology Frontier Research Center (IFReC)	12
	National Institute for Materials Science: International Center for Materials Nanoarchitectonics (MANA)	14
	Kyushu University: International Institute for Carbon-Neutral Energy Research (I ² CNER)	16
	University of Tsukuba: International Institute for Integrative Sleep Medicine (IIS)	18
	Tokyo Institute of Technology: Earth-Life Science Institute (ELSI)	20
	Nagoya University: Institute of Transformative Bio-Molecules (ITbM)	22
	The University of Tokyo: International Research Center for Neurointelligence (IRCN)	24
	Kanazawa University: Nano Life Science Institute (NanoLSI)	26
	Hokkaido University: Institute for Chemical Reaction Design and Discovery (ICReDD)	28
	Kyoto University: Institute for the Advanced Study of Human Biology (ASHBi)	30
Information		64

Message from Program Committee Chair

World Premier International Research Center Initiative

In April 2016, I became chair of the World Premier International Research Center Initiative (WPI) Program Committee, succeeding Professor Hiroo Imura.

The WPI Program was launched in 2007 with a mission to create globally open and appealing centers of research that serve as pivotal hubs for global brain circulation. The Program has four basic objectives: advancing leading-edge research, establishing international research environments, reforming research organizations, and creating interdisciplinary domains. The year 2016 was the 10th and final year of phase 1 of our Program, which has generated numerous scientific breakthroughs to date, most notable among which were the Nobel Prize in Physiology or Medicine awarded to Professor Shinya Yamanaka (iCeMS) in 2012 and the Nobel Prize in Physics awarded to Professor Takaaki Kajita (Kavli IPMU) in 2015. The WPI Program itself has earned widespread acclaim as one of the world's preeminent research excellence initiatives. Under the Program's next phase, started in 2017, we are pushing ahead with launching new centers, while Japan's Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology has established the WPI Academy, a new framework intended to take the vanguard in internationalizing and further renovating Japan's research environment to accelerate and expand the global circulation of the world's best brains. We will take stock of the Program as a whole and evaluate its performance over the first 10 years to expand and intensify its operations and maximize its pool of amassed accomplishments.

The challenge of dealing with problems of global scale, the advancement of transdisciplinary research, and the movement toward open science are among a set of trends that are rapidly reshaping the world of the scientific community. We will properly address these trends in earnest so that the WPI centers continue demonstrating leading-edge research accomplishments into the years ahead. If the scientific community is to boldly tackle new problems and unknown frontiers of knowledge with broad-based perspectives and insight, it is important that it look beyond the limits posed by national borders and specific domains to tap into its vast diversity of human talent.

To that end, we will not only promote high-level undertakings in scientific research but also work to strengthen organizations that continually support and lead in the sphere of research, refine and expand mechanisms that facilitate global brain circulation, foster heightened levels of personnel exchange with research centers abroad, support programs of training for young researchers, and enhance our activities in the arena of global outreach. Among steps taken to accommodate and foster international diversity, WPI centers have been promoting the development of a comfortable environment for foreign researchers both in life and research, for example through the placement of bilingual office staff for research assistance and the provision of living support for visiting foreign researchers and their family members.

I am confident the WPI Program is capable of providing an amazing platform for researchers with future visions and excellent potential, and I look forward to the opportunity to collaborate with everyone in building a set of top-level global standards for research.

R. Noyori



Emblem Concept

The emblem of WPI adopts the motif of a bird, symbolizing the program's driving concept of "upward flight." Undaunted by today's turbulent global climate of twisting and turning winds, the bird flies on steady, azure wings through the sky. In its beak, it carries a seed of new innovation. This radiant dot over the "i" also serves to light the path ahead in pioneering the frontiers of scientific discovery.

Toward Enhancing and Strengthening "Highly Visible Research Centers"

Background

An intensifying global demand for talented researchers is accelerating the need to circulate good brains among the world's nations. This trend has prompted Japan to establish new research centers that attract top-notch researchers from around the world so as to be a hub within global brain circulation.

Program Summary

WPI provides concentrated support for projects to establish and operate research centers that have at their core a group of very high-level investigators. These centers are to create a research environment of a sufficiently high standard to give them a highly visible presence within the global scientific community—that is, to create a vibrant environment that will be of strong incentive to frontline researchers around the world to want to come and work at these centers.

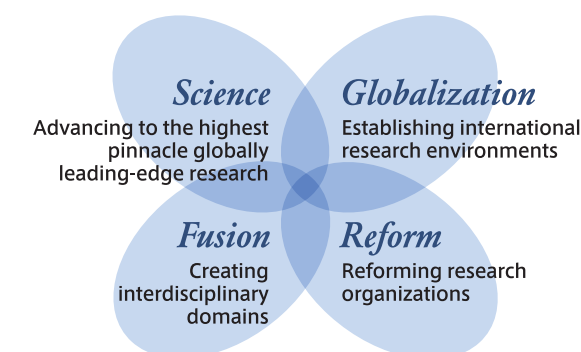
Challenges in building top-world institutes

■ A critical mass of outstanding researchers

- 7-10 or more top-level principal investigators (centers selected in FY 2007 and FY 2010 had 10-20 or more)
- With at least 30% of researchers continuously from overseas
- Total of 70-100 or more researchers and staff (centers selected in FY 2007 and FY 2010 had 100-200 or more)

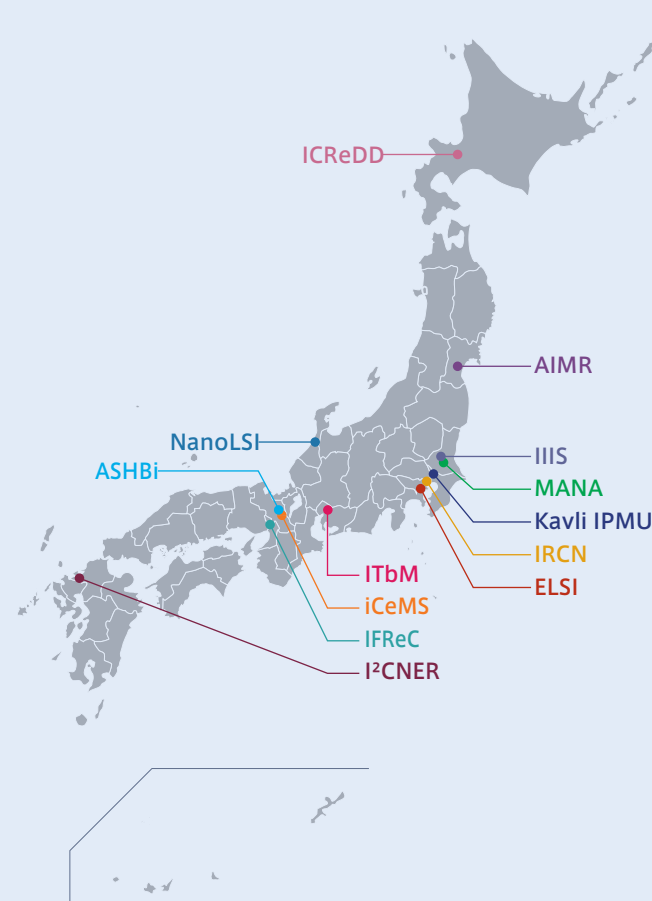
■ Attractive research and living environment by top international standards

- Strong leadership by center director
- English as the primary language
- Strong support functions for researchers



Four Missions

WPI centers (total: 13 centers)



WPI Academy

Five centers adopted in 2007

- P.06** Tohoku University: Advanced Institute for Materials Research (AIMR)
- P.08** The University of Tokyo: Kavli Institute for the Physics and Mathematics of the Universe (Kavli IPMU)
- P.10** Kyoto University: Institute for Integrated Cell-Material Sciences (iCeMS)
- P.12** Osaka University: Immunology Frontier Research Center (iFReC)
- P.14** National Institute for Materials Science: International Center for Materials Nanoarchitectonics (MANA)

One center adopted in 2010

- P.16** Kyushu University: International Institute for Carbon-Neutral Energy Research (I2CNER)

WPI Academy

The WPI Academy was launched in FY 2017 for maximizing the effect of the WPI Program by such means as: amplifying the experience and know-how acquired by the WPI centers as they worked toward achieving "World Premier Status" with regard to their research level; enhancing the profile and brand of the overall WPI Program; promoting global brain circulation; and internationalizing and reforming the scientific environment by networking the activities of WPI centers.

Centers currently receiving funding

Three centers adopted in 2012

- P.18** University of Tsukuba: International Institute for Integrative Sleep Medicine (IHS)
- P.20** Tokyo Institute of Technology: Earth-Life Science Institute (ELSI)
- P.22** Nagoya University: Institute of Transformative Bio-Molecules (ITbM)

Two centers adopted in 2017

- P.24** The University of Tokyo: International Research Center for Neurointelligence (IRCN)
- P.26** Kanazawa University: Nano Life Science Institute (NanoLSI)

Two centers adopted in 2018

- P.28** Hokkaido University: Institute for Chemical Reaction Design and Discovery (ICReDD)
- P.30** Kyoto University: Institute for the Advanced Study of Human Biology (ASHBI)

Program Contents

Funding period	10 years (up to 15 years for centers selected in or before FY 2012)
Project funding	About ¥700 million per fiscal year for each center (up to ¥1.4 billion per year for centers selected in FY 2007 and FY 2010)
Evaluation	Each year, a thorough follow-up review is conducted of the centers. A midterm evaluation is conducted in their 5th year and a final evaluation in their 10th year. These reviews are conducted by the Program Committee, comprising Nobel laureates and top-level researchers, and program directors and program officers.

The Japan Society for the Promotion of Science assists in smoothly and effectively implementing the WPI Program.

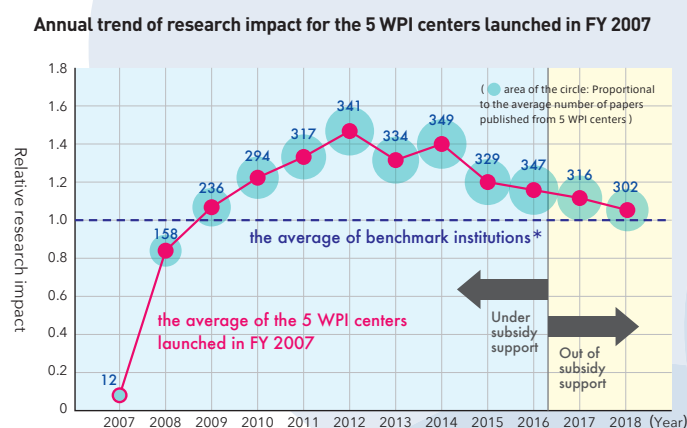
WPI has continuously produced the world's highest-level achievements in
WPI has tackled the challenge of creating an excellent world-class
WPI centers yield productive ripple effects that improve the

fused research.
environment for advancing research.
operation of their host institutions.



1 Science (Implementing the world's highest level of research)

- Since their establishment, the WPI centers have steadily produced research papers on a level commensurate with the world's top-level research institutions.
- Two WPI center researchers have won Nobel Prizes. Others have gained international recognition by winning such prestigious awards as the Canada Gairdner International Award. Still others have received top domestic awards such as Japan's Order of Culture.
- Despite their focus on basic research, WPI centers enjoy high appraisal by society as seen in the large donations and investments they receive from foundations, corporations and other private entities.



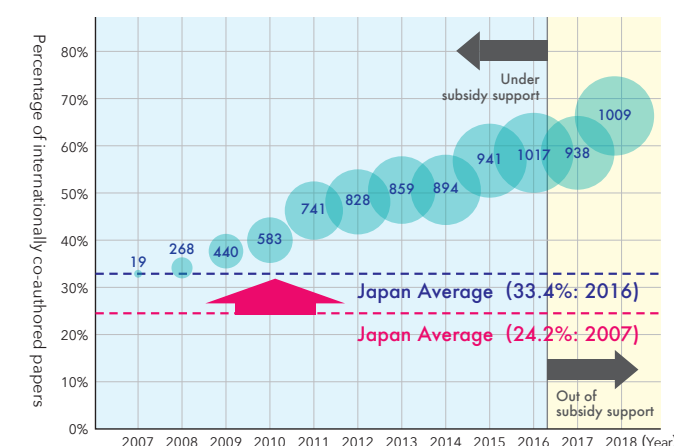
* Benchmark institutions: For each WPI center, five benchmark institutions at a top world level in a similar research domain are set by each center's working group.

- This figure was created by MEXT and JSPS based on data from Clarivate Analytics (collected in May 2019).
- Research impact (RI): The sum of all the impact factors of the journals in which papers are published in a year, used as a proxy variable to show the international visibility and competitiveness of a center.
- Relative research impact: Ratio of the average centers' research impact to the average research impact of their benchmark institutions.
- The vertical axis shows relative research impact while the radius of the circle and the blue numbers in them indicate the average number of papers published from WPI centers in that year.

3 Globalization (Creating international research environments)

- English is the working language in WPI centers. Overseas researchers make up approximately 40% of the center's research staff.
- By recruiting internationally for postdoctoral researchers and taking measures to promote the employment of overseas researchers, WPI centers are establishing highly competitive, internationally attuned research systems. By establishing systems to support their life and work in Japan, the centers are creating environments that allow the researchers to both independently and comfortably carry out their work.
- Nearly 50% of the papers published by WPI centers stem from international joint research, attesting to the posture of the centers within international research networks.

Annual transition in the percentage and number of internationally co-authored papers published by the 5 WPI centers selected in 2007



- The WPI portion of the graph was created by MEXT and JSPS based on data from Clarivate Analytics (collected in May 2019). The Japan average is extracted from NISTEP's "Japanese Science and Technology Indicators 2018." (Reference Research Material-274, August 2018)
- The radius of the circles and blue numbers inside them show the number of internationally co-authored papers.

2 Fusion (Generating fused research domains)

- Besides advancing research in each of their fields, WPI centers also contribute to pioneering various new interdisciplinary domains.
- A cascade of fused research achievements is being generated. Examples include an elucidation of the structure of glass by fusing mathematics and materials science and the discovery of a method for combating the parasitic plant Striga made by fusing animal/plant biology and synthetic chemistry.
- A "flat" organization with no partitioning between research fields and an open building architecture with no walls between labs spawn intellectual inspiration and a collaborative atmosphere of friendly rivalry among researchers.

4 Reform (Innovating research organizations)

- WPI centers act as the nucleus for system innovation within their host universities and research institutions. The reforms they achieve are shared and applied to their host institutions, elevating system-wide internationalization and strengthening research capabilities. Some spinoffs of center reforms include:
 - Groundbreaking introduction of cross-appointment systems and of merit-based pay systems for researchers
 - Introduction of top-down management systems revolving around the center director
 - Horizontal development of large-scale funding acquisition know-how

Outreach (Disseminating information to society)

Steadfast results are being achieved as WPI carries out various joint outreach activities with an aim to broaden its visibility within society.

• WPI Science Symposia

These symposia are held to give participants a feeling of familiarity for cutting-edge research by introducing them to WPI programs and their research results. They are attended by students from local junior high and high schools and members of the general public.

• "WPI Forum" website

Know-how accumulated by WPI on ways to attract overseas researchers is shared with universities and research institutions seeking to internationalize their operations.



"WPI Forum" website

Education (Fostering next generation of researchers)

WPI is working to create a framework for human resource development aimed at fostering the next generation of researchers. It includes:

- Double mentoring by instructors from diverse research fields whose training enhances the ability of young researchers to do fused research.
- Collaborative relationships with overseas graduate schools.

Bringing Advanced Materials Science to the World through Cooperation with Mathematics

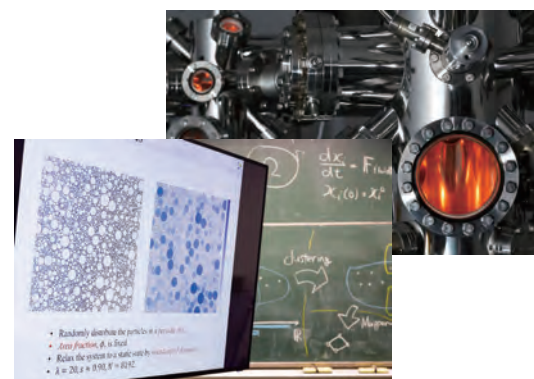
AIMR aims to contribute to society by further developing the collaboration between mathematics and materials science and to contribute to society through materials discovery and development. Based on the results, AIMR will form a research hub that brings advanced materials science to the world.

[Purpose of the Research]

Reinforcing original scientific foundation based on mathematics-materials science collaboration

A wide array of materials including metals, semiconductors, ceramics, and polymers contribute to modern technologies in every field from energy to ICT, medicine, healthcare, and high-speed transport, and many technological domains have been improved together with materials discovery and development. Progress in materials science as the scientific principle will continue to be essential for the acceleration of materials discovery and development.

As well as further reinforcing its original scientific foundation based on mathematics-materials science collaboration, by developing actual technological fields in concert with cutting-edge analysis techniques, AIMR will create materials that make a genuine contribution to society.



[Unique Features of WPI Center]

Advanced Target Projects & global brain circulation



One practical link that AIMR is forging between mathematics and materials science is the establishment of three Advanced Target Projects focusing on “control of local structure in topological functional materials,” “integrated control of bond variation and its time evolution,” and “improving self-organization technology and controlling biological responses.” Through the promotion of these research projects and expansion of its global network with three joint laboratories set up in the UK, US, and China,

AIMR intends to create materials based on understanding and controlling atoms and molecules — the smallest units for materials. AIMR is also actively pursuing global brain circulation by developing researchers who promote research initiatives worldwide, through methods such as providing outstanding young researchers with their own laboratories.

Message from ORIMO Shin-ichi, Director of AIMR

In October 2019, I was appointed as AIMR's Director. Working together under one roof, materials scientists and a wide range of mathematicians spanning pure and applied mathematics have achieved major successes and established AIMR's identity of the collaboration between mathematics and materials science. As well as further reinforcing AIMR's unique academic foundations by developing actual technological fields in concert with cutting-edge technologies in areas such as measurement, we will create materials that make a genuine contribution to society. AIMR is striving to bring advanced materials science to the world. I look forward to your continued support for us.

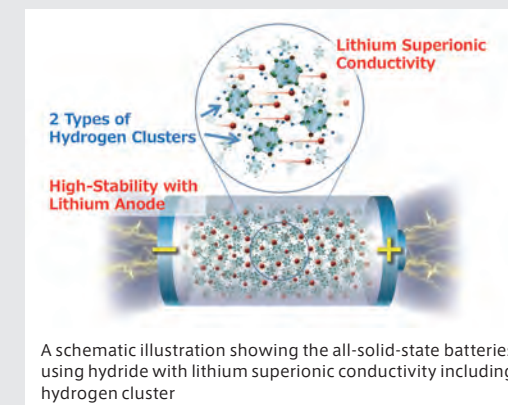


Profile After receiving his PhD from Hiroshima University, Prof. Orimo has held posts as JSPS Research Fellow and Guest Researcher at the Max-Planck Institute for Metal Research, before becoming Professor at the Institute for Materials Research (IMR), Tohoku University in 2009. He became Principal Investigator at AIMR in 2013 and was promoted to Deputy Director in 2018 and to Director in October 2019. Major awards include the Japan Institute of Metals and Materials Meritorious Award (2011), the Award for Science and Technology (Research Category), the Commendation for Science and Technology by MEXT (2012), and the Science of Hydrogen & Energy Award (2015).

Archive of research results

“Hydride superionic conductor” can accelerate developments of all-solid-state batteries

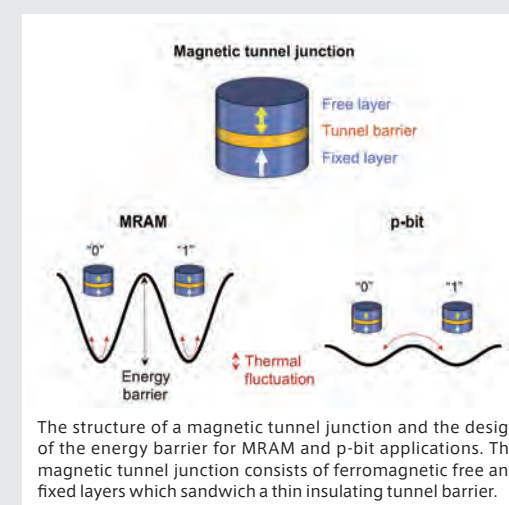
By designing the molecular structure of hydrogen clusters (complex ions containing high density hydrogen), a new hydride that exhibits lithium superionic conductivity at room temperature was developed. Using this hydride as a solid electrolyte, AIMR has also succeeded in demonstrating a lithium negative-electrode-type all-solid-state battery device with the world's highest energy density. AIMR is now conducting research aiming at elucidating the mechanism of ionic conduction and further improving superionic conductivity through mathematics and materials science collaboration.



A schematic illustration showing the all-solid-state batteries using hydride with lithium superionic conductivity including hydrogen cluster

Director of AIMR / Device and System Group PI Shin-ichi Orimo et al. (Nature Communications, 2019)

“Poor-man's q-bit” based on spintronics can solve quantum problems at room temperature



The structure of a magnetic tunnel junction and the design of the energy barrier for MRAM and p-bit applications. The magnetic tunnel junction consists of ferromagnetic free and fixed layers which sandwich a thin insulating tunnel barrier.

AIMR has developed a new-concept spintronics device that utilizes thermal fluctuation and can operate at room temperature. Using this device as a pseudo quantum bit (probabilistic bit, or p-bit), AIMR has succeeded in demonstrating factorization by applying a method similar to quantum annealing. The results are promising to pave an unexplored pathway towards a new computing paradigm that is particularly well-suited for certain classes of problems like optimization.

Device and System Group PI Shunsuke Fukami (Nature, 2019)



Cross-Disciplinary Research Center for Addressing the Origin and Evolution of the Universe

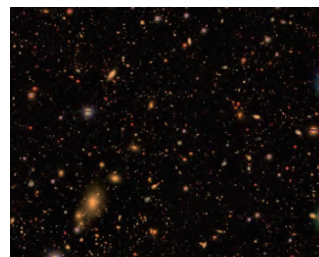
Establishing a world-class research center for the most urgent issues in basic science such as dark energy, dark matter, and unified theories, with close collaboration between mathematics, physics and astronomy.

[Purpose of the Research]

Uncover the origin and evolution of the Universe

Until recently, it had been believed that atoms were the only components of the Universe. However, new advances in observational cosmology have shown that galaxies contain invisible "dark matter," which keeps the stars from dispersing, and that the Universe is filled with mysterious "dark energy," which is accelerating the Universe's expansion. But the true identity of dark matter and dark energy has yet to be revealed.

"Unified theories," such as string theory and quantum gravity, are developing as physics and mathematics enhance our understanding of the Big Bang and black holes. Recent advances have led many researchers to speculate that many hidden dimensions exist beyond the third dimension, and that the origin and evolution of the Universe are closely related to their geometries. Kavli IPMU delves into these deep mysteries of the Universe.



Galaxies captured by the Hyper Suprime-Cam (Credit: Princeton University/HSC Project)

[Unique Features of WPI Center]

Cross-disciplinary research in mathematics, physics, and astronomy



Kavli IPMU Teatime

Every day, 280 mathematicians, physicists, and astronomers who make up Kavli IPMU cross over traditional boundaries of their disciplines to create new ideas and opportunities.

Principal investigators who are world leaders in their fields carry out core research activities. But they, and professors, associate professors, assistant professors, researchers, students, collaborators, and visitors are all treated as equals.

The institute's daily teatime is a chance for Kavli IPMU members and visitors to interact, and sparks ideas that lead to new research results.

Kavli IPMU has become a role model for the University of Tokyo in accommodating overseas researchers in Japan. More than half of its faculty come from overseas, and more than 600 researchers apply for one of the institute's 10 or so posts every year, 90 percent of whom come from overseas.

The institute values diversity and supports many activities, including stronger women scientist networks.

By supporting different ideas and cultures, and providing a space where these ideas can interact, Kavli IPMU will continue to generate new insight.

Message from OOGURI Hirosi, Director of Kavli IPMU

The Kavli Institute for the Physics and Mathematics of the Universe (Kavli IPMU) was launched at the University of Tokyo from scratch back in 2007. Now it boasts about 100 scientists on site, whose majority comes from outside Japan. It has a comparable impact factor to major research institutes worldwide. Its scientific objective is to address age-long questions of humanity: How did the Universe begin, what is its fate, what is it made of, what laws govern it, and why do we exist in it? Kavli IPMU is poised for major advances using a unique combination of mathematics, theoretical physics, experimental physics, and astronomy. It received an endowment in 2012 from The Kavli Foundation, which supports leading universities around the world.

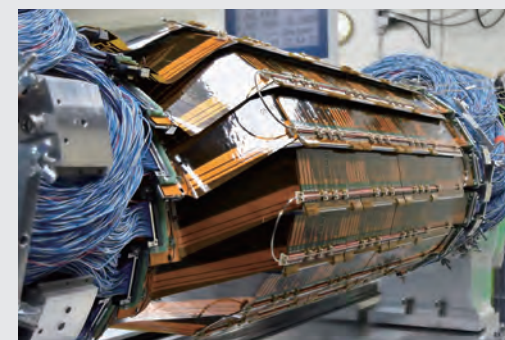


Profile After receiving his PhD from the University of Tokyo, Ooguri has held posts at the University of California, Berkeley, and Kyoto University, before becoming Fred Kavli Professor of Theoretical Physics and Mathematics at the California Institute of Technology in 2007. He is also Director of the Walter Burke Institute for Theoretical Physics, and became Director of Kavli IPMU in October 2018. In 2019, he was awarded the Medal of Honor with Purple Ribbon by the Government of Japan.

Archive of research results

Belle II experiment begins first data-taking after upgrade

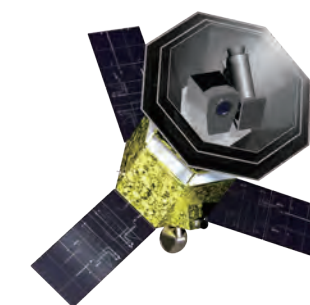
In the search for new physics, Kavli IPMU has been a member of the Belle II high-energy physics experiment's international collaboration since November 2012. Kavli IPMU was responsible for producing the ladders on the fourth and outermost layer of the Silicon Vertex Detector (SVD), which will help researchers study B meson decay following electron and positron collisions inside the SuperKEKB collider at Tsukuba. The ladders were completed in May 2018. By March 2019, researchers had begun fine-tuning the collider with the SVD set up inside the Belle II detector. Now the collaboration will continue to collect and analyze data from collisions.



A partially completed SVD showing ladders assembled together like a lantern (Credit: Belle II Collaboration)

This project involves Kavli IPMU members including Associate Professor Takeo Higuchi

LiteBIRD satellite plans take a step forward



Artist's impression of the finished LiteBIRD satellite (Credit: LiteBIRD)

Plans are moving forward with the LiteBIRD satellite, where Kavli IPMU is a member. The project aims to find a footprint of primordial gravitational waves left in the cosmic microwave background, in order to test the inflation theory of the Universe. LiteBIRD was named an important large-scale research project in the 2020 Master Plan announced by the Science Council of Japan, and the plan is to launch it into space in the mid-2020s. Kavli IPMU is responsible for the polarizing modulator in the telescope system.

This project involves Kavli IPMU members including Professor Nobuhiko Katayama and Associate Professor Tomotake Matsumura



Towards the Integration of Materials Science and Cell Biology

iCeMS seeks to illuminate the chemical basis of cells; to create chemical compounds controlling cellular processes and functional materials inspired by cellular processes; and to ultimately contribute to the fields of industry, medicine and drug discovery.

[Purpose of the Research]

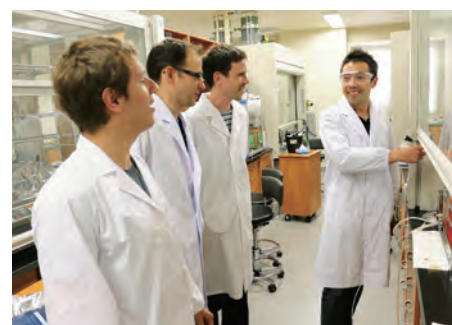
To understand cellular functions through chemistry and to reproduce and manipulate them with materials

Cells sustain life through self-assembly and cooperative interactions among great numbers of chemical materials. The behaviors of those chemicals constantly change in time and space. To understand this in chemistry, it is necessary to look at molecules working in a slightly larger mesoscopic region, rather than in the nanometer region. To this end, iCeMS develops a variety of imaging and modeling techniques, as well as physics and chemistry methods to analyze the complex life of cells. In addition, it tries to reproduce cellular functions with materials. The replication of cellular functions with designed materials should be possible once a full understanding of cellular processes has been achieved. iCeMS is simultaneously working to advance analysis and synthesis to promote its research.



[Unique Features of WPI Center]

An international and interdisciplinary environment with many young PIs



1) iCeMS has an environment that fosters active discussion and exchange across disciplines, for example, open offices and laboratories, and shared lab equipment that researchers from different fields can use together. Researchers can meet face-to-face regularly, and that helps to generate ideas for collaborations. 2) It also has the Overseas Researchers Support Office (ORSO) to provide an environment in which foreign researchers, who make up about 20% of the total, can concentrate on research activities. The ORSO provides support for obtaining a status of residence in Japan, procedures for employment,

and finding housing to help overseas researchers and their families. Furthermore, 3) in order to realize an international and interdisciplinary research environment, iCeMS holds many international symposia and seminars in Japan and abroad. 4) iCeMS also has a specialist team called the Research Administration Office (RAO) to reinforce the international research network and return iCeMS' research results to society. The RAO works to obtain external funds and to accelerate human resource exchange through industry-academia or academia-academia collaborations, and also works on outreach activities for brain circulation and the dissemination of research results both domestically and internationally.

Message from KITAGAWA Susumu, Director of iCeMS

Challenge, Creativity, Core: We seek to reimagine the international research institution through a unique environment and system of management. iCeMS could challenge the world, but only by bringing everyone together into a single core will we have sufficient creativity.

Discovery, Wonder, Passion: It is in our power to unlock mysteries that inspire feelings of wonder and passion. We must seek out these discoveries in order to turn conventional wisdom on its head and create new science.

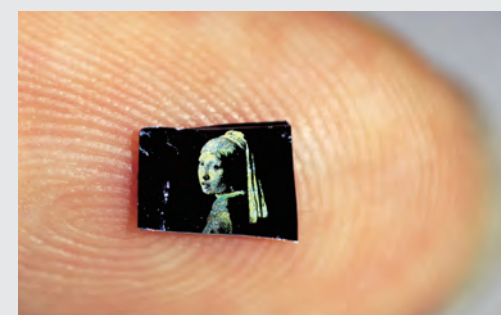


Profile | Obtained a PhD in 1979, from the Graduate School of Engineering, Kyoto University. After serving as an Assistant Professor at Kindai University and a Professor at Tokyo Metropolitan University, he became a Professor at the Graduate School of Engineering, Kyoto University in 1998. Then he became a Deputy Director and a Professor of iCeMS in 2007. He has been the Director of iCeMS since 2013, and also a Distinguished Professor of the institute since 2017. Major awards include the Thomson Reuters Citation Laureate (2010), Medal with Purple Ribbon from the Japanese government (2011), Fellow of the Royal Society of Chemistry (2013), Basolo Medal of the American Chemical Society (2016), and Grand Prix of the French House of Chemistry (2019).

Archive of research results

OM technology allows an inkless, large-scale color printing process

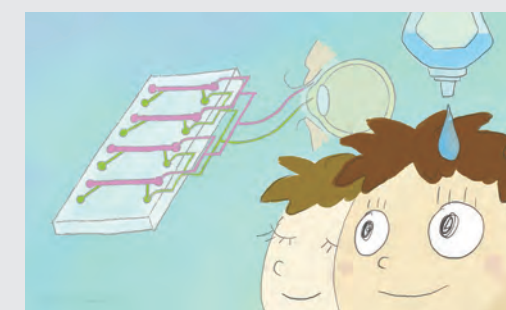
Using organized microfibrillation (OM) technology to precisely form fibrils in polymers, Prof. Easan Sivanah and his colleagues have developed a material that reflects light of a specific frequency that human eyes recognize as color. Crazing, which usually appears randomly as plastic products deteriorate, can be precisely controlled by using OM technology, and that made it possible to print on flexible and transparent materials with a resolution of up to 14,000 dpi. This is expected to be applied to a variety of technologies, including the development of inkless color printing technology and the prevention of counterfeiting of banknotes.



A very high-resolution painting of approximately 1 mm can be created without ink.

PI/Professor Easan Sivanah, Program-Specific Assistant Professor Masateru Ito
(Nature, June 2019)

Eye blinking on-a-chip



The new "cornea-on-a-chip" device can reproduce the pressure of moving tears inside a blinking eyelid, and can more accurately test the effects of drugs on the human eye. (Illustration by Mindy Takamiya)

Drs. Kenichiro Kamei and Rodi Abdalkader have developed a small chip device that moves fluids over corneal cells similarly to the movement of tears over a blinking eye, using a microfabrication technology. As a corneal model, it is more functional than the conventional method. The scientists hope their findings will help improve ophthalmic drug development and testing, and will lead to a reduction in animal studies required for them.

PI / Associate Professor Ken-Ichiro Kamei, Program-Specific Assistant Professor Rodi Abdalkader
(Lab on a Chip, December 2019)



Comprehensive Understanding of Immune Reactions and Contribution to Society

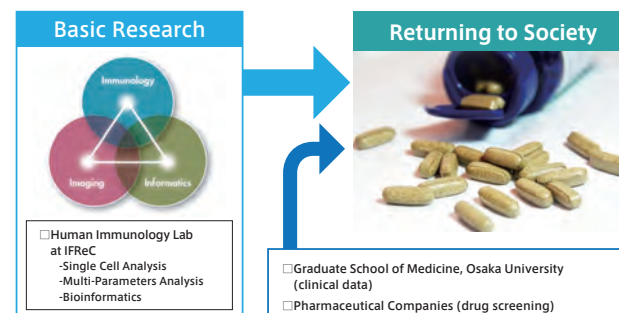
IFReC's important mission is to construct a world-class immunology research center.

Furthermore, in addition to efforts in advanced research on basic immunology, IFReC has been actively engaging in serving society through the results of its research.

[Purpose of the Research]

Striving to lead the world in interdisciplinary and immunology research

Since its inception in 2007, IFReC has been advancing interdisciplinary research through a team of outstanding researchers in the fields of immunology, bioimaging, and bioinformatics. IFReC's research encompasses diverse fields extending beyond traditional immunology. Numerous articles have been published in many top journals and with an increasing number of academic awards, IFReC's reputation has spread far and wide among the world's immunologists. Since 2017, in addition to basic research, IFReC has endeavored to create a methodology for developing the results of its basic research into medical applications.



[Unique Features of WPI Center]

A world-class research center



IFReC advanced postdoctoral fellows from around the world

To further develop as an international research center, IFReC has increased its efforts in the study of human immunology, which is basic research using human cells with the cooperation of the Osaka University Graduate School of Medicine. Further, by incorporating the viewpoint of pharmaceutical companies, it is accelerating the sharing of its basic research with society.

IFReC has concluded international collaboration agreements mainly with European universities and has actively increased networking among researchers. Furthermore, nurturing the next generation of researchers is also an important responsibility of IFReC. To recruit outstanding young researchers from all over the

world, IFReC has created an advanced postdoc system that offers a competitive salary and generous research budget.

IFReC provides an enticing environment for the next generation of researchers and aims to be an indispensable part of the career paths of talented international researchers.

Message from **TAKEDA Kiyoshi**, Director of IFReC

I will strive not only to deepen our basic research into immunology until now but also to make IFReC a world-class research center with the aim of overcoming immunological disorders of the future. IFReC has concluded comprehensive collaboration agreements with a number of pharmaceutical companies thereby creating an industry-academia collaboration system for advancing free basic research, the first model of its kind in Japan. The future looks promising as IFReC accelerates world-class basic immunology research and the sharing of its results with society.



Profile | Osaka University, Medical School, MD 1992/PhD 1998. 2003: Professor, Medical Institute of Bioregulation, Kyushu University. 2007-Present: Professor, IFReC/Graduate School of Medicine, Osaka University. July 2019-: Director of IFReC. Japanese Society for Immunology Award (2004). JSPS Prize (2010). Osaka Science Prize (2016). Bälz Prize (2016). Mochida Memorial Academic Award (2019). Highly Cited Researchers (2014-2017). 2nd place in "World Immunologist Ranking by Citations 2014." (Dr. Shizuo Akira, the former director of IFReC ranked first.)

Archive of research results

Big data provides clues for characterizing immunity in Japanese

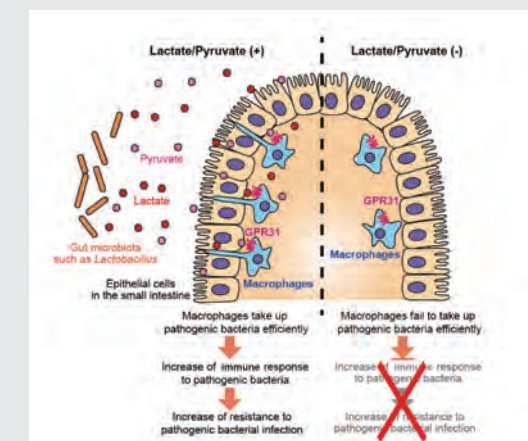
The human leukocyte antigen (HLA) system is a gene complex that encodes the major histocompatibility complex proteins in humans. These cell-surface proteins are responsible for the regulation of the immunity of humans.

Yukinori Okada and his research group conducted next-generation-sequencing-based typing of the 33 HLA genes of 1,120 Japanese, providing the high resolution allele catalog and linkage disequilibrium structure of both classical and non-classical HLA genes.

The research group revealed the existence of different gene variants and their connections with diseases and other traits in the Japanese population. Their multiple analyses first revealed the levels of polymorphism in the HLA genes, then classified the overall patterns of this polymorphism into 11 distinct groups across the Japanese population using a machine learning approach. Using data from medical records on 106 different phenotypes, including 46 complex diseases from over 170,000 Japanese individuals, they clarified that about half of these phenotypes showed significant associations with the studied genes. Their findings provide a foundation for future studies on risk factors associated with this part of the genome.

Hirata et al. (Nature Genetics, 2019)

Bacterial metabolites have big effects on the intestinal immune response



Role of bacterial metabolites in intestinal immune response

The intestinal immune cells extend dendrites to capture antigens, triggering immune responses.

Kiyoshi Takeda group identified GPR31, a protein residing on the surface of small intestinal macrophages, as the specific receptor for the two metabolites lactate and pyruvate. Mice lacking GPR31 showed reduced dendrite protrusion by CX3CR1+ cells after being administered pyruvate or lactate. As a result, antibody production decreased following infection with a non-pathogenic strain of Salmonella.

Morita, Umemoto et al. (Nature, 2019)



"Materials Nanoarchitectonics" - New Paradigm of Materials Development -

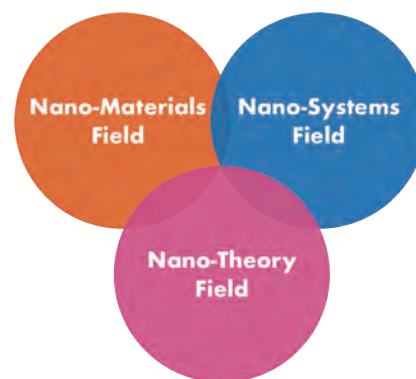
Nanotechnology is changing our lives.

MANA is pioneering a revolutionary technological system called "nanoarchitectonics" as a new paradigm for nanotechnology to create new materials and functions.

[Purpose of the Research]

Pioneering a new nanotechnology system to create next generation materials

MANA is focusing on a new technology system for materials development named "nanoarchitectonics." Various nano-scale structural units are created and arranged in a designed configuration and interactions occur among them. Synthesis, fabrication and resulting functionalities are analyzed and predicted both theoretically and experimentally. This challenge is tackled by researchers distributed over three research fields: Nano-Materials, Nano-Systems and Nano-Theory. Nanoarchitectonics opens a new paradigm of materials development that can contribute to society in forms such as environment & energy sustainability, next-generation computation & communication, and health & security.



MANA's three research fields

[Unique Features of WPI Center]

International nanotechnology research center driven by challenges and field fusion



MANA administrative office welcomes foreign researchers



Melting Pot Cafe

In order to create a world premier research center with global visibility, MANA strongly promotes the following management.

Melting pot environment

MANA provides a "melting pot" environment for gathering researchers of different fields, cultures and nationalities in one place. MANA is regarded as one of the most internationalized research organizations in Japan. MANA promotes fusion research between various fields for "Nano Revolution for the Future."

Fostering young scientists

Young researchers in MANA are involved in interdisciplinary research in the 3D system with double-affiliation, double-discipline and double-mentors.

Global network

MANA's international nanotech-network is spreading over the world through research collaboration with seven Satellite Laboratories and young MANA-alumni at research institutes in other countries.

Message from SASAKI Takayoshi, Director of MANA

For the sustainable development of human society, innovative technologies that are based on discovery and creation of appropriate materials play a crucial role to solve various problems. In recent years, nanotechnology has made astonishing progress and become a modern pillar of materials discovery and development. MANA is pursuing innovation on the basis of our concept of "nanoarchitectonics," where new materials and functions are created by rationally integrating and joining nanoscale parts. We have developed various novel nanomaterials, nanodevices and nanosystems, and led nanotechnology research in the world.



Profile | 1985: Doctor of Science, The University of Tokyo; 1980: Researcher at NIRIM (National Institute for Researches in Inorganic Materials); 2003: Professor of Graduate School of Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba (Collateral office); 2007: Principal Investigator of MANA, NIMS; 2008: Field Coordinator of Nano-Materials Field, MANA; 2009: NIMS Fellow; 2017: Director of MANA.

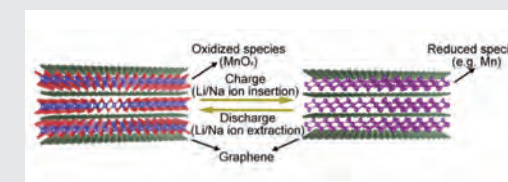
Archive of research results

Innovative function design by using two-dimensional nanosheets as building blocks

Two-dimensional nanomaterials, characterized by atomic/molecular thickness and lateral size of bulk range, show attractive properties and superior functions not found in existing materials. MANA has been successful in synthesizing a wide variety of two-dimensional materials based on oxides and hydroxides, using a soft chemical approach in which layered compounds are osmotically swollen to such a high extent that they eventually come apart into single layers. It has developed the technology to assemble, stack and combine them in a manner similar to LEGO® blocks.

With this new nanosheet nanoarchitectonics, MANA has demonstrated various innovative functions to bring new possibilities to a wide range of application fields.

■ Oxide/graphene composite materials for secondary battery with both high capacity and long cycle life



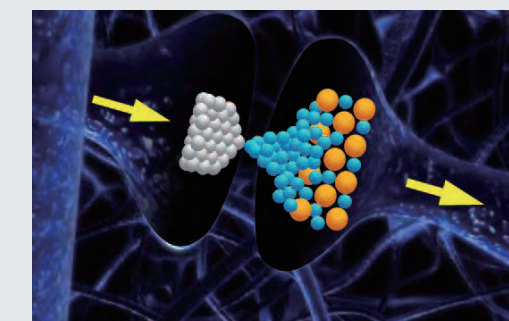
Director / Principal Investigator Takayoshi Sasaki
Group Leader Renzhi Ma
(Advanced Materials, 2014 / ACS Nano, 2018)

Atomic switch "synapse device"

MANA has developed the world's first "synapse device" that autonomously reproduces the processes of remembering and forgetting like the human brain.

This is realized by an "atomic switch" which forms a conductive path of metal atoms precipitating from a solid electrolyte depending on input frequency. This device is expected to contribute to developing a neuromorphic computer that operates without preprogramming.

■ Atomic switch with synaptic operation



When an electrical signal is input, metal atoms precipitate from the electrode on the right, forming a bridge between the electrodes. Higher input frequency creates a thicker (more stable) bridge.

Principal Investigator Kazuya Terabe
(Nature Materials, 2011 / Nanotechnology, 2013)



Grand Highway for a Carbon-Neutral Energy Fueled World

I²CNER's mission is to contribute to the creation of a sustainable and environmentally-friendly society by advancing low-carbon emission and cost-effective energy systems, and improvement of energy efficiency. Through its mission-driven basic research, I²CNER has defined and produced the development of the science to dramatically reduce Japan's CO₂ emissions.

[Purpose of the Research]

Creation of basic science for realization of a low-carbon society

The Institute aims at understanding and advancing the science of hydrogen production using artificial photosynthesis; hydrogen tolerant materials; next-generation fuel cells; catalysis and "greening" of chemical reactions; CO₂ capture and utilization; CO₂ geological sequestration; and energy analysis. This broad-based agenda cuts across the boundaries of chemistry, physics, materials science, mechanics, geoscience, biomimetics, economics, and policy-making. The research in I²CNER bridges multi-dimensional spatial and temporal scales for various phenomena.

[Unique Features of WPI Center]

Collaboration with the UIUC and generating fused disciplines



Strategic partnership with UIUC



A state-of-the-art research environment

This is a unique collaborative project between Kyushu University and the satellite institute at the University of Illinois at Urbana-Champaign (UIUC). I²CNER's strength is its young faculty members who have been encouraged to develop independent research programs, and who have been intensively working with our international collaborators. The issue of transitioning into a carbon-neutral energy society is global and requires leveraging resources from the international community.

I²CNER provides unique opportunities for bottom-up research, giving researchers opportunities to create and establish new research directions. In order to foster interdisciplinary research, applied math and economics are integrated into I²CNER's research portfolio. "Applied math and economics for energy" is now a new interdisciplinary research direction, and will be an important component of I²CNER.

Message from Petros Sofronis, Director of I²CNER

I²CNER's projects are beginning to achieve technology transfer. We have new efforts that fuse applied math and energy engineering, including modeling the smart electric grid based upon understanding of how energy generation, demand, and storage interact; and using persistent homology to characterize the properties of porous materials. We are integrating computational scientists by leveraging synergism between computation and experiments, which may provide an accelerated and targeted approach to scientific discovery. We are trying to enhance our impact by considering the well-to-wheel implementation of carbon-neutral technologies.

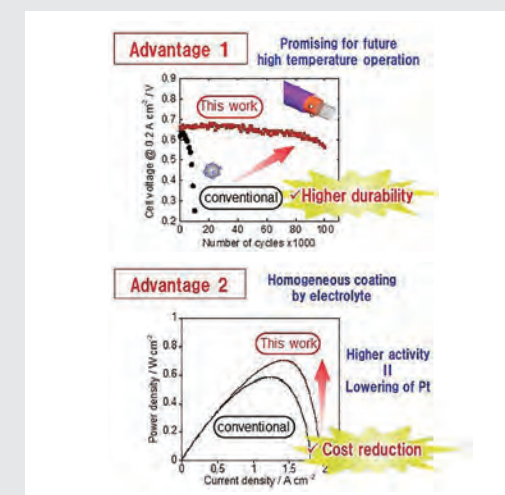


Profile Professor, Department of Mechanical Science and Engineering, University of Illinois at Urbana-Champaign. Professor Sofronis studies solid mechanics, micromechanics and fracture mechanics. He is currently developing a mechanistic understanding of hydrogen embrittlement in pipeline steels to determine whether hydrogen fuel can be safely transported at enormous pressures through existing pipelines. Professor Sofronis has received numerous awards from the US National Science Foundation and the US Department of Energy. Since December 2010, he has served as the Director of I²CNER.

Archive of research results

Novel electrocatalyst design based on polymer-wrapping of carbon supports

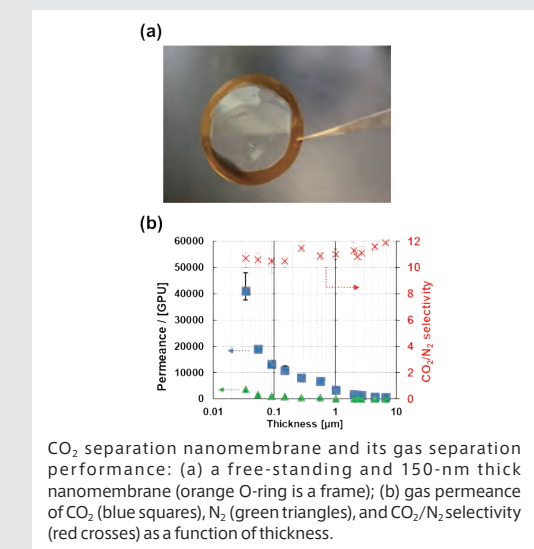
Profs. Nakashima and Fujigaya developed a novel electrocatalyst structure for polymer electrolyte fuel cells (PEFC), in which the carbon supports are wrapped with polymers prior to the catalyst loading. One of the powerful advantages of this strategy is that carbon materials with high crystallinity can be used for catalyst loading, and thus, high durability of PEFC was realized (Advantage 1). The team also successfully increased the utilization efficiency of platinum and realized high activity of PEFC (Advantage 2).



Tsuyohiko Fujigaya et al. (Scientific Reports, 2015)
Tsuyohiko Fujigaya et al. (Electrochimica Acta, 2019)

Creation of ultra-fast CO₂ separation nanomembranes and direct air capture

Efficient CO₂ capture technologies are indispensable and urgently needed for carbon-neutral energy systems. Prof. Fujikawa and his group succeeded to develop well-defined, free-standing nanomembranes of 34 nm thickness, which is the highest level of CO₂ permeance in the world. This finding expands the relevance of I²CNER research goals beyond capturing CO₂ from fire-powered plants to the entirely new area of CO₂ capture directly from the atmosphere.



Shigenori Fujikawa et al. (Chemistry Letters, 2019)



Solving the Mysteries of Sleep

Sleep is one of the biggest black boxes of today's neuroscience.

Researchers at IIIS cooperate together aiming to elucidate the fundamental principles of sleep/wake regulation and develop new strategies to assess and treat sleep disorders.

[Purpose of the Research]

Aiming to realize a society where people can sleep soundly

We spend nearly 1/3 of our lives asleep. The importance of sleep is clear because the loss of sound sleep lowers daytime performance and physical and mental health. However, the regulation and function of sleep remain unclear.

IIIS sets 3 missions to uncover the mystery of sleep and to solve sleep-related social problems:

1. To elucidate the functions of sleep and the fundamental mechanisms of sleep/wake regulation
2. To elucidate molecular pathogenesis of sleep disorders and related diseases
3. To develop preventive measures, diagnostic methods, and treatments for sleep disorders



[Unique Features of WPI Center]

Open and flat organization to maximize all members' capacity



Open floor space



Shared laboratory

Under the leadership of Prof. Yanagisawa, the researchers at IIIS collaborate with each other to drive forward innovative sleep research. Based on Prof. Yanagisawa's 20-plus-year experience as a PI at the University of Texas Southwestern Medical Center, IIIS has been established as the best and unique sleep research center in Japan, by learning from the merits of the US-style academic "department." IIIS has created a free and vigorous atmosphere emphasizing: (i) flexible and timely appointments of independent PIs regardless of their age and career stage, with a necessary start up package (e.g., funding, personnel and space); (ii) a flexible and dynamic allocation of floor space for each laboratory to facilitate free and open communications; and (iii) sharing of major facilities and capital equipment among laboratories. IIIS manages the organization so that all researchers and students can vigorously communicate and maximize their potentials.

Message from YANAGISAWA Masashi, Director of IIIS

Our discovery of the neuropeptide orexin and its prominent role in sleep/wake regulation has generated a highly active research field in neurobiology of sleep. However, the fundamental governing principle for the regulation of sleep pressure remains a mystery. Based on my own experience as a PI in the US, and by learning from the merits of US academia while retaining the merits of Japanese traditions, IIIS provides a scientific culture and environment that strongly encourage all members to initiate and continue truly groundbreaking studies.



Profile Received a PhD from the Faculty of Medicine, University of Tsukuba. Assigned as a Professor at the University of Texas and a Researcher at the Howard Hughes Medical Research Institute for 24 years from 1991 to 2010. In 2010, his research project was adopted as FIRST. In 2012, appointed Director and Professor of WPI-IIIS. Received numerous awards and distinctions, including the Medal with Purple Ribbon (2016), the Keio Medical Science Prize (2018), the Person of Cultural Merit (2019), and the Ibaraki Prefecture Honor Award (2019).

Archive of research results

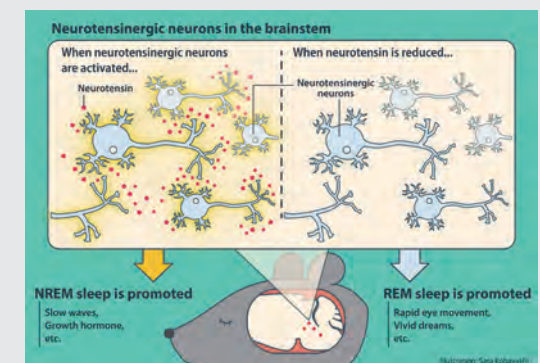
A novel neuronal pathway that induces hibernation-like hypometabolic states

Hibernating mammals lower their body temperature and reduce energy expenditure, although the regulating mechanism of hibernation is still not well known.

IIIS has found a population of hypothalamic neurons that induces a long-lasting hypothermic/hypometabolic state similar to hibernation (Q neurons). No obvious tissue/organ damage nor abnormalities in behavior have been observed after recovery.

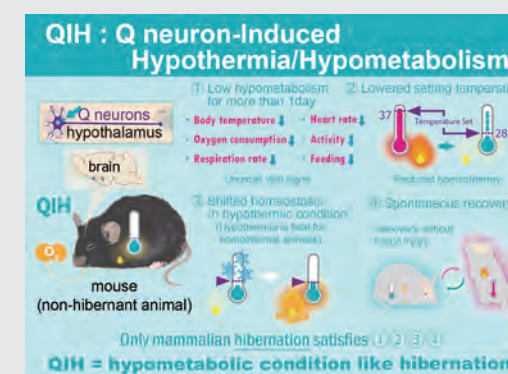
This finding opens the door to the development of the induction of a hibernation-like state on non-hibernating mammalian species, including humans.

To sleep deeply: the brainstem neurons that regulate non-REM sleep



While several brain areas including the hypothalamus are known to be essential for NREM sleep, comparatively little is known about how the brainstem controls NREM sleep. Previous work has found that a subregion of the brainstem, the sublaterodorsal tegmental nucleus (SubLDT), regulates both REM and NREM sleep. Researchers at IIIS therefore targeted this area to identify NREM sleep-promoting neurons, and found that a wide network of neurotensin-producing neurons is involved in NREM sleep regulation.

Kashiwagi, Hayashi et al. (Current Biology, 2020)



Takahashi, Sunagawa, Sakurai et al. (Nature, 2020)



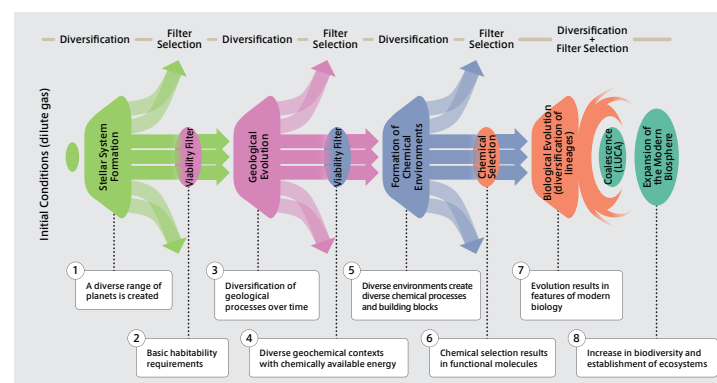
World-class Interdisciplinary Research Hub Exploring the Origins of Earth and Life

ELSI's Earth/planetary and life scientists study the origins of Earth and life; and possible life forms on solar-system and extra-solar planets by testing what is unique and universal to Earth's life.

[Purpose of the Research]

How did the Earth form, and how did life begin and evolve?

ELSI specifically investigates how the Earth formed, the emergence of life in the early environment, co-evolution of the Earth-life system, and the emergence/occurrence of life elsewhere in the universe. These domains are achieved by using the ELSI model as a theoretical framework and a roadmap for origins of life research. The ELSI model captures the idea that the events from the Big Bang to life were a series of diversifications followed by selections.



ELSI model of the origins of life

[Unique Features of WPI Center]

An open and inclusive interdisciplinary research environment



Open and flat research structure



Active collaboration between young and senior researchers

ELSI remains a world-leading research hub following its system reform plans:

Research environment:

- Open and flat inclusive research environment
- Annual evaluation of researchers
- Young researcher start-up funds
- Rich external funding, including Astrobiology Program established by private company donation

Top-notch administration:

- One-stop-shop with research-orientated administrative support staff
- Close relationship with university
- Lab safety lectures, cultural diversity training courses, and harassment counselling offered in English

Outreach and science communication:

- Promote science communication under Communications Director with scientific and rich international background
- Bridge gap between scientists and society
- Outreach of an international standard, including press releases and events in English

Message from HIROSE Kei, Director of ELSI

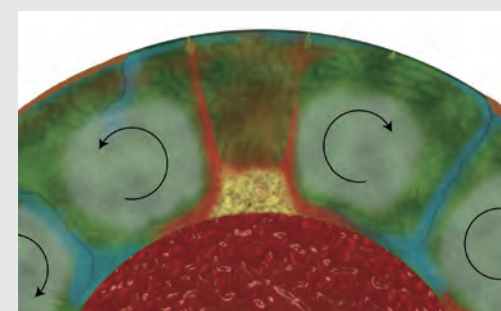
We will promote integrated research in fields related to the early Earth, including Earth's formation, early Earth environment, the emergence of life on Earth, and the co-evolution of the Earth-Life system. Through these, ELSI will clarify both unique and universal aspects of the Earth, from which life emerged and evolved, and try to predict the presence or absence of life on other planets. In order to immediately apply our research results to search for extraterrestrial life, we will work in close cooperation with space exploration missions and astronomical observations.



Profile A world premier expert on the Earth's interior. In 2004, he and his team made the first discovery of a main mantle mineral in 30 years: "post-perovskite" in a few-100-km thick layer near the mantle's base. This discovery expanded the understanding of what has long been the most enigmatic region inside the Earth. In 2010, his group successfully generated static ultrahigh-pressure and temperature conditions beyond those at the Earth's center and revealed metallic iron's crystal structure in the solid inner core. He received the Japan Academy Prize and Ringwood Medal in 2011, and Fujihara Award in 2016.

Archive of research results

Domains of ancient rocks preserved in the Earth's mantle

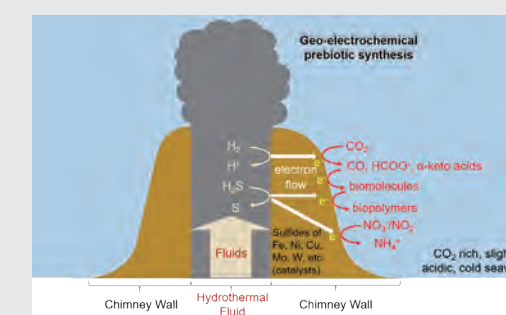


Mantle convection removes heat from our planet's interior and drives plate tectonics. Geochemical data suggests ancient domains are preserved >4.4 billion years in the mantle despite persistent convection and mixing. To explain this, ELSI established a new model of mantle material transport. In its simulations, high-viscosity mantle rock can stabilize unmixed mantle domains despite whole-mantle flow circulating within them. Preservation of ancient SiO₂-rich domains may also explain SiO₂ depletion in the circulating mantle, relative to the solar system's average composition.

Ballmer, M., Houser, C., Hernlund, J., Wentzcovitch, R., Hirose, K. Persistence of strong silica-enriched domains in the Earth's lower mantle. (Nature Geoscience, 2017)

Geoelectrochemistry - a new field of study within OoL research

ELSI has demonstrated abiogenic electrochemical reduction of CO₂ to CO under geochemically plausible conditions. The significance of this result is that abiogenic CO has long been proposed as a feedstock for complex organic synthesis; the efficient reduction shows that the potentials obtained at hydrothermal vents are sufficient to drive carbon fixation.



Kitadai N., Nakamura R., Takai K., Li Y., Gilbert A., Ueno Y., Yoshida N., and Oono, Y. Geoelectrochemical CO production: Implications for the autotrophic origin of life. (Science Advances, 2018)



Change the World with Molecules: Where Chemistry, Biology and Theory Meet

ITbM's dream is to develop "transformative bio-molecules" that can change the way we live.

By merging synthetic/catalytic chemistry, animal/plant biology, and theoretical science, ITbM will take up the challenges of solving global issues with molecules.

[Purpose of the Research]

Interdisciplinary research producing transformative biomolecules

ITbM continues its research into creating innovative bio-functional molecules that will fundamentally transform life science research - "transformative biomolecules." Through the dynamic cooperation of synthetic chemists, plant/animal biologists and theoreticians and the creation of a new field of research merging biology and chemistry, ITbM develops transformative biomolecules that will have a great and positive impact on society. In 2020, ITbM will prioritize new areas of research as "ITbM 2.0," using molecules to tackle worldwide issues such as climate change, food supply and medical technologies.



ITbM's flagship research areas

[Unique Features of WPI Center]

Diverse and interdisciplinary research born from mixed spaces



Researchers and students from different fields work alongside one another in ITbM's Mix Lab and Mix Office



Poster session by students of the Graduate Program of Transformative Chem-Bio Research (GTR)

At ITbM, top level experts in a variety of fields from both Japan and abroad occupy the positions of Principal Investigators (PIs). ITbM's younger specialists take on the role of Co-PIs, cooperating with PIs to drive forward their research effectively and learn important research skills and management of her/his laboratory. With most of the post-doctoral researchers coming from overseas, and 30% of researchers being women, ITbM is a highly diverse research environment. ITbM incorporates research spaces and researchers from different fields into cooperative "Mix Labs" and "Mix Offices" where researchers can conduct experiments and talk side by side, and promotes collaborative and interdisciplinary research within its research groups.

Message from ITAMI Kenichiro, Director of ITbM

Molecules are tiny, but they are an essential part of everything we do in life. I firmly believe that they hold the power not only to change our scientific techniques, but to change our society as well. Through the cooperation of chemists, biologists, and theoreticians, molecules with carefully designed functions are born: SPL7 to help the African food supply problem, DHEA, which is expected to become a drug to treat jet-lag, and molecular nanocarbons, which will revolutionize carbon materials science. ITbM will connect molecules, create value, and change the world one molecule at a time.



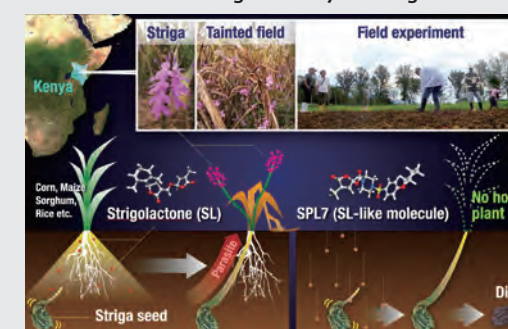
Profile | Director Itami received his PhD in synthetic chemistry from Kyoto University in 1998. He became an Associate Professor at Nagoya University's Research Center for Materials Science in 2005, a Professor at the Graduate School of Science in 2008, and ITbM Director in 2012. Founded on the development of fast and accurate synthesis of arene-assembled molecules, his research expands across a number of fields including catalytic chemistry, materials science, medicinal chemistry and nanocarbon chemistry. He has won a number of international awards, and was one of Clarivate Analytics' Highly Cited Researchers in 2017, 2018 and 2019.

Archive of research results

Exterminating the parasitic menace Striga in Africa

SPL7 is a ground-breaking molecule developed to exterminate the parasitic plant Striga, which has dealt a heavy blow to African cereal production. SPL7 has very little impact on the biological environment of cereals and soil bacteria, and promotes the suicidal germination of Striga at concentrations of as little as $1/10^{13-15}$ mol/L. SPL7 boasts a potency equivalent to natural germination stimulant strigolactone, the most potent germination stimulant to Striga among all commercially available compounds. Currently, ITbM is conducting field testing of SPL7 in Kenya and continuing its development towards practical use.

■ Extermination of Striga seeds by suicide germination



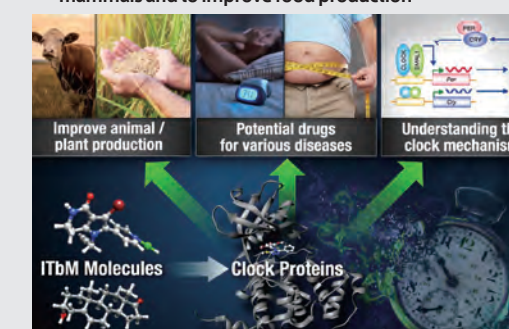
SL-like molecules work as inducers of suicidal germination to purge the soil of viable Striga seeds before planting the crop seed.

Yuichiro Tsuchiya, Daisuke Uraguchi, Takashi Ooi et al. (Science, 2018)

Molecules to treat diseases in mammals and improve food production by modifying the circadian rhythm

ITbM has discovered GO829, which slows or lengthens the circadian rhythm in cultured human cells, DHEA, which treats jet-lag in mice by accelerating the circadian rhythm, and AMI-331, which slows or lengthens the rhythm in plants. The circadian clock controls the rhythm of the day such as sleeping and waking, and, when disrupted, is known to cause a variety of health problems. Through the elucidation of the molecular mechanism of the circadian clock in a wide variety of organisms from mammals to plants, it is expected that improvements will be made in the treatment of related diseases such as sleep disorders, depression, obesity and cancer, and that food production will be increased.

■ Modification of the circadian rhythm to treat diseases in mammals and to improve food production



ITbM's research is expected to improve the treatment of diseases such as sleep disorders, depression, obesity and cancer.

Tsuyoshi Hirota et al. (Science Advances, 2019)
Takashi Yoshimura et al. (EMBO Molecular Medicine, 2018)
Norihiro Nakamichi et al. (PNAS, 2019)



Tackling the Ultimate Question – “How Does Human Intelligence Arise?”

IRCN combines life sciences and information sciences to establish the new field, "neurointelligence."
By clarifying the essence of human intelligence, overcoming neural disorders, and developing new A.I.,
it will contribute to a better future society.

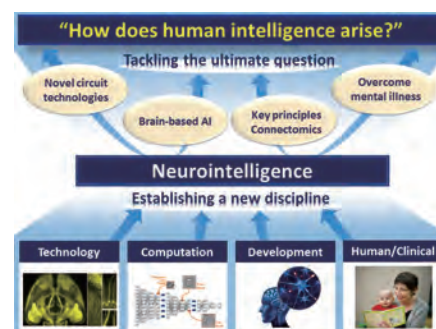
[Purpose of the Research]

To establish the new field of “neurointelligence”

Elucidating brain functions is a highly complicated and difficult endeavor, and this is one of the biggest scientific frontiers on par with identifying the origins of the universe.

IRCN aims to (1) elucidate fundamental principles of neural circuit maturation, (2) understand the emergence of psychiatric disorders underlying impaired human intelligence, and (3) drive the development of next-generation artificial intelligence (A.I.) based on these principles.

By proceeding with this research, IRCN is establishing the new field of “neurointelligence” and tackling the the ultimate question: “How does human intelligence arise?”



[Unique Features of WPI Center]

Global bridging – Brain development and computational science



Researchers from around the world
at Imaging Core



IRCN Neuro-Inspired Computation
Course

IRCN is organized into four Research Units (Development, Human/Clinical, Computation, Technology), whose collective goal is creation of the research field of neurointelligence. Each unit is asked to produce new synergistic research outcomes through collaborative research. IRCN also aims to build the world's highest-level research organization by offering cutting-edge technology and an international environment.

Leading Global Network

Functioning as a research hub in collaboration with 18 key overseas institutions such as Boston Children's Hospital

Core Facilities for Interdisciplinary Research

Maintaining facilities which provide a platform for enabling researchers to seamlessly integrate hypothesis and verification cycles for efficient research

Nurturing Young Researchers

Encouraging trainees to exchange views and ideas through Science Salon, Retreat, and Neuro-Inspired Computation Course, which lead IRCN to new integrated research

Message from Takao K. Hensch, Director of IRCN

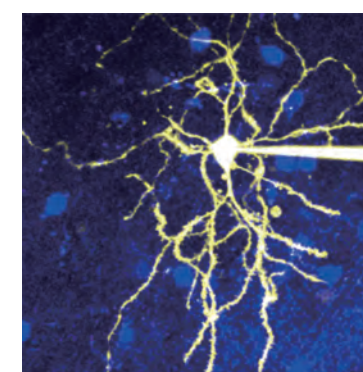
International Research Center for Neurointelligence was established in 2017 with a 10-year mission: to create a new discipline at the interface of human and artificial intelligence from the view of neurodevelopment and its disorders. We seek answers in the underlying principles of neural circuit development and how it goes awry in psychiatric disorders. This promises new insights for neuro-inspired A.I. and innovative, computational approaches to understanding the human condition. Come share our quest, key collaborations, state-of-the-art core facilities and unique culture!



Profile After receiving his PhD from UCSF (1996), Hensch helped to launch the RIKEN BSI before returning to Harvard in 2006. Currently, he is Joint Professor of Neurology and Molecular Cellular Biology, Director of NIMH Silvio Conte Center for Mental Health Research, Director of IRCN, and Co-Director of CIFAR Child Brain Development network. Hensch serves on the editorial board of several prominent journals: Neuron, Frontiers in Neural Circuits (chief editor). He received several honors including the Young Investigator Award in both Japan (Tsukahara Prize, 2001) and the US (2005), and the Mortimer D. Sackler's Prize (2016).

Archive of research results

Opening a new window into psychosis, a major disorder of human intelligence



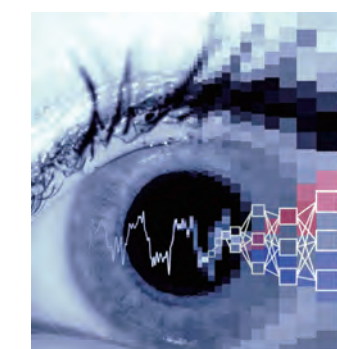
Microscopic image of a neuron that expresses D2R
Credit: © 2020 Iino et al.

Psychosis is a debilitating mental condition observed in disorders such as schizophrenia. A team led by IRCN Principal Investigator Haruo Kasai and Affiliated Faculty Shin Ishii showed that psychosis may be linked to defective neural signaling in a brain area called the striatum. Using optogenetic technologies in mice to perturb neurotransmitter dopamine D2 receptor signaling, they implicated a behavior called reward discrimination learning in the emergence of psychosis and provided novel insights into potential therapies.

Principal Investigator / Professor Haruo Kasai
Affiliated Faculty / Professor Shin Ishii
Iino et al. (Nature, 2020. DOI: 10.1038/s41586-020-2115-1)

A.I. detects early arousal biomarkers of autism spectrum disorder from mouse to human

Early diagnosis of developing intellectual disabilities is essential before critical periods of brain plasticity close. In a study led by IRCN Director Takao Hensch and Affiliated Faculty Michela Fagioli and Charles Nelson of Boston Children's Hospital, a deep machine learning algorithm based on pupil dilation or heart rate was established for the detection of pre-symptomatic autism-like disorders. By first training on genetic mouse models then transferring learning to patients, a powerful new translational tool was created.



A.I. detects emergent disorders of human intelligence
Credit: ©Pietro Artoni / Boston Children's Hospital

Principal Investigator / Professor Takao Hensch
Affiliated Faculty / Professor Charles Nelson
Affiliated Faculty / Associate Professor Michela Fagioli
Artoni P et al. (PNAS, 2019. DOI: 10.1073/pnas.1820847116)



Nanoprobe Life Sciences: Exploring "Uncharted Nano World" of Life Sciences

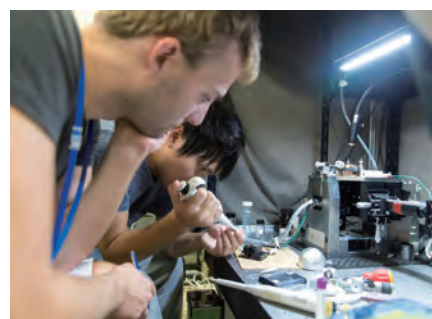
Scientists at the Nano Life Science Institute are making nanoscale observations of "life-phenomena" using unique scanning probe microscopes to demystify this "uncharted nano-world of life science" for the advancement of science.

[Purpose of the Research]

Nanoscale insights into dynamic mechanisms in life sciences

Countless molecules and cells that make up the body play critical roles in sustaining human life. However, humans are unable to directly observe the nanoscale dynamics and interactions of these molecules. This is the "uncharted nano-world" of life science.

NanoLSI is an interdisciplinary research institute where experts in nanometrology, life science, supramolecular chemistry, and mathematics are using cutting-edge scanning probe microscope technology to explore "unseen nano-cellular worlds." NanoLSI scientists directly observe complex mechanisms of "nanoscale life-phenomena" through world-class research and have created the new academic field of "nanoprobe life science" to advance knowledge in the life sciences.



An experiment using scanning probe microscope technology

[Unique Features of WPI Center]

Comprehensive programs for enhancing creativity and innovation



Group photo at the 8th Bio-SPM Summer School

NanoLSI organizes regular meetings for ideas to create new interdisciplinary fields: PI-centric NanoLSI Colloquia; T-Meetings, for "one-to-one inter-lab" interaction; and informal "plate-in-hand" NanoLSI Luncheons. Outstanding ideas from these meetings receive "Transdisciplinary Research Promotion Grant" funding for "start-up projects."

Other activities include the Bio-SPM Summer School; Bio-SPM Collaborative Research; NanoLSI Visiting Fellows Program; and international symposia held at satellite hubs in the UK and Canada, with results fed back to young researchers at the Department of Nano Life Sciences.

New policies introduced by NanoLSI include hiring "research-dedicated" faculty, performance-based salaries, and a tenure track program. Furthermore, after working at NanoLSI, administrative staff are transferred to departments within Kanazawa University to share their experience.

Message from FUKUMA Takeshi, Director of NanoLSI

The origins of all the physical properties and phenomena can be explained by structures and dynamics of nanoscale (roughly 1/1,000,000,000 of a meter) species, such as atoms and molecules. We aim to develop new nanoprobe technologies that allow us to directly visualize nanodynamics in the uncharted nano-realms at the surface and interior of live cells. This will hereby contribute to dramatic progress in the life science field, and lead to the formation of a new academic discipline, "nanoprobe life science."



Profile Prof. Takeshi Fukuma received a PhD in Engineering from Kyoto University in 2003. Since then, he has worked at Kyoto University, Trinity College Dublin, and Kanazawa University. Since 2017, he has been the director of NanoLSI. He developed the world's first in-liquid frequency modulation atomic force microscopy (AFM) that allows observation at atomic scale. He received the Young Scientists' Prize from the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT; 2011) and Japan Society for the Promotion of Science Prize (2018).

Archive of research results

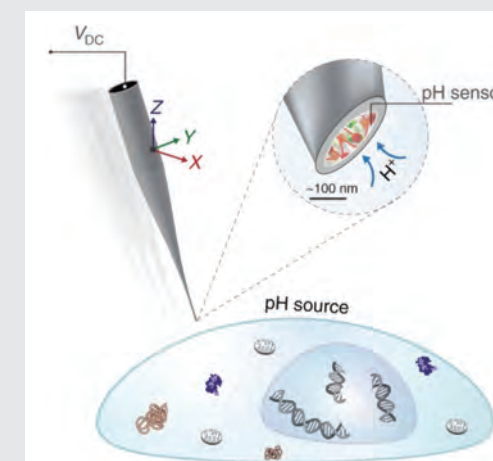
Innovative nanopipette probe biosensor offers improved detection of changes in pH surrounding living cells for possible cancer treatment strategies

Extracellular pH plays an essential role in cancer cell progression, invasiveness, and resistance to therapy. However, despite the growing recognition of the importance of the pH directly surrounding a cell as an indicator of cell health, conventional techniques remain limited in terms of their lower sensitivity and spatiotemporal resolution in response to a local pH change.

The researchers developed a nanopipette pH biosensor that has > 0.01 units sensitivity, 2 ms response time, and 50 nm spatial resolution.

The researchers incorporated a zwitterionic pH-sensing membrane in one barrel of a double-barrel nanopipette, and used another open barrel as feedback-control for scanning ionic conductance microscopy (SICM), which enabled simultaneous high-resolution 3D topographical imaging and pH mapping.

Tests on live cancer cells showed their probe could sense increases in extracellular pH from invasive phenotypes of breast cancer cells that had hormonal therapy-resistance. They could also detect pH changes from algae exposed to sunlight, caused by the uptake of inorganic carbon in photosynthesis, as well as identify heterogeneities in aggressive melanoma cells from high-resolution pH maps.



The operation of the double-barrel nanoprobe for simultaneous SICM imaging and pH measurement
Credit: Nature Communications

Highlighting the real-time feedback-controlled dynamic 3D extracellular pH mapping that their tool allows, and the heterogeneities of cancer cells that it can detect "label-free and at subcellular resolution," they conclude, "This method could help with cancer diagnosis, prognosis, and in evaluating acidic extracellular pH targeted therapies."

NanoLSI PI Yuri Korchev, Associate Professor Yasufumi Takahashi
(Nature Communications, 5610, 2019)



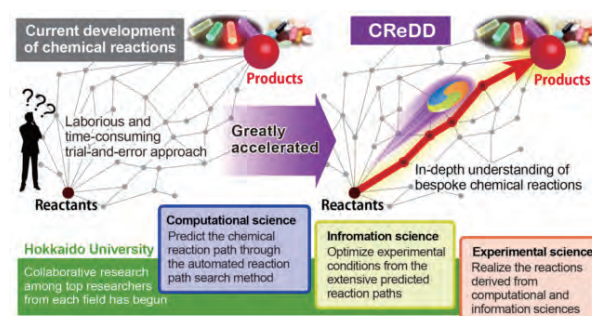
In-depth Understanding and Efficient Development of Chemical Reactions

ICReDD aims to establish the scientific field of "chemical reaction design and discovery" through a combination of computational, information, and experimental sciences to efficiently develop new chemical reactions.

[Purpose of the Research]

The purposeful and efficient design of chemical reactions

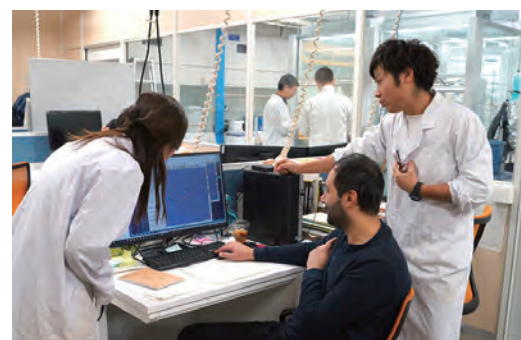
The current trial-and-error approach to the development of new chemical reactions is time-consuming and inefficient. ICReDD uses state-of-the-art reaction path search methods based on quantum chemical calculations and applies concepts of information science in order to extract meaningful information for experiments, thus narrowing down optimal experimental conditions. This approach considerably shortens the time required to develop chemical reactions and creates a feedback loop in which data obtained through experiments is circulated back to computations through information science.



The strategy of ICReDD

[Unique Features of WPI Center]

MANABIYA to foster researchers proficient in three fields



Interdisciplinary discussion among young researchers

MANABIYA is a system to foster a new generation of researchers proficient in the three fields of computational, information and experimental sciences and to develop the new interdisciplinary academic field of "chemical reaction design and discovery" (ICReDD) worldwide. Within this system, ICReDD conducts joint research and education, develops human resources, and discovers new research seeds. Thus, ICReDD aims to form an academic network, becoming an internationally recognized research institution. In the academic branch, young researchers and graduate level students from domestic and overseas institutions are invited to stay at ICReDD for 2 weeks to 3 months to acquire techniques for developing new chemical reactions. In the industry branch of the program, ICReDD promotes collaborations between faculty and corporate researchers in the form of consulting, research collaborations, and consortia.

Message from MAEDA Satoshi, Director of ICReDD

Reaction development that relies solely on the trial-and-error approach is too time-consuming. To solve current global problems that include pollution as well as the scarcity of energy and resources, ICReDD will revolutionize the traditional approach to developing reactions by fusing computational, information, and experimental sciences. We strive to spread the benefits of this approach by establishing a global research center, integrating multiple disciplines. Our sincere hope is that ICReDD may contribute to a brighter and more prosperous future for all of humanity.

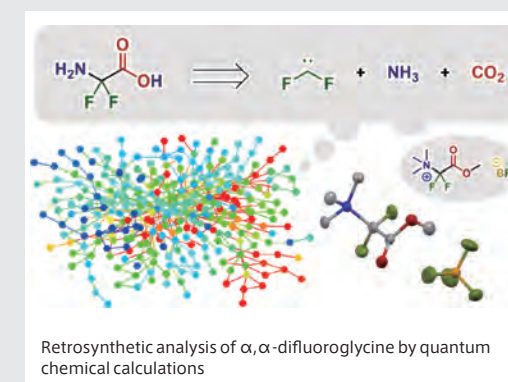


Profile After his PhD from Tohoku University, he served as a Postdoc at Emory University and Kyoto University. At 37, full Professor at Hokkaido University; at 39, youngest Director of a WPI center. Recipient of numerous awards, among them the JSPS Prize "to recognize and support young researchers with rich creativity and superlative research ability" and the WATOC Dirac Medal for an "outstanding theoretical and computational chemist under the age of 40." Developed the "artificial force induced reaction" (AFIR) method to calculate chemical reaction-path networks and predict unknown reactions.

Archive of research results

Difluoroglycine synthesis guided by quantum chemical calculations

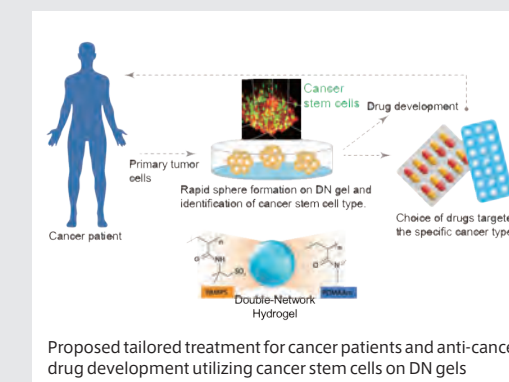
To develop a bioisostere of amino acids, ICReDD researchers planned to synthesize an α,α -difluoroglycine derivative, which is the most simple α -fluorinated α -amino acid. The group first retro-synthesized α,α -difluoroglycine by AFIR, proposing three basic and simple starting materials such as :CF_2 (difluorocarbene), NR_3 (amine), and CO_2 (carbon dioxide). After predicting a difluorocarbene precursor and an amine structure employed in experiments by further calculations, they conducted the chemical synthesis of a difluoroglycine derivative ($\text{R} = \text{Me}$). It took only two months to complete the synthesis.



Tsuyoshi Mita, Yu Harabuchi, Satoshi Maeda (Chemical Science, 2020. DOI: 10.1039/D0SC02089C)

Successful rapid induction of cancer stem cells by hydrogel

Eradication of cancer requires the targeting of cancer stem cells (CSCs). Recently, ICReDD researchers have established a novel technique for rapidly and efficiently inducing CSCs using double network gel (DN gel) developed by Prof. Gong in ICReDD (JP2017-028833: PCT/JP2018/005884: US16/487,247). The group has elucidated the mechanism of induction of CSCs by DN gel, which is designated as the HARP (hydrogel activated reprogramming) phenomenon, and succeeded in selecting an effective drug for CSCs. This is an epoch-making result that has led to the development of an innovative method for diagnosis and treatment of CSCs using hydrogel.



Shinya Tanaka, Jian Ping Gong et al. (Nature Biomedical Engineering, 2020. Accepted.)



What Key Biological Traits Make Us "Human," and How Can Knowing these Lead Us to Better Cures for Disease?

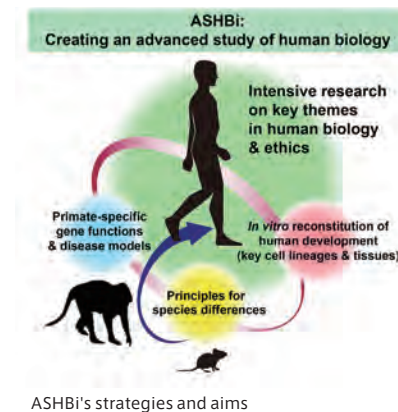
ASHBi investigates the core concepts of human biology with a particular focus on genome regulation and disease modeling, creating a foundation of knowledge for developing innovative and unique human-centric therapies.

[Purpose of the Research]

Creating an advanced study of human biology

ASHBi's goals:

- 1) Promote the study of human biology, with a sharp focus on genome regulation
- 2) Clarify core principles defining differences among species
- 3) Generate primate models for intractable human diseases
- 4) Reconstitute key human cell lineages/tissues in vitro
- 5) Contribute to formalizing an international ethics standard for research on human biology



[Unique Features of WPI Center]

Initiating fusion research through mutual understanding



Discussion on ethics of human biology



Interdisciplinary discussion is held regularly

To create advanced studies of human biology, ASHBi strongly pursues the development of novel principles through fusion of new ideas in biology, mathematics and ethics provoked by deep understanding of different disciplines.

●**Biology/Mathematics:** Mutual learning process of mathematicians catching up on the latest advancement in genome science and biologists absorbing the latest mathematical approaches actively takes place to create essential ideas provoked through interaction.

●**Biology/Ethics:** Discussions on new ethical issues arising from scientific advancement in research, and the philosophical meaning of humanity and life continuously takes place to set ethical frameworks.

●**Fusion Research Grant:** Supporting new collaboration among ASHBi groups trying to elucidate new scientific principles based on fused disciplines.

Message from SAITOU Mitinori, Director of ASHBi

Understanding the basic biology of human beings is a fundamental challenge in life sciences. The knowledge gleaned from model organisms has often been difficult/impossible to translate to humans due to species differences in the regulations of key basic pathways. Accordingly, ASHBi will target humans and non-human primates as major research subjects in an effort to uncover the key principles of human traits and disease states, through a multi-disciplinary science approach. This takes place in our open and flexible international research environment, with full support for motivated, early-career investigators.

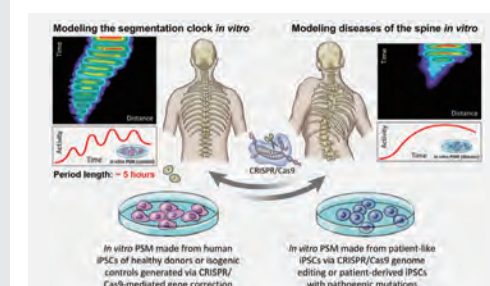


Profile Prof. Saitou has spent decades extensively investigating the genetic and epigenetic mechanisms that determine the development of germ cells, the cells fundamental to all life. Using iPS cells, he has recently succeeded in generating human primordial germ cell-like cells (PGCLCs), which are responsible for producing sperm and oocytes. He is the recipient of numerous prestigious awards including the Imperial Prize, the Japan Academy Prize, the Asahi Prize and the International Society for Stem Cell Research Momentum Award.

Archive of research results

Reconstituting the clock of human spine development in a dish

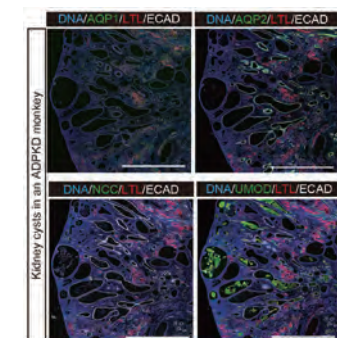
A team of researchers lead by Dr. Cantas Alev, a PI at ASHBi, has succeeded to establish an in vitro model of the human segmentation clock. Utilizing induced pluripotent stem cells (iPSCs) and mimicking embryonic development in a dish, Dr. Alev and colleagues recapitulated and analyzed core molecular and functional features of the human segmentation clock, which they found to oscillate with a period of ~5 hours. Combining patient-like and patient-derived iPSCs with their in vitro system they also succeeded with modeling diseases of the human spine, providing novel insights into human development during health and disease.



In vitro model of the human segmentation clock & diseases of the spine
Schematic overview of applied strategy and summary of results when assessing features of the segmentation clock in presomitic mesoderm (PSM) derived from iPSCs of healthy controls or isogenic controls (left) and in PSM made in vitro from patient-like or patient-derived iPSCs (right)

ASHBi Associate Professor Cantas Alev (Nature, 2020. DOI: 10.1038/s41586-020-2144-9)

Monkeys mutant for PKD1 recapitulate human autosomal dominant polycystic kidney disease



Expressions of nephron segment markers in an ADPKD kidney compartment containing multiple cysts (Scale bar: 1 mm)

In this study, ASHBi successfully recapitulated the pathology of human autosomal dominant polycystic kidney disease (ADPKD), which is one of the most common hereditary disorders, by genome editing using CRISPR/Cas9. The cynomolgus monkey ADPKD models generated in this study confirmed renal cyst formation from childhood, which was difficult to reproduce in small animal models, and clarified the earliest manifestations of pathogenesis, which had been unknown before. The monkey models generated in this study will serve as a critical basis for establishing new treatment strategies.

ASHBi Associate Professor Tomoyuki Tsukiyama, Professor Masatsugu Ema (Nature Communications, 2019. DOI: 10.1038/s41467-019-13398-6)



目次

プログラム委員長からのメッセージ			33
世界トップレベル研究拠点プログラム (WPI) について			34
WPI 拠点	東北大学：材料科学高等研究所（AIMR）		38
	東京大学：カブリ数物連携宇宙研究機構（Kavli IPMU）		40
	京都大学：物質－細胞統合システム拠点（iCeMS）		42
	大阪大学：免疫学フロンティア研究センター（IFReC）		44
	物質・材料研究機構：国際ナノアーキテクトニクス研究拠点（MANA）		46
	九州大学：カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所（I ² CNER）		48
	筑波大学：国際統合睡眠医科学研究機構（IIIS）		50
	東京工業大学：地球生命研究所（ELSI）		52
	名古屋大学：トランスフォーマティブ生命分子研究所（ITbM）		54
	東京大学：ニューロインテリジェンス国際研究機構（IRCN）		56
	金沢大学：ナノ生命科学研究所（NanoLSI）		58
	北海道大学：化学反応創成研究拠点（ICReDD）		60
	京都大学：ヒト生物学高等研究拠点（ASHBi）		62
連絡先			64

プログラム委員長からのメッセージ

世界トップレベル研究拠点プログラム委員会

我が国が科学技術立国として生きるためには、人類が共有すべき新たな知を創るとともに、社会における具体的重要課題について、先導的な研究成果を生み出し続けなければなりません。このためには、我が国の科学が内包しているさまざまな問題に挑戦できるような、従来の枠にはまらない新しい研究拠点を立ち上げる必要があります。この観点から、世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI)は「世界最高水準の研究」「融合領域の創出」「国際的な研究環境の実現」「組織の改革」の4つをミッションとして、2007年に5拠点を発足しました。以後、2010年(1拠点)、2012年(3拠点)、2017年(2拠点)、2018年(2拠点)に新規拠点を採択し、現在、合計13拠点到達しました。この間、京都大学iCeMSの山中伸弥教授(2012年ノーベル生理学・医学賞受賞)や東京大学Kavli IPMUの梶田隆章教授(2015年ノーベル物理学賞受賞)に代表されるような世界の第一線で活躍する研究者を擁し、世界最高水準の研究を次々に発表するとともに、国外からも優れた研究者を惹きつける日本を代表する研究拠点となりました。今やWPIは、国内外から最も注目される文部科学省のフラッグシッププログラムといえます。

2017年からは、これまで培われた経験や蓄積された成果を広く社会に還元すべく、その活動を充実・拡大し、WPIの更なる発展に向けた第二フェーズを始動しています。

WPI拠点が今後とも高い水準の研究成果を上げるためには、急速に変化する世界の状況に果敢に挑戦し続けなければなりません。広い視野の枠組みで新たな課題、未踏の境地に挑むためには、多様な人材が国や分野の境界に捉われることなく連携することが重要です。そのため、高度な研究活動はもとより、それを絶えず支え、リードする組織の強化、国際的な頭脳循環を促す制度・環境の整備、海外拠点との交流、人材の育成・確保、アウトリーチ活動の促進などが欠かせません。こうした数々の厳しい条件をクリアしていくことが「WPIブランド」の形成につながるものです。

また、「世界トップレベル研究拠点形成の理念」を、より幅広く我が国の大学・研究機関に拡大・敷衍することも極めて重要です。このためには、WPI拠点の形成に係るノウハウ、拠点運営の課題などの情報を共有することにより、日本の研究環境の国際化やその他の改革を先導し、国際頭脳循環の加速に資することが必要です。

以上の目標を実現することを目指し、原則10年間の支援期間を経て、世界トップレベル研究拠点に成長したWPI拠点をさらに発展・強化させる新たな枠組み「WPIアカデミー」が、文部科学省により2017年に設けられました。WPIプログラム委員会は、WPIアカデミーの理念に賛同し、研究水準及び運営が世界トップレベル(World Premier Status)であると認められた拠点をWPIアカデミー拠点として認定し、WPI拠点到蓄した成果の最大化、経験の伝播にむけた取組を進めています。さらに、これと並行して、2017年、2018年に世界トップレベルと肩を並べようとする拠点を新しく発足させておりますが、これは、WPIとしての挑戦でもあります。

我が国にとって、WPIが世界最高水準の科学技術を求め続ける要の一つとして役割を果たすことができるよう、皆様と共に力を尽くす所存です。

今後とも、皆様方のご理解とご支援をお願いいたします。

野依良治



ロゴデザイン・コンセプト

プログラムを象徴する本シンボルマークは、「上昇、飛躍感」を基本コンセプトに、「鳥」をモチーフとして作成しました。刻々と変化を遂げる世界の中でトップレベルを目指す研究拠点の様を、常に雲一つない空を身にまといながら、革新的なイノベーションの種を運ぶ鳥の姿に見立てたものです。また、アルファベットの“i”の一部ともなっているこの種には、これから進むべき方向を照らす光の道案内の意味合いが込められています。

「目に見える研究拠点」の充実・強化を目指して

背景

近年、優れた頭脳の獲得競争が世界的に激化し、「ブレイン・サーキュレーション」と呼ばれる人材の流動が進んでいます。このような流れを受けて、優れた研究人材が世界中から集う、“国際頭脳循環のハブ”となる研究拠点を強化していくことが必要となっています。

目的

高いレベルの研究者を中核とした「世界トップレベル研究拠点」の形成を目指す構想に対して政府が集中的な支援を行うことにより、システム改革の導入等の自主的な取り組みを促し、第一線の研究者が是非そこで研究したいとして集うような、高度に国際化された研究環境と世界トップレベルの研究水準を誇る「目に見える研究拠点」の形成を目指しています。

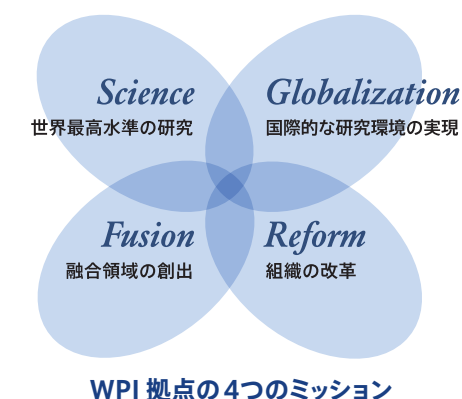
WPI 拠点に求められる取り組み

■中核となるクリティカル・マスを超える優れた研究者の集積

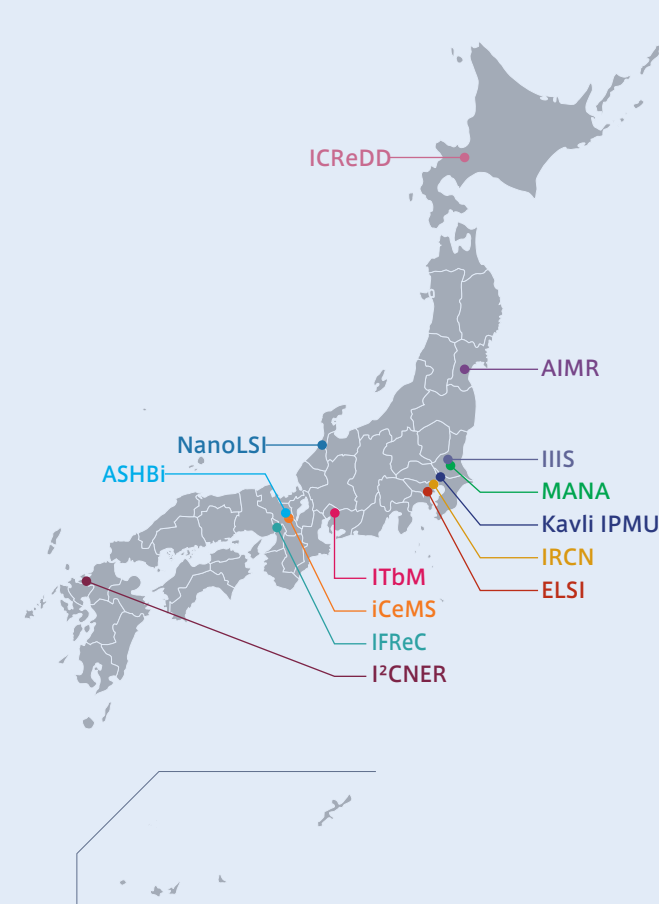
- 世界トップレベルの主任研究者 7～10人程度あるいはそれ以上（平成19年度、22年度採択拠点においては10～20人程度あるいはそれ以上）
- 研究者のうち30%以上は外国人
- 総勢70～100人程度あるいはそれ以上（平成19年度、22年度採択拠点においては100～200人程度あるいはそれ以上）等

■国際水準の魅力的な研究環境と生活環境の整備

- 拠点長の強力なリーダーシップ
- 職務上使用する言語は英語を基本
- 研究者をサポートするスタッフ機能充実 等



WPI 採択拠点一覧 (計:13 拠点)



WPI アカデミー

平成19年度採択5拠点

- P.38** AIMR 東北大学 材料科学高等研究所 (AIMR)
- P.40** IPMU 東京大学 カブリ数物連携宇宙研究機構 (Kavli IPMU)
- P.42** iCeMS 京都大学 物質-細胞統合システム拠点 (iCeMS)
- P.44** IFRc 大阪大学 免疫学フロンティア研究センター (IFReC)
- P.46** MANA 物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点 (MANA)

平成22年度採択1拠点

- P.48** I2CNER 九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 (I2CNER)

WPI アカデミーについて

- 1) 世界トップレベルの研究水準を達成した WPI 拠点が持つ経験・ノウハウの展開、
- 2) WPI 全体の知名度・ブランドの維持・向上、
- 3) 国際頭脳循環の促進、
- 4) 各拠点の活動のネットワーク化による国際化等改革の先導など、WPI の成果の最大化を目指して平成 29 年度に設けられた新たな枠組み。

補助金支援中の拠点

平成24年度採択3拠点

- P.50** IIIS 筑波大学 国際統合睡眠医科学研究機構 (IIIS)
- P.52** ELSI 東京工業大学 地球生命研究所 (ELSI)
- P.54** ITbM 名古屋大学 トランスフォーマティブ生命分子研究所 (ITbM)

平成29年度採択2拠点

- P.56** IRCN 東京大学 ニューロインテリジェンス国際研究機構 (IRCN)
- P.58** NanoLSI 金沢大学 ナノ生命科学研究所 (NanoLSI)

平成30年度採択2拠点

- P.60** ICRDD 北海道大学 化学反応創成研究拠点 (ICReDD)
- P.62** ASHBI 京都大学 ヒト生物学高等研究拠点 (ASHBI)

支援の内容

支援期間	10年間 (平成24年度以前の採択拠点においては最長で15年間)
支援額	原則年間7億円程度 (平成19年度、22年度採択拠点においては～14億円程度/年)
評価	毎年、ノーベル賞受賞者や著名外国人研究者で構成されるプログラム委員会やPD・POによる丁寧かつきめ細やかなフォローアップを実施するとともに、事業開始5年目に中間評価、10年目に最終評価を実施

独立行政法人日本学術振興会は、世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI)が円滑に実施できるよう、サポートを行っています。

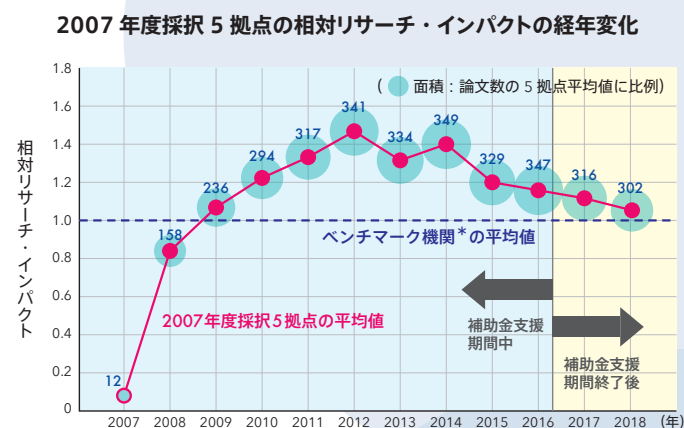
WPIは、世界最高水準の融合研究の成果を着実にあげています。

WPIは、国際水準の優れた研究環境と運営の実現に挑戦しています。

WPIのこれらの活動は、大学等ホスト機関へ良い波及効果を生んでいます。

1 Science (世界最高水準の研究)

- WPI拠点は設立以来、世界トップレベルの研究機関と比肩する論文成果を着実に挙げ続けています。
- WPI拠点の研究者2名がノーベル賞を受賞しているほか、ガードナー国際賞などの著名な国際賞、文化勲章などの国内最高レベルの賞も授与されています。
- WPI拠点の卓越した研究力は、社会からも高く評価され、基礎研究を主としているにも関わらず、民間財団・企業等から大型の寄付金・投資を得るまでに至っています。

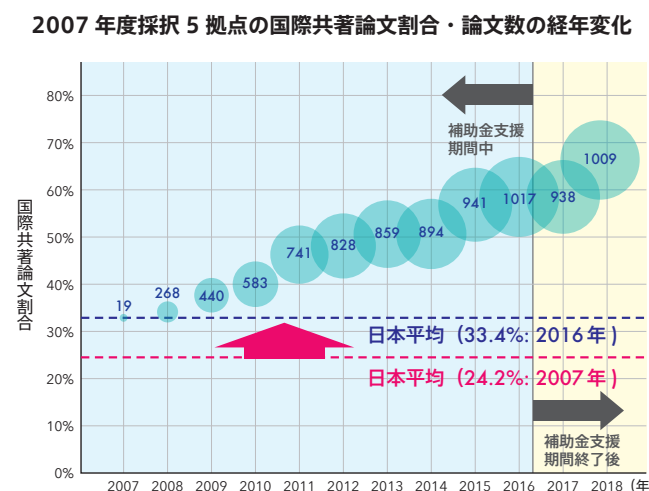


* ベンチマーク機関: 各WPI拠点と研究領域が近い世界トップレベルの拠点であり、当該WPI拠点がベンチマークとすべき存在として、1拠点につき5つ設定した研究機関。

クラリベイト・アナリティクス社提供のデータ(2019年5月取得)を基に文部科学省・日本学術振興会にて作成。グラフの縦軸は相対リサーチ・インパクト、円の半径及び青数字はWPI拠点から当該年に輩出された論文数の平均を示す。リサーチ・インパクトは、当該年に輩出された論文すべてについて、その論文が掲載された雑誌のインパクト・ファクターを足し合わせた数値で、国際的なvisibilityないし競争力の代理変数として使用。相対リサーチ・インパクトは、ベンチマーク拠点のリサーチ・インパクトの平均値に対して、WPI拠点のリサーチ・インパクトの平均値がその何倍にあたるかを示した数値。

3 Globalization (国際的な研究環境の実現)

- 拠点内の公用語は英語で、研究者全体の約40%が外国人です。
- ポスドクの国際公募によって、国際的かつ競争的な体制が整備されています。外国人研究者雇用促進のための処遇の工夫や生活支援等によって、研究者が自律的にのびのびと研究できる環境が実現されています。
- 発表論文の50%近くが国際共同研究論文であり、WPI拠点が国際研究ネットワークの中に位置づけられていることを示しています。(右図)



WPI拠点は、クラリベイト・アナリティクス社提供のデータ(2019年3月取得)を基に文部科学省・日本学術振興会にて作成。日本平均は、文部科学省科学技術・学術政策研究所(NISTEP)の「科学技術指標2018」(調査資料-274、2018年8月)から引用。円の半径及び青数字は国際共著論文数を示す。

2 Fusion (融合領域の創出)

- WPI拠点は各分野をけん引するだけでなく、様々な研究での融合分野開拓に貢献しています。
- 数学と材料科学の融合によるガラス構造の解明、動植物学と合成化学の融合による寄生植物ストライガを除去する方法の解明など、融合研究の成果を次々に発表しています。
- 研究者を分野ごとにまとめないフラットな組織や、各研究室間の壁を取り払ったオープンオフィスを採用する等、異分野研究者間の知的触発・切磋琢磨が日常的に行われる仕組みを構築しています。

4 Reform (組織の改革)

- ホスト機関である大学や研究機関は、WPI拠点をシステム改革の核とし、その成果を共有・活用することにより全学的な国際化・研究力の強化につなげています。
 - クロスアポイントメント制度の先駆的な導入や研究者の能力に応じた給与体系の導入
 - 拠点長を中心としたトップダウン型マネジメント体制の導入
 - 大型資金獲得ノウハウの横展開

Outreach (社会への発信)

WPIを広く世の中から「見える」存在とするため、各種合同アウトリーチ活動を実施し、着実な成果をあげています。

- サイエンスシンポジウム**
先端科学を身近に感じるイベントを開催し、地域の中高校生や一般の人々にWPIの取組や成果を紹介
- 横展開ウェブサイト「WPI Forum」の開設**
国際化を目指す大学や研究機関とWPIに蓄積された外国人研究者受入ノウハウ等を共有



ウェブサイト「WPI Forum」

Education (次世代の研究者の育成)

WPIは、次世代の研究者を育てる人材育成の仕組み作りにも取り組んでいます。

- 融合研究に寄与できる若手研究者育成のための、分野の異なる複数の指導者によるダブルメンター制
- 海外の大学院との連携

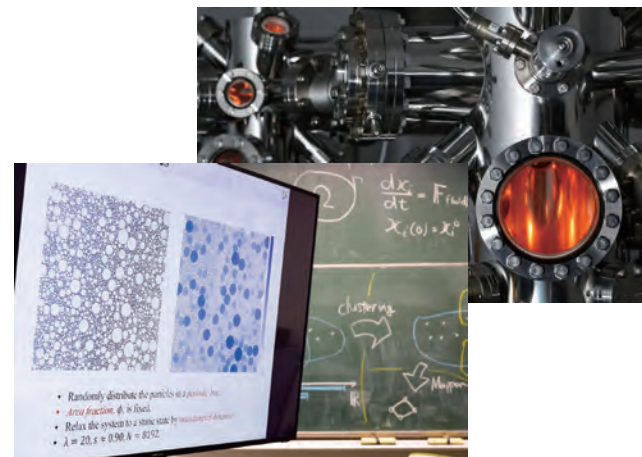
数学と連携した 社会と世界につながる先端材料科学

AIMR (東北大学 材料科学高等研究所) は、これまでに醸成された数学-材料科学連携の精神をさらに発展させ、革新的な材料創製により社会貢献を果たし、社会と世界につながる先端材料科学の研究拠点形成を目指します。

【研究の目標】

数学-材料科学連携に基づく独自の学術基盤をさらに強化

「材料」無くして私たちの社会は成り立ちません。金属・半導体・セラミックス・高分子などの様々な材料が、現代のエネルギー・情報通信・医療健康・高速移動などあらゆる技術分野を支えており、多くの技術分野は高度な材料の創製とともに発展してきたといえます。この材料創製を加速するためにも、学術的基盤としての「材料科学」を推進することは今後とも不可欠です。AIMRは、数学-材料科学連携に基づく独自の学術基盤をさらに強化し、先端計測技術とも連携して現実の技術分野に展開することで、社会に貢献する材料創製を実現して参ります。



【WPI 拠点としての特徴】

発展ターゲットプロジェクト・国際頭脳循環の推進



数学と材料科学を強固につなぐために、3項目の発展ターゲットプロジェクトを設定、「トポロジカル機能性材料の局所構造制御」、「結合多様性とその時間発展の統合制御」、「自己組織化の高度化と応答制御」などを中心に研究を実施しています。これらの研究推進、および英国・米国・中国に設置したジョイントラボをハブとする国際ネットワークの拡大を通じて、物質・材料の最小単位である原子・分子の理解とその制御を基盤とした先端材料科学の研究拠点形成を目指します。また、これらの研究をグローバルに展開する研究者育成にも力を入れており、優秀な若手研究者に独立した研究室を与える国際頭脳循環の取り組みなどを鋭意進めています。

拠点長 折茂 慎一からのメッセージ

2019年10月よりAIMR拠点長に就任しました。AIMRでは、これまで純粋数学から応用数学にわたる幅広い数学者が材料科学者とアンダーワンルーフで研究することで大きな成功を収め、アイデンティティーである数学-材料科学連携を確立しました。今後は、「予見に基づく材料科学」のための新たな学術基盤をさらに強化するとともに、先端計測技術などとも連携して現実の技術分野に展開することで、真に社会に貢献する材料創製を実現して参ります。【社会と世界につながる先端材料科学】を実現するAIMRに、今後ともご支援賜りますようどうぞよろしくお願い致します。



プロフィール

1995年に広島大学大学院生物圏科学研究科博士課程を修了。日本学術振興会 特別研究員(数物系)、マックスプランク研究所客員研究員などをへて、2009年から東北大学金属材料研究所教授。2013年に東北大学 AIMR 主任研究者、2018年に副拠点長、2019年に拠点長。おもな受賞に日本金属学会功績賞(2011年)、科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞(2012年)、Science of Hydrogen & Energy Award(2015年)などがある。

これまでの研究成果

全固体電池の 高エネルギー密度化を加速する 「水素化物超イオン伝導材料」を開発

水素クラスター(水素を高密度に含む錯イオン)の分子構造デザインにより、室温でリチウム超イオン伝導性を示す新たな水素化物を開発しました。この水素化物を固体電解質として用いることで、世界最高のエネルギー密度を持つリチウム負極型全固体電池のデバイス実証にも成功しました。現在、数学-材料科学連携により、イオン伝導メカニズムの解明や超イオン伝導性のさらなる向上を目指す研究を進めています。

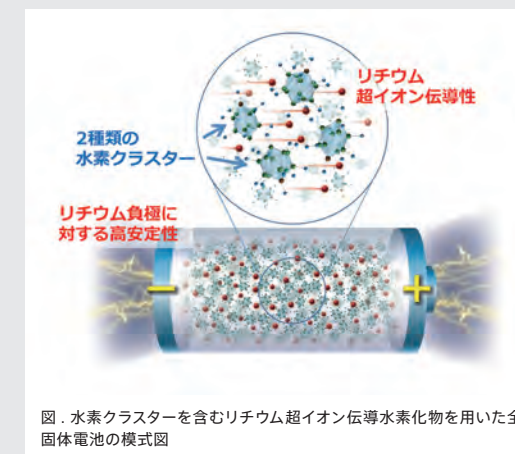


図. 水素クラスターを含むリチウム超イオン伝導水素化物を用いた全固体電池の模式図

折茂慎一 AIMR 拠点長/デバイス・システムグループ PIら
(2019年「Nature Communications」誌に論文掲載)

室温動作スピントロニクス素子を用いて量子アニーリングマシンの 機能を実現

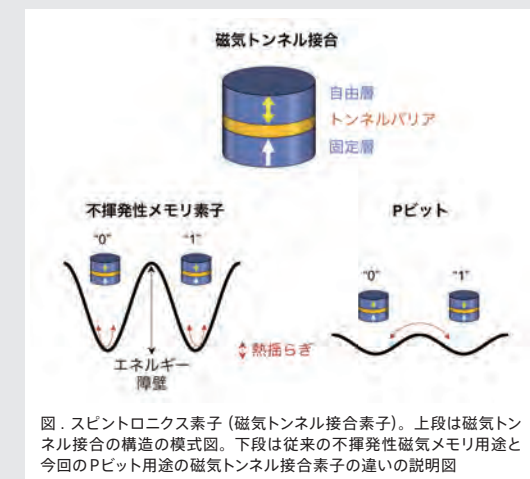


図. スピントロニクス素子(磁気トンネル接合素子)。上段は磁気トンネル接合の構造の模式図。下段は従来の不揮発性磁気メモリ用途と今回のPビット用途の磁気トンネル接合素子の違いの説明図

室温動作が可能な新概念:揺らぎ利用スピントロニクス素子を開発しました。この素子を疑似的な量子ビット(確率ビット:Pビット)として用いたデモシステムを構築し、量子アニーリングと同様な手法を適用して因数分解の実証に成功しました。最適化問題などの既存のコンピュータが苦手とする複雑なタスクを効率的に処理する新たな方式として期待されます。

深見俊輔 AIMR デバイス・システムグループ PIら
(2019年「Nature」誌に論文掲載)



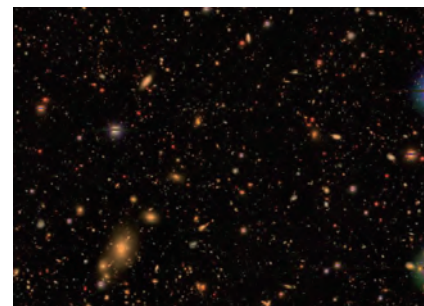
数学と物理、 天文の連携で宇宙の謎に迫る！

現代基礎科学の最重要課題である暗黒エネルギー、暗黒物質、
統一理論(超弦理論や量子重力)などの研究を数学、物理学、天文学における
世界トップクラスの研究者の連携によって進め、目に見える国際研究拠点の形成を目標としています。

【研究の目標】

宇宙の起源と進化の解明を目指す

最近まで宇宙全体は原子だけから出来ていると考えられてきました。しかし
今では銀河には「暗黒物質」が含まれていることが分かっています。そうでない
と、星が飛び散ってしまい、銀河が形成されないからです。さらに、宇宙は「暗黒
エネルギー」と呼ばれる不思議なエネルギーで満ちていて、宇宙の膨張を加速
させていることも分かっています。しかし、これらの正体についてはまだなにも
分かっていません。超弦理論や量子重力など「究極理論」と呼ばれる理論の発展
と、ビッグバンやブラックホールの物理学および数学の間には密接な関係があ
ると考えられています。Kavli IPMUはこのような深淵な宇宙の謎に迫ります。



Hyper Suprime-Cam で撮影された宇宙に広がる銀河
(Credit: Princeton University/HSC Project)

【WPI 拠点としての特徴】

数学、物理、天文の分野を超えた融合型研究拠点



Kavli IPMU のティータイム

Kavli IPMUでは約280名を超える数学、物理学、天文学をはじめとし
た分野の研究者が集まり、伝統的に異なる分野の垣根を越えた共同研
究を行なっています。各分野で世界をリードする研究者が主任研究者に
採用され、研究活動のコアを形成します。研究活動は主任研究者を中心
とした、教授、准教授、助教、研究員、学生からなる構成員、および多くの
連携研究者とビジターを含めたフラットな組織で行います。毎日午後3時
にはティータイムが行われ、その場にKavli IPMUのメンバーもビジター
も一同に集まることで、その場での何気ない会話がきっかけとなった、世
界トップレベルの研究成果が次々と発信されています。

また、異分野融合の積極的な取り組みや研究活動の発展だけでなく、東京大学の先頭に立ち外国人研究者の受入体制を拡充
してきた結果、構成員の半分以上は外国人研究者という非常に国際的な研究所へと成長しました。従来から世界基準の国際公募
を行なっていますが、今では10数名のポストに600人程度が応募し、その90%以上が海外からの応募者という状況です。近年では
ダイバーシティの取り組みの拡充も図っており、その一環として、女性研究者の研究会等の積極的な参加や女性研究者同士の
ネットワーク強化も推し進めています。このように、異なる考え方や属性、異なる文化、異なる分野間の活発な交流による新しいア
イディアや 洞察をこれからも生み出そうとしています。

拠点長 大栗 博司からのメッセージ

カブリ数物連携宇宙研究機構は2007年に東京大学でゼロから出発しました。今は専任研究者約
100名まで成長し、その過半数が外国人です。インパクトファクター（論文被引用数による指標）
は世界の名だたる研究機関と匹敵しています。研究の目的は人類の長年の疑問、宇宙はどうやって始
まったのか、その運命は何か、何で出来ているのか、どういう法則で支配されていて、なぜ我々がそこに
存在するのか、に迫ることです。世界でも唯一の数学、理論物理学、実験物理学、天文学を組み合わせ
た研究で、こうした問題に大きな進歩をもたらすはず。2012年、世界の有力大学をサポートするカ
ブリ財団から基金を受けることになりました。



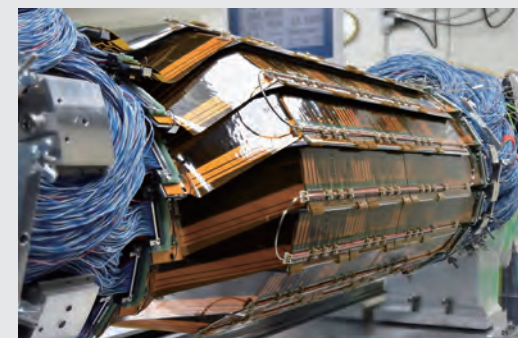
プロフィール

京都大学大学院修士課程卒業後、東京大学理学部助手。カリフォルニア大学バークレー校、京都大学数理解析研究所の助教授を経てカリ
フォルニア工科大学教授となり2007年より同大学の初代フレッド・カブリ教授職。Caltech ウォルター・バーグ理論物理学研究所所長。
2018年10月より Kavli IPMU 機構長。2016～2019年アスペン物理学研究所所長。アメリカ数学会アイゼンバッド賞、仁科記念賞な
ど受賞多数。『超弦理論入門』で講談社科学出版賞受賞。2019年秋に素粒子物理学研究功績により紫綬褒章受章。

これまでの研究成果

Belle II 実験の本格的な 物理解析データの取得が開始

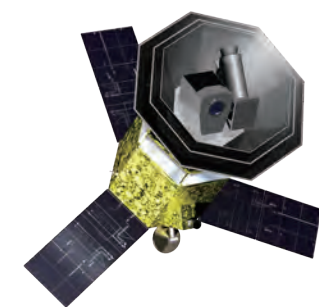
Kavli IPMU は、新物理探索を目指す国際共同の高
エネルギー物理学実験Belle IIに2012年11月より参
加している。B中間子の崩壊点位置検出に使われるシ
リコン崩壊点位置検出器 (SVD) の第4層ラダーの製
作を担当。2018年5月にすべての検出器の製作を完
了させた。2019年3月には、Belle II測定器にSVDが
入った状態でのSuperKEKB 加速器の調整が開始。電
子・陽電子衝突から得られる素粒子反応データの本格
的な取得・解析が始まった。



図：半分組み上げられたSVD。前方に行くほど円筒の直径が小さくな
る「ランタン型の構造」を持つ。
(Credit: Belle II Collaboration)

樋口岳雄准教授を中心とする Kavli IPMU のメンバーが参加

LiteBIRD 衛星計画が進行中



LiteBIRD 衛星の想像図
(Credit: LiteBIRD)

Kavli IPMUは、参加機関の一つとしてLiteBIRD 衛
星計画を推進している。本計画は、宇宙マイクロ波背景
放射 (CMB) の偏光観測から原始重力波の痕跡を検
出し、インフレーション宇宙論仮説の検証を目指して
いる。日本学術会議が策定したマスタープラン2020の
「重点大型研究計画」のひとつに選定された。2020
年代半ばの打ち上げを目標に準備が進められており、
Kavli IPMUは望遠鏡システムの偏光変調器の製作を
担当している。

片山伸彦教授、松村知岳准教授ら Kavli IPMU のメンバーが参加



物質科学と 細胞生物学の統合へ

細胞機能の理解に必要な化学物質や、細胞機能の操作に必要な化学物質を作製し、これらを用いて生命の謎に迫り、さらには、細胞機能に触発された新たな機能材料を創生することを目指します。

【研究の目標】

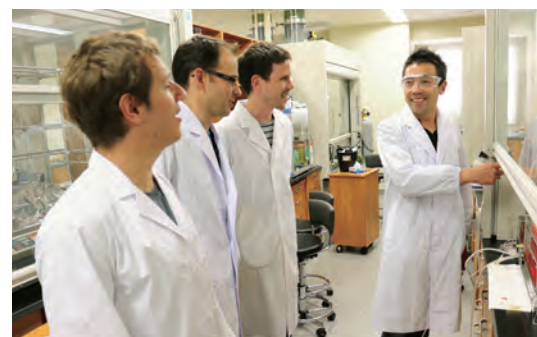
細胞機能を化学で理解し、物質により再現、操作することは可能か

細胞は、数多くの化学物質を自己組織化し、協同的に相互作用させることで生命活動を維持しています。それらの化学物質の挙動は時空間的に常に変化しています。これを化学で理解するには、ナノメートル領域ではなく、もう少し大きなメソスコピック領域で働く分子に目を向ける必要があります。このために、様々な可視化技術やモデル化技術、そして複雑な細胞の営みを解析する物理や化学の手法を開発します。さらに、細胞機能を物質で再現することにも挑戦します。細胞機能が理解できているなら、物質による細胞機能の再現は可能はずです。理解と創造により研究を推進します。



【WPI 拠点としての特徴】

国際的かつ学際的な研究環境



研究室ごとの区切りのないオープンラボ。異分野研究者との交流が生まれやすい環境となっている。

iCeMSでは、①異分野による融合研究に適した、分野の垣根を超えた活発な議論や交流が生まれるような環境を醸成するため、研究室ごとの区切りのないオープンオフィスやオープンラボや異分野の研究者がともに使える共用実験機器などを整備しています。日頃から研究者どうしが、顔を合わせることで、学際融合に関するアイデアが生まれやすい環境を整えています。また、②約2割を占める外国人研究者が研究に専念できる環境を整えるため、外国人研究者支援室の設置しています。ここでは、在留資格取得のための支援や、就労に関する手続きのサポート、住まい探しや家族も含めた生活のサポートなどを行っています。さらには、③国際的かつ学際的な研究環境を実現に向けて、国際シンポジウムやセミナーを国内外で数多く開催しています。④iCeMS内に設置された研究支援部門では、国際研究ネットワークの強化を図りながら、iCeMS内で生まれた研究成果を社会へ還元することを目指し、iCeMSの研究基盤を強化するための外部資金等の資金獲得や産学連携活動、学術交流などの人材交流を活性化するための取り組みを行うと同時に、国際的な頭脳循環に向けてのアウトリーチ活動や研究成果の国内外への発信に力を入れています。

拠点長 北川 進からのメッセージ

私たちは、これまで日本の大学には無かったような、国際的な研究拠点の形成を目指しています。国内外の優秀な研究者がiCeMSというコアに集まり (Core)、創造力を遺憾なく発揮し (Creativity)、世界が認める研究所となるための挑戦を続けます (Challenge)。いわば、iCeMSの3Cです。また、DWPも大切にしたいと考えています。驚き (Wonder) と感動 (Passion) を生むような発見 (Discovery) のための飽くなき探求を続け、知識を積み重ね、新たな科学の創出につなげます。



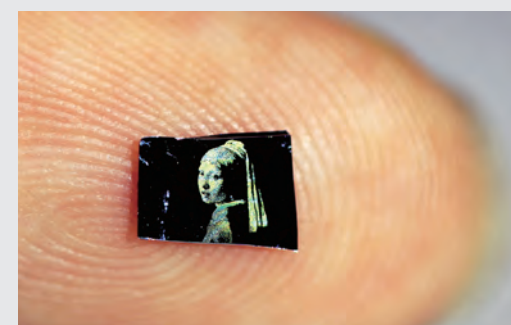
プロフィール

1979年に京都大学大学院工学研究科博士課程を修了。近畿大学 理工学部助教授、東京都立大学理学部教授などをへて、1998年から京都大学大学院工学研究科教授。2007年に京都大学 iCeMS 副拠点長・教授、2013年に拠点長に。2017年からは同拠点特別教授。おもな受賞等にトムソン・ロイター引用栄誉賞 (2010年)、紫綬褒章 (2011年)、英国王立化学会フェロー会員 (2013年)、米国化学会バソロ賞 (2016年)、フランス化学会グランプリ (2019年) などがある。

これまでの研究成果

OM 技術により、インクを使わない 超高精細な印刷が可能に

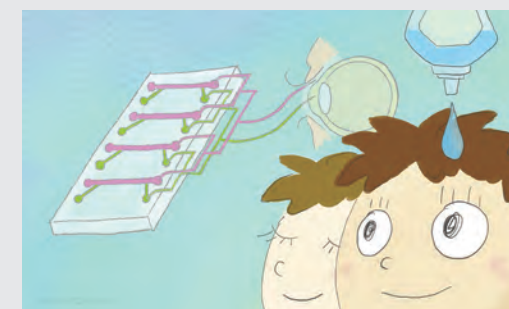
シバニア・イーサン教授らのグループは、ポリマーにフィブリルを精密に形成させるOM技術により、特定の色の光を反射させ、私たちの目に色として認識が可能な素材を開発しました。通常、プラスチック製品の劣化とともにランダムに現れるクレージングをOM技術を使うことで精密に制御し、フレキシブルで透明な素材上に、画像解像度数 14,000dpiまでの精細な印刷が可能となりました。インクを用いないカラー印刷技術の発展や、紙幣の偽造防止など、さまざまな技術への応用が期待されます。



本研究技術の応用例。横幅約 1mm の絵画を、インクを使わずに作製できる。

シバニア・イーサン教授／主任研究者 伊藤真陽特定助教
(2019年6月 Nature にて論文公開)

角膜・オン・チップの開発に成功 「まばたき」の涙の流れも再現



「角膜・オン・チップ」デバイスでは、まばたきするまぶたの内側で動く涙の圧力を再現することができます。点眼薬などがヒトの目に与える効果をより正確にテストすることができます。© 高宮ミンディ

亀井謙一郎准教授、ルディ・アブドアルカーディル特定助教は、微細加工技術を駆使したチップ上にヒト由来の角膜上皮細胞を培養し、ヒトの角膜構造を細胞培養系で再現するデバイスの開発に成功しました。角膜上皮細胞を培養する際に、細胞培養液を行き来させることによって、まばたきによる涙の流れを再現し、従来の方法に比べ、より高機能な「ヒト角膜モデル」の開発に成功しました。この研究結果は、点眼液開発や、それに必要な動物実験の代替法として期待されます。

亀井謙一郎准教授／主任研究者 ルディ・アブドアルカーディル特定助教
(2019年12月 Lan on a Chip にて論文公開)



免疫学の統合的理解と社会への貢献

IFReCは、拠点設立時から、病原体感染や自己免疫疾患、がん細胞に対する免疫反応とその制御を目標に据えて研究してきました。これは、個々の免疫細胞の働きを明らかにしつつ、全身で起こる免疫反応を深く理解することです。WPIアカデミー拠点となって以降、高度な基礎免疫学の研究に加えて、それらの社会還元への動きも加速させています。

【研究の目標】

融合研究とともに免疫研究の頂点を目指す

IFReCは、2007年のWPI研究拠点設立時から、先端的研究課題に取り組むために、免疫学、バイオイメージング、バイオインフォマティクス各分野の優れた研究者を集めて融合研究を推進してきました。その研究内容は、従来の免疫学を超えて多岐にわたり、生きたまま体内を観るための装置や化合物の設計、またビッグデータを用いた免疫関連遺伝子の解析から人類進化にまで及びます。こうしたインパクトの高い論文が多くのトップジャーナルに掲載されました。また数々の学術賞を獲得することで、世界の免疫研究者の間にIFReCの名前を浸透させることができました。2017年以降は、基礎研究のさらなる追求と同時に、研究成果の応用展開を図るためのシステム・組織作りに取り組んでいます。



【WPI 拠点としての特徴】

世界に冠たる研究拠点として



公募で世界中から選ばれたスーパーポストドクのメンバー

次世代の研究者を育てることも重要な責務です。IFReCが2011年から主催してきた若手研究者対象の免疫学ウインタースクールの教育内容をさらに充実させていきます。また、報酬・研究費を欧米諸国の標準に近づけた「スーパーポストドク」制度を作り、世界公募で優秀な若手研究者をリクルートしています。IFReCは次世代の研究者が来たくような環境を提供し、グローバルな頭脳循環の場を目指します。

拠点長 竹田 潔からのメッセージ

2019年7月よりIFReCの拠点長に就任いたしました。これまで IFReCが推進してきた融合研究による免疫学の基礎研究の深化のみならず、将来の免疫関連疾患克服を目標に世界的な研究センターを目指します。そのために IFReC は複数の製薬会社と包括連携契約を結び、国内では初めてのモデルとなる自由な基礎研究を推進する産学連携システムを構築しています。さらに将来の免疫学を担う若手研究者の育成と各国研究機関との国際連携も推進していきます。世界トップレベルの免疫学の基礎研究とその社会還元を加速化する IFReCにこれからもご注目ください。



プロフィール

大阪大学医学部卒業、医学博士。大阪大学微生物病研究所を経て、2004 年 九州大学生体防御医学研究所教授。2007年 大阪大学大学院医学系研究科／IFReC 兼任教授。2019 年 7 月より IFReC 拠点長。
日本免疫学会賞(2004)、日本学術振興会賞(2010)、大阪科学賞(2016)、ベルツ賞(2016)、持田記念学術賞(2019)、Highly Cited Researchers 選出(2014-2017)。論文引用数による免疫学者世界ランキング 2014 で第 2 位(第 1 位は審良静男前拠点長)。

これまでの研究成果

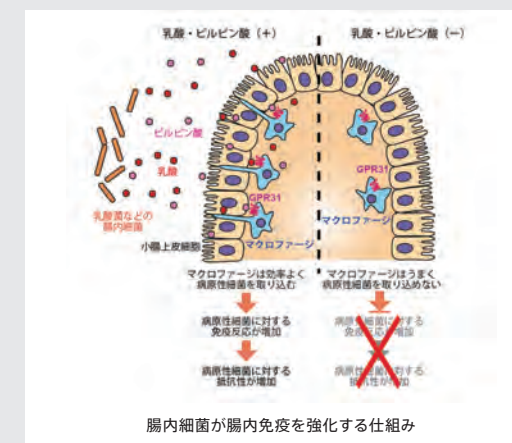
機械学習と次世代シーケンス技術の活用で日本人の白血球の血液型を解明

私たちが普段口にする「ABO式血液型」は、酸素を運ぶ細胞である赤血球の分類法です。これに対して、免疫を考えるうえで大切な白血球にも「型」があり、個人の体質や生体防御能力を司る重要な要素と考えられています。この「白血球の血液型」は、ヒトゲノム上のHLA遺伝子の配列の個人差で決定されます。白血球の型は移植医療や個別化医療に際して重要ですが、HLA遺伝子構造が複雑で解読に専門技術が必要なことや高額な実験費用により、HLA遺伝子配列の詳細な個人差の解明は遅れていました。

岡田随象教授らは、次世代シーケンス技術を駆使して、日本人集団1,120名を対象に33のHLA遺伝子のゲノム配列を決定することに成功しました。得られたHLA遺伝子ゲノム配列情報に対して機械学習手法を用いて日本人集団の白血球の血液型を11/パターンの組み合わせに分類可能なことが明らかになりました。さらに同グループは、日本人集団17万人のゲノムデータを対象に、白血球の血液型をコンピューター上で高精度に推定することに成功しました。生命科学研究における機械学習の画期的な応用例と考えられ、白血球の血液型を用いた個別化医療の実現に貢献するものと期待されます。

平田 他 (Nature Genetics 2019)

腸内細菌が腸内の免疫を活性化する仕組みを解明



竹田潔教授(IFReC拠点長)らは、腸内細菌が産生する乳酸・ビルビン酸をマウスに投与すると、小腸のマクロファージが活性化され樹状突起を伸ばし、病原性であるサルモネラ菌を効率よく捕食することを見出しました。この結果は、免疫学にイメージング技術を取り入れることで直接観察・証明することができました。竹田グループの成果は、現代人に多い難病である炎症性腸疾患の病態解明と治療法開発への応用が期待される独創的な研究業績です。

森田、梅本 他 (Nature 2019)



マテリアル・ナノアーキテクトニクス — 新材料開発のための新しいパラダイム —

私たちの生活を変えつつあるナノテクノロジー。

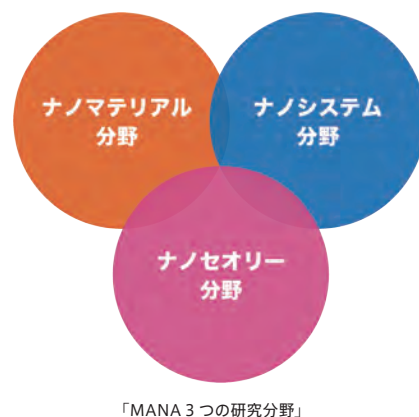
MANAは、新材料・新機能をつくり出すため、「ナノアーキテクトニクス（ナノ建築学）」と呼ばれる新しい技術体系（パラダイム）で材料開発を進めています。

【研究の目標】

次世代材料を生み出す「ナノアーキテクトニクス」

MANAは、2007年の設立以来、ナノスケールでボトムアップから材料を構築する『ナノアーキテクトニクス』の考えのもと、多くの世界トップレベルの研究成果を発表してきました。『ナノアーキテクトニクス』研究は、革新的な材料を作る上で欠かせないナノ物質を探索する「ナノマテリアル」、ナノサイズで誕生する新しい物質を連結し、相互作用させる「ナノシステム」、そしてそれらを作り出すために必要なプロセスや機能を解析・予測する「ナノセオリー」、3つの研究分野が密接に連携して発展し続けています。

MANAは、人類の豊かで持続可能な発展を支えるため、環境、エネルギー、資源、食糧、インフラ、情報、通信、診断、医療、安全など、あらゆる分野を支える革新的な次世代材料・技術を創っていきます。



【WPI 拠点としての特徴】

挑戦と分野融合が原動力、世界を代表するナノテク研究拠点



外国人受入体制の整う事務局



メルティングポット・カフェ

MANAは、WPIプログラムのミッションを達成するため、以下の研究環境を提供し、「目に見える」世界トップレベル研究拠点を目指しています。

メルティングポット環境

多彩な国籍、文化で育った研究者が集って話し合い、新たな研究テーマを生み出す「メルティングポット環境」を実現しています。この環境が、多様な融合を生み、優れた研究成果の源となります。

若手研究者の育成

若手研究者は、2つの所属、2つの分野、2人のメンターを持つという「3Dシステム(D: ダブル)」の下、独創的な研究に挑戦しています。

世界的ネットワーク

国外7ヶ所に設置したサテライトラボとの研究連係や、多くの国際的研究協力提携、MANAから世界へと巣立った300名を超える研究者を通じて、MANAの国際的なネットワークが広がっています。

拠点長 佐々木 高義からのメッセージ

人類社会の持続的発展、諸問題の解決には科学技術の発達、技術革新が重大な役割を演じることが言葉を俟たず、そしてその根幹は常に新しい物質や材料の発見、創出によって支えられています。このような新材料開発はこれまで様々な指導原理のもとで進められてきましたが、近年は物質、材料をナノレベルで設計、制御するナノテクノロジーが重要な指針となっております。その中でMANAはナノスケールのパーツを能動的に集積、接合して新材料を構築する「ナノアーキテクトニクス」という考え方のもと、様々な革新的な新材料、新デバイス、新システムを開発し、世界のナノテクノロジー研究を先導しています。



プロフィール

1985年 理学博士（東京大学）。1980年 東京大学大学院 理学系研究科 修士課程修了。1980年 科学技術庁 無機材質研究所入所。2007年 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点（MANA）主任研究者。2008年 同ナノマテリアル分野コーディネーター。2009年 NIMS フェロー。2003年 筑波大学大学院 数理物質科学研究科 物質・材料工学専攻教授（併任）。2017年 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点（MANA）拠点長。

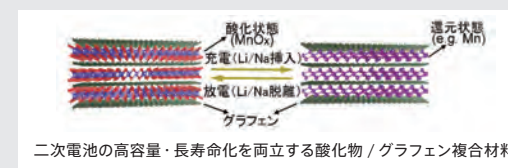
これまでの研究成果

2次元ナノシートの積み木細工による革新的機能の設計

原子・分子レベルの厚さとバルクレンジの横サイズを特徴とする2次元ナノ物質は既存材料にない優れた機能を示すことから、革新的デバイス開発などに高い期待が集まっています。

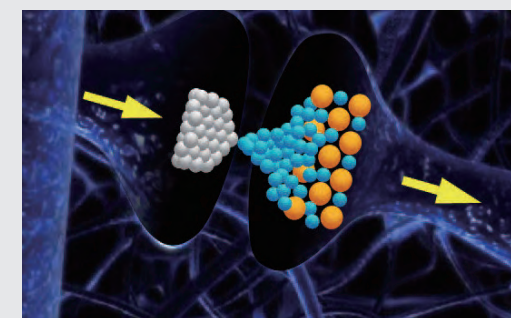
MANAでは層状化合物を大きく水和膨潤させ、層1枚にまでバラバラに剥離するという独自技術に基づき、酸化物や水酸化物系2次元物質を創製しています。これらのナノシートを基本ブロックとして、LEGO®のように様々な並べたり、積み重ねたりする技術を確立しました。

このナノシートナノアーキテクトニクスは、広範な分野で斬新な機能を実現する技術であることが実証されています。ナノメートルレンジの極薄領域でも働く誘電体膜、現行の性能を大幅に上回る二次電池やスーパーキャパシタ活物質、世界最高水準の効率を有する非貴金属電極触媒など、多彩なオリジナル材料や新技術が生み出されており、広範な分野に新しい展開をもたらすと期待されています。



佐々木 高義 拠点長・MANA 主任研究者 / 馬 仁志 グループリーダー
(2014年「Advanced Materials」誌、2018年「ACS Nano」誌に論文掲載)

原子スイッチで実現：記憶も忘却もする新しい「シナプス素子」



シナプス動作をする原子スイッチ

金属イオンが固体内部を行きつ戻りつしながら、金属原子として表面に析出して伝達経路を形成する「原子スイッチ」により、脳の神経活動の特徴である「必要な情報の記憶」と「不要な情報の忘却」を自律的に再現する「シナプス素子」の開発に世界で初めて成功しました。

電気信号を頻繁に入力すると金属原子が効率的に析出して安定な伝達経路が作られるのに対し、低い入力頻度では伝達経路が時間とともに消滅してしまいます。この動作は脳内におけるシナプスの結合強度の変化とよく一致しており、新しい脳型回路の開発に寄与すると期待されています。

寺部 一弥 MANA 主任研究者
(2011年「Nature Materials」誌、2013年「Nanotechnology」誌に論文掲載)



カーボンニュートラル・エネルギー 社会実現への道筋

I²CNERの使命は、低炭素排出とコスト効率の高いエネルギーシステムの推進、そして、エネルギー効率の向上による持続可能かつ環境に優しい社会の実現に貢献することです。

ミッション主導型の基礎研究を通じて、CO₂排出量の飛躍的削減に向けた科学技術の研究開発を展開しています。

【研究の目標】

低炭素社会実現のための基礎科学の創出

I²CNERの研究目標は、光触媒を利用した水素製造、耐水素材料、次世代燃料電池、化学反応・触媒作用の「グリーン化」、CO₂の分離・転換、CO₂地中貯留(隔離)、エネルギーアナリシスなどの理解を深め、基礎科学を創出することです。戦略的な推進に際しては、化学、物理、材料科学、熱流体力学、地球科学、生物模倣学、さらには経済学や政策決定にいたるまで、様々な分野における融合研究や学際的研究が不可欠です。I²CNERの研究は非常に幅広く、水素、酸素及びCO₂と物質とのインターフェイスで起こる現象及びその基本的メカニズムについて、多様な空間スケール(原子から、分子、結晶、地層まで)と時間スケールにまたがる研究をしています。

【WPI 拠点としての特徴】

イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校との連携／融合研究領域の創出



UIUC との戦略的パートナーシップ協定の締結



世界に誇る最先端の研究環境

I²CNERは、米国イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校(UIUC)にサテライトを設置し、戦略的に連携を進める点において他に類のないWPI拠点です。九州大学は世界に誇る最先端の水素研究環境を備えており、伊都キャンパスで行われる科学的交流や議論は、国際社会に強い影響力をもたらしています。また、I²CNERは、様々な国の科学分野で活躍する優れた研究者から構成されています。I²CNERの特徴は、若手研究者による独自の研究プログラムの発展をサポートし、彼らが海外の研究機関と活発な共同研究を行っていることにあります。I²CNERの成功のためには、研究者の質こそが、最も重要であると考えます。低炭素社会への移行は、世界規模で取り組むべき課題であり、国際社会の中で人的資源を有効活用することが求められています。

またI²CNERでは、ボトムアップ研究のためのユニークな機会を提供し、新たな研究の方向性の創出を積極的に支援しています。毎年開催するシンポジウムは、異分野間の融合を追求し、分野横断的な研究方針を育み、研究計画を策定するための議論を交わす好機として活用されています。例えば、2016年と2017年のシンポジウムがもたらした重要な成果から、計算科学と応用数学が研究ポートフォリオに組み込まれました。

カバーする研究分野の多様性により、部門の垣根を越えたコラボレーションが生まれると同時に異分野融合研究が促進され、必要に応じて、様々な分野の科学者やエンジニアによって研究プロジェクトチームが結成されます。

拠点長 ペトロス・ソフロニスからのメッセージ

I²CNERは産業への技術移転を積極的に進めています。また、応用数学とエネルギー工学を融合させた研究にも注力しています。電力グリッドにおいてエネルギーの生成、需要、及び貯蔵の相互作用を記述しモデル化すること、あるいは、岩石の多孔性物質的な特長を、永続的相同性を用いて解析すること等です。計算と実験の相乗効果を活かし、計算科学者と実験科学者の協働研究も推進しています。科学的発見と成果向上を加速し、ターゲットを絞ったアプローチが可能となります。カーボンニュートラル技術の社会・産業への実装を加速するプロジェクトにより、大きなインパクトを与えられると確信しています。



プロフィール

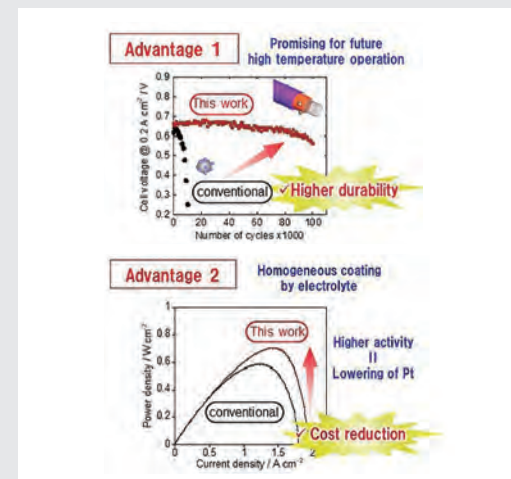
1957年ギリシャ生まれ。イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校工学部教授。水素社会の安全に関わる金属材料の劣化、水素脆化、材料破壊、複合材料及び有限要素解析の研究。水素による材料の破壊メカニズムを合理的に説明する力学理論を世界で初めて提唱。米国国立科学財団、米国エネルギー省などから表彰多数。2010年12月からI²CNER所長に就任。

これまでの研究成果

カーボン担体のポリマーラッピングによる新しい電極触媒の設計

中嶋教授と藤ヶ谷教授は、高分子電解質燃料電池(PEFC)用の電極触媒において、カーボン担体を触媒担持前にポリマーで被覆する新しい電極触媒構造を開発した。本手法の強力な利点の1つは、カーボンナノチューブのような高結晶性カーボンに白金に代表される触媒ナノ粒子を均等かつ均一に担持できるため、燃料電池の高耐久性が実現できることである。(長所1)

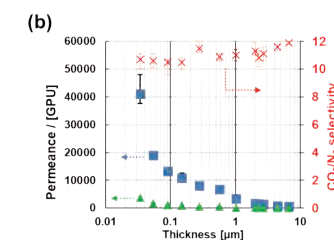
チームはこのアプローチによって、白金利用率が向上することを見出し、高活性化も実現している。(長所2)



藤ヶ谷剛彦
(2015年「Scientific Reports」, 2019年「Electrochimica Acta」誌に掲載)

世界最高のCO₂透過度を持つ 分離ナノ膜の創製と大気からの CO₂直接回収への挑戦

地球温暖化ガスであるCO₂回収は地球温暖化問題解決に必須である。藤川准教授らは、極めて薄いCO₂分離ナノ膜(厚さ:34nm)を開発し、従来の分離膜よりも圧倒的に高いCO₂透過度(約20倍)を実現した。CO₂のネガティブエミッションに向け、この分離ナノ膜による「大気からCO₂を直接回収」が次なる課題である。



CO₂分離ナノ膜とそのガス分離性能: (a) 自立型で厚さ150 nmのCO₂分離ナノ膜(オレンジ色のリングはフレーム); (b) 分離膜の厚みとガス透過性及びCO₂/N₂選択性の関係。CO₂(青の四角形)、窒素(緑の三角形)の透過性、およびCO₂と窒素の選択性(赤の×字)。

藤川茂紀 (2019年「Chemistry Letters」誌に掲載)



睡眠の謎に挑む

現代神経科学最大の謎の一つである「睡眠」。IIISは、睡眠覚醒の神経科学および関連領域の世界トップレベル研究者を集結し、睡眠の機能(なぜ動物は眠るのか?)と制御機構(眠気とは何か?)の解明に挑んでいます。睡眠障害の診断・治療の新しい戦略を開発し、また睡眠に関する最先端情報を社会に発信し、人類の健康増進に貢献します。

【研究の目標】

全ての人々が健やかに眠れる社会の実現を目指して

私たちは人生の約1/3を睡眠に費やします。睡眠は身近な現象でありながら、その本質的な意義や機能、そして「眠気」の神経科学的な実体は未だ謎のままです。睡眠不足に陥ると、パフォーマンスが低下するばかりでなく心身の健康が蝕まれることから、睡眠の重要性は明らかです。また、睡眠覚醒制御機構の破綻による睡眠障害は、甚大な社会的損失を生み出しています。

IIISでは睡眠覚醒の謎を解明し、人々が健やかに眠れる社会を作るため、3つのミッションを掲げて研究を行っています。

1. 睡眠の機能と睡眠覚醒制御機構の解明
2. 睡眠障害と、それに関連する病態の解明
3. 睡眠障害の予防法・診断法・治療法の開発

【WPI 拠点としての特徴】

様々な国と分野の研究者と有機的につながる、オープンかつフラットな組織



オープンな研究空間



共用の実験室

IIISには、20人の主任研究者からなる14のコア研究室と8つの学内連携・サテライト研究室があり、柳沢機構長のもと国内外の多岐にわたる研究分野の研究者と連携することで、睡眠医科学に関する革新的な研究活動を行っています。

柳沢機構長は、米国トップレベルのテキサス大学サウスウエスタン医学センターで20年以上にわたって教授・主任研究者として活躍してきました。この経験を活かし、IIISでは米国式の「デパートメント(学部)」の長所を取り入れた研究組織を構築・運営しています。優秀な人材には年齢・キャリアを問わず主任研究者として機会と十分な資金的サポートを与え、実験施設や高額機器などを機構内で共有することで、効率よく研究ができる体制を整えています。ラボ間の物理的・心理的な垣根を無くし研究者間の活発な交流を促す数々のメカニズムなど、従来の日本的な研究組織にはない自由闊達な雰囲気があります。さらに事務部門が手厚いサポートを行い、研究に専念できる環境を整えています。研究者・学生一人ひとりが最大限の能力を発揮し素晴らしい研究成果を出すことを常に考えながら、研究部門と事務部門が一丸となって組織運営を行っています。



拠点長 柳沢 正史からのメッセージ

私 たちによる、新規神経ペプチド「オレキシン」の発見とその睡眠覚醒制御における重要な役割の解明により、睡眠学の新しい研究領域が創成・展開されてきました。しかしながら、睡眠覚醒調節の根本的な原理は全く分かっていません。本拠点では、「睡眠」にテーマを絞り、この現代神経科学最大の謎を解き明かしたいと考えています。私自身の米国での24年間の研究経験を活かし、米国の大学システムの良い所に学び、かつ日本の伝統の良い部分を伸ばし、拠点に所属する全ての研究者が、各自のキャリアステージを問わず、「真に面白い」研究に挑戦することを常に奨励する環境と研究文化を提供し続けます。



プロフィール

筑波大学医学専門学群・大学院医学研究科博士課程修了。1991年から24年間テキサス大学教授とハワード・ヒューズ医学研究所研究員を併任。2010年に内閣府最先端研究開発支援プログラム(FIRST)に研究プロジェクトが採択され、筑波大学に研究室を開設。2012年に文部科学省世界トップレベル研究拠点プログラム国際統合睡眠医科学研究機構(WPI-IIIS)の機構長・教授に就任し、現在に至る。紫綬褒章(2016年)、慶應医学賞(2018年)、文化功労者(2019年)、茨城県民栄誉賞(2019年)など受賞・顕彰多数。

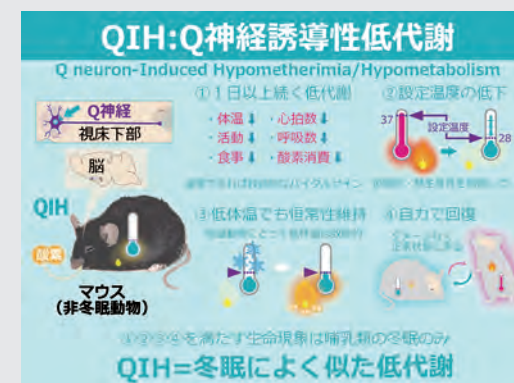
これまでの研究成果

冬眠様状態を誘導する神経回路の発見～人工冬眠へ大きな前進～

冬眠中の動物は正常時と比べて代謝や体温が低下し、障害を伴うことなく元の状態に戻ります。しかし、マウスやラットなどの実験動物は冬眠しないため、冬眠のメカニズムは未解明でした。

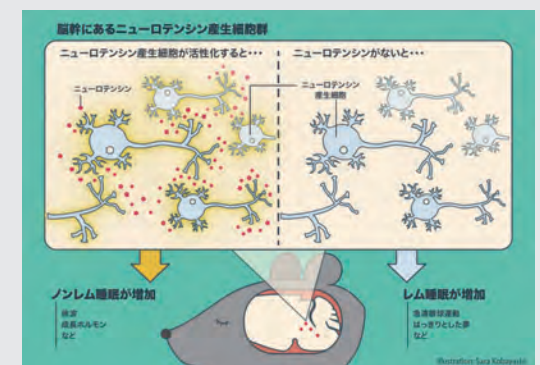
本研究では、マウスとラットで視床下部の神経細胞群(Q神経)を興奮させると、数日間にわたり冬眠様の低代謝・低体温となり、その後自発的に正常に戻る事が確認されました。

本研究で冬眠しない動物に冬眠様状態を誘導できる神経回路が明らかになり、人間へも応用できる可能性が示唆されました。



主任研究者 櫻井 武、大学院生 高橋 徹ら
(2020年6月 Nature で論文公開)

ノンレム睡眠とレム睡眠を調節する脳回路と神経ペプチドを同定



マウスの脳幹で、ニューロテンシンという神経ペプチドを持つ神経細胞(ニューロテンシン産生細胞)が、ノンレム睡眠とレム睡眠の制御に重要であることを発見しました。また、脳幹内の4カ所に散在する神経細胞が脳回路を形成し、ニューロテンシンを通して協調し、ノンレム睡眠とレム睡眠を制御していることが示唆されました。本研究は、睡眠中の脳内メカニズム理解の前進や、新規睡眠薬の開発、及び、睡眠異常を伴う疾患の新規治療法の確立に貢献することが期待されています。

主任研究者 林 悠、研究員 柏木 光昭ら
(2020年2月 Current Biology で論文公開)



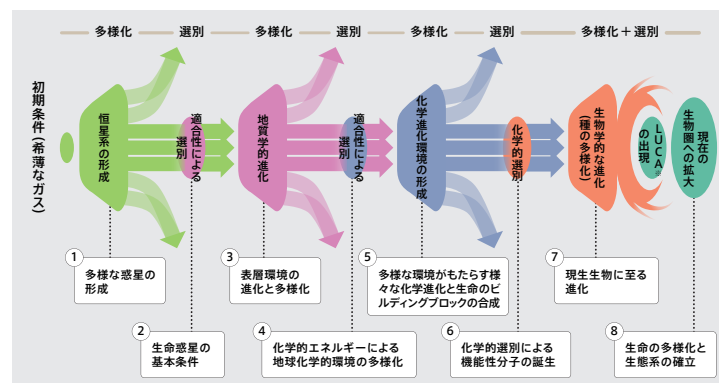
地球と生命の起源を探る 世界トップレベルの融合研究拠点

地球惑星科学および生命科学分野の世界一線級の研究者を結集し、「生命の起源」は「地球と惑星の起源」と不可分であるというコンセプトのもと、これらの起源への問いに挑戦します。さらに、生命惑星地球の特殊性と普遍性に注目しつつ、太陽系内および系外の生命探査研究も進めています。

【研究の目標】

地球はどのように生まれ、生命を育み、進化してきたのか

ELSIの研究テーマは、「地球はどのように生まれ、生命を育み、進化してきたのか」、そして「地球以外でも生命は発生するのか」という人類の根源的な謎の解明です。その理論的枠組みと研究の道筋を示すものが、ELSIモデル(右図)です。ELSIモデルは、宇宙の始まり(ビッグバン)から現在の生命までを、多様化と選別という過程の連鎖として捉えるユニークな考え方を表しています。



生命の起源に関する ELSI モデル

【WPI 拠点としての特徴】

開かれた魅力的な融合研究の拠点



融合研究を推進するオープンでフラットな研究組織



主任研究者が若手の研究員と議論中

ELSIは、世界を牽引する開かれた魅力的な研究所を目指して、次のようなシステム改革を進めています。

研究環境

- ・異分野の研究も受け入れるオープンでフラットな研究体制
- ・毎年の業績評価と研究者へのフィードバック
- ・若手研究者への研究スタートアップ支援
- ・企業からの寄付で始まったアストロバイオロジープログラムなどユニークな外部資金の獲得

先進的な運営体制

- ・研究推進を第一に掲げる事務部門が提供する諸手続きのワンストップサービス
- ・学長室と連携して進められるスピーディな組織改革
- ・英語による安全衛生講習、文化多様性の研修、ハラスメント相談窓口の設置

広報活動

- ・国際舞台における科学広報経験が豊富な広報リーダーの配置
- ・研究者と社会をつなぐ科学コミュニケーションの展開
- ・英語での記者発表、科学コミュニケーションイベントなど国際標準アウトリーチ活動

拠点長 廣瀬 敬からのメッセージ

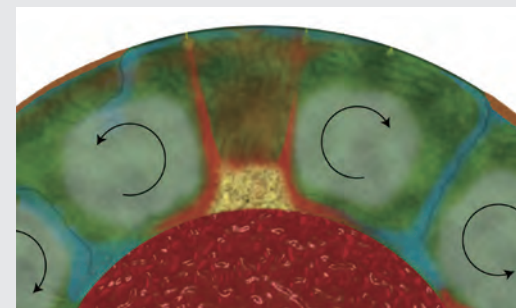
東京工業大学地球生命研究所は、初期地球に注目し、太陽系における地球の形成、初期地球の環境と生命の誕生、地球と生命の共進化について、関連分野の融合研究を力強く推進していきます。このような“地球学”を通して、生命を育む地球の普遍性と特殊性を明らかにし、地球外天体における生命の存在可能性も追求していきます。またその成果を直ちに地球外生命の探査に活かすため、太陽系探査や天文学観測とも密接に連携していきます。



プロフィール

地球内部研究の世界第一人者。2004年に、マントル下部の数百キロメートルの層においてはマントル物質はポストペロブスカイト相という結晶構造をとることを実験で見だし、マントル深部の理解を飛躍的に前進させた。2010年には、地球の中心に相当する超高温高压を実験で実現することに成功し、固体内核の鉄の結晶構造を決定した。これら多数の業績により、2011年に学士院賞、欧州地球化学連合リングウッドメダル、2016年に藤原賞を受賞している。

太古の岩石はマントルの中に保存されている



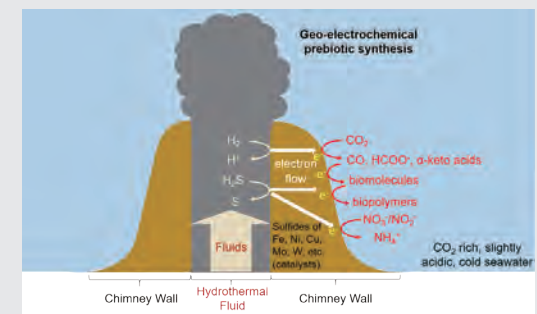
マントル対流は地球内部から熱を取り除き、プレートテクトニクスを駆動する役割を果たします。しかし地球化学的データによると、対流と物質混合が続いたにもかかわらず、マントルのどこかに太古の物質が44億年以上も保存されている証拠があります。この結果を説明するために私たちは、マントル物質輸送の新しいモデルを作りました。私たちの対流シミュレーションによると、マントルは全体としては対流し循環するにもかかわらず、粘性の高いマントル物質の領域は安定して存在し、流れはこの領域を壊さずにその周りを循環します。この結果は、循環するマントル内の二酸化ケイ素量が太陽系の平均組成よりも低いことも合致します。

Ballmer, M., Houser, C., Hernlund, J., Wentzcovitch, R., Hirose, K. Persistence of strong silica-enriched domains in the Earth's lower mantle. Nature Geoscience (2017)

これまでの研究成果

地球電気化学 —生命の起源についての 新しい研究分野

私たちは、地球化学的にもっともらしい条件下で、生物を介さずに電気化学的反応だけで、二酸化炭素から一酸化炭素への転換(還元反応)が起こりうることを示しました。一酸化炭素は複雑な有機物合成の原料として長い間提案されてきたことから、この発見は重要な意味を持ちます。私たちは、熱水噴出孔で得られる電位差が還元反応を促進し炭素固定を推進したのではないかと考えています。



Kitadai N, Nakamura R, Takai K, Li Y, Gilbert A, Ueno Y, Yoshida N, and Oono, Y. Geoelectrochemical CO production: Implications for the autotrophic origin of life. Science Advances (2018)



分子で世界を変える： 化学・生物学・理論科学が融合する場所

ITbMの夢は、私たちの生活を大きく変える革新的な生命機能分子「トランスフォーマティブ生命分子」を生み出すことです。名古屋大学の強みである合成・触媒化学、動植物生物学および理論科学の融合によって、大きな社会的波及効果をもたらす新たな研究分野を創生することを目指します。

【研究の目標】

トランスフォーマティブ生命分子を生み出す融合研究

歴史を振り返ると、ペニシリン(抗生物質)、タミフル(抗インフルエンザ薬)、生命現象を可視化する緑色蛍光タンパク質(GFP)などの数々の著名な分子が世界を変えてきました。ITbMは、このような生命科学研究・技術を根底から変える革新的な生命機能分子をトランスフォーマティブ生命分子と定義し、これらを生み出すことを目標として研究を進めています。合成化学者、動植物生物学者、および理論科学者のダイナミックな連携・融合を通じて、化学と生物学の融合領域に新たな研究分野を開拓し、社会に大きな影響を与えるトランスフォーマティブ生命分子の開発を目指します。2020年、ITbMは新たな重点的研究領域(ITbM2.0)を設定し、環境問題、食糧問題、医療技術の発展などの世界的重要な課題を分子で解決すべく研究を推進しています。



ITbM2.0の重点的(フラッグシップ)研究領域

【WPI 拠点としての特徴】

多様性豊かな環境が融合研究を促進させる「ミックス」



異分野の研究者と学生がとり合わせて働く ITbM 研究所内の Mix Lab および Mix Office



卓越大学院「トランスフォーマティブ化学生命融合研究大学院プログラム(GTR)」の学生によるポスターセッション

ITbMには、それぞれの分野で世界を牽引するトップレベルの研究者が国内外から参画しています。国外からは5名の海外PIをはじめ、多くの海外機関出身の若手教員や博士研究員が参画しています。女性研究者も3割を占めており、多様性の高い環境で研究者が育成されています。ITbMには研究グループ固有のスペースはなく、異なる分野の研究者が共に研究活動を行う「Mix Lab(ミックスラボ)」および「Mix Office(ミックス・オフィス)」を設置することで、異分野融合を促進しています。研究分野・国籍・性別などの違いにとらわれず、研究者が自らの知的探究心に基づいて最大限に力を発揮できる融合的な環境を提供することで、皆が日々わくわくしながら研究にとりくんだ結果、ITbMではこれまでに数多くの生命機能分子が生み出されてきました。この取り組みを大学院教育にも反映させるべく、ITbMは関連する研究科等とともに卓越大学院「トランスフォーマティブ化学生命融合研究大学院プログラム(GTR)」を発足させました。学内のみならず国内外の研究機関との連携を深化させ、さらなる発展を目指します。

拠点長 伊丹 健一郎からのメッセージ

分子はとても小さく、目に見えませんが、私たち生命の活動になくてはならない存在です。私には科学・技術のあり方を変え、ひいては社会をも大きく変える力があると強く信じています。ITbMは、分子を起点とした生物学研究を分野の垣根を超えて進めています。分子の可能性に期待する生物学者が、分子の機能を創生し実現する化学者および理論科学者と協働することで、アフリカを飢餓から救う分子SPL7、時差ボケの薬として期待されるDHEA、そして炭素材料科学を根底から変えるナノカーボン分子など、精緻にデザインされた機能をもつ多くの新しい生命機能分子が生まれてきました。この中のいくつかはやがて社会を大きく変えるトランスフォーマティブ生命分子として登場してくるでしょう。分子をつなげ、価値を生み、世界を変える。これがITbMの想いです。



プロフィール

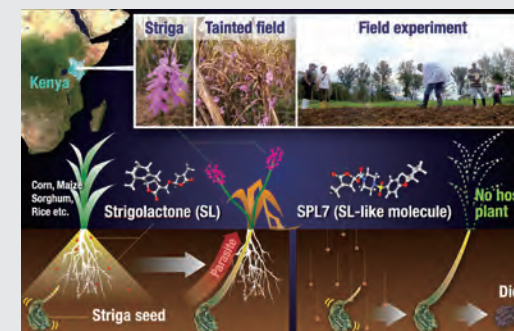
京都大学大学院工学研究科にて博士号を取得し、同大学院で助手。名古屋大学理学研究科准教授を経て、2008年より教授。2012年より本研究所拠点長。芳香環連結分子の精密迅速合成法の開発と応用研究を基盤とし、触媒化学、材料科学、天然物化学、ケミカルバイオロジー、ナノカーボン化学など幅広い分野の研究を展開。多くの国際賞を受賞。発表した論文は高い評価を受け、Clarivate AnalyticsのHighly Cited Researchers 2017, 2018, 2019に選出。

これまでの研究成果

アフリカで猛威を振るう寄生植物ストライガの撲滅

アフリカの穀物生産に大打撃を与える寄生植物「ストライガ」を駆逐する画期的な分子「SPL7」の開発に成功しました。SPL7は、穀物や土壌細菌などの生物環境への影響が少なく、極めて低濃度(1/10¹³⁻¹⁵mol/L)でストライガの自殺発芽を促します。これは、自然界の発芽刺激分子に匹敵するものであり、SPL7は最高の活性を持った人工分子です。現在、ケニアでSPL7のフィールド試験を行い、実用化に向けた検証を進めています。

■自殺発芽によるストライガの駆除



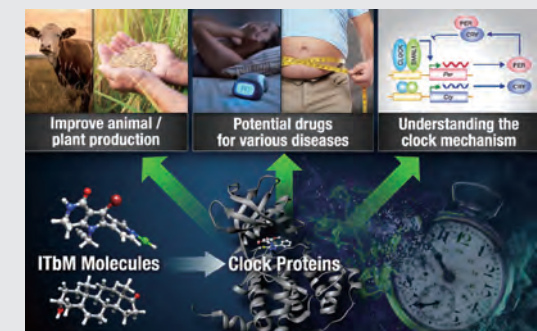
SPL7を用いて強制的にストライガの種子を発芽させることで、ストライガの種子を土壌から除くことができます。

特任准教授 土屋 雄一朗、准教授 浦口 大輔、教授 大井 貴史 ほか
(2018年「Science」誌に論文発表)

概日時計のリズムを変え哺乳類の疾病や食料生産を変えうる分子

ヒト培養細胞の概日時計のリズムを遅らせる「GO289」、リズムを速くしマウスの時差ボケを軽減する「DHEA」、植物のリズムを遅らせる「AMI-331」を発見しました。概日時計は睡眠・覚醒など1日周期のリズムを支配し、その機能が乱れるとさまざまな不調をもたらすことが知られています。哺乳類から植物まで幅広い生物の概日時計の分子メカニズムの解明を進めることで、睡眠障害、うつ病、肥満、がんなどの疾患の改善や食料生産の向上が期待されます。

■概日時計のリズムを変え哺乳類の疾病や食料生産を変える ITbM 分子



概日時計の分子メカニズムの解明を進めることで、睡眠障害、うつ病、肥満、がんなどの疾患の改善や食料生産の向上が期待されます。

Co-PI・特任准教授 廣田 毅 ほか
(2019年「Science Advances」誌に論文発表)
教授 吉村 崇 ほか(2018年「EMBO Molecular Medicine」誌に論文発表)
特任准教授 中道 範人 ほか(2019年「PNAS」誌に論文発表)



ヒトの知性はどのように生じるか 脳神経発達の理解から迫る！

本機構では、生命科学と情報科学をつなぐ新しい学問分野である、“ニューロインテリジェンス”を創成し、『ヒトの知性はどのように生じるか』という人類究極の問いに迫ります。発達障害を含む脳神経回路障害の克服、次世代型の人工知能の開発を通じて、より良い未来社会の創造に貢献します。

【研究の目標】

新たな学問分野『ニューロインテリジェンス』の創成へ

脳の働きを理解することは極めて複雑かつ困難な試みであり、宇宙の起源と並んで現代科学の最大のフロンティアともいえる研究領域です。

ニューロインテリジェンス国際研究機構(IRCN)は、神経回路発達の基礎研究・精神疾患の病態研究・人工知能研究を有機的に結びつけ、新しい学問分野を創成しました。融合研究による相乗効果によって、ヒトの知性の特徴である柔軟な神経回路の形成原理を明らかにし、その原理に基づくAIの開発を促進するとともに、神経回路発達の障害により引き起こされる精神疾患の克服に貢献することを目標としています。さらに、コンピュータサイエンスから得られるフィードバックをヒトの知性の理解に還元し、「ヒトの知性はどのように生じるか?」という究極の問いに迫ります。



【WPI 拠点としての特徴】

国際連携のもとで脳の発達理論と計算論的科学の融合研究を推進



イメージングコア
(海外からの研究者との融合)



IRCN 神経科学コンピューテーションコース

IRCNは発生/発達研究ユニット、ヒト/臨床研究ユニット、計算論的研究ユニット、技術開発ユニットの4つの連携研究ユニットで構成され、ニューロインテリジェンスの創成のため融合研究を推進しています。さらにIRCNでは世界でもトップクラスの最新の技術や国際的な研究環境を整え、世界に類を見ないハイレベルな研究拠点を構築します。

国際的な共同研究ネットワークの構築

ボストン小児病院、マックスプランク研究所をはじめとする世界中の18ヶ所の研究組織との連携により研究ハブとしての機能を果たします。

研究力強化を実現するエコシステムの構築

機構内に整備した5つのコアファシリティーが求心力となり、融合研究をより効率的・効果的にすすめられるよう研究者のサポートを行います。学際的な仮説の構築や検証手段を可能にするプラットフォームを国内外の研究者に提供しています。

国内外の若手研究者の育成への取り組み

サイエンスサロンやリトリート、神経科学コンピューテーションコースを通じ、機構内の議論を活性化することで、次代を担う若手研究者を育成します。

拠点長 ヘンシュ 貴雄からのメッセージ

神経発達とその障害という観点から、ヒトの知性と人工知能を結びつける新しい学問分野の創設を目的に、ニューロインテリジェンス国際研究機構は2017年10月に発足しました。IRCNでは神経回路の発達過程の基本原理を究めるとともに、その異常によって生じる精神障害の発症メカニズムの解明を目指します。回路形成原理の理解はこれに基づく新しい人工知能の開発と革新的な計算手法に基づくヒト疾患の理解につながります。IRCNの唯一無二である生命科学・医学・数理科学・情報科学・言語学等の融合研究やこれを推進するコアファシリティーに是非ともご期待ください！

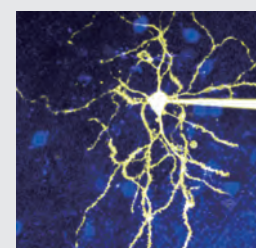


プロフィール

UCSFにて博士号を取得後、理研 BSI 発足に神経回路発達室長として関わり、グループディレクターを務め2006年に帰国。ハーバード大学とボストン小児病院で教授を兼任し NIMH Silvio O. Conte Center for Basic Mental Health Research を指揮。2017年より IRCN の機構長に就任し2019年に CIFAR Child & Brain Development Program 共同ディレクターに就任。2016年 MD Sackler Prize、平成18年度文部科学大臣表彰 科学技術賞、日本神経科学学会奨励賞(塚原伸児記念賞)及び米国同賞等多数受賞。

これまでの研究成果

ドーパミンD2受容体阻害剤が統合失調症の症状を改善する仕組みを解明



2型受容体を発現する側坐核神経細胞の顕微鏡イメージ
(© 2020 Iino et al.)

統合失調症には幻覚や妄想という精神症状が伴い、その一要因に神経伝達物質ドーパミンの過剰が考えられています。柳下祥講師を中心とした河西春郎教授の生命医学系チーム、およびIRCN連携研究者である京都大学の石井信教授らの情報工学系チームによる融合研究グループは、ドーパミン2型受容体(D2受容体)阻害剤のそれら諸症状緩和を促す脳内機序を解明しました。

光による神経活動の操作・観察技術を組み合わせたマウス行動実験において、環境情報から報酬を予測する記憶が間違っていた際に側坐核で生じるドーパミンの一過性低下をD2受容体発現細胞が検出し、間違っていた記憶を訂正していることを発見しました。さらにマウス脳スライスでシナプス入力を受ける樹状突起上のスパインを観察しながらドーパミンを光操作したところ、微小なドーパミン信号変化をD2受容体が検出しスパインが頭部増大を起こすことを見いだしました。この鋭敏な検出機構は覚せい剤によりドーパミン濃度がわ

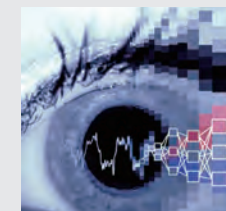
ずかに亢進すると破綻しますが、D2受容体阻害薬(抗精神病薬)により回復することを示しました。

これから、D2受容体機能に脆弱性などのシナプス異常がある場合、弁別学習障害を介して妄想の発展に至るのではという統合失調症病態の新しいシナプス仮説を導きました。

河西春郎 教授 / 主任研究者 石井信 教授 / 連携研究者
(Iino Y et al., Nature, 2020. DOI: 10.1038/s41586-020-2115-1)

自閉症の早期診断を可能にするAIのアルゴリズム

ヘンシュ機構長とボストン小児病院の国際研究チームは、自閉症スペクトラム障害(ASD)のマウスモデルを用いて瞳孔サイズを測定し、機械学習によりその特徴を検出するアルゴリズムを構築しました。そのアルゴリズムを臨床実験に応用したところ、レット症候群の患者を2歳未満の若齢で識別することに成功しました。この試みには、人工知能(AI)の生み出す普遍的な診断の可能性と、ASDの早期診断・早期介入を実現することへの期待が寄せられます。



AIによる知的障害の早期診断 ©Pietro Artoni/ボストン小児病院

ヘンシュ貴雄 教授 / 主任研究者 ネルソン チャールズ 教授 / 連携研究者
ファジョリニ ミケラ 准教授 / 連携研究者
(Artoni Pet al., PNAS 2019. DOI:10.1073/pnas.1820847116)



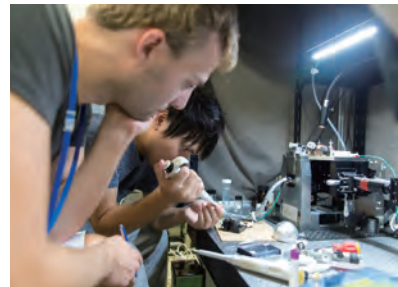
ナノプローブ生命科学： 生命科学の「未踏ナノ領域」開拓

“目に見えない小さな世界を観る”ことは、あらゆる物性や現象の起源を学び、科学を発展させる基盤となります。ナノ生命科学研究所 (NanoLSI) は、独自の顕微鏡技術によって、これまで人類が目にしたことのない現象をナノスケールで直接観察し、科学に飛躍的な進展をもたらすことを目指しています。

【研究の目標】

生命現象の真理を、ナノスケールで解き明かす

身体を構成する細胞の内外には無数の分子が存在し、その相互作用によって生命現象を生み出します。しかし、人類は未だそれを直接観察することができません。生命科学の「未踏ナノ領域」です。NanoLSIは、世界最先端の走査型プローブ顕微鏡技術を核として、ナノ計測学、生命科学、超分子化学、数理計算科学の融合を進め、この未踏ナノ領域の開拓を目指しています。「これまで誰も見たことのない生命現象をナノスケールで直接観察し、その仕組みを根本的に理解する」NanoLSIは、世界最先端の研究でこれを実現し、新たな学問領域「ナノプローブ生命科学」を創生して、生命科学に飛躍的な進展をもたらすべく努力しています。



走査型プローブ顕微鏡を用いて実験の様子

【WPI 拠点としての特徴】

バイオイメーjing分野のハブとなる、唯一無二の研究拠点



第8回 Bio-SPM Summer School での集合写真

NanoLSIは、研究者が有機的に連携して自由に先進的な研究を進められるよう、多様な取組で支援をしています。

研究所内では、PI中心に最新の研究成果を共有するColloquium、研究室同士が一对一でディスカッションをするT-meeting、ランチを片手にフラットな環境で対話をするLuncheonの3種類の研究会で、週1回以上の交流機会を設けています。そして、この交流から生まれた共同研究を融合研究推進グラントでスタートアップ支援しています。所外に対しては、若手を対象とするBio-SPM Summer School、多様な分野を対象とするBio-SPM Collaborative Research、世界トップクラスの研究室を対象とするVisiting Fellows Programの3つのOpen Facility Programsを展開し、バイオイメーjing分野で多彩な連携を

構築しています。英国とカナダに設置しているサテライト拠点では、拠点を中心とする新たな連携の構築を目的として国際シンポジウムを開催し、複数の共同研究につなげています。また、これらの成果は、大学院において若手研究者の育成に生かされます。

こうした多角的な取組を支えるのは、ホスト機関と緊密に連携して進めるシステム改革です。これまでに、NanoLSI独自の研究専念教員制度、厳密な業績評価に基づく俸給制度等の様々な制度を導入し、研究者が研究に注力できる環境を整備したほか、こうした制度の運用を支えるスタッフをホスト機関と循環させ、その経験とスキルを機関全体に広め、共有しています。

拠点長 福間 剛士からのメッセージ

あらゆる物性や現象の起源は、ナノスケール(10億分の1メートル程度)の構造や動態で説明できます。したがって、これらを直接観て正確に理解することは、あらゆる科学技術に通じる究極の目標です。我々は、液中で原子や分子の動きを直接観ることのできるナノプローブ技術の開発で世界をリードしてきました。本拠点では、これらのユニークなイメージング技術を基盤として、細胞の表層や内部という「未踏ナノ領域」を開拓し、人類が観たことのない現象を直接可視化することで生命科学分野に飛躍的な進展をもたらすとともに「ナノプローブ生命科学」という新たな学問分野を形成することを目指しています。



プロフィール

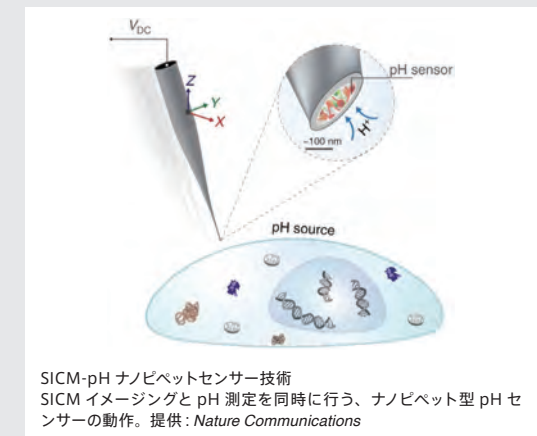
2003年、京都大学博士課程修了。博士(工学)。同大学博士研究員、Trinity College Dublin 主任研究者、金沢大学准教授を経て、2012年から同大学教授を務める。2017年に同大学ナノ生命科学研究所(WPI-NanoLSI)の所長に就任し、現在に至る。世界初の液中原子分解観察可能な周波数変調原子間力顕微鏡(FM-AFM)の実現により、原子・分子レベルの計測技術を化学・バイオ分野にもたらし、「未踏ナノ領域」開拓の契機となった。3D-AFM、電位分布計測技術の開発などナノプローブ技術で世界をリードする。日本学術振興会賞(2018)、文部科学大臣表彰若手科学者賞(2011)などを受賞。

これまでの研究成果

ナノスケール pH センサーで、 がん細胞表面 pH イメーjingに 成功！

近年、細胞の健康状態を示す指標として、細胞外微小環境のpHの重要性が認識されつつあります。一般に、細胞外微小環境から発生するシグナルは、細胞の分化、分裂、動態を厳密に制御しますが、細胞外pH(pHe)低下の刺激によってもタンパク質合成は制御され、細胞機能が調整されます。特にがん細胞近傍の酸化環境は、がん細胞の増殖や浸潤などと密接に関係することがわかってきており、その定量化は喫緊の課題です。しかし、これまでの測定技術には、感度や空間分解能、pH変換への応答速度等に課題があり、pHeの定量化は困難でした。

このほど、NanoLSIのYuri Korchev教授と高橋康史准教授らの研究グループが独自に開発したナノピペット型pHセンサーは、この課題を解決するものです。pH感受性膜をナノスケールのガラスピペットに修飾するもので、2ミリ秒の応答時間、50ナノメートルの空間分解能、pHを0.01ユニットの感度で計測する世界最速の応答速度を示し、pHeを単一細胞レベルかつ非標識でイメージングすることができます。またさらに、このセンサーに走査型イオンコンダクタンス顕微鏡(SICM)の計測原理を適用することで、pHe計測だけでなく、細胞表面の形状を超解像度レベルで同時に取



得する技術も実現しました。

研究チームは、この技術を生きたがん細胞でテストし、ホルモン治療耐性を有する乳がん細胞のpHe上昇を検出したほか、胃壁細胞からの胃酸放出や、藻類の光合成や呼吸に伴うpHe変化の計測にも成功しました。さらに、メラノーマ細胞表面のpHeプロファイルを3次元的に可視化することに成功し、がん細胞の不均一性に依存し、細胞表面のpHeに違いがあることも明らかにしました。

これらの成果は、今後、がん診断の新たな技術開発につながるだけでなく、細胞外酸性pHを標的とするがん治療法の評価に貢献することが期待されます。

NanoLSI PI Yuri Korchev, Associate Professor Yasufumi Takahashi, Nature Communications, 5610 (2019)



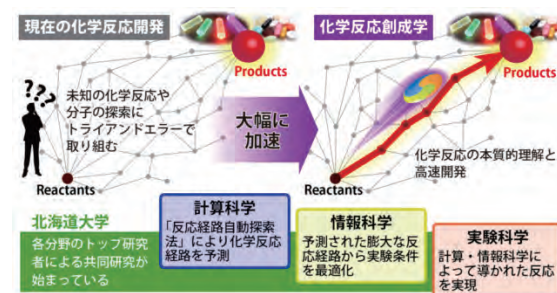
化学反応の本質的理解に基づく自在設計と高速開発

化学反応は自然界のあらゆるところに存在しています。そのため化学反応の制御は、人類を豊かにする根幹をなす技術となります。ICReDDでは、計算科学に基づく化学反応の本質の解明、情報学的手法による化学反応の持つ複雑さに対する理解、及び実験的な実証とフィードバックを通じて化学反応の自在設計と高速開発を目指しています。

【研究の目標】

計算科学・情報科学・実験科学の融合による化学反応の高速開発

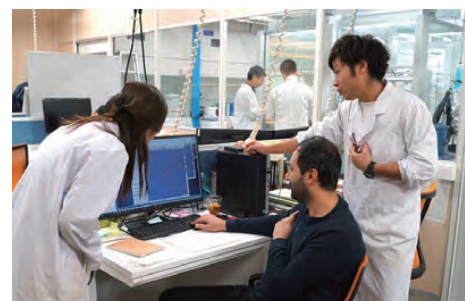
新しい化学反応を開発するための既存の試行錯誤的なアプローチは、非常に時間がかかります。そのためICReDDでは、理論先導型のアプローチにより化学反応の開発に要する時間を大幅に短縮します。拠点長・前田が開発した量子化学計算に基づく最先端の反応経路自動探索法により化学反応経路ネットワークを算出したあと、情報科学の概念を応用し実験に必要な情報を抽出することで、最適な実験条件を絞り込むことが可能となります。また実験科学のデータを、情報科学を通じて計算科学へとフィードバックすることにより、新しい反応を合理的かつ効率よく開発できるようになります。このようにして私たちの未来に必要な化学反応の高速開発を目指し、研究を推進します。



化学反応創成学による高速反応開発

【WPI 拠点としての特徴】

化学反応創成学の構築と MANABIYA システムによる国際連携



ミックスラボにおける若手研究者間の融合ディスカッション

ICReDDは、国際的に認知された拠点となること、また計算科学、情報科学、実験科学の3分野の融合により新たな化学反応の合理的かつ効率的な開発を可能にする新学術領域「化学反応創成学(CReDD)」を早期に確立することに重点を置いています。これらの目標を達成する手段の1つが、世界スケールの高度人材育成の戦略的仕組みかつ国際的な研究者ネットワークを形成する基盤となる「MANABIYA (学び舎) システム」です。このシステムは、これら3つの分野に精通した新世代の研究者を育成し、新融合領域「化学反応創成学」を世界的に広め活用するためのものです。MANABIYAシステムは2つの部門で構成されており、MANABIYA学術部門では、国内外

の大学・研究機関の若手研究者や大学院生が2週間から3ヶ月間、ICReDDに滞在し、新しい化学反応を開発するための手法を習得します。また、MANABIYA産業部門では、ICReDDの研究者と国内外の企業研究者との間で、コンサルティング、共同研究、コンソーシアムなどの形で連携を推進します。どちらの部門においても、共に新たな研究シーズを発掘し、共同研究を進めています。これにより、MANABIYAシステムを通じて新しい化学反応開発の手法を習得したMANABIYA研究者が、国内外を問わずICReDDの手法を使い広めていくことになり、彼らを通じて化学反応創成学がさらに発展していくことが期待されます。

拠点長 前田 理からのメッセージ

人類は、様々な化学反応の発見を積み重ねその生活を豊かにしてきました。一方で新しい反応の開発はトライアンドエラーに頼っており、真に革新的な化学反応が発見されるまでには数十年単位の時間を要しています。そのため、このままではエネルギーや資源の枯渇、汚染といった、大きな課題の解決には時間が足りません。そこで我々は、反応開発の進め方を一新すべく、計算科学、情報科学、実験科学を融合させた「化学反応創成学」を確立し、現在及び将来の人类的課題の解決を目指します。さらには世界に開かれた拠点を形成し、その効果を全世界へ波及させることで豊かな未来社会の創造に貢献します。



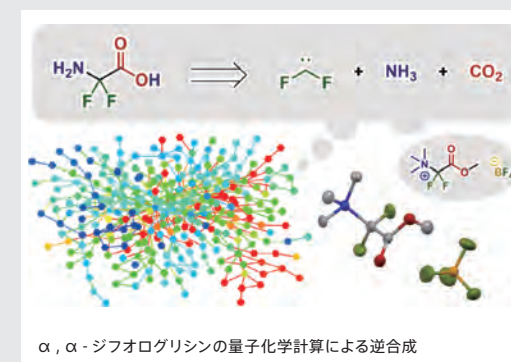
プロフィール

東北大学にて博士号を取得後、日本学術振興会特別研究員として米国エモリー大学等で研究を行う。その後、京都大学および北海道大学にて化学反応経路ネットワークの計算や未知反応の予測を行うAFIR (人工力誘起反応) 法を開発。2017年に37歳で北海道大学教授に就任、2018年には39歳という若さでWPI最年少の拠点長となる。日本学術振興会賞、世界理論・計算化学者協会 (WATOC) Diracメダルなど受賞多数。Diracメダルは毎年40歳以下の優秀な若手研究者1名に贈られる賞で日本人としては初の受賞となる。

これまでの研究成果

計算科学主導によるフルオロアミノ酸の化学合成

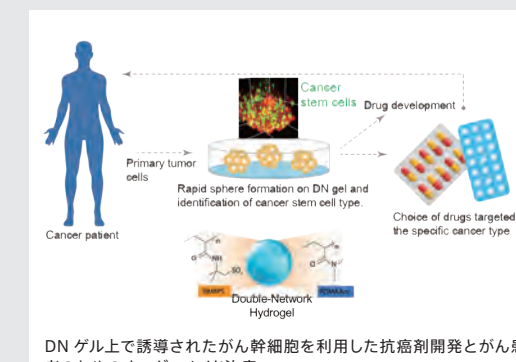
アミノ酸の生物学的等価体 (Bioisostere) の化学合成を目指して、計算科学主導によるフルオロアミノ酸の合成実験を開始した。フルオロアミノ酸の中でも最も単純な α, α -ジフルオログリシンを合成ターゲットにして逆合成AFIR法で解析したところ、 CF_2 (ジフルオロカルベン)、 NR_3 (アミン)、および CO_2 (二酸化炭素) のような単純かつ入手容易な3つの化合物に分解されることがわかった。次に使用するジフルオロカルベン前駆体やアミン骨格 ($\text{R} = \text{Me}$) を計算科学の予測のもと選択することで、ジフルオログリシン骨格を、計算科学主導でわずか2か月という短い期間で合成することに成功した。



美多 剛、原測 祐、前田 理、Chemical Science, 2020
(DOI: 10.1039/D0SC02089C)

ハイドロゲルによるがん幹細胞の誘導に成功

癌の根治には癌幹細胞を根絶させる必要があるが、その数の少なさ故に、癌幹細胞の診断・治療は困難である。近年、我々はICReDDグン博士らが開発したdouble network gel (DNゲル)を用いて、迅速且つ効率的に癌幹細胞を誘導する新規技術確立した(HARP: hydrogel activated reprogramming. 特願:2017-028833。)。本研究では、HARP現象に基づいてがん幹細胞誘導メカニズムを解明し、更に膠芽腫幹細胞に有効な薬剤を選定することに成功した。これは、ハイドロゲルを用いた癌幹細胞の診断・治療法の開発に繋がる画期的な成果である。



田中伸哉、グン・チェンビンら共著 Nat. Biomed. Eng. 2020, アクセプト



多分野融合研究により、 ヒトの設計とその破綻機構を解明

本拠点は、生命・数理・人文科学の融合研究を推進し、ヒトに付与された特性の獲得原理とその破綻を究明する先進的ヒト生物学を創出、革新的医療開発の礎を形成することを目指します。

【研究の目標】

先進的なヒト生物学の推進

ASHBiでは、ヒト及びマカクザルを主な研究対象とし、ヒト生物学基幹領域の集学的な研究を基盤に、

- 「多種間多階層ゲノム情報の新規数理解析による種差表出原理の解明」、
 - 「遺伝子改変カニクイザルによる難病モデルの確立」、
 - 「鍵となるヒト細胞・組織の再構成系の確立」、
 - 「先進的ヒト生物学研究における生命倫理・哲学の創成」
- を実現します。

これらの研究が、ヒトの本質を明示するとともに、難病を含む様々な病態の発症機序を解明、その治療法開発基盤を提示し、ヒト社会の健全な進歩に貢献することを目指します。



【WPI 拠点としての特徴】

相互理解の素地に基づく異分野融合研究



ヒト生物学の倫理について討論



相互理解を深める議論を定期的に開催

ASHBiでは先進的なヒト生物学を創造するため、生物学と数学、生物学と倫理学の異分野融合研究を積極的に推進しています。

●**生命科学—数学**:生物学者が数学者に対してゲノム科学を、数学者が生物学者に数理解析法をレクチャーするセミナーを行い、相互理解の素地を十分に形成した上で、実践的な生命科学—数学の融合研究を進めています。

●**生命科学—倫理学**:ゲノム編集やオルガノイドなど、科学技術の進展によって生じる新たな倫理的課題を研究するだけでなく、「ヒト・生命とは何か」という哲学的課題も生物学者との議論を通じて検討しています。

●**融合研究グラント**:拠点内に新たな分野融合を醸成する場を積極的に形成するため、ASHBi独自の融合研究グラントを構築しています。

拠点長 斎藤 通紀からのメッセージ

ヒトの成り立ちの解明は、根源的な課題です。これまでの生命科学は、生命現象の素過程が保存されていることを示してきました。一方で、それぞれの生物種毎に明確な種差があることも明らかで、モデル生物から得られた知見のヒトへの応用は容易ではありません。例えば、ヒトは、発生・発達に長い時間を費やし、特有の代謝機構を獲得し、その脳機能を著しく発達させました。ASHBiでは、ヒトや霊長類を用いた体系的な研究を推進し、進化が付与した多様性＝種差の表出原理を解明する、先進的なヒト生物学を創成し、オープンで柔軟性に富む国際的研究環境で、若手が伸び伸びと研究できる場を提供します。

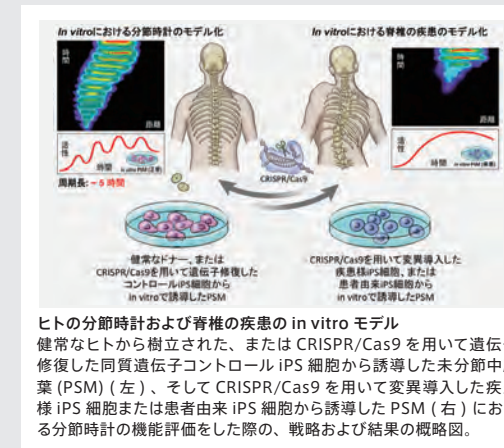


プロフィール

2018年のWPI-ASHBi開設と同時に拠点長に就任。生命の根幹である生殖細胞の発生機構を解明し、それを試験管内で再構成する研究を推進、生殖細胞におけるゲノム・エピゲノム制御機構とその進化を研究している。最近ではヒトiPS細胞から卵子の基となる卵原細胞を作製することや、マウスにおける卵母細胞決定因子の同定に成功するなど、発生生物学研究を開拓する多くの成果を報告している。朝日賞、恩賜賞・日本学士院賞、国際幹細胞学会 (ISSCR) Momentum Award など、国内外の数々の賞を受賞。

ヒトの脊椎の発達に関わる 時計機構を培養皿上で再構築

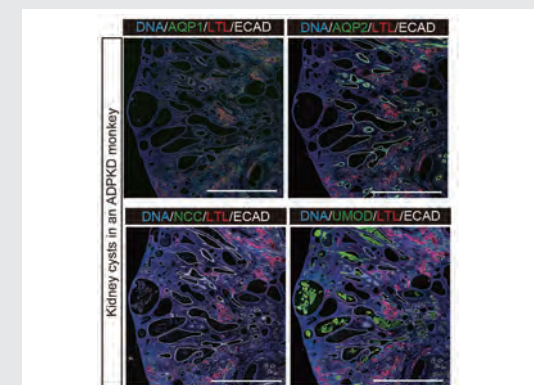
ヒトの分節時計のin vitroモデルを確立することに成功しました。Alev博士らは人工多能性幹細胞(iPS細胞)を利用して、培養皿の上で胚発生過程に倣って分化誘導することで、ヒトの分節時計の主要な分子的、機能的特徴を再現・分析し、分節時計が約5時間の周期で振動することを示しました。疾患様のiPS細胞と患者由来のiPS細胞を彼らが確立したin vitroシステムと組み合わせることで、ヒトの脊椎の疾患のモデル化にも成功し、正常な、あるいは疾患におけるヒトの発達に関する新しい知見を提供します。



主任研究者 Cantas Alev、教務補佐員 山中良裕、主任研究者 山本拓也ら (2020年4月Natureで論文公開)

これまでの研究成果

PKD1 変異サルはヒトの常染色体 優性多発性嚢胞腎を再現する



複数の嚢胞を含むADPKD腎臓の一区画におけるネフロンマーカーの発現、スケールバー: 1 mm.

CRISPR/Cas9法を用いたゲノム編集により、最も頻度の高い遺伝的腎疾患である常染色体優性多発性嚢胞腎(ADPKD)の病態再現に成功しました。本研究で作出されたカニクイザルADPKDモデルでは、小動物モデルでは再現が困難であった、幼少期からの腎嚢胞形成が確認され、今まで全く分かっていなかった病態形成の最初期の状態を明らかにしました。本研究で作製されたサルモデルは新しい治療戦略を確立するための技術基盤となることが期待されます。

主任研究者 築山智之、主任研究者 依馬正次ら (2019年12月Nature Communicationsで論文公開)



Information／連絡先



Tohoku University
Advanced Institute for Materials Research (AIMR)

2-1-1 Katahira, Aoba-ku, Sendai, Miyagi 980-8577, Japan
Phone : +81 22 217 5922 Fax : +81 22 217 5129
Email : aimr-soumu@grp.tohoku.ac.jp
URL : www.wpi-aimr.tohoku.ac.jp
www.facebook.com/TohokuUniversity.AIMR

東北大学
材料科学高等研究所 (AIMR／エーアイエムアール)

〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1
Phone : 022-217-5922 Fax : 022-217-5129
Email : aimr-soumu@grp.tohoku.ac.jp
URL : www.wpi-aimr.tohoku.ac.jp
www.facebook.com/TohokuUniversity.AIMR



The University of Tokyo
**Kavli Institute for the Physics and Mathematics
of the Universe (Kavli IPMU)
The University of Tokyo Institutes for Advanced Study**

5-1-5 Kashiwanoha, Kashiwa, Chiba 277-8583, Japan
Phone : +81 4 7136 4940 Fax : +81 4 7136 4941
Email : inquiry@ipmu.jp
URL : www.ipmu.jp

東京大学
**国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構
(Kavli IPMU／カブリアイピーエムユー)**

〒277-8583 千葉県柏市柏の葉5-1-5
Phone : 04-7136-4940 Fax : 04-7136-4941
Email : inquiry@ipmu.jp
URL : www.ipmu.jp/ja



Kyoto University
**Institute for Integrated Cell-Material Sciences (iCeMS)
Kyoto University Institute for Advanced Study**

Yoshida Ushinomiya-cho, Sakyo-ku, Kyoto 606-8501, Japan
Phone : +81 75 753 9753 Fax : +81 75 753 9759
Email : info@icems.kyoto-u.ac.jp
URL : www.icems.kyoto-u.ac.jp
facebook.com/Kyoto.Univ.iCeMS
twitter.com/iCeMS_KU

京都大学
**高等研究院 物質－細胞統合システム拠点
(iCeMS／アイセムス)**

〒606-8501 京都市左京区吉田牛ノ宮町
Phone : 075-753-9753 Fax : 075-753-9759
Email : info@icems.kyoto-u.ac.jp
URL : www.icems.kyoto-u.ac.jp
facebook.com/Kyoto.Univ.iCeMS
twitter.com/iCeMS_KU



Osaka University
Immunology Frontier Research Center (IFReC)

3-1 Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871, Japan
Phone : +81 6 6879 4275 Fax : +81 6 6879 4272
Email : ifrec-office@ifrec.osaka-u.ac.jp
URL : www.ifrec.osaka-u.ac.jp/en

大阪大学
免疫学フロンティア研究センター (IFReC／アイフレック)

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘3-1
Phone : 06-6879-4275 Fax : 06-6879-4272
Email : ifrec-office@ifrec.osaka-u.ac.jp
URL : www.ifrec.osaka-u.ac.jp



National Institute for Materials Science
**International Center
for Materials Nanoarchitectonics (MANA)**

1-1 Namiki, Tsukuba, Ibaraki 305-0044, Japan
Phone : +81 29 860 4709 Fax : +81 29 860 4706
Email : mana@nims.go.jp
URL : www.nims.go.jp/mana

物質・材料研究機構
国際ナノアーキテクトニクス研究拠点 (MANA／マナ)

〒305-0044 茨城県つくば市並木1-1
Phone : 029-860-4709 Fax : 029-860-4706
Email : mana@nims.go.jp
URL : www.nims.go.jp/mana/jp



Kyushu University
**International Institute
for Carbon-Neutral Energy Research (I²CNER)**

744 Motooka, Nishi-ku, Fukuoka 819-0395, Japan
Phone : +81 92 802 6932 Fax : +81 92 802 6939
Email : wpi-office@i2cner.kyushu-u.ac.jp
URL : i2cner.kyushu-u.ac.jp/en

九州大学
**カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所
(I²CNER／アイスナー)**

〒819-0395 福岡市西区元岡744
Phone : 092-802-6932 Fax : 092-802-6939
Email : wpi-office@i2cner.kyushu-u.ac.jp
URL : i2cner.kyushu-u.ac.jp/ja



University of Tsukuba
International Institute for Integrative Sleep Medicine (IIIS)

1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8575, Japan
Phone : +81 29 853 5857 Fax : +81 29 853 3782
Email : wpi-iiis-alliance@ml.cc.tsukuba.ac.jp
URL : wpi-iiis.tsukuba.ac.jp

筑波大学
国際統合睡眠医科学研究機構 (IIIS／トリプルアイエス)

〒305-8575 茨城県つくば市天王台1-1-1
Phone : 029-853-5857 Fax : 029-853-3782
Email : wpi-iiis-alliance@ml.cc.tsukuba.ac.jp
URL : wpi-iiis.tsukuba.ac.jp/japanese



Tokyo Institute of Technology
Earth-Life Science Institute (ELSI)

2-12-1-1E-1 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo 152-8550, Japan
Phone : +81 3 5734 3414 Fax : +81 3 5734 3416
Email : information@elsi.jp
URL : www.elsi.jp/en
www.facebook.com/ELSIorigins
www.twitter.com/ELSI_origins

東京工業大学
地球生命研究所 (ELSI／エルシー)

〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1-1E-1
Phone : 03-5734-3414 Fax : 03-5734-3416
Email : information@elsi.jp
URL : www.elsi.jp
www.facebook.com/ELSIorigins
www.twitter.com/ELSI_origins



Nagoya University
Institute of Transformative Bio-Molecules (ITbM)

Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya 464-8601, Japan
Phone : +81 52 747 6843 Fax : +81 52 789 3240
Email : office@itbm.nagoya-u.ac.jp
URL : www.itbm.nagoya-u.ac.jp
facebook.com/NagoyaUniv.ITbM
twitter.com/NagoyalTbM

名古屋大学
**トランスフォーマティブ生命分子研究所
(ITbM／アイティービーエム)**

〒464-8601 名古屋市中種区不老町
Phone : 052-747-6843 Fax : 052-789-3240
Email : office@itbm.nagoya-u.ac.jp
URL : www.itbm.nagoya-u.ac.jp/index-ja.php
facebook.com/NagoyaUniv.ITbM
twitter.com/NagoyalTbM



The University of Tokyo
**International Research Center for Neurointelligence (IRCN)
The University of Tokyo Institutes for Advanced Study**

7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0033, Japan
Phone : +81 3 5841 4861 Fax : +81 3 5841 0738
Email : press@ircn.jp
URL : ircn.jp/en

東京大学
**国際高等研究所 ニューロインテリジェンス国際研究機構
(IRCN／アイアールシーエヌ)**

〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1
Phone : 03-5841-4861 Fax : 03-5841-0738
Email : press@ircn.jp
URL : ircn.jp



Kanazawa University
Nano Life Science Institute (NanoLSI)

Kakuma-machi, Kanazawa, Ishikawa 920-1192, Japan
Phone : +81 76 234 4550 Fax : +81 76 234 4559
Email : nanolsi-office@adm.kanazawa-u.ac.jp
URL : nanolsi.kanazawa-u.ac.jp/en

金沢大学
ナノ生命科学研究所 (NanoLSI／ナノエルエスアイ)

〒920-1192 石川県金沢市角間町
Phone : 076-234-4550 Fax : 076-234-4559
Email : nanolsi-office@adm.kanazawa-u.ac.jp
URL : nanolsi.kanazawa-u.ac.jp



Hokkaido University
Institute for Chemical Reaction Design and Discovery (ICReDD)

Kita 21, Nishi 10, Kita-ku, Sapporo, Hokkaido 001-0021, Japan
Phone : +81 11 706 9649 Fax : +81 11 706 9652
Email : office@icredd.hokudai.ac.jp
URL : www.icredd.hokudai.ac.jp

北海道大学
化学反応創成研究拠点 (ICReDD／アイクレッド)

〒001-0021 北海道札幌市北区北 21 条西 10 丁目
Phone : 011-706-9649 Fax : 011-706-9652
Email : office@icredd.hokudai.ac.jp
URL : www.icredd.hokudai.ac.jp/ja



Kyoto University
**Institute for the Advanced Study of Human Biology (ASHBi)
Kyoto University Institute for Advanced Study**

Yoshida Konoe-cho, Sakyo-ku, Kyoto 606-8501, Japan
Phone : +81 75 753 9882 Fax : +81 75 753 9768
Email : ASHBi-info@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp
URL : ashbi.kyoto-u.ac.jp

京都大学
**高等研究院 ヒト生物学高等研究拠点
(ASHBi／アシュビィ)**

〒606-8501 京都市左京区吉田近衛町
Phone : 075-753-9882 Fax : 075-753-9768
Email : ASHBi-info@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp
URL : ashbi.kyoto-u.ac.jp/ja

Contact



MEXT

Basic Research Promotion Division, Research Promotion Bureau
Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology
3-2-2 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8959, Japan
Phone : +81 3 5253 4111 Fax : +81 3 6734 4074
Email : toplevel@mext.go.jp
URL : http://www.mext.go.jp/en/policy/science_technology/researchpromotion/title01/detail01/1374076.htm

文部科学省

研究振興局基礎研究振興課
〒100-8959 東京都千代田区霞が関 3-2-2
Phone : 03-5253-4111 Fax : 03-6734-4074
Email : toplevel@mext.go.jp
URL : www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/toplevel



JSPS

Center for World Premier International Research Center Initiative
(WPI Program Center)
Japan Society for the Promotion of Science
5-3-1 Kojimachi, Chiyoda-ku, Tokyo 102-0083, Japan
Phone : +81 3 3263 0967
Email : jspstoplevel@jps.go.jp
URL : www.jsps.go.jp/j-toplevel
Facebook: <https://ja-jp.facebook.com/wpi.japan/>

独立行政法人日本学術振興会

世界トップレベル拠点形成推進センター
〒102-0083 東京都千代田区麹町 5-3-1
Phone : 03-3263-0967
Email : jspstoplevel@jps.go.jp
URL : www.jsps.go.jp/j-toplevel
Facebook: <https://ja-jp.facebook.com/wpi.japan/>