

白眉  
要覽



**HAKUBI PROJECT  
AT A GLANCE**

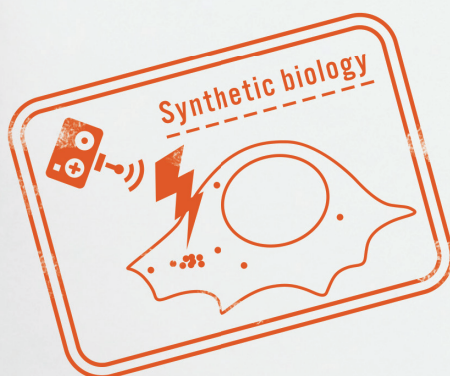
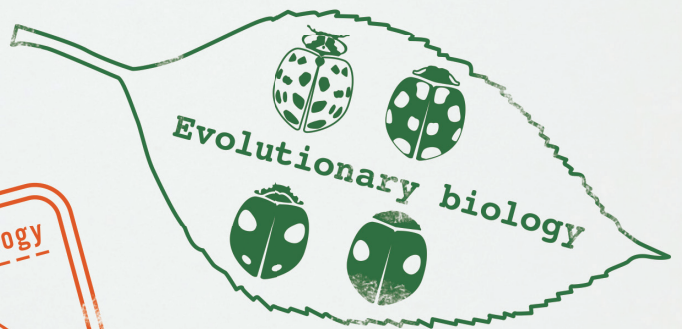


2021



# 白眉要覧

THE HAKUBI PROJECT  
AT A GLANCE



# Contents

	page
メッセージ Message from the President	2
ごあいさつ Greeting from the Director	4
プロジェクト概要 Project Overview	6
白眉センターと伯楽会議 Hakubi Center and Hakuraku Council	7
白眉プロジェクトの2つの型について Two Types of the Hakubi Project	8
白眉プロジェクト【グローバル型】の応募条件・白眉研究者の待遇 Conditions of Call for Applications and Employment (Global Type)	9
募集と審査の流れ Call for Applications and Screening Flow	10
伯楽会議委員 Members of the Hakuraku Council	11
白眉プロジェクト【グローバル型】の応募状況と選考結果 Data on Application and Selection for AY 2009 ~ 2020 (Global Type)	12
第12期白眉研究者紹介 Introduction of Hakubi Researchers 2021	14
2021年度 白眉研究者とその受入部局 Hakubi Researchers in AY 2021 and Host Institutions	48
第8～11期白眉研究者 Hakubi Researchers 2017 ~ 2020	50
白眉プロジェクト受入部局一覧（1期～12期） Host Institutions for Hakubi Researchers 2010 ~ 2021	53
白眉活動紹介 Activities of the Hakubi Center for Advanced Research	54
白眉離職者 Post-Hakubi Researchers	55



京都大学総長 **湊 長博**

**Nagahiro Minato**

President,  
Kyoto University



京都大学は1897年の創立以来、「地球社会の調和ある共存に貢献すること」を基本理念として、自由で創造的研究による知的価値の創出とそれを担う人材の養成を使命としてきました。今日、アジア諸国の中で最多のノーベル賞やフィールズ賞の受賞者を輩出するなど、わが国を代表する研究型大学として大きな成果をあげてきています。指定国立大学法人として、若手研究者を広く国内外から受け入れ自由に研究できる機会と場を提供することによって、国際社会で活躍する次世代の中核研究者を育てていくことは、私たち京都大学の重要な責務であると考えています。

そのため本学では、次世代研究者育成事業として、平成21年に白眉プロジェクトを開始しました。本プロジェクトは、世界中から多様な若手研究者による自由で独創的な研究提案を公募し、各界を代表する伯楽委員による包括的な審査を経て、その実現のための機会と場を提供するものです。さらに平成28年からは、このグローバル型の公募に加えて、文部科学省による卓越研究員事業による若手研究者の公募（部局連携型）も開始しています。

今日私たちは、急速に進行する地球の気候変動と大規模自然災害、地球環境悪化、様々な国際的対立抗争の激化や格差の拡大、さらには昨今の新型コロナウイルスに代表される新興感染症など、人々の生命や健康を脅かす多くの困難な課題に直面しています。私たちは、改めて本学の基本理念に深く思いを致し、地球社会の多元的で困難な諸課題の解決に向けて真摯かつ果敢に挑戦し、その成果を社会に還元していく必要があると思います。白眉プロジェクトは、京都大学の使命を若手研究者育成支援によって実現しようとするものです。

すでに白眉プロジェクトを終了した多くの白眉研究者は、京都大学に限らず国内外の多様な機関でめざましい活躍を始めています。今後とも、この白眉プロジェクトから、独自の専門領域を開拓していく独創性と、幅広い分野の研究者との交流による総合的な知性とを併せ持つ次世代の優れた研究者が輩出され続けていくことを強く期待しています。

本要覧は、白眉センターならびに白眉研究者の活躍の一端を紹介するために、毎年刊行しているものです。今後ともこの白眉プロジェクトに、学内外関係者の皆様の一層のご協力とご支援を賜りますようお願いいたします。



Since its foundation in 1897, Kyoto University has been committed to creating intellectual value through innovative research, and to fostering talented human resources to sustain such endeavors. Through its efforts, the university seeks to further its fundamental mission to “pursue harmonious coexistence within the human and ecological community on this planet.” As one of Japan’s foremost research institutions, the achievements of Kyoto University scholars are testified by the presence of more Noble Prize laureates and Fields Medalists than any other university in Asia. As a Designated National University with the important responsibility of fostering the next generation of leading internationally-active researchers, Kyoto University hosts early-career researchers from Japan and around the world, providing them with the opportunity and facilities to engage in their research without restrictions.

Kyoto University’s Hakubi Project to Foster and Support Young Researchers was launched in 2009. The Hakubi Project invites original research proposals in diverse fields from young researchers around the world. A comprehensive screening of applicants is conducted by the Hakuraku Council, which comprises scholars in a diverse range of academic fields. Successful applicants are provided with the facilities and support required to fully devote themselves to their proposed research. In addition to the original “Global Type” program, the university introduced a new “Tenure-track Type” in 2016 that links the program with its tenure-track staff employment. The “Tenure-track Type” was launched through the Leading Initiative for Excellent Young Researchers (LEADER) of the Japanese Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT).

Human life and health are currently under threat from numerous complex issues, such as rapidly progressing global climate change, large-scale natural disasters, global environmental degradation, intensifying international conflicts, widening economic disparities, and emerging infectious diseases, including the recent novel coronavirus pandemic. With a profound awareness of the university’s mission, we must earnestly and resolutely tackle such multifaceted global problems, and share our research outcomes with wider society. The Hakubi Project seeks to contribute to the fulfillment of that mission by supporting the development of early-career researchers.

After the Hakubi Project, many researchers embark on remarkable careers, not only at Kyoto University but also at diverse institutions in Japan and overseas. I hope that the Hakubi Project will continue to cultivate outstanding researchers with both the creativity to develop their original field of research and the comprehensive knowledge that comes through interaction with researchers in diverse fields.

This handbook is published annually to introduce the Hakubi Center and selected activities of its researchers. I would like to take this opportunity to express my sincere gratitude for the ongoing cooperative efforts in support of the center, both within and outside of the university.



京都大学白眉センター センター長 赤松 明彦

Akihiko Akamatsu

Director of the Hakubi Center for Advanced Research,  
Kyoto University



白眉要覧 2021 をお届けします。本要覧では、2020（令和2）年度の公募（2021年1月～2月実施）により新しく採用となった第12期白眉研究者（2021年10月1日～2022年5月1日着任）の紹介と、白眉プロジェクトならびに白眉センターの最近の活動の報告をしています。

白眉センターは、2009（平成21）年9月の次世代研究者育成センター（白眉センターの前身）の創設から今期で12年目を迎えることになりました。今回第12期の白眉研究者を迎え入れることができたことをこころから喜んでいます。一昨年第11期の白眉プロジェクトの公募が開始され、第一次書類審査が始まった頃から、新型コロナウイルス感染が世界的に拡大し、思ってもみなかった危機的事態が進展しました。その結果、2020年の第12期の伯楽会議は、いったん延期され、その後9月ようやく実施されたことはご承知の通りです。第12期の白眉プロジェクトについては、ワクチン接種が始まったこともあり、感染防止対策に最大限の注意を払って6月27日（日）に伯楽会議を実施することができました。そのおかげで、第12期の白眉研究者を無事に採用することができました。これもひとえに内外の伯楽委員や大学関係者のご支援の賜物です。

白眉プロジェクトは、当初6年間は毎年定員20名の枠で公募を実施し、その間に採用された白眉研究者は総計110名に上ります。第7期の公募（2016（平成28）年4月実施）からは、20名の定員のうち、10名をグローバル型研究員（従来型）にし、別の10名を文部科学省主導で全国的に開始された卓越研究員制度に振り分けることになりました。そして、今期の第12期では、京都大学125周年若手研究者支援事業による採用枠の拡大があり、グローバル型の白眉研究者として15名を採用し、合わせて部局連携型白眉研究者2名を迎えました。

これでこれまでに採用された白眉研究者の総数は2022（令和4）年5月現在で198名（うち卓越研究員は20名）となります。一方、既に任期を満了し、あるいは任期途中で他の研究機関へ赴任転出した研究者並びにその予定者は、2021年度末で132名（グローバル型）になり、その結果、2022年の新年度からは総計56名の白眉研究者が、それぞれユニークな研究を展開しています。

白眉プロジェクトの特徴は、公募に際して分野を限定することなく、広範な応募者の中から、卓越した個人的研究を実行しようとする気概あふれる優れた研究者を採用し、多種多様な分野の研究者がそれぞれの研究を恵まれた環境で実施し、将来を見据えた幅広い視点と好奇心に根ざした独自の研究を展開することができるような場を提供することにあります。実際、年間を通じて定期的に開催されるセミナーや、各種の発表会や研究発表合宿などにおいて、様々なかたちでの異分野交流や共同研究が実行されています。

白眉研究者の活動は、本冊子の他、白眉センターホームページ <<https://www.hakubi.kyoto-u.ac.jp/jpn/jpn.html>>、白眉プロジェクト報告書、並びに白眉センターだよりを通してもお知らせしておりますのでご覧ください。

国のプログラムや政府のファンドに依存しない京都大学独自の取り組みとして発足した白眉プロジェクトですが、年を経るごとに国内はいまでもなく、海外からも高い評価を受けていることが実感できるようになってきました。一方で、白眉プロジェクト同様に、次世代の研究者を養成・支援する様々な仕組みが、京都大学の内外で、また国のレベルでも新しく構築されてきています。白眉センターは、こうした動きとも密接に連携しながら今後の活動を続けていくつもりです。

本要覧刊行にあたり、センターの運営にご尽力、ご協力を頂いた皆様に厚くお礼を申し上げますとともに、次のステップへと踏み出した白眉センターの活動に対し、なお一層のご理解とご支援を賜りますようお願い申し上げます。



It is my pleasure to deliver this academic year's *The Hakubi Project at a Glance 2021*. This handbook introduces the newly appointed Hakubi researchers of the 12th batch and describes the recent academic activities of Hakubi Project and Hakubi Center.

The Hakubi Center for Advanced Research, established originally as the Young Re-searcher Development Center in September 2009, has moved into its 12th year. It is with great pleasure that we welcome the 12th batch of Hakubi researchers as before. In 2020, when the call for applications for the 11th Hakubi Project was launched and the first screening of applications began, a new but unexpected crisis of the Global Spread of the COVID-19 infection developed, and we had to postpone the Second Screening of the Hakuraku Council. It was in September of that year to hold the Hakuraku Council. As for the 12th Hakubi Project, thanks to the efforts of the members, the Hakuraku Council could be held on June 27, 2021.

During the first six years since the establishment, we have selected each year around 20 researchers based on Kyoto University's original program and we have recruited a total of 110 researchers. Since the call for applications published in the academic year of 2016 (the 7th year of the project), the Hakubi Project supports two types of appointments: Global Type and Tenure-track Type. On this 12th year, we have appointed 15 Global Type Hakubi researchers and 2 Tenure-track Type Hakubi researchers as new 12th batch members. We have appointed a total of 198 researchers (20 of them are Tenure-track Type) since the inauguration of Hakubi project (as of April 1, 2021). Among 198 Hakubi researchers, 132 Global Type Hakubi researchers have already moved out to some other research institutions after the completion of the full term of 5 years or by getting new appointments during the term, and a total of 56 Hakubi researchers are supposed to be engaged in Hakubi Center at the beginning of the academic year of 2022.

Hakubi project is characterized by accepting any application without limiting to the position at specialized discipline but by its attitude to pick up outstanding, promising researchers who are full of the idea for a distinctive study with a strong research mind. As a whole, Hakubi Center aims the establishment of trans-disciplinary and novel studies based on a wide perspective and profound scientific curiosity. The Hakubi researchers do not merely operate within an environment that focuses on their own fixed themes of research but develop their work with their eyes on the future, with an open mind and a deep, and trans- or interdisciplinary curiosity. In fact, unique exchanges between different fields and joint research have taken place at seminars and presentations regularly and frequently held at the Center. The activity of Hakubi Center and Hakubi researchers are also available at our home page < <https://www.hakubi.kyoto-u.ac.jp/eng/eng.html>> or reporting booklets.

The Hakubi Project was established as an independent initiative of Kyoto University and does not rely on national programs or government funding; its reputation has grown both domestically and internationally with each passing year. Now, in a similar way to the Hakubi Project, various systems to support the next generation of researchers have been newly established inside and outside Kyoto University and/or as a national policy. The Hakubi Center will continue to work in the future while closely cooperating also with these new organizations.

Last but not least, in addition to taking the opportunity in this 12th publication to warmly thank all those who have worked hard towards and cooperated in the management of the Center, we hope this handbook has led to greater understanding of and support for the activities of the Hakubi Center as it moves toward the next stage.



### 白眉・伯楽とは

「白眉」は、『三国志』（蜀書・馬良伝）の故事に由来する言葉です。三国時代、馬氏の五兄弟はすべて優秀な人材でしたが、とくに眉のなかに白毛があった四男の馬良が最も優れていたこと（「白眉最良」）から、最も傑出している人や物を「白眉」と呼ぶようになりました。

伯楽会議の名称も中国の故事（『莊子』『馬蹄』）に倣っています。「伯楽」は、馬を鑑定するのに巧みであった人物でしたが、転じて、人物を見抜く眼力のある人を指すようになりました。選考にあたる学内外有識者を「伯楽」に見立て、第二次審査を行う選考委員会を伯楽会議といたしました。

### Hakubi and Hakuraku

The term Hakubi, which literally means "white eyebrows," originated from the biography of Ma Liang in the Records of the Three Kingdoms (Sanguozhi). During that period, there were five brothers with extraordinary talents in the Ma family. The fourth eldest brother, Ma Liang, who was particularly outstanding, had white hairs in his eyebrows. Therefore Hakubi has come to refer to the most prominent individuals.

The name of the Hakuraku Council also has its origin in ancient Chinese history. In classical Chinese literature (Zhuangzi), Hakuraku originally referred to a good judge of horses. Today, it is used to mean an excellent judge of human resources. The Hakuraku Council, consisting of distinguished members of academia and society, leads the Hakubi selection process.

大学の学術研究は、研究者の自由な発想、好奇心・探求心という創造的な知的活動を基盤に展開されています。そして、その基盤を支えるうえでもっとも重要なのは、多様な分野にわたるチャレンジングで創造性に富んだ人材を確保することです。グローバル化が進展する昨今、学問の新たな潮流を拓くことのできる広い視野と柔軟な発想を持つ創造性豊かな人材を育成することは京都大学にとっても重要な課題です。この課題への取り組みとして、京都大学では、京都大学次世代研究者育成支援事業「白眉プロジェクト」を平成21年度より実施し、この事業を円滑に実施するために白眉センターを設置しました。事業を通して、平成26年度までの6年間で総数110名の研究者を採用し、支援してきました。平成27年度（第7期白眉募集）には、従来の採用方を【グローバル型】と命名して存続させたいと、文部科学省「卓越研究員事業」を活用した採用方として、【部局連携型】を導入しました。【グローバル型】では、基礎から応用にわたる、人文学、社会科学、自然科学の全ての分野を対象に白眉研究者を国際公募し、毎年、10～15名程度の教員を京都大学の特定教員（准教授、講師または助教）として採用します。国籍を問わず、博士の学位を有する方、あるいは博士の学位を取得した者と同等以上の学術研究能力を有する方であれば、どなたでも応募可能です。令和2年度（第12期白眉募集）では303名の応募が有り、15名が採用されました。また、【部局連携型】では2名が採用され、併せて17名が第12期白眉研究者として研究活動を開始します。

※公募情報等については白眉センター HP <<https://www.hakubi.kyoto-u.ac.jp/>> をご参照ください。

University research is driven by the freely expressed inspiration, intellectual curiosity, and enthusiasm of individual researchers in their quest for new discoveries. The promotion of research therefore entails the development in diverse academic fields of human resources with extraordinary creativity, originality, and commitment. As globalization continues to advance, Kyoto University seeks to foster creative researchers with a broad perspective and flexible mindset—qualities that are essential for pioneering research at the vanguard of academic frontiers. With that purpose in mind, the university launched the Hakubi Project to Foster and Support Young Researchers and established the Hakubi Center in 2009. The center coordinates the Hakubi Project in collaboration with the university's faculties, graduate schools, research institutes, and research centers.

Through the original program, the Hakubi Center provided support to 110 researchers in the six-year period from 2009–2014, before the program was revised in 2015 to provide two types of appointment: the Global Type and the Tenure-track Type. The Tenure-track Type was introduced under the Japanese government's Leading Initiative for Excellent Young Researchers (LEADER) project, and the Global Type is a continuation of the original program's recruitment system, whereby ten researchers per year are selected by the university from applicants around the world to serve as associate professors, junior associate professors or assistant professors. The program is open to researchers who hold a doctoral degree (or have equivalent ability) in any field of basic or applied research—from the humanities to the social and natural sciences. In 2021, the program's twelfth year, fifteen researchers were selected for the Global-Type program from among 303 applicants, and two researchers were recruited for the Tenure-track program.

\* For the latest information on the call for applications, please visit: <https://www.hakubi.kyoto-u.ac.jp/eng>







# 白眉プロジェクトの2つの型について

## Two Types of the Hakubi Project

### 白眉プロジェクトの2つの型について

#### Two Types of the Hakubi Project

##### 【グローバル型 / Global Type】

- 京都大学による従来通りの募集を行う  
Call for applications based on Kyoto University's original program in the same recruitment system as used in previous years.
- 年俸制特定教員（任期5年）として採用される  
Selected applicants will be appointed as full-time program-specific (employment term: 5 years) faculty members.
- 20名程度を採用予定  
Around 20 applicants will be appointed.
- 白眉センターに所属する（実際の研究は受入部局にて実施する）  
Affiliated with the Hakubi Center for Advanced Research. (Research activities will be conducted at his or her host department/institution.)
- 京都大学から年間1～4百万円の研究費が措置される  
The University will provide each researcher with an annual research fund of 1 to 4 million yen.

##### 【部局連携型 / Tenure-Track Type】

- ★ 文部科学省・卓越研究員事業を活用した募集を行う  
Call for applications based on the Leading Initiative for Excellent Young Researchers (LEADER) program by the MEXT.
- ★ テニュアトラック教員として採用される  
Selected applicants will be appointed as tenure-track faculty members.
- ★ 若干名程度を採用予定  
Around a few applicants will be appointed.
- ★ 部局に所属する（白眉センターを兼任する）  
Affiliated with a department / an institution in Kyoto University as well as the Hakubi Center for Advanced Research.
- ★ 研究費は卓越研究員事業の規定に基づいて措置される  
Research funds will be provided according to the LEADER program's regulation.



## Hakubi Seminars & Events



### 【Global Type】

Affiliated with the Hakubi Center

- The Hakubi Seminars  
[every 1<sup>st</sup> & 3<sup>rd</sup> Tuesday]



- Hakubi Day [late August]

### 【Tenure-Track Type】

Affiliated with a department/an institution in KU as well as the Hakubi Center

- Annual Report Meeting  
[middle of March]



- Research Camps [early December]

Various opportunities  
for interaction among  
Hakubi researchers



# 白眉プロジェクト【グローバル型】の応募条件・白眉研究者の待遇

## Conditions of Call for Applications and Employment (Global Type)

### 白眉プロジェクト【グローバル型】の応募条件、待遇等

#### 対象とする分野

- 人文学、社会科学、自然科学の全ての分野を対象  
(基礎から応用まであらゆる学術研究を含む)

#### 応募資格

- 博士の学位を有する者(博士の学位を取得した者と同等以上の学術研究能力を有する者を含む)  
応募者の国籍は問わない
- 過去において白眉プロジェクトで白眉研究者として採用されたことのある者は応募できません

#### 採用予定

- 20名程度採用
- 採用時期については、原則として各年度の4月1日

#### 待遇

- 本学特定有期雇用教職員就業規則に定める年俸制特定教員(准教授、講師または助教)として最長5年間の任期の採用
- 京都大学白眉研究者の称号を付与

#### 研究費

- 研究内容に応じて、年間100万円～400万円程度を措置

#### 所属

- 京都大学 白眉センターに所属  
(実際の研究は京都大学内の受入先にて実施)

#### 研究成果

- 毎年度、研究活動報告書の提出を求めるが、中間評価等は行わない  
(採用期間終了時には、研究成果の発表を行う)

#### その他

- 採用後の研究環境について、事前に受入先の内諾を得るなど、京都大学内において自ら準備できることが望ましい(※)

#### ※採用後の研究環境について

- 本プロジェクトでは、採用者が研究活動に専念できるように、所属は白眉センターとしますが、実際の研究は京都大学内の受入先で行います。このため、採用後に自身の研究を実施するための京都大学内の研究場所等(受入先)については、採用後の円滑な研究の実施のため、各応募者においてできるだけ**応募時**に受入教員の内諾を得ておく必要があります。

### Conditions of Call for Applications and Employment (Global Type)

#### Research Field

- Research programs in every area of basic and applied studies in all academic fields, from the humanities to social and natural sciences.

#### Eligibility

- Researchers with a doctoral degree (or equivalent research abilities). All nationalities are welcome.
- Those who have previously been employed as "Hakubi researcher" through the Hakubi Project to Foster and Support Young Researchers are not eligible.

#### Terms of Appointment

- Around twenty applicants will be appointed.
- In principle, the term of appointment will begin on April 1. The date can be adjusted to meet the requirements of individual researchers.

#### Employment Conditions

- Selected applicants will be appointed as full-time program-specific faculty members (associate professors, junior associate professors or assistant professors with an annual salary) in compliance with the university's Rules of Employment for Fixed-Term Program-Specific Faculty Members.
- These individuals will be referred to by the title of "Kyoto University Hakubi researcher."

#### Research Funds

- The university will provide each researcher with an annual research fund of approximately 1 to 4 million yen, depending on factors such as the research plans of each individual.

#### Affiliation

- Each Hakubi researcher is affiliated with the Hakubi Center for Advanced Research, but conducts his or her research at the relevant department of Kyoto University.

#### Expected Research Results

- Hakubi researchers must submit annual reports on their research activities, and are also required to give presentations on their research results at the end of their fixed term. The Center does not conduct any evaluation.

#### Other

- Each researcher is required to find and negotiate with a "host" (department/division/researcher) within Kyoto University that is willing to provide suitable research facilities. (※)

#### ※ Place for research activities

- The Center does not have any research facilities. Therefore, to facilitate a smooth start to their research after appointment, each researcher is required to find and negotiate with a "host" (department/division/researcher) within Kyoto University that is willing to provide suitable research facilities.



# 募集と審査の流れ

## Call for Applications and Screening Flow

2021年度に第12期として採用する白眉研究者の公募は2020年12月6日に始まり、2021年2月4日に締め切られました。選考については、京都大学白眉センターに、本プロジェクトに係る採用候補者の選考を行うための選考委員会「伯楽会議」を設置し選考を行います。

(第一次審査)

京都大学白眉センター専門委員会における研究実績・計画の評価及び将来本学において次代の学術を担う人材としての資質等を総合的に判断して面接対象者の選考を行います。

(第二次審査)

京都大学白眉センター伯楽会議において、面接を行い、研究面のみならず次代の学術を担う人材としての資質等を総合的に判断して採用候補者の選考を行います。

(第三次審査)

京都大学白眉センター運営委員会において、伯楽会議における面接結果等を踏まえた審議を行い、採用内定者を決定します。

伯楽会議で選考された採用候補者については、センターにおける重要事項を審議するための運営委員会に諮り、採用内定者を決定します。

In the call for applications for Hakubi researchers to be employed as 12th batch in AY 2021, the application period began on December 16, 2020 and ended on February 4, 2021.

A screening council called the Hakuraku Council plays the central role in screening candidates for appointment. At the first screening, the Expert Committee (under the Council) consisting of specialists from different academic fields will examine application documents, focusing on academic achievements. Next, at the second screening, the Hakuraku Council under the Hakubi center will conduct interviews (in either Japanese or English). In addition to the applicants' academic achievements, the Council will evaluate their potential to become leading figures in the future global academic community. Next, the Steering Committee of the Center (responsible for the management and organization of the Hakubi Project) will make the final decision as to who is accepted as Hakubi researcher.

第一次審査 (専門委員会)  
First Screening (Expert Committee)

書類審査  
Screening of application



第二次審査 (伯楽会議)  
Second Screening (The Hakuraku Council)

面接審査  
Interview in Japanese or English



第三次審査 (センター運営委員会)  
Third Screening (Steering Committee)

採用者の決定  
Determination of appointed researchers

### 第13期白眉にかかる公募実施スケジュール(予定) / Recruit schedule for the 13<sup>th</sup> batch

May 18<sup>th</sup>, 2022

● 公募開始  
(Opening of application period)

May 18<sup>th</sup>, 2022  
June 30<sup>th</sup>, 2022

● 公募説明動画公開  
(Release of application guidelines video)

June 30<sup>th</sup>  
(at 1 p.m.), 2022

● 公募締切  
(Deadline for upload proposal)

Early August, 2022

● 専門委員による書類審査・合議審査  
(Screening of applications by the Expert Committee)

December 4<sup>th</sup>, 2022

● 伯楽会議による面接審査  
(Interview by the Hakuraku Council)

Mid-December, 2022

● 運営委員会による審議・採用内定者決定  
(Deliberation and determination of appointed researchers by the Steering Committee)

Early January, 2023

● 採用者発表  
(Publication of nominated researchers)



(2021年6月現在 As of June, 2021)

京都大学白眉センター長／ プログラムマネージャー（兼任） 京都大学名誉教授 Director / Program Manager, The Hakubi Center for Advanced Research, Kyoto University Professor Emeritus, Kyoto University	赤松 明彦 Akihiko Akamatsu	京都大学経済学研究科長 Dean, Graduate School of Economics, Kyoto University	依田 孝典 Takanori Ida
京都大学理事（財務・入試担当） Executive Vice-President for Finance and Entrance Examinations, Kyoto University	村上 章 Akira Murakami	京都大学理学研究科長 Dean, Graduate School of Science, Kyoto University	國府 寛司 Hiroshi Kokubu
京都大学理事 （男女共同参画、国際、広報、渉外（基金・同窓会）） Executive Vice-President for Gender Equality, International Affairs, Public Relations, and External Affairs (University Fund Administration and Alumni Affairs), Kyoto University	稲垣 恭子 Kyoko Inagaki	京都大学医学研究科長 Dean, Graduate School of Medicine, Kyoto University	岩井 一宏 Kazuhiro Iwai
京都大学理事（研究、評価、産官学連携担当） Executive Vice-President for Research, Evaluation, and Industry-Government-Academia Collaboration, Kyoto University	時任 宣博 Norihiro Tokitoh	京都大学人間・環境学研究科長 Dean, Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University	小島 泰雄 Yasuo Kojima
千葉工業大学学長、 千葉工業大学惑星探査研究センター所長 東京大学名誉教授 President, Chiba Institute of Technology Director, Planetary Exploration Research Center, Chiba Institute of Technology Professor Emeritus, The University of Tokyo	松井 孝典 Takafumi Matsui	京都大学生命科学研究科長 Dean, Graduate School of Biostudies, Kyoto University	福澤 秀哉 Hideya Fukuzawa
総合研究大学院大学学長 President, The Graduate University for Advanced Studies	長谷川 真理子 Mariko Hasegawa	京都大学人文科学研究所長 Director, Institute for Research in Humanities, Kyoto University	稲葉 穰 Minoru Inaba
静岡文化芸術大学学長、京都大学名誉教授 President, Shizuoka University of Art and Culture Professor Emeritus, Kyoto University	横山 俊夫 Toshio Yokoyama	京都大学ウイルス・再生医学研究所長 Director, Institute for Frontier Life and Medical Sciences, Kyoto University	小柳 義夫 Yoshio Koyanagi
独立行政法人 日本学術振興会 監事 国立民族学博物館 人類文明誌研究部 客員教授 Inspector, Japan Society for the Promotion of Science Guest Professor, Department of Modern Society and Civilization, National Museum of Ethnology	小長谷 有紀 Yuki Konagaya	京都大学防災研究所長 Director, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University	中北 英一 Eiichi Nakakita
京都大学白眉センター顧問、京都大学名誉教授 日本医療研究開発機構 (AMED) 基盤創生事業課題評価委員 Adviser, The Hakubi Center for Advanced Research, Kyoto University Professor Emeritus, Kyoto University Commissioner, AMED Program Evaluation Committee, Japan Agency for Medical Research and Development	光山 正雄 Masao Mitsuyama	京都大学経済研究所長 Director, Kyoto Institute of Economic Research, Kyoto University	西山 慶彦 Yoshihiko Nishiyama
国立研究開発法人 防災科学技術研究所 理事 Executive Vice President, The National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience	安藤 慶明 Yoshiaki Ando	京都大学理事補（研究、評価、産官学連携担当） 化学研究所 教授 Deputy Executive Vice-President for Research, Evaluation, and Industry-Government-Academia Collaboration, Kyoto University Professor, Institute for Chemical Research, Kyoto University	上杉 志成 Motonari Uesugi
星薬科大学学長、東京大学名誉教授 東京大学名誉教授・特任教授 内閣府原子力委員会委員 President, Hoshi University Professor Emeritus, Apointed Professor, The University of Tokyo Commissioner, Japan Atomic Energy Commission of the Cabint Office	中西 友子 Tomoko Nakanishi	京都大学理事補（研究、評価、産官学連携担当） 薬学研究科 教授 Deputy Executive Vice-President for Research, Evaluation, and Industry-Government-Academia Collaboration, Kyoto University Professor, Graduate School of Phrmaceutical Sciences, Kyoto University	竹本 佳司 Yoshiji Takemoto
フランス国立極東学院学長 Director, École française d'Extrême-Orient	クリストフ マルケ Christophe Marquet	京都大学理事補（研究、評価、産官学連携担当） 工学研究科 教授 Deputy Executive Vice-President for Research, Evaluation, and Industry-Government-Academia Collaboration, Kyoto University Professor, Graduate School of Engineering, Kyoto University	田中 勝久 Katsuhisa Tanaka
京都大学名誉教授 Professor Emeritus, Kyoto University	田中 耕司 Koji Tanaka	学術研究支援室長 Director, Kyoto University Research Administration Office, Kyoto University	佐治 英郎 Hideo Saji
京都大学名誉教授、甲南大学名誉教授 Professor Emeritus Kyoto University, Professor Emeritus Konan University	西村 いくこ Ikuko Nishimura	理学研究科 教授 Professor, Graduate School of Science, Kyoto University	北川 宏 Hiroshi Kitagawa
公益財団法人豊田理化学研究所 フェロー Fellow, Toyota Physical and Chemical Research Institute	松下 裕秀 Yushu Matsushita	薬学研究科 教授 Professor, Graduate School of Pharmaceutical Sciences, Kyoto University	土居 雅夫 Masao Doi
中央大学 AI・データサイエンスセンター所長、 理工学部ビジネスデータサイエンス学科教授 Director AI and Data Science Center Chuo University, (Concurrent) Professor Faculty of Science and Engineering Date Science for Business Innovation	樋口 知之 Tomoyuki Higuchi		



# 自眉プロジェクト【グローバル型】の応募状況と選考結果

## Data on Application and Selection for AY 2009 ~ 2020 (Global Type)

### ◆ 平成 21 年度公募

#### Application and Selection for AY 2009(第 1 期)

	応募者数 Number of applicants	内定者数 Number of successful applicants	倍率 Competition rate	
	588	18	32.7	
	応募者数 Number of applicants	比率 Percentages	内定者数 Number of successful applicants	比率 Percentages
男性：女性比率 Male : Female	458 : 130	77.9 % : 22.1 %	14 : 4	77.8 % : 22.2 %
文系：理系比率 Arts : Science	196 : 392	33.3 % : 66.7 %	6 : 12	33.3 % : 66.7 %
学内：学外比率 Kyoto U Affiliate : Others	226 : 362	38.4 % : 61.6 %	8 : 10	44.4 % : 55.6 %
国内：国外比率 Address Japan : Other Countries	476 : 112	81.0 % : 19.0 %	15 : 3	83.3 % : 16.7 %
准教授：助教比率 Associate Prof. : Assistant Prof.	180 : 408	30.6 % : 69.4 %	7 : 11	38.9 % : 61.1 %

内定者	平均年齢(准教授) Average age (Associate Prof.)	36.9	平均年齢(助教) Average age (Assistant Prof.)	30.2
-----	--	------	---	------

### ◆ 平成 22 年度公募

#### Application and Selection for AY 2010(第 2 期)

	応募者数 Number of applicants	内定者数 Number of successful applicants	倍率 Competition rate	
	517	19	27.2	
	応募者数 Number of applicants	比率 Percentages	内定者数 Number of successful applicants	比率 Percentages
男性：女性比率 Male : Female	421 : 96	81.4 % : 18.6 %	17 : 2	89.5 % : 10.5 %
文系：理系比率 Arts : Science	141 : 376	27.3 % : 72.7 %	6 : 13	31.6 % : 68.4 %
学内：学外比率 Kyoto U Affiliate : Others	183 : 334	35.4 % : 64.6 %	10 : 9	52.6 % : 47.4 %
国内：国外比率 Address Japan : Other Countries	411 : 106	79.5 % : 20.5 %	16 : 3	84.2 % : 15.8 %
准教授：助教比率 Associate Prof. : Assistant Prof.	167 : 350	32.3 % : 67.7 %	7 : 12	36.8 % : 63.2 %

内定者	平均年齢(准教授) Average age (Associate Prof.)	33.0	平均年齢(助教) Average age (Assistant Prof.)	29.7
-----	--	------	---	------

### ◆ 平成 23 年度公募

#### Application and Selection for AY 2011(第 3 期)

	応募者数 Number of applicants	内定者数 Number of successful applicants	倍率 Competition rate	
	416	19	21.9	
	応募者数 Number of applicants	比率 Percentages	内定者数 Number of successful applicants	比率 Percentages
男性：女性比率 Male : Female	335 : 81	80.5 % : 19.5 %	14 : 5	73.7 % : 26.3 %
文系：理系比率 Arts : Science	143 : 273	34.4 % : 65.6 %	7 : 12	36.8 % : 63.2 %
学内：学外比率 Kyoto U Affiliate : Others	131 : 285	31.5 % : 68.5 %	7 : 12	36.8 % : 63.2 %
国内：国外比率 Address Japan : Other Countries	342 : 74	82.2 % : 17.8 %	18 : 1	94.7 % : 5.3 %
准教授：助教比率 Associate Prof. : Assistant Prof.	161 : 255	38.7 % : 61.3 %	9 : 10	47.4 % : 52.6 %

内定者	平均年齢(准教授) Average age (Associate Prof.)	35.6	平均年齢(助教) Average age (Assistant Prof.)	31.7
-----	--	------	---	------

### ◆ 平成 24 年度公募

#### Application and Selection for AY 2012(第 4 期)

	応募者数 Number of applicants	内定者数 Number of successful applicants	倍率 Competition rate	
	655	20	32.8	
	応募者数 Number of applicants	比率 Percentages	内定者数 Number of successful applicants	比率 Percentages
男性：女性比率 Male : Female	511 : 144	78.0 % : 22.0 %	17 : 3	85.0 % : 15.0 %
文系：理系比率 Arts : Science	300 : 355	45.8 % : 54.2 %	10 : 10	50.0 % : 50.0 %
学内：学外比率 Kyoto U Affiliate : Others	144 : 511	22.0 % : 78.0 %	9 : 11	45.0 % : 55.0 %
国内：国外比率 Address Japan : Other Countries	427 : 228	65.2 % : 34.8 %	15 : 5	75.0 % : 25.0 %
准教授：助教比率 Associate Prof. : Assistant Prof.	248 : 407	37.9 % : 62.1 %	8 : 12	40.0 % : 60.0 %

内定者	平均年齢(准教授) Average age (Associate Prof.)	36.3	平均年齢(助教) Average age (Assistant Prof.)	31.6
-----	--	------	---	------

### ◆ 平成 25 年度公募

#### Application and Selection for AY 2013(第 5 期)

	応募者数 Number of applicants	内定者数 Number of successful applicants	倍率 Competition rate	
	644	20	32.2	
	応募者数 Number of applicants	比率 Percentages	内定者数 Number of successful applicants	比率 Percentages
男性：女性比率 Male : Female	499 : 145	77.5 % : 22.5 %	15 : 5	75.0 % : 25.0 %
文系：理系比率 Arts : Science	289 : 355	44.9 % : 55.1 %	9 : 11	45.0 % : 55.0 %
学内：学外比率 Kyoto U Affiliate : Others	147 : 497	22.8 % : 77.2 %	5 : 15	25.0 % : 75.0 %
国内：国外比率 Address Japan : Other Countries	435 : 209	67.6 % : 32.5 %	9 : 11	45.0 % : 55.0 %
准教授：助教比率 Associate Prof. : Assistant Prof.	220 : 424	34.2 % : 65.8 %	5 : 15	25.0 % : 75.0 %

内定者	平均年齢(准教授) Average age (Associate Prof.)	37.0	平均年齢(助教) Average age (Assistant Prof.)	31.3
-----	--	------	---	------

### ◆ 平成 26 年度公募

#### Application and Selection for AY 2014(第 6 期)

	応募者数 Number of applicants	内定者数 Number of successful applicants	倍率 Competition rate	
	585	20	29.3	
	応募者数 Number of applicants	比率 Percentages	内定者数 Number of successful applicants	比率 Percentages
男性：女性比率 Male : Female	463 : 122	79.1 % : 20.9 %	16 : 4	80.0 % : 20.0 %
文系：理系比率 Arts : Science	191 : 394	32.6 % : 67.4 %	6 : 14	30.0 % : 70.0 %
学内：学外比率 Kyoto U Affiliate : Others	144 : 441	24.6 % : 75.4 %	6 : 14	30.0 % : 70.0 %
国内：国外比率 Address Japan : Other Countries	418 : 167	71.4 % : 28.6 %	13 : 7	65.0 % : 35.0 %
准教授：助教比率 Associate Prof. : Assistant Prof.	171 : 414	29.2 % : 70.8 %	9 : 11	45.0 % : 55.0 %

内定者	平均年齢(准教授) Average age (Associate Prof.)	37.8	平均年齢(助教) Average age (Assistant Prof.)	30.9
-----	--	------	---	------

◆ 平成 27 年度公募

Application and Selection for AY 2015(第 7 期)

	応募者数 Number of applicants	内定者数 Number of successful applicants	倍率 Competition rate	
	483	11	43.9	
	応募者数 Number of applicants	比率 Percentages	内定者数 Number of successful applicants	比率 Percentages
男性：女性比率 Male：Female	382：101	79.1%：20.9%	11：0	100.0%：0.0%
文系：理系比率 Arts：Science	161：322	33.3%：66.7%	5：6	45.5%：54.5%
学内：学外比率 Kyoto U Affiliate：Others	126：357	26.1%：73.9%	2：9	18.2%：81.8%
国内：国外比率 Address Japan：Other Countries	357：126	73.9%：26.1%	9：2	81.8%：18.2%
准教授：助教比率 Associate Prof.：Assistant Prof.	157：326	32.5%：67.5%	9：2	81.8%：18.2%
内定者	平均年齢(准教授) Average age (Associate Prof.)	40.1	平均年齢(助教) Average age (Assistant Prof.)	34.4

◆ 平成 28 年度公募

Application and Selection for AY 2016(第 8 期)

	応募者数 Number of applicants	内定者数 Number of successful applicants	倍率 Competition rate	
	382	12	31.8	
	応募者数 Number of applicants	比率 Percentages	内定者数 Number of successful applicants	比率 Percentages
男性：女性比率 Male：Female	288：94	75.4%：24.6%	8：4	66.7%：33.3%
文系：理系比率 Arts：Science	137：245	35.9%：64.1%	5：7	41.7%：58.3%
学内：学外比率 Kyoto U Affiliate：Others	94：288	24.6%：75.4%	4：8	33.3%：66.7%
国内：国外比率 Address Japan：Other Countries	273：109	71.5%：28.5%	9：3	75.0%：25.0%
准教授：助教比率 Associate Prof.：Assistant Prof.	143：239	37.4%：62.6%	6：6	50.0%：50.0%
内定者	平均年齢(准教授) Average age (Associate Prof.)	38.7	平均年齢(助教) Average age (Assistant Prof.)	32.0

◆ 平成 29 年度公募

Application and Selection for AY 2017(第 9 期)

	応募者数 Number of applicants	内定者数 Number of successful applicants	倍率 Competition rate	
	362	13	27.8	
	応募者数 Number of applicants	比率 Percentages	内定者数 Number of successful applicants	比率 Percentages
男性：女性比率 Male：Female	262：100	72.4%：27.6%	10：3	76.9%：23.1%
文系：理系比率 Arts：Science	161：201	44.5%：55.5%	3：10	23.1%：76.9%
学内：学外比率 Kyoto U Affiliate：Others	88：274	24.3%：75.7%	5：8	38.5%：61.5%
国内：国外比率 Address Japan：Other Countries	264：98	72.9%：27.1%	11：2	84.6%：15.4%
准教授：助教比率 Associate Prof.：Assistant Prof.	141：221	39.0%：61.0%	7：6	53.8%：46.2%
内定者	平均年齢(准教授) Average age (Associate Prof.)	38.9	平均年齢(助教) Average age (Assistant Prof.)	32.5

◆ 平成 30 年度公募

Application and Selection for AY 2018(第 10 期)

	応募者数 Number of applicants	内定者数 Number of successful applicants	倍率 Competition rate	
	343	10	34.3	
	応募者数 Number of applicants	比率 Percentages	内定者数 Number of successful applicants	比率 Percentages
男性：女性比率 Male：Female	261：82	76.1%：23.9%	8：2	80.0%：20.0%
文系：理系比率 Arts：Science	121：222	35.3%：64.7%	2：8	20.0%：80.0%
学内：学外比率 Kyoto U Affiliate：Others	90：253	26.2%：73.8%	1：9	10.0%：90.0%
国内：国外比率 Address Japan：Other Countries	261：82	76.1%：23.9%	8：2	80.0%：20.0%
准教授：助教比率 Associate Prof.：Assistant Prof.	120：223	35.0%：65.0%	2：8	20.0%：80.0%
内定者	平均年齢(准教授) Average age (Associate Prof.)	39.5	平均年齢(助教) Average age (Assistant Prof.)	32.0

◆ 令和元年度公募

Application and Selection for AY 2019(第 11 期)

	応募者数 Number of applicants	内定者数 Number of successful applicants	倍率 Competition rate	
	278	10	27.8	
	応募者数 Number of applicants	比率 Percentages	内定者数 Number of successful applicants	比率 Percentages
男性：女性比率 Male：Female	208：70	74.8%：25.2%	9：1	90.0%：10.0%
文系：理系比率 Arts：Science	102：176	36.7%：63.3%	3：7	30.0%：70.0%
学内：学外比率 Kyoto U Affiliate：Others	76：202	27.3%：72.7%	6：4	60.0%：40.0%
国内：国外比率 Address Japan：Other Countries	201：77	72.2%：27.7%	9：1	90.0%：10.0%
准教授：助教比率 Associate Prof.：Assistant Prof.	110：168	39.6%：60.4%	8：2	80.0%：20.0%
内定者	平均年齢(准教授) Average age (Associate Prof.)	38.0	平均年齢(助教) Average age (Assistant Prof.)	30.0

◆ 令和 2 年度公募

Application and Selection for AY 2020(第 12 期)

	応募者数 Number of applicants	内定者数 Number of successful applicants	倍率 Competition rate	
	303	15	20.2	
	応募者数 Number of applicants	比率 Percentages	内定者数 Number of successful applicants	比率 Percentages
文系：理系比率 Arts：Science	111：192	36.6%：63.4%	5：10	33.3%：66.7%
学内：学外比率 Kyoto U Affiliate：Others	92：211	30.4%：69.6%	6：9	40.0%：60.0%
国内：国外比率 Address Japan：Other Countries	226：77	74.6%：25.4%	13：2	86.7%：13.3%
准教授：助教比率 Associate Prof.：Assistant Prof.	127：176	41.9%：58.1%	8：7	53.3%：46.7%
内定者	平均年齢(准教授) Average age (Associate Prof.)	38.4	平均年齢(助教) Average age (Assistant Prof.)	33.1

※ AY=Academic Year, In Japan, the academic year starts on April 1st and ends March 31st in the following year.



## ● 青柳 亮太 特定助教

*Ryota AOYAGI (Assistant Professor)*

**研究課題:** 樹木群集組成の超広域時系列情報を用いた植生レジームシフトの閾値解析  
(Country-scale mapping of tropical forest recovery after disturbances:  
Patterns and processes)

**専門分野:** 生態学 (Ecology)

**受入先部局:** 農学研究科 (Graduate School of Agriculture)

**前職の機関名:** 森林総合研究所  
(Forestry and Forest Product Research Institute)



私は生態系の振る舞いを、生物学的・進化的な視点を通して理解することを目指して研究をしています。特に熱帯降雨林の圧倒的な生物多様性と巨大な樹木群に興味を持っており、学部生の頃から現在に至るまで、熱帯林に足繁く通い奮闘を続けてきました。白眉プロジェクトでは、人間活動と森林の持続性の関係について研究を進めたいと思っています。歴史を振り返ると、森林の過度の利用とその後の環境劣化を通して、人間の文明は発展と崩壊を繰り返しています。なぜ森林を持続的に利用することはそんなに難しいのでしょうか？私は、複雑な要因の絡む生態系の将来予測が、本質的に困難であったことが鍵ではないかと考えています。一方で、近年発展してきた衛星画像などのビックデータやそれを扱う情報科学技術は、これまで不可能であった複雑な現象の理解を可能にしつつあります。本プロジェクトでは、この技術を従来の生態学の研究手法である植生調査と組み合わせ、熱帯林の動態を理解・予測するという問題に挑みます。

As an ecologist, I am fascinated by enormous biodiversity and structure of tropical forests, and the understanding of tropical forest dynamics and underlying mechanisms is my life-long purpose. In the Hakubi project, I will try to deepen our understanding of the relationship between tropical forest ecosystems and human activities. In the human history, overuse of forests and subsequent environmental degradation have been a major driver of the collapses of civilizations. Why is sustainable forest use so difficult? Long-term forest responses to human activities have been poorly understood, which, I think, is a key for this question. Recent development of big data such as satellite imagery and information techniques allow us to discover new aspects of nature, which we could not elaborate in the past. I use these techniques in collaboration with traditional fieldwork to understand drivers underlying tropical forest dynamics disturbed by human activities.

### 持続的な森林利用はなぜ難しいのか？

一般に、自然生態系は攪乱後いずれ元の状態 (図1A) に回復するという頑健なレジリエンスを持つと考えられがちです。ところが、私は熱帯林を対象として研究・保全活動を行う中で、攪乱後時間が経っても生態系が回復しない現象が存在することを発見し (図1B)、その現象への理解の欠如が生態系の持続的利用を妨げていることに思い至りました。そのため、この研究の目的は、開発が進む熱帯雨林をモデルとして、陸域生態系のレジリエンス喪失の要因を解明し、そのリスクを可視化することで持続的な生態系利用に繋げることに

あります。

熱帯林におけるレジリエンスの喪失は、次のようなプロセスにより生じると考えられます。健全な森林が伐採や火災などの攪乱を受け荒地となった場合、樹木の種子が加入し、やがて森林が回復していきます (図1右下、青のライン)。ところが、森林が過度の攪乱を受けた時、樹木による土地被覆が失われ、乾燥によって樹木の死亡率が増加します (図1右下の初期の傾きが小さくなる)。空き地となった場所にシダ植物が繁茂し林床を覆うことで、樹木の加入が途絶え回復の見込めない状態にシフトします。(レジームシフト現象、図

1右下赤のライン)。この現象を理解するためには、森林の長期動態を把握し、両者(図1右下青と赤のライン)を分ける攪乱強度(閾値)を明らかにする必要があります。ところが、この閾値には、過去の履歴、旱魃強度、地形など複雑な要因が関わっているため、実験や理論研究によって予測することは実質的に不可能です。

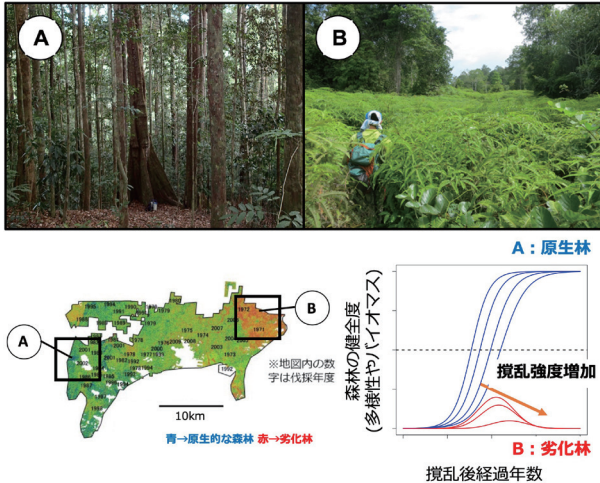


図1 原生林(A)と回復力を失った森林(B)の様子。左下の図は、衛星解析による森林の状態を景観レベルで評価したもの。右下のグラフは健全な森林回復の様子(青のライン)と過度の攪乱によって森林が回復しなくなる様子(赤のライン)を模式的に示しています。

### 森林の動きを宇宙から見る

そこでこの研究では、衛星画像を利用することで、広域スケールで森林動態を把握し、そのビックデータをもとに経験的に閾値を推定する、というアプローチをとります。これまでも熱帯林の生物多様性やバイオマスを広域に推定するため、人工衛星を活用した手法が開発されてきました。現在主に使用されている人工衛星(Landsat)は、地表面の分光反射情報(赤色光・青色光等の強度)を取得することができます。こうした地上の“色”の情報が森林の植生の状態を反映しており、この関係について詳細に解析することで生態系の広域評価を行ってきました(図2上)。特に私たちは、それまで困難とされていた樹木の多様性指標を地図化する手法を開発しました(Fujiki et al. 2016; Aoyagi et al. 2017)。しかし、極めて広域(ボルネオ島内だけで $>10,000\text{km}^2$ )に及ぶ熱帯林地帯を継続的に解析するには膨大な労力がかかるため、この手法は1枚の衛星画像がカバーする空間スケールに限定されるという問題がありました( $<1,000\text{km}^2$ )。

### ビックデータによる森林動態の解明と応用

白眉プロジェクトでは、情報科学技術を駆使することで上記の問題を乗り越えたいと考えています。多くの衛星画像を標準化する技術を開発し、これまでの手法に機械学習を導入することで超広域スケール(国レベル、 $>10,000\text{km}^2$ )の森林動態の時系列データを作成します(図2下)。これにより、膨大なデータから各地域のレジームシフトリスクを推定できると考えています。「レジームシフトが生じる前に閾値を同定し、そのリスクを把握しつつ生態系を利用する」、これは、人類が史上経験してきた、多くの環境問題に関わる課題です。本研究が達成されれば、レジームシフトのリスク(攪乱閾値)を継続モニタリングし、森林の現状や将来予測に配慮しつつ環境適応的な森林利用が可能になると期待しています。

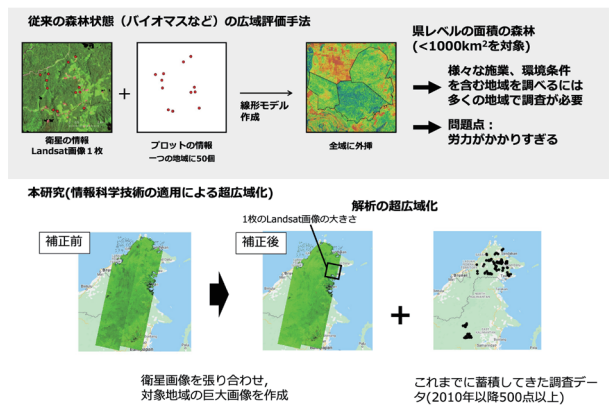


図2 衛星画像を用いた森林把握手法(上)と研究(下)の概要。

### 参考文献

[1] Ryota Aoyagi, et al., The mixing ratio of tree functional groups as a new index for biodiversity monitoring in Bornean production forests, *Forest Ecology and Management*, 403, pp27–43, 2017. doi:10.1016/j.foreco.2017.07.026  
 [2] Shogoro Fujiki, Ryota Aoyagi, et al., Large-scale mapping of tree-community composition as a surrogate of forest degradation in Bornean tropical rain forests, *Land*, 5, pp45, 2016. doi:10.3390/land5040045



## ● 安達 俊介 特定助教

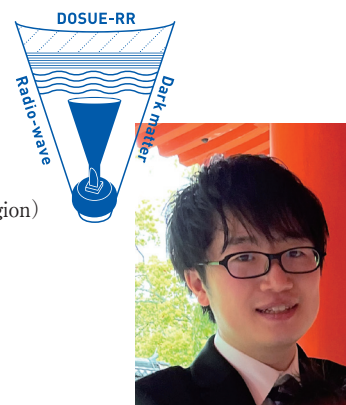
*Shunsuke ADACHI (Assistant Professor)*

**研究課題:** ダークマターの正体を解明する実験研究—前人未到の質量領域を拓く  
(Dark matter experiment with millimeter waves - Probing unexplored mass region)

**専門分野:** 素粒子物理学 (実験) (Elementary Particle Physics (Experiment))

**受入先部局:** 理学研究科 (Graduate School of Science)

**前職の機関名:** 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 Institute for the Physics and Mathematics of the Universe (WPI),  
The University of Tokyo)



宇宙は何からできているか？これは基礎科学の根本的な問いの一つかと思えます。我々素粒子物理学の分野ではこの問いに答えるべく、様々な実験装置を駆使して研究しています。特に、ダークマターというのは素粒子物理学が直面している大きな課題の一つです。ダークマターは宇宙観測によって宇宙の約1/4のエネルギーを占めている物質であり、間違いなく存在する物質として知られています。しかし、ダークマター1個がどのくらい重いのか？ダークマターがほかの物質にどのような影響を及ぼすのか（どのように反応するのか）などは全く知られておらず、現在の素粒子物理学では説明できない謎の物質となっています。このダークマターの正体を解明することは、宇宙を解明する大きな一歩となるはずですが、私は、今まで電波望遠鏡の開発に携わってきましたが、白眉の5年間では電波（特にミリ波）を用いた新しいアプローチでのダークマター研究実験をおこない、ダークマターの正体に迫ります。

What is the universe made of? This is one of the fundamental questions for humans. Elementary particle physicists including me aim to understand it. Dark matter is one of the main components of the universe. By cosmic observations, it has been found that dark matter exists around us and constitutes about a quarter of the energy of the whole universe. However, we don't know several aspects about dark matter: how large its mass is and how we can detect it around us (how it interacts with the matters). I desire to understand such unknown aspects by detecting dark matter on the earth. In my previous career, I have been involved in the development of a radio telescope. Taking advantage of the radio-wave (millimeter-wave) techniques gained through that work, I'm trying a new experimental approach to the detection of dark matter. Conventional experiments have searched for only dark matter with a relatively heavy mass. On the other hand, my approach by using the millimeter waves allows us to investigate a dark matter in a very light mass range, where any person has not explored yet. I aim to search for the unexplored mass range of dark matter under the Hakubi project.

### 宇宙の謎、ダークマター

我々が生きている宇宙の構成要素の割合というのは、宇宙観測によって精密に測られており、ダークマターと呼ばれる謎の物質が宇宙の25%もの割合を占めます [1]。水素といった元素の周期表に出てくるような我々のよく知っている物質は、宇宙全体の5%にしかありません。ダークマターには質量があります。その重力が与える銀河の回転速度への影響を観測で発見するなどして、ダークマターの存在は確実です。また、我々の銀河の中に、ひいては地球上に存在していると考えられています。一方で、ダークマターが重力以外にどう他の物質に影響を与えるのか（どういった相互作用

をするのか）？どのくらい重いか（質量がいくつ）？など基本的なことは全くの謎です。ダークマターの理解を深めるためには、地上で直接ダークマターを検出し、これらダークマターの性質を突き止めることが必要不可欠です。

### 広い可能性を探って

従来のダークマター探索実験では、ダークマターと他の物質の粒子が衝突した際に弾き飛ばされた粒子を検出することで、ダークマターの兆候をつかもうとしています。今まで20年以上様々な実験が乱立し、精力的に探索されてきていましたが、未だにその兆候はあ

りません [2]。これらの実験で探していたダークマターは比較的軽く、eV（電子ボルト）という質量の単位で10億 eV 以上でした。ダークマターがその質量である確固たる証拠はなく、ほかの質量領域の可能性も示唆されています。そこで、私は従来とは異なる、超軽量のダークマターの探索に挑みます。

### ミリ波で未開拓質量領域を切り拓く！

超軽量のダークマターの可能性として、ダークフォトンという新粒子が提案されています [3]。ダークフォトンとは、重力以外に光に対して非常に弱く影響を与えます。これによって、ダークフォトンが金属表面（導体境界面）で非常に弱い光に転換されると言われています。そこで、この転換光を非常に高感度・低ノイズの検出器で測定してダークフォトンを探し出します。かの有名なアインシュタインの  $E$ （エネルギー）=  $mc^2$ （質量）の式で示されているように、ダークフォトンの質量はエネルギーに対応し、転換光のエネルギーはこの式によって一意に定められます。ダークフォトンの質量がいくつであるかはわからないものの、様々な宇宙観測結果によって可能性のある質量が制限されています。その中でも 0.0001—0.001 eV という質量領域は



図1 ダークフォトンの検出方法。金属板でダークフォトンが微弱なミリ波の光に転換される。開発する高感度ミリ波受信機で、この光を捉える。

図2にあるようにあまり制限のない領域であり、ダークフォトン探索がなされていない前人未踏の領域です。この領域の質量=エネルギーに相当する光は、人が見ることのできる可視光よりずっとエネルギーの低いミリ波と呼ばれる電磁波になります。わたしは、このダークフォトン転換光を捉えるのに特化したミリ波受信機を開発してダークフォトンの探索に挑みます。

### DOSUE-RR（どすえーダブルアール）実験

ダークフォトンミリ波の領域（周波数で10 GHz~300 GHz）で高い感度で測定する実験、「DOSUE-RR（どすえーダブルアール）」を2020年より立ち上げました。非常に弱いミリ波を探索するには、非常に高感度・低ノイズな受信機が必要になります。極低温技術（~270℃）や高速のデータ取得技術、超伝導デバイスなどを駆使して独自の受信機を開発し、白眉プロジェクトの5年間で今まで人類が探索したことのない超軽量な質量領域でのダークフォトンの探索をおこないます。

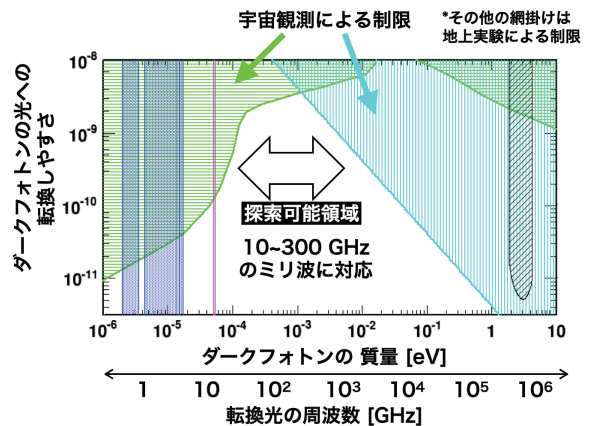


図2 宇宙観測によって制限されている質量の領域。網掛けの部分が制限されている領域で、その間の白い領域がぼっかりあいている。

### 参考文献

[1] Planck Collaboration, “Planck 2018 results I. Overview and the cosmological legacy of Planck,” *Astronomy & Astrophysics*, vol. 641, no. A1, p. 56, 2020.

[2] Particle Data Group, “2020 Review of Particle Physics: Dark matter,” *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, vol. 2020, no. 8, p. 083C01, 2020.

[3] P. Arias, D. Cadamuro, M. Goodsell, J. Jaeckel, J. Redondo and A. Ringwald, “WISPy cold dark matter,” *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, vol. 2012, no. 06, p. 013, 2012.



## ● 安藤 俊哉 特定准教授

Toshiya ANDO (Associate Professor)

**研究課題:** 大規模染色体操作法の開発による多細胞生物の進化プロセスの実証  
(Demonstration of evolutionary processes in multicellular organisms through development of large-scale chromosomal manipulation methods)

**専門分野:** 進化生物学・発生生物学・ゲノム科学  
(Evolutionary Biology, Developmental Biology, Genome Science)

**受入先部局:** 農学研究科 (Graduate School of Agriculture)

**前職の機関名:** 自然科学研究機構 基礎生物学研究所  
(National Institute for Basic Biology, National Institutes of Natural Sciences)



白眉プロジェクトでは、生物が表現型進化の過程で経験した「鍵遺伝子座における大規模な染色体再編成」を人工的に再構成する実験系を開発する。そして、本実験系を通して、染色体再編成が表現型進化の方向性を如何にして規定するかを分子レベルで理解することを目指す。具体的には、特徴的な表現型進化を遂げてきた新規モデル生物（テントウムシ）において、染色体を大規模に操作する実験手法を確立し、多細胞生物の進化過程を「手で組み上げることにより（＝構成的に）理解することを目指す。

私はこれまで、生物が持つ美しくも機能的な体の構造の形成原理とその構造獲得の進化的背景を分子レベルで理解することをモットーに研究を進めてきた。本研究で開発する染色体を操作する構成的手法を駆使して、多細胞生物が機能美を有する器官の特性を獲得してきた進化プロセスを垣間見るとともに、その操作がどの程度可能かを実証していきたい。

Multicellular organisms have experienced large-scale chromosomal rearrangements at the key regulatory loci associated with phenotypic evolution. In the Hakubi project, I will develop an experimental system that artificially reconstitutes the large-scale chromosomal rearrangements. This experimental system aims to elucidate how chromosomal rearrangements affect the direction of phenotypic evolution at the molecular level. More specifically, I will establish experimental methods to manipulate chromosomes rearrangements on a large scale in an emerging model organism (harlequin ladybug). With this constructive approach, I aim to understand the evolutionary process of the ladybug by artificially reconstructing the chromosomal rearrangements associated with phenotypic diversification.

I have been focusing on the principles of morphogenesis of beautiful and functional body structures and the evolutionary background of their acquisition at the molecular level. By exploiting the constitutive method of chromosome manipulation that I will develop in this project, I would like to glimpse the evolutionary process by which multicellular organisms have acquired the characteristics of organs with functional beauty and demonstrate the extent to which such manipulation is possible.

### ゲノム解読で明らかとなってきた生物の形や生理機能の進化を促しやすい遺伝子セット

生物は進化の過程で様々な遺伝的変異を蓄積することで特徴的な体の形や生理機能（表現型）を獲得し、多様な生活環境へ進出してきた。近年のゲノム科学および集団遺伝学研究の発展により、種内および種間の表現型進化を引き起こした鍵遺伝子座が様々な生物で同定されてきている。さらに、興味深いことに、生物間で保存された特定の遺伝子（相同遺伝子）が系統の離れた生物種において類似した表現型の進化を引き起こす平行進化の例も複数報告されている（Nadeau et al., 2016, Nature; Gallant et al., 2014, Nat Commun 等）。この事実は、様々な生物のゲノム中には、表現型進化

を引き起こしやすい遺伝子セットが存在することを示唆し、それらの遺伝子の特徴を理解することで、進化の方向性を予測したり、人為的に表現型進化を再構成したりすることが可能になると期待される。

### 生物進化に伴い生じてきた大規模な染色体再編成の意義は何か？

これまで、表現型進化を理解する目的で、一部の生物では、遺伝子組換え技術を利用して過去に生じた変異を再現する実験や、種間の遺伝子機能の違いを検証する実験が進められてきた（Karageorgi et al., 2019, Nature 等）。しかし、そのほとんどは遺伝子の変異の一部に着目した解析であり、1億～10億塩基対の長さ

の DNA 配列を含む染色体逆位や転座などの大規模な染色体再編成に伴う複雑な遺伝的変異がもたらす表現型進化の分子基盤は未だに解明されていない。この問題に取り組む上でハードルとなるのが、遺伝学的解析基盤が整っていない新規モデル生物において、大規模な染色体再編成を人為的に引き起こし、染色体再構成の表現型進化への影響を検証する実験が必要な点にある。さらに、鍵遺伝子座周辺の数億塩基対スケールの DNA 配列が表現型に与える影響を理解するには、タンパク質の遺伝情報が書き込まれている一部の DNA（コード領域）における変異だけではなく、その他の領域（非コード領域）に存在する遺伝子の ON/OFF を調節する DNA 配列（転写制御配列）の性質や関連した DNA 周囲の化学修飾情報（エピゲノム情報）を網羅的に解析する技術も必要である。

### 染色体再編成を繰り返すことで多様化したナミテントウの斑紋パターン

私はこの問題を解決する実験系として、表現型進化研究のモデルであるナミテントウに着目している。私達は、最近、200 以上の翅の斑紋多型が認められるナミテントウにおいて、斑紋多型の獲得進化を促した鍵遺伝子として GATA 転写因子遺伝子 *pannier* を同定した。さらに、遺伝子内の非コード DNA 配列（第一イントロン配列）が他の系統の昆虫や別種のテントウムシよりも 4000 万塩基対程度拡大し、この領域で複数回に渡って染色体逆位が繰り返すことで、200 以上の新たな斑紋パターンを獲得したことを明らかにした（図 1、Ando et al. 2018, *Nat Commun*）。従って、ナミテントウの *pannier* は、技術的ハードルを克服できれば、染色体再編成を伴う表現型獲得進化を人為再構成して理解するのに適した研究対象である。

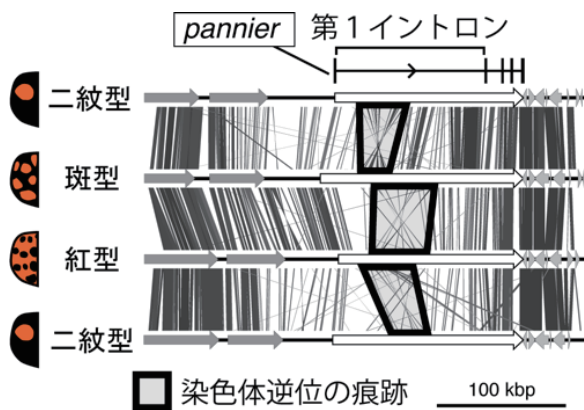


図 1 *pannier* イントロンの染色体逆位を伴う配列の多様化。逆位周辺で相同領域（黒線）が減少している。

### 自然界で生じてきた染色体再編成を実験室内で再構成して生物進化を理解する

白眉プロジェクトでは、私たちが独自に確立してきたナミテントウにおけるゲノム編集技術（図 2）及び遺伝子組換え技術を駆使することで、特定遺伝子座の染色体断片を自在に操作する技術を確立する。そして、最新の DNA シークエンス技術を駆使して、大規模に DNA 配列を操作した際の染色体のエピゲノム情報と遺伝子発現、表現型との間の因果関係を解明する。以上の解析によって、染色体再編成が新たな表現型を生み出す際の法則を分子レベルで解明することを目指す。さらに、以上の研究で得られた技術・知見を他種生物に応用することで、系統の離れた生物種における平行進化を人為的に再構成し、平行進化が生じる分子基盤の解明にも取り組みたい。



図 2 ナミテントウにおけるゲノム編集技術。CRISPR/Cas9 を利用して *pannier* 遺伝子の欠損変異を誘導し、処理世代 (G0) 及び次世代 (G2) で斑紋が消失したナミテントウが得られた。

### 参考文献

[1] Ando, T. et al. Repeated inversions within a *pannier* intron drive diversification of intraspecific colour patterns of ladybird beetles. *Nature Communications* **9**, 3843, doi: 10.1038/s41467-018-06116-1 (2018).

[2] Gallant, JR. et al. Ancient homology underlies adaptive mimetic diversity across butterflies. *Nature Communications*, **5**, 4817 (2014).

[3] Karageorgi, M. et al. Genome editing retraces the evolution of toxin resistance in the monarch butterfly. *Nature*, **574**, 409-412 (2019).

[4] Nadeau, NJ. et al. The gene *cortex* controls mimicry and crypsis in butterflies and moths. *Nature*, **534**, 106-110 (2016).



## ● 井内 真帆 特定准教授

Maho IUCHI (Associate Professor)

研究課題: 「チベット文化圏の基盤解明のための総合的研究  
- 中世チベット仏教伝播後期について -」

(Elucidation of the foundations of Tibetan cultural area: On medieval  
Tibet and the second diffusion of Buddhism in Tibet)

専門分野: チベット学、チベット史 (Tibetan Studies, History of Tibet)

受入先部局: 文学研究科 (Graduate School of Letters)

前職の機関名: 日本学術振興会

(Japan Society for the Promotion of Science)



チベット文化圏とはチベット文字とチベット仏教を共通項とする文化圏で、中でもチベット仏教の広がりチベットの範囲を超える広いものです。私が研究対象とするのは、このチベット文化圏の重要な要素であるチベット仏教の基礎が作られた時代で、チベットの中世の始まりの時期 (10世紀から13世紀頃まで) です。この時期はチベットにおいてサンスクリット語からチベット語に膨大な数の経典が翻訳され、カダム派やカギユ派、サキヤ派などチベット独自の宗派が成立するなどしたことから「チベットのルネッサンス」と呼ばれます。しかしながら、この時代について書かれている同時代史料は他の時代であれば漢語史料やモンゴル語史料、満州語史料があるのに対し、それらがほとんどないということと、チベット語の同時代史料にも限りがあるということから、「チベット史の空白」とされてきました。私の研究はこの「チベット史の空白」をここ最近15年ほどの間にチベット本土から新たに発見されたチベット語の写本文献と現地でのフィールド調査によって明らかにしようとするものです。

Tibetan cultural area comprises Tibetan script and Tibetan Buddhism. Tibetan Buddhism, in particular, spreads much wider than the scope of Tibet. My research focuses on Tibetan Buddhism at the beginning of the Middle Ages in Tibet (from the tenth to the thirteenth century), which was the foundation period for Tibetan cultural area. This period is called as the “Tibetan Renaissance” by modern scholar because of the many *sutras* that were translated from Sanskrit to Tibetan at this time and the consequent establishment of Tibetan Buddhist schools, such as the Kadam, Kagyu, and Sakya. However, because of the lack of contemporary historic materials on this period, this time is also known as a “period of fragmentation.” Therefore, my research seeks to clarify this “period of fragmentation” using relevant, newly discovered Tibetan manuscripts and field research in Tibet.

### チベット文化圏とは?

伝統的なチベット文化圏は、中国の行政区分でいう現在のチベット自治区だけでなく、四川省、青海省、甘粛省、雲南省の一部にまで広がり、ブータンやネパール、インド北部のヒマラヤ地域、パキスタンの一部、さらにはチベット仏教を信仰する地域も含めると、モンゴルやブリヤート、カルムキアをも含みます。「伝統的な」という言葉を付けたのは、現在もチベット人が住む地域あるいはチベット仏教の影響を受ける範囲は拡大し続けているからで、1959年のダライ・ラマ14世

のインド亡命を契機に多くのチベット人が難民としてインドへ逃れ、その後、北米やヨーロッパ、オーストラリアへと移住しました。また、14世以外のチベット仏教の指導者たちも世界へ渡ったことで各地で現地の信者を獲得して世界中にチベット仏教が広がっていきました。

### 4つの新出文献群に対する文献学的研究

では、このようなチベット文化圏の基礎、特に文化圏の重要な構成要素であるチベット仏教の基礎がいつ作ら

れたかということですが、それが私が研究対象とするチベットの中世初期あるいはインドから仏教が伝わった後半と呼ばれる時期（前半はチベット帝国時代）です。この時代にカダム派をはじめとするチベット仏教独自の宗派が成立するなど、現代まで続くチベット仏教の基礎が作られました。しかしながら、この時代は地方豪族が割拠する時代で、古代チベット帝国（7-9世紀）や後のダライ・ラマ政権（17-20世紀初頭）などの統一した権力が不在ことから、政治史的には「分裂期」と呼ばれ、また同時代に書かれた文献が少ないことからこれまで「チベット史の空白」とされてきました。

しかしながら、このような状況はここ15年程の間に主にチベット本土より同時代に関する膨大な数の新出文献が発見されたことで一変しました。私の研究ではこの最近になって付け加えられた新出文献のうち——（1）ダライ・ラマ5世秘蔵書、（2）ポタラ宮殿所蔵文献、（3）カラホト（黒水城）文献、（4）プリ文献——の4つの文献群（図1）の全体像を解明し、さらに個別の文献に対する研究と比較研究を行います。これらの文献は全てチベット文字で書かれた手書きの写本文献で、出土地や経緯は異なりますが、写本の書体や形態、さらには内容においても多くの類似点が見られるものです。具体的には、写本文献から新たに明らかになる歴史的記述の整理と検証、写本文献の書体とクニクと呼ばれる省略文字のデータベースの作成、4つの文献群に共通する特徴的な内容（儀礼文献など）について研究を行いたいと思います（図2）。

### チベット語文献を取り巻く現状調査

また、私の研究にはもう一つの目的があり、それはチベット語文献を取り巻く現状調査です。上で述べたように、現在、チベット本土では上記のようなチベット語写本が大量に発見され、写本研究が大変盛り上がりつつありますが、その中心を担っているのはチベット人自身です。本研究では現地での写本文献の出版状況などを調査すると同時に、さらに写本の収集や編纂、出版に携わるチベット人研究者や僧侶／尼僧について調査をしてチベット人自身の歴史認識や民族文化のあり方を考察します。文化の当事者であり後継者でもあるチベッ

ト人自身の活動について調査と記録を行うことは、まさに変容の過渡期にあるチベット文化の軌跡を記録するためにも極めて重要であると考えます。

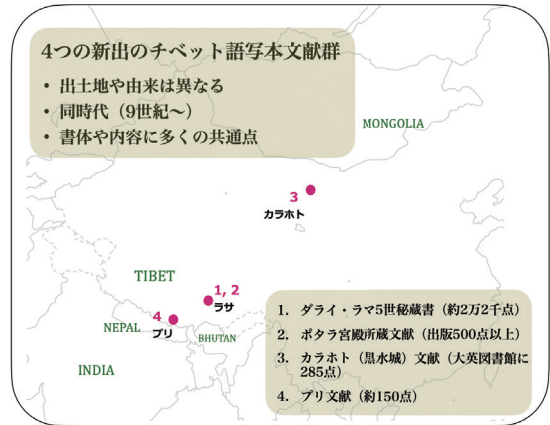


図1 4つの新出文献群とその出土地，著者作成。

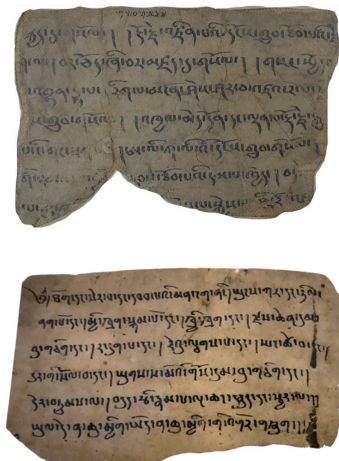


図2 カラホトとプリから出土した儀礼文献の例。  
Cf. 写本(上) Tsuguhito Takeuchi and Maho Iuchi, *Tibetan Texts from Khara-khoto in the Stein Collection of the British Library*, Toyo Bunko, 2016, cat no.109. 写本(下) 西藏大学蔵文古籍研究所(編)『普日文献』西藏蔵文古籍出版社, 2018, cat no.137.

### 参考文献

[1] 井内真帆「皇帝家の失墜と仏教復興」岩尾一史、池田巧(編)『チベットの歴史と社会』(上) 京都：臨川書店、28-49 (2021).

[2] Maho Iuchi, *An Early Text on the History of Rwa sgreng Monastery: The Rgyal ba'i dben gnas rwa sgreng gi bshad pa nyi ma'i 'od zer of 'Brom shes rab me lce*, Harvard Oriental Series, vol. 82, Harvard University Press, Cambridge MA/London UK (2016).

[3] Tsuguhito Takeuchi and Maho Iuchi, *Tibetan Texts from Khara-khoto in the Stein Collection of the British Library*, Toyo Bunko, Tokyo (2016).



## ● 大谷 育恵 特定助教

*Ikue OTANI (Assistant Professor)*

**研究課題:** 考古資料に基づいた漢対匈奴交渉と匈奴社会の解明  
(Han-Xiongnu interaction and the society of Xiongnu:  
Consideration based on archaeological evidence)

**専門分野:** 考古学 (Archaeology)

**受入先部局:** 人文科学研究所 (Institute for Research in Humanities)

**前職の機関名:** 国立民族学博物館  
(National Museum of Ethnology)



ユーラシア大陸の中央部には、西は黒海沿岸から東は大興安嶺にいたるまで草原地帯が続いています。草原地帯では草と水を追って季節ごとに一定地域を移動する遊牧が営まれてきましたが、この地で騎馬遊牧技術が普及し、騎馬遊牧民が登場するのは紀元前10世紀頃からです。草原地帯上の遊牧集団の動向は、互いに隣接する遊牧集団間のみならず、南に隣接する農耕・牧畜を生業基盤とする国家の興亡に関与してきたという点で重要といえます。しかしながらこの遊牧集団の歴史は、遊牧民が自らの歴史を文字で書き残すことが中世までは基本的になかったため、草原地帯西部ではヘロドトスの『歴史』、東部では司馬遷の『史記』を代表とする隣接地域の史料を通して考えることになり、またその情報も限られるということが問題です。考古学は遺跡の発掘調査を通して遊牧民の過去を知るための実物資料を得ることができるため、白眉プロジェクトの5年間ではモンゴル国で発掘調査を行い、匈奴の実態を明らかにすることを目指してゆきます。

The Eurasian Steppe forms a belt across the Eurasian plate, extending from the northern coast of the Black Sea to the Greater Khingan range. For centuries, nomadic people had moved the steppe seasonally seeking grass and water, but it was not until the tenth century BCE that riding horseback became common. The study of nomadic powers on the Eurasian Steppe is important because nomadic powers were not only related to each other, but also affected the empires that were established in the south at the agricultural and pastoral borders. However, these nomadic people did not use a written language and left no historical records until the Early Middle Ages. Therefore, we can only learn about them through their neighbors; our knowledge about the western part of the steppe depends on the "Histories" of Herodotus, and information about the eastern part depends on SiMa Qian's "Records of the grand historian". These historical records are limited in number, but archaeological remains can provide us with direct information.

As a scientist in the HAKUBI project, I will excavate the remains of the Xiongnu, an ancient nomadic tribe that established the first nomadic empire on the Eastern steppe. I will find information about Xiongnu society through material culture.

## 北方草原地帯の遊牧民族と匈奴

ユーラシア大陸の中央部には、年間降水量が約500mm以下と少ないために、草原が砂漠が広がっている。西は黒海沿岸から東は大興安嶺にいたる直線距離にしておよそ8000kmになるこの草原地帯は、騎馬遊牧民の故郷である。遊牧とは、群れをなす習性をもつ蹄類と共生しながら移動性の高い暮らしを営む生活様式であるが、より多くの動物を管理するために家畜化した馬に騎乗するようになり、移動速度と範囲を広

げていったと考えられる。

騎馬遊牧民が歴史的に注目されるのは、時として機動性の高い騎馬戦士集団となり、また時としてユーラシアの東西をつなぐ文化伝達者の役割を果たしたためである。中世以前の騎馬遊牧民は自らの手で歴史を書き残していないが、草原地帯西部では古代ギリシャのヘロドトスが記した『歴史』にスキタイが登場するし、草原地帯東部では漢の司馬遷が記した『史記』に匈奴が登場し、その姿が記述されている。

## 匈奴の遺跡の考古学調査

匈奴は、草原地帯東部で最初に強大な遊牧政権を確立した古代遊牧民族である。その匈奴が残した遺跡は、現在のロシア連邦、モンゴル国、中国に分布している。匈奴の遺跡が注目されるきっかけとなったのは、1924年のP. K. コズロフによるノヨン・オール匈奴墓地の発掘調査で、多様な絹織物や華麗な動物文様で装飾された豪華な副葬品は東西学界の関心を集めた。しかしながら、1931年には第二次世界大戦のために調査が中止し、以降冷戦終結まで目立った調査が長らく行われなかった。状況が変化したのは2000年以降で、世界各国が調査団を派遣し、調査が再活発化している（図1）。

## 発掘調査を通じて分かってきたこと

考古学調査が開始する以前、匈奴については史料に残る記録が主な情報源であった。「水と草を求めて移動し、城郭や常住して耕田作業をすることがない」と記録された匈奴であるが、半地下式住居のある居住地、土城址、土器を焼いた窯や製鉄炉のある生産遺跡が発見され、単に遊牧生活を営んでいたという匈奴像とは違う一面が見えてきた。墓地についてもこの20年間で王陵級の大型墓が各国によって集中的に発掘調査されたことにより、いわゆる「草原のシルクロード」を介した東西交渉を考察できる多様な副葬品が出土している（図2）。またそこからは史料の記載を裏付けるように絹織物や馬車など漢に由来する文物も多数出土しているが、新たな問題として浮かび上がってきたのは、それら豪華な副葬品をもつ匈奴大型墓の年代は匈奴が

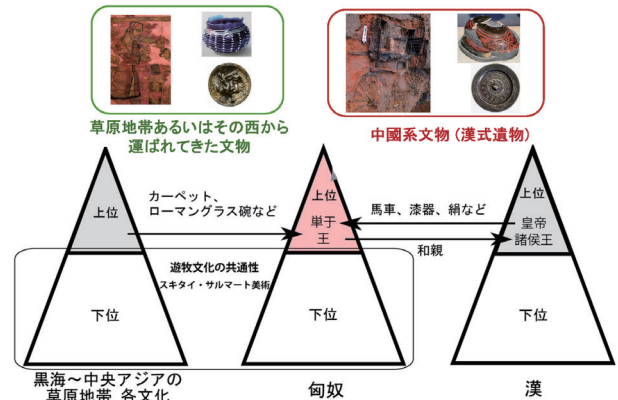


図2 匈奴を介した東西交渉。

最も精強であったと記録されている秦～前漢初期（前3世紀末～前2世紀前半）ではなく、前漢末～新（前1世紀後半～紀元前後交替期）にあたるという点である。すなわち、史料に匈奴が漢をも凌ぐほど精強であったと記載されている時期の匈奴の遺跡はまだ見つからないのである。

## より具体的な匈奴の実像を求めて

ユーラシア草原地帯上の初期鉄器時代の諸文化の中から、後に匈奴と呼ばれる集団がどのように発生し強大化してゆくのかを探るため、白眉プロジェクトの5年間を通じて、モンゴル国において匈奴遺跡の発掘調査を実施する予定である。主に中・小型墓から構成される「匈奴一般民衆墓」と呼ばれるクラスの墓の調査を積み重ね、遺跡と遺物に加えて出土人骨や動物骨に関するデータを蓄積する。匈奴が強大化した背景には漢対匈奴の外交関係や交易が影響しており、また政権確立にともなって社会構成集団の階層化があったと考えられるが、現在のところ匈奴初期にあたる秦～前漢初期の年代の匈奴遺跡はごく少数しか確認されておらず、匈奴期を通じてその強大化と社会複雑化のプロセスを追うことができていない状況にある。その理由は、現在の調査が王陵級大型墓に集中しているという研究状況に起因している部分があり、モンゴル高原各地に数多く存在する一般的なクラスの匈奴墓調査を通じて、考古学の面から匈奴社会の実像と年代について明らかにしてゆきたい。

## 参考文献

[1] 大谷育恵 2019 「匈奴」『ユーラシアの大草原を掘る：草原考古学への道標』（アジア遊学 238）勉誠出版。



図1 匈奴の遺跡。



### ● 小俣ラポー 日登美 特定准教授

*Hitomi OMATA RAPPO (Associate Professor)*

**研究課題:** 「黄色」聖人の誕生とヨーロッパにおける人種論の形成  
——近世から近代にかけてのカトリック文化圏における日本人像——  
(The birth of the Japanese saints and race: A survey of the image of Japan from the modern to contemporary European mindset)

**専門分野:** 歴史学 (History)

**受入先部局:** 人文科学研究所 (Institute for Research in Humanities)

**前職の機関名:** 京都大学大学院文学研究科  
(Graduate School of Letters, Kyoto University)



日本は近代に国際社会に向かって本格的に開かれる前に、西欧の価値体系に取り込まれることで、すでに西欧社会に一定の評判を作り上げていた。その価値体系とは、キリスト教文化圏における聖人信仰で、他者である日本(人)も聖性を伴う信仰の模範として受容されていた。大航海時代に入った16世紀、人やモノだけでなく思想や宗教もグローバルに移動し、日本にもキリスト教信仰が伝えられたことは良く知られている。その教えは数十年普及し隆盛したものの、16世紀末以降、日本でキリスト教が禁じられ、信者や宣教師が取り締まりの対象になる中で一部は処刑され、信仰を模範的に全うした英雄、すなわち殉教者とみなされるようになった。彼らの事跡は、ヨーロッパの伝統的なレトリックに倣って多様な形で記録され、西欧においてその存在が法的に位置づけられただけでなく、文学・美術作品の対象となることで、そのイメージは増幅していった。こうした一連のイメージが、近世から近代にかけて西欧においてどのように変遷したかを検証していく。

In 1627, Pope Urban VIII beatified twenty-six martyrs who had been crucified thirty years earlier in Nagasaki, Japan. This beatification was exceptional, not merely for its sheer speed, but also because these were the first martyrs so blessed from new missionary territories. In permitting their veneration within the Franciscan and Jesuit orders, the Church not only recognized the value of their sacrifice, but also confirmed a certain view of Japan as the land of martyrs. This book recreates the process that led to this formation, and the diffusion of such rhetoric on the Japanese martyrs in Europe. In doing so, it showcases a double perspective (“à parts égales”), built on the rigorous analysis of both European and Japanese sources. Integrating such stories within a broader historical and historiographical perspective, it clarifies the impact of the term “martyrdom” in the descriptions of Japan in early modern Europe. It demonstrates how the missionary orders and the Church came to promote the martyrs of Japan, the ideological implications of this newfound recognition, as well as the worldview to which this spreading discourse gave birth. Later, the rhetoric of Japan as the land of martyrs would be amplified and diffused all over the Catholic world. Such “reflections,” in iconography, literature, or even theater, produced an “imaginary Japan,” a land of heroic martyrs, tyrants, cruel executioners, or converted princes, which would haunt the entire modern period.

#### 西欧の価値体系に取り込まれた日本人

カトリック教会が長い伝統の中で形成させていった列福・列聖の制度は、キリスト教の信者の中から、模範的信仰を持ち亡くなった人々の聖性を公認することで、かれらが信者の崇敬対象となることを許可する仕組みである。この制度は古代末期から中世にかけて発展し、対抗宗教改革期の1600年前後には、現代のシステムに通じる「列福→列聖」の2段階の聖性検証方法

が設けられた。その後、17世紀を通じて制度として洗練され18世紀半ばに現代に通じる形となった。この制度は、地域的な名声を戴く個人の聖性を、中央のバチカン教皇庁が精査する仕組みで、地域的な信仰隆盛に対する中央集権的コントロールを可能にし、国境や地域の垣根を超えて、教会の影響力と権威を広く示すための手段ともなっていた。

## 日本の殉教者

日本からは、1549年にカトリックキリスト教が伝道され始めた直後から、信仰を死守して亡くなる人々を輩出したが、その一部がヨーロッパで正統な殉教者とみなされ、その中でも1597年に磔刑にされた長崎の26殉教者は、死後僅か30年後の1627年にヨーロッパで列福の対象となった。かれらの聖性をさらに上の次元で認めさせようとする動きは、日本が諸外国との国交を限定的にした「鎖国」期においても、ヨーロッパの近世を通じて、日本の為政者の直接的な関与なしに継続された。このような過程が進められた結果、日本の殉教者が、聖人伝の一つの文学ジャンルにおいて類型化されたナラティブとしてヨーロッパの各言語で継承され、日本の殉教者は頻繁な図像化の対象となり、また演劇作品のモチーフとなって、その聖性がカトリック文化圏において広く周知されることになった。こうしたヨーロッパで醸成された日本観のヨーロッパにおける受容と浸透の到達点が、明治維新の直前1862年におこなわれた上記26殉教者の列聖と、近世日本の殉教者の1867年の大量列福である。これらの過程では、日本人や日本の為政者が一切の主導権を持たず、ヨーロッパの教会関係者が独自に聖性の検証を蓄積させた結果、この成果が達成された。カトリック文化圏における列福と列聖の重みを鑑みると、西欧キリスト教文化圏における日本のイメージを決定づけた評価として、日本殉教者の聖性の公認は、日本（人）観の史的変遷を分析する上で格好の題材である。

## 近世から近代以降の殉教者の可視化

聖者は、信仰の模範者であり、もともと人間であるがために、カトリック信者にとっては伝統的に親近感を持てる崇敬対象として機能してきた。そのため、従来カトリック教会で崇敬対象として認められ普及していた聖人は、ヨーロッパ人が主体であった。日本人殉教者の場合、ヨーロッパの同時代の他の聖人と同様に描かれ、見えていたはずの身体的な差異は不可視化され受容された。19世紀に入り黒船が来航し、安政五カ国条約が締結された結果、日本が再びヨーロッパ諸国からキリスト教宣教の対象地と目されるようになり、日本（人）は実態を伴う存在へと変化していった。おりしも時代は人種のパラダイムが「科学」の体裁をと

りながら出現し、また「黄色」という肌の色に日本人が当てはめられた。この文脈で、前近代的な日本人殉教者の聖性が、近代にかけてどのように変化したのかも追究していく。

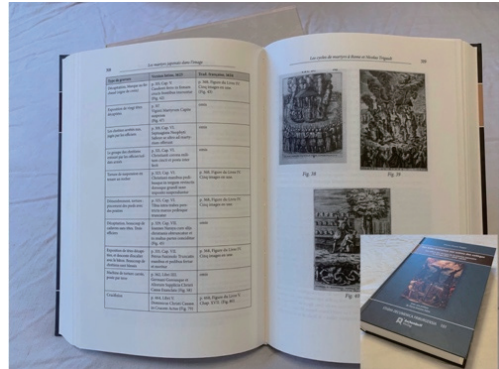


図1 近著（単著）[参考文献2].



図2 バレンシア美術館蔵の日本人殉教者図（17世紀）.

## 参考文献

- [1] Hitomi Omata Rappo, “Japanese Martyrs in French Jesuit Drama (late seventeenth–early eighteenth century). Between Violence and Bienséance”, IN: *Japan on the Jesuit Stage*, edited by Haruka Oba et al. (eds), Brill, 2021: 87-131.
- [2] Hitomi Omata Rappo, *Des Indes lointaines aux scènes des collèges: Les reflets des martyrs de la mission japonaise en Europe [From the Distant Indies to the Scenes of Colleges: the Reflections of the Japanese Martyrs in Europe (16th - 18th century)]*, Aschendorff, 2020.
- [3] 小俣ラポー日登美「日本の「殉教」とグローバル・ヒストリー：日本が西欧の歴史に内在化する時」日仏東洋学会『通信』42号, 2019: 33-82.
- [4] Hitomi Omata Rappo, “How to make « colored » Japanese Counter-Reformation Saints - a study of an iconographic anomaly”, IN: *Journal of Early Modern Christianity* 2017; 4(2): 195–225.



## ● 垣内 伸之 特定准教授

*Nobuyuki KAKIUCHI (Associate Professor)*

**研究課題:** 慢性疾患の克服を目指した細胞の個体内進化の解析

(Research on clonal evolution in the human body aiming to overcome chronic diseases)

**専門分野:** 消化器内科学、腫瘍生物学 (Gastroenterology, Hepatology, Tumor biology)

**受入先部局:** 医学研究科 (Graduate School of Medicine)

**前職の機関名:** 京都大学大学院医学研究科

(Graduate School of Medicine, Kyoto University)



私は消化器内科医としてがん診療を経験し、診療上の諸課題を解決するため、がんの研究を始めた。近年のゲノム解析研究によってがんで高頻度に変異する遺伝子が網羅される一方で、発がん初期に正常組織でどのようなイベントが生じているかの詳細は不明であった。食道および大腸の正常組織における遺伝子変異クローンに関する研究を通じて、多細胞生物であるヒトの体は絶え間ない細胞分裂によって恒常性が維持される一方で細胞はゲノムに変異を蓄積し続けること、これと同時に細胞は必然的に自然選択の摂理に曝されより環境に適応した遺伝子変異細胞が選択されること、また、そのような細胞によって体は再構築され続けることを認識するに至った。

そこで、がんに限らず広義の慢性疾患を対象として、罹患臓器を構成する細胞に蓄積したゲノム・エピゲノム異常を検出し、進化の原理に基づいた解析を行うことで病態の一端を解明し、臨床応用可能な知見の確立を目指す研究を実施する。

I started my research career to solve clinical problems about cancer which I had experienced as a physician. Although the molecular pathogenesis of cancer has been elucidated in terms of genetic aberrations due to revolutionized sequencing technology, it has been unclear what genetic events and molecular mechanisms are involved in normal tissues at the very early stage of carcinogenesis. Our studies on somatic mutations in the normal esophagus and colon have shown that even normal cells acquire somatic mutations through cell divisions necessary to maintain the homeostasis in multiple-cell organisms, that some mutated cells adapted to the surrounding environment are selected and expand, and that such expanded clones continue to remodel organs throughout life. Inspired by this point of view, we will perform genetic and epigenetic analysis on cells in organs affected by chronic diseases, including cancer, to elucidate evolutionary processes that cells follow, which might reflect the pathogenesis of chronic diseases. We hope that our study results will be exploited for future clinical practice.

### 多細胞生物における個体内の細胞進化

癌は正常細胞を起源とし、周囲の細胞よりもより高い増殖能を付与する遺伝子変異 (ドライバー変異) を繰り返し獲得することで細胞が増殖 (クローン拡大) して生じる疾患群である。最近、血液や皮膚、食道、大腸などの様々な臓器において、一見すると正常な組織であっても既に、癌のドライバー変異を獲得したクローンが拡大していることが明らかとなり、これらは癌の起源となっていることが強く示唆されている (Yokoyama A, Kakiuchi N, et al., *Nature*, 2019, Kakiuchi N and Ogawa S, *Nat Rev Cancer*, 2021) (図1)。癌へと向かう細胞の進化

は、その設計図である遺伝子にランダムに生じる変異を背景とした細胞の性質の変化と、細胞が置かれた環境による選択圧の相互作用によって達成されるという、適者生存の原理に従う。このような個体内における細胞の進化は慢性炎症性疾患に罹患した臓器においても生じており、炎症環境に適応した細胞によって組織は再構築される (Kakiuchi N, et al., *Nature*, 2020)。また、この細胞選択メカニズムは疾患の病態と関連していることが示唆されている。本研究では慢性疾患患者に特有の細胞の個体内進化を解析することにより、疾患の病態生理についての知見を得て、その予防法や治療法

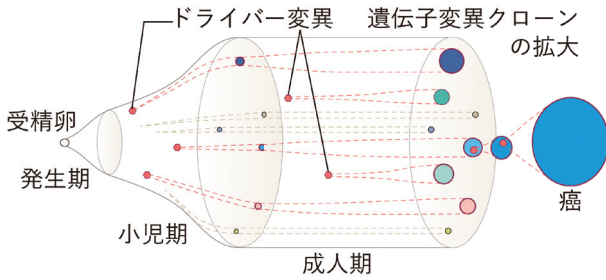


図1 個体内における遺伝子変異細胞のクローン拡大と発癌。  
(文献3より引用改変)

の開発により医療を向上させることを目的とする。

### 癌の進化の解析

大規模癌ゲノム解析プロジェクトの成果として、癌の進化の過程で獲得されるドライバー遺伝子についてはその大部分が解明されたのに対して、発癌過程で淘汰される、細胞にとって不利な遺伝子変異（陰性選択遺伝子）についての知見はほぼない(図2)。ドライバー遺伝子には癌のゲノム解析で高頻度に変異が観察されるのに対し、陰性選択遺伝子の変異は細胞の生存に不利であり淘汰されるため、変異が観察され難いという特徴を示す。このため、変異率が低い腫瘍では各遺伝子に期待される変異数が少ないため中立な遺伝子との区別が出来ず、陰性選択遺伝子を同定することは困難である。一方、マイクロサテライト不安定性癌やDNAポリメラーゼε変異癌は他の癌に比べて約100倍の変異負荷を呈する。このような遺伝子変異の多い癌に着目し、陰性選択遺伝子を統計的に抽出を試みる。

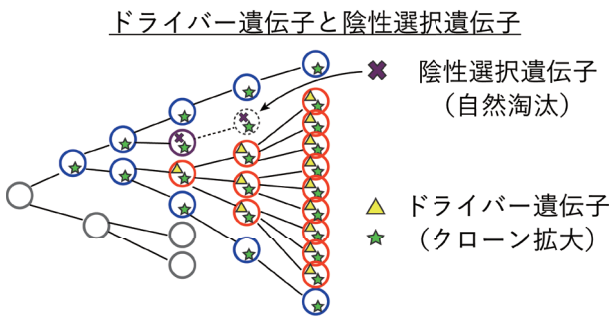


図2 ドライバー遺伝子と陰性選択遺伝子。

### 慢性炎症性疾患の解析

胆管の慢性炎症性疾患である原発性硬化性胆管炎 (primary sclerosing cholangitis; PSC) の病因・病態を、個体内細胞進化に着目して解析する。PSC患者から樹立したオルガノイドを網羅的ゲノム・エピゲノム解析

する事により、PSCの慢性炎症下で上皮細胞が獲得したドライバー変異を同定し、ドライバー遺伝子のプロファイルから特定のシグナル経路を見出すことによりPSC病態の解明を試みる。

### 老化による臓器機能低下の解析

皮膚や食道、気管などの臓器では加齢に伴い、ドライバー変異を獲得した細胞によって臓器のほぼ全てが置換されるに至ることが判明している。これらドライバー変異を獲得した細胞は細胞機能を変容しており、若年者のそれとはもはや同じではないことが示唆されている。膵臓のランゲルハンス島（ラ氏島）は主に血糖値をコントロールするインスリンなどのホルモンを産生する内分泌臓器である。外科的膵切除術を受けた患者の膵組織からラ氏島を単離し、個々のラ氏島に蓄積した遺伝子変異について網羅的ゲノム解析を行う。これにより加齢に従ってラ氏島を構成する細胞が獲得する遺伝子変異を明らかにし、膵内分泌機能低下との関連を解析する。

### 参考文献

- [1] Yokoyama A, Kakiuchi N, et al. Age-related remodelling of oesophageal epithelia by mutated cancer drivers. Nature 565 (7739) 312-317 2019.
- [2] Kakiuchi N, et al. Frequent mutations that converge on the NFKBIZ pathway in ulcerative colitis. Nature 577 (7789) 260-265 2020.
- [3] Kakiuchi N and Ogawa S. Clonal expansion in non-cancer tissues. Nat Rev Cancer 21(4) 239-256 2021.



### ★ 黒田 悠介 特定助教

*Yusuke KURODA (Assistant Professor)*

研究課題: 含遷移金属人工酵素の創出  
(Creation of artificial metalloenzymes)

専門分野: 有機化学 (Organic Chemistry)

受入先部局: 薬学研究科 (Department of Pharmaceutical Sciences)

前職の機関名: 公益財団法人 乙卯研究所  
(Research Foundation ITSUU Laboratory)



有機化学は炭素、窒素、酸素、水素、硫黄、リン、ハロゲンなどの元素からなる有機化合物を扱う研究分野です。わずか30ほどの元素からなる有機化合物であっても、その結合様式の組み合わせによって1那由他以上の化合物が存在し得ます。自由自在に元素を繋げて分子を合成するプロセスに、幼少期の頃に熱中したブロック遊びに似た面白さを覚え、迷わず有機合成化学系の研究室を選択しました。2016年に京都大学薬学部で博士号を取得して以降、カリフォルニア大学バークレー校、京都大学大学院工学研究科、乙卯研究所を渡り歩き、多岐にわたる有機化学の研究に従事してきました。白眉プロジェクトでは、これまでの研究で得た経験を基に、遷移金属錯体が有する多彩な結合形成能と天然酵素が有する高い選択性・特異性を兼ね備えた人工酵素の創出に挑戦します。

Organic chemistry is a research field with a primary focus on the synthesis and manipulation of molecules composed of carbon, nitrogen, oxygen, hydrogen, sulfur, phosphorus, halogen along with a handful of other elements. It is remarkable to consider that we can create billions and billions of possible molecular structures with only 30 elements! I have been interested in organic chemistry ever since high school because I can make organic molecules by connecting each element in a manner similar to LEGOs, which I was into during my childhood. After earning my Ph.D. in 2016, I spent almost 5 years as a postdoctoral fellow at UC Berkeley, Kyoto University and ITSUU Laboratory where I worked on natural product synthesis and transition metal catalysis. At Kyoto University as a Hakubi Researcher, I will focus primarily on the creation of novel artificial metalloenzymes that enable robust bond-forming reactions with excellent selectivity.

### Preface

有機化学の楽しさは、自らが設定した化合物を自らの手で合成できる点にあります。机の上では自由に描ける分子であっても実際には容易に合成できるとは限りません。そこで我々化学者には、魅力的な機能を有する化合物を合成するのみならず、それらの簡便な合成を可能にする新たな結合形成反応を開発し提供することが求められています。以下にこれまで行った研究の概要を述べたいと思います。

### 分子をつくる

生物が産生する二次代謝物 (天然物) には魅力的な生理活性を有する化合物が多く存在しますが、天然か

らは僅かな量しか得られません。これら天然物を創薬シーズとして有効に活用するためには人工的に化学合成する必要があります。一例として、抗がん剤であるエリブリンは海綿から単離された天然物である halichondrin B を基に化学合成された医薬品です。ズワイガニの甲羅に生息する細菌から phomactin A と呼ばれる天然物が単離されており、血小板活性化因子 (PAF) 受容体のアンタゴニストとしての活性を有していることが明らかとなっていました。そのユニークな炭素骨格ゆえに化学合成は困難でした。私は、phomactin 類の生合成を模倣し、酸化反応を巧みに利用することで phomactin A を含む phomactin 類縁体6種の化学合成を達成しました (図1、参考文献1)。さらに、合成

した phomactin 類の活性評価に加え、抗 PAF 作用を癌放射線治療のアジュバントとして利用する共同研究へと展開いたしました。

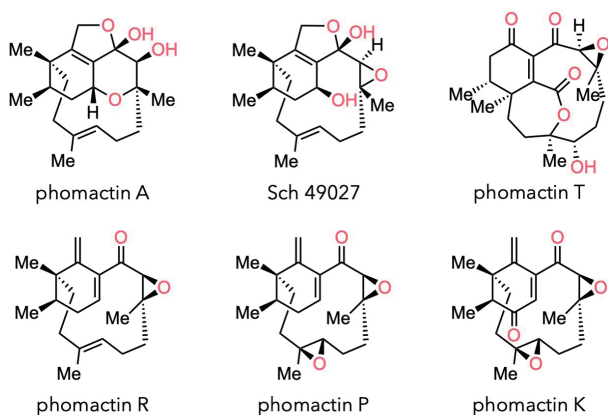


図1. 化学合成した Phomactin 類.

## 分子をこわす

炭素-炭素結合は有機分子の骨格を成す重要かつ強固な結合であり、有機合成化学は炭素-炭素結合形成反応の開発を基に発展してきたと言っても過言ではありません。一方で、従来不活性と考えられてきた強固な炭素-炭素を切断し、機能的官能基として新たな結合形成反応へと利用することができれば、我々人類が合成可能な分子群は飛躍的に拡充するはずで。私は、環状アミンの2位-3位間の炭素-炭素単結合を切断し、3位の炭素原子とフッ素、塩素、臭素などのハロゲン原子との結合形成を可能にする反応を開発しました(図2, 参考文献2, 3)。本反応を利用することで、トリペプチド中のプロリン残基をメチオニン残基へと変換するという従来の有機合成の常識では考えられなかった分子変換が可能となりました。

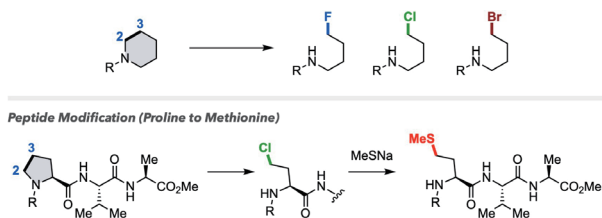


図2. 環状アミンの開環ハロゲン化反応の開発とペプチド装飾への応用.

## これからの研究

天然由来の酵素は温和な条件にて驚くべき選択性と特異性で化学反応を触媒しますが、限られた形式の反応にしか利用できません。一方我々人類は、遷移金属触媒を創製することで、オレフィンメタセシスやクロスカップリング反応(2005、2011年ノーベル化学賞)などの酵素には成し得ない革新的な分子変換を可能としてきましたが、遷移金属触媒の構造が比較的単純であるため選択的な反応には不向きです。そこで、遷移金属錯体が有する多彩な結合形成能と天然酵素が有する高い選択性・特異性を兼ね備えた人工酵素の創出することで、これまで困難と考えられていた分子変換が可能になるのではないかと着想しました。本プロジェクトは始まったばかりでまだ何もご報告できることはありませんが、白眉研究者としての5年間でどこまで到達できるかご期待ください。

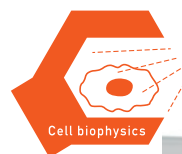
## 参考文献

- [1] Kuroda, Y. *et al.*, *Nat. Chem.* **2018**, *10*, 938.
- [2] Roque, J. B.\*; Kuroda, Y.\*; Göttemann, L. T.; Sarpong, R. (\*co-first author) *Science* **2018**, *361*, 171.
- [3] Roque, J. B.\*; Kuroda, Y.\*; Göttemann, L. T.; Sarpong, R. (\*co-first author) *Nature* **2018**, *564*, 244.



## ● 下林 俊典 特定准教授

### Shunsuke SHIMOBAYASHI (Associate Professor)



**研究課題:** 非膜型分子集合体を用いた遺伝子転写過程の光操作  
(Opto-regulation of transcriptional landscape by biomolecular condensates)

**専門分野:** 生物物理、細胞生物学、ソフトマター物理 (Biophysics, Cell biology, Soft matter physics)

**受入先部局:** iPS細胞研究所 (CiRA) (Center for iPS Cell Research and Application)

**前職の機関名:** プリンストン大学 化学工学・生物工学科  
(Chemical and biological engineering, Princeton University)

2022年5月1日付 京都大学 iPS細胞研究所 准教授として採用されました。

和歌山の豊かな自然の中で育った私は、寒い冬になぜ雨が雪に変わったり、水たまりが凍ったりするのか?といった自然界でみられる相転移現象に小さい頃から興味をもってきました。京都大学理学部の学部生時代に、われわれの身体を構成する $10^4\text{m}$ 程度の小さな細胞においても類似する相転移現象がみられることを知り、それ以来そのような現象に興味を持って研究を行っています。ここ最近では、水蒸気の温度を下げると水滴が形成されるように、細胞内の分子も環境変化にตอบสนองして自発的に集合体を形成し、その集合体が生物学的に重要な機能を担っていることが分かってきています。白眉プロジェクトでは、分子集合体の形成を制御する新しい光技術を開発し、分子集合体が遺伝子発現やシグナル伝達にどのように寄与しているかを物質科学的なアプローチで明らかにします。このような研究を通して癌といった難病の治療法の開発も目指します。

Since I was a child, I have been fascinated by phase transitions in nature. I remember that I was always asking myself and my parents such questions, “why do the rains turn into snow in cold days?” When I was an undergraduate student in Kyoto university, I learned that similar phase transitions occur in a tiny element of our bodies, i.e. a single cell. Since then, I have been excited at uncovering the fundamental physical principles. Recently, there is growing evidence that intracellular molecules (e.g. proteins and RNA) can self-assemble into biomolecular condensates, as we see the formation of water droplets on leaves in a cold morning, and they play roles in biological functions. In this Hakubi-project, I will develop novel opt-tools to regulate the assemblies of intracellular molecules and reveal the roles on gene expression and signal transduction from a biophysical point of view.

### 細胞内でみられる相転移現象

寒い朝に水たまりが凍るように、自然界には物質の相状態が変化する現象であふれています。相転移といわれるこのような現象は、われわれの身体を構成する小さな細胞においても同様にみられることが、イメージングなどの昨今の技術的な革新によってわかりました。例えば、水蒸気の温度を下げると水滴が形成されるように、細胞内のタンパク質やRNAは環境変化にตอบสนองして自発的に集合体を形成し、その集合体が生物学的に重要な機能を担っていることが分かってきています。また、水が氷になるように、タンパク質が異常凝集し繊維化することが神経変性疾患の発症に関与することも指摘されています。このような細胞内でみ

られる相転移・相分離現象の基礎メカニズムを解明し、医療応用することは21世紀の生命科学の最も重要なミッションの一つといえます。

### 分子集合体の核生成メカニズム

私はタンパク質やRNAが細胞内で自発的に分子集積することで液体的な新しい相が出現するプロセスの物理に興味を持って研究を行ってきました。新しい相状態が出現する過程は核生成と呼ばれ、無生物を対象として統計物理学やマテリアルサイエンスの分野において100年以上も実験理論双方から研究がなされてきました。一方で遺伝子工学技術の急速な進展により、細胞内核生成過程をふくめ様々な生命現象を光で制御す

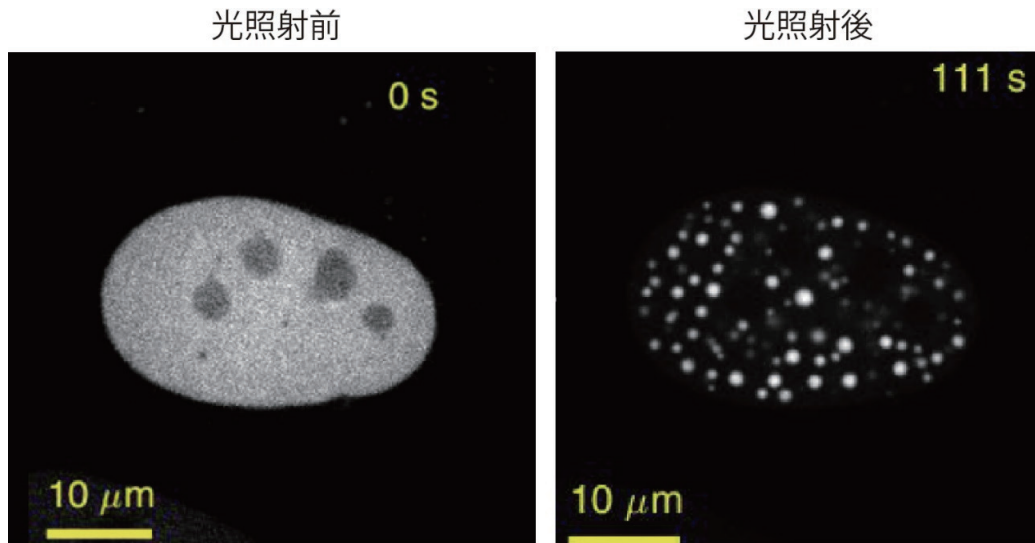


図1 光によって細胞核内部で誘起される非膜型分子集合体.

ることが可能になってきています (図1)。私は長年蓄積されてきた物理学の知と最先端の光技術を融合し、細胞内でみられる RNA とタンパク質が集積する過程を定量的に解明することに取り組みました。その結果、細胞内でみられる核生成プロセスはこれまで無生物で議論されてきた古典的な核生成理論の枠組みに基づいた理論予測と定量的に合致することがわかってきました [1]。また、細胞内では多種多様なタンパク質などの生体高分子が不均一に分布しています。この不均一分布したアミノ酸や RNA の配列が核生成の核 (シード) としての役割を果たし、細胞内でのヘテロな核生成ランドスケープを規定することを解明しました。

### 分子集合体を光で制御し、その機能を探る

細胞内には、脂質膜をもたず分子間の相互作用だけで集積する分子集合体 (biomolecular condensates) が様々な生物学的機能に対応してダイナミックに生成と消失を繰り返しています。これからは、そのスペシフィックな機能に紐づいた分子集合体の形成を制御する新たな技術を開発し、分子集合体の生物学的機能を定量的に解明していくことが重要であると考えています。白眉プロジェクトでは、ゲノムや細胞膜と相互作用しながら形成される分子集合体を時空間的に光で制御する技術を開発し、遺伝子転写過程やシグナル伝達といった生物学的機能と分子集合体の関連を解明します。

### 無限の可能性を秘めた細胞；新しい学術とイノベーションの創出

非膜型分子集合体の液-液相分離現象だけでなく脂肪滴でみられる液体-液晶転移 [2] など、これまでソフトマター物理学分野などで研究されてきた相転移・相分離現象が、細胞を舞台として美しく融合しつつあります。このような学際的研究は我々の細胞生物学としての理解を深めるだけでなく、医療応用に絶大なポテンシャルをもつ新しい技術がうまれる場にもなっています。また、細胞は物質やエネルギーが絶えず変化する非平衡な環境といえます。生命現象を厳密に制御し量を測ることが技術的に可能になってきた現代において、新たな物理が発見される機運も隆盛してきました。無限の可能性を秘めた細胞を舞台に、多様なバックグラウンドを持つ皆さんとコラボレーションすることで、新しい学術とイノベーションを「京都」から創出することを楽しみにしています。

### 参考文献

- [1] Shimobayashi, S. F., *et al.*, *Nature* **599**, 503–506 (2021).
- [2] Shimobayashi, S. F., *et al.*, *PNAS* **17**, 25440–254445 (2019).



## ● 慶 昭蓉 特定准教授

### CHING Chao-jung (Associate Professor)

研究課題：内陸アジアにおける書写文化の急発展と諸胡の興起  
(Boom of writing and rise of "Huns" in Inner Asia)

専門分野：古代中国とイスラム化以前の中央アジアの歴史学・文献学  
(History and Philology of Ancient China and Pre-Islamic Central Asia)

受入先部局：人文科学研究所 (Institute for Research in Humanities)

前職の機関名：コレージュ・ド・フランス  
(Collège de France)



フランス国立高等研究院への留学中、ヨーロッパなどに保管される、数多くの中央アジア出土写本を調査した。2009年には、天山とタクラマカン砂漠に挟まれた古代亀茲(クチャ)の地域で現地調査を開始した。その主要な成果は、趙莉・榮新江編『亀茲石窟題記』(全三巻、2020)として出版された。並行して、自身の研究では、クチャ・カローシュティー文字の解読、各国探検隊記録の対照分析など、その他のテーマも扱い、2015年には龍谷大学で非破壊デジタル顕微鏡による手法を学んだ。広義の中央アジア史については、2021年にコレージュ・ド・フランスで講義を共同で担当し、考古学と言語資料を組み合わせて、漢籍資料が有する価値を考証した。

自眉プロジェクトでは、文献学と文化史の観点から、イスラム化以前の内陸アジアの繁栄を復元することをめざして、これまでの経験と構想を結び付けたい。

During my study at the École Pratique des Hautes Études, I started investigating numerous manuscripts discovered from this region that are presently kept in Europe and other countries. In 2009, I began to organize fieldwork around Ancient Kucha, a kingdom situated between the Tianshan mountains and the Taklamakan Desert. One of the main results of this fieldwork was published as L. Zhao and X. Rong (eds.), *Cave Inscriptions in Ancient Kucha* (3 vols. 2020). In addition, I have taken other approaches for my individual research, such as the decipherment of the "Kucha-Kharoṣṭhī" script, and the comparative analysis of expedition records. In 2015, I learnt non-destructive digital microscopy at Ryukoku University. As to the History of Central Asia in a broader sense, I helped to open a seminar at the Collège de France in 2021 by critically reading Chinese classics together with archaeological and linguistical data. For my Hakubi project, I will integrate my research ideas and experiences in order to reconstruct the prosperity of pre-Islamic Inner Asia from the perspectives of philology and cultural history.

### The *Hu* 胡 peoples in the eyes of Ancient Chinese: A shifting concept

In the *Shiji* 史記, namely the *Record of the Great Historian* finished around 94 BCE, the character *hu* 胡 was commonly used to indicate the "barbarians" in the north and northeast of China. For most of its attestations in this work, the character can be perceived as another name of the Xiongnu 匈奴, the nomadic confederation that threatened the Qin 秦 and Han 漢 dynasties for more than three centuries.

Since the birth of Sinology, scholars have been debating whether the Xiongnu in Chinese sources could be exactly the ancestor of Attila the Hun (? – 453) who invaded Europe. Moreover, in the 1960s, the term "Iranian Huns" was intro-

duced by numismatists to conceptualize the nomadic traits and their respective inscriptions on Central and South Asian coins such as the Kidarites, the "Alkhans", the "Nēzaks" and the Hephthalites. Although the chronology of these coins is under analysis, this issue is to be compared with a well-known phenomenon in Medieval China that the word *Hu* 胡 designated more and more often non-Chinese peoples in Northwest China, Central Asia and Iran. In the 6<sup>th</sup> – 8<sup>th</sup> centuries, *Hu* almost became another name of the Sogdians, an Iranian people based on Samarkand and expert in trade in Eurasia. There seemed to be a group of tribes united under the political identity of Xiongnu/*Hu* 胡 who departed from the foothills of the Altai in waves around 350 – 360 CE;

some crossed the Amou Daria, some crossed the Volga, and some others gradually sedentarized around Sogdiana (in the Sogdian language *xwn*) in today's Uzbekistan, Tajikistan, Kazakhstan, and Kyrgyzstan.

## Development of writing cultures around the Tarim Basin

Side by side with this movement, there also seemed to be a sudden growth of local writing cultures around the oasis states. To take the ones around the Tarim Basin as an example, most of the textual material found there that can be safely dated to the 3<sup>rd</sup> century or earlier are Chinese ones, usually on wood, although there is also a minor amount of Gāndhārī Buddhist scripture – written on palm leaf folios and birch bark scrolls – which show typical features of the Kharoṣṭhī script in Northwest India. In addition, there are huge collections of wooden and leather documents from Niya and Loulan, at the southern and eastern edges of the basin, respectively, being mainly official and civil ones written in localized Gāndhārī and a regional variant of Kharoṣṭhī. However, their exact dating is still a matter of controversy.

From the 4<sup>th</sup> century on, writing traditions around the basin became divergent. While the administrative tradition of using Gāndhārī and Kharoṣṭhī as the official language and script continued in Kucha for a longer period [Fig. 1], Brāhmī became the standard script to write native languages such as Kuchean (Tocharian B) and Khotanese. It is noteworthy that in this period, the Kucheans usually recycled paper scrolls of Chinese Buddhist texts or used blank paper when copying their Sanskrit and Kuchean literature. This reveals the crucial role of paper in the development of literacy among the oasis states, being partially a ripple effect of the trend of translating the Buddhist canon into Chinese approximately in the same period.

## Paper in Samarkand: The historical truth behind the legend ?

Nowadays, most scholars agree that papermaking was invented or improved by Cai Lun (? – c. 121 CE). Nevertheless, in order to explain its slow spread, people often repeat a story that this technology was introduced into Samarkand after the Battle of Talas. While the fame of paper industry in Samarkand is beyond all doubt, to trace it back to a few Tang 唐 prisoners in 751 CE is questionable. In fact, a series of Sogdian “Ancient Letters” found near Dunhuang 敦煌, being written around the 310s in archaic Sogdian and on paper, implies the possibility that the Sogdians and other western

peoples paid attention to this product at an early stage. In 2017 – 2018, together with Enami Kazuyuki (Emeritus Professor, Ryukoku University), I discovered cotton fibres from a few ancient paper fragments written in Chinese, Sogdian [Fig. 2] and Kharoṣṭhī in the Otani Collection [2, 3]. It implies that some oases around the Tarim Basin fabricated paper by mixing cotton rags and cotton fibres into pulp long before the Tang conquest in the 640s. As a Hakubi Researcher, I will continue to investigate this phenomenon by reflecting the concurrence/competition among various languages, scripts and writing material in Inner Asian societies during the full bloom of their pre-Islamic histories.



Fig. 1 TS 42, a decree issued by Kuchean king, written on a wooden tablet in the Kucha-Gāndhārī language and the Kucha-Kharoṣṭhī script (© BBAW/SBB - Preussischer Kulturbesitz Orientabteilung). See my text edition in [1].

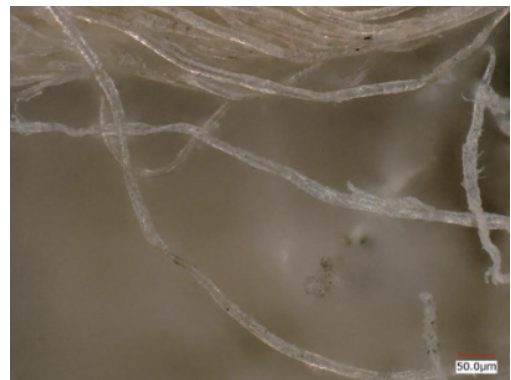


Fig. 2 Microscopic photograph of Otani 6117, written in an archaic type of the Sogdian script and in an early phase of the Sogdian language, with blurred Chinese text on the other side. Probably written in the late 4<sup>th</sup> century CE near Loulan (© DARC & Omiya Library of the Ryukoku University). Larger image in [3].

## References

- [1] 慶昭蓉「克孜爾出土德藏佉盧文龜茲王詔諭與契約文書研究」, 朱玉麒主編『西域文史』第9輯, 北京, 科學出版社, 2014年, 51–73頁。
- [2] 慶昭蓉「從棉纖維在新疆出土古紙的出現談起」, 榮新江主編『絲綢之路上的中華文明』, 北京, 商務印書館, 2022年。(forthcoming)
- [3] Ching, C. et al. (2021), “Paper in eighth-century Kucha: Discovery of cotton fibres within Chinese and Kuchean documents”, *Central Asiatic Journal*, vol. 63, issue 1/2, 71–10.



## ● 杉村 和幸 特定助教

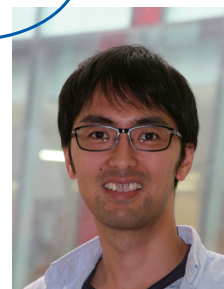
**Kazuyuki SUGIMURA (Assistant Professor)**

**研究課題:** 大規模数値流体シミュレーションによる初代銀河形成理論の構築:  
宇宙の大規模構造から星・ブラックホールまでの統一描像  
(Simulating first galaxy formation: unified picture  
from cosmological structures to stars and black holes)

**専門分野:** 宇宙物理学、宇宙論 (Astrophysics, Cosmology)

**受入先部局:** 理学研究科 (Graduate School of Science)

**前職の機関名:** 東北大学大学院 理学研究科  
(Graduate school of science, Tohoku University)



人類は太古の昔から「宇宙の誕生と進化」の謎に惹き付けられてきました。私自身もこの謎に惹かれて研究の道を目指し、博士号をビッグバン前に起こったとされる宇宙の加速膨張の研究で取得し、その後はビッグバン後の宇宙に星やブラックホールといった小スケール天体が形成する過程の研究に主に取り組んで来ました。

この白眉期間中には、これまでの研究から次の段階へと進み、宇宙進化の重要なマイルストーンである宇宙で最初の銀河 (初代銀河) の誕生に迫ることを目的に研究を進めます。各階層の宇宙物理現象の最新の理解をモデル化して大規模流体シミュレーションの中で切れ目無く紡ぎ合わせることで、ビッグバン後の宇宙に初代銀河が形成する過程を計算機の中で「第一原理的」に再現し、宇宙の大規模構造から星・ブラックホールに渡る初代銀河形成の統一描像を構築することを目指します。

Humankind has been attracted to the mystery of “the birth and evolution of the Universe” since ancient times. I have also been attracted to this mystery and eventually aspired to be a researcher. I obtained a doctoral degree in research on the accelerated expansion of the early Universe, considered to have occurred before the Big Bang. Thereafter, I have been working on small-scale astronomical objects such as stars and black holes that form after the Big Bang.

As a HAKUBI scientist, I will set a new research goal of revealing the birth of the first galaxies in the Universe, which is an important milestone in the evolution of the Universe. I will try to reproduce the formation of the first galaxies after the Big Bang in a computer in a “first-principle” way, by seamlessly implementing the latest understanding of small-scale astrophysical phenomena in various layers into galactic-scale hydrodynamics simulations. With the help of the simulations, I will aim to develop a unified picture of the first galaxy formation, from the large-scale structure of the universe to small-scale objects such as stars and black holes.

### 宇宙の誕生と進化

我々が存在するこの宇宙はどのように誕生し現在まで進化したのか? このような問いを一度は持った経験のある人は多いのではないのでしょうか。人類は太古からこの問いの答えを求め続け、今では宇宙は高温高压の火の玉として誕生し膨張しながら進化したというビッグバン宇宙論を標準理論として手にしています。しかし、膨張する宇宙の中で、我々の知る多種多様な

天体がどのように生まれ、どのようにして宇宙が現在の姿をなすに至ったかの理解は限られたままです。大枠として、まず宇宙で最初の星 (初代星)、次に宇宙で最初の銀河 (初代銀河) が生まれ、その後さらに長い年月をかけて我々の天の川銀河をはじめとする現在の銀河が作られたと考えられていますが (図1参照)、その内実は依然として謎に包まれています。

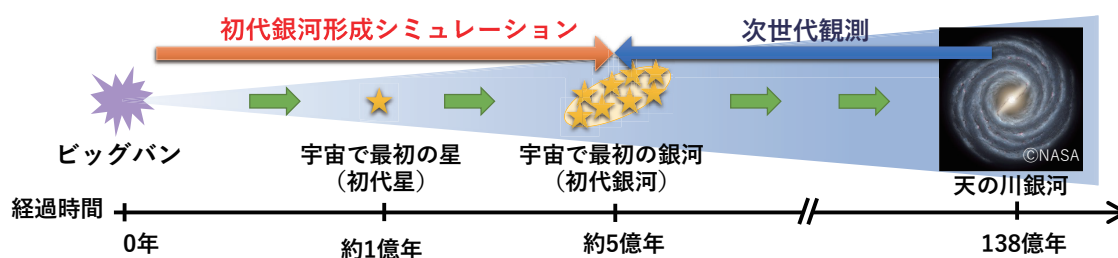


図1 ビッグバンから現在までの宇宙進化の概要図。

## シミュレーション宇宙物理学の発展

近年、計算機技術の進歩を背景にシミュレーション宇宙物理学がめざましい発展を遂げ、宇宙の各階層で起こる様々な宇宙物理現象の理解が急速に進んでいます。宇宙の進化に関しても、ビッグバンから初代星形成までの進化について、既知の物理・化学過程に基づく第一原理的シミュレーションにより多くのことが明らかにされています。私も、コード開発から手がけた大規模流体シミュレーションにより、初代星が単独の星ではなく連星や多重星として生まれるという、初代星がその後の宇宙進化に与える影響を考える上で重要になる事実を明らかにしました（参考文献 [1]、図 2）。一方で、現在に至る銀河形成過程については、その解明を目指し世界的に巨大シミュレーションプロジェクトがしのぎを削っているものの、銀河を構成する大量の物質の宇宙年齢に渡る長時間発展を計算することは計算コストの観点から現代の計算機技術をもってしても困難であり、シミュレーションで記述可能なスケールと銀河内で起こる各宇宙物理現象のスケールの間にギャップが生じ不定性の原因となっています。

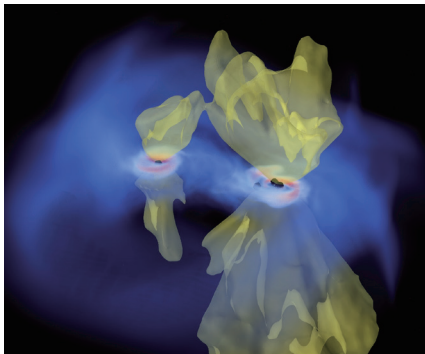


図 2 形成途上の初代星連星（参考文献 [1]）。

## 第一原理的初代銀河形成シミュレーション

そこで、私は宇宙進化において初代星形成の次のマイルストーンに当たる初代銀河形成に着目しました。初代銀河は宇宙初期に低質量銀河として形成すると考えられており、通常の銀河と比べて少量の物質の短時間の発展の記述で済むことから計算コストが大幅に抑えられるため、宇宙物理学の各分野の最新の知見を結集して最先端の計算機技術と組み合わせることで、各階層の宇宙物理現象を切れ目無く積み上げた「第一原理的」な銀河形成シミュレーションを実現できる可能性があります。私はこの白眉期間中に、「初代星」、「ブラックホール」、「低金属星団」といった初代銀河の形成に主要な役割を果たすと考えられる天体について、最新の理解（例えば参考文献 [1,2]）をモデル化して組み込んだ大規模銀河形成シ

ミュレーションをおこない、ビッグバン後の宇宙に初代銀河が形成する過程を計算機の中で再現することを目指します。そして、その結果に基づき、宇宙の大規模構造から星・ブラックホールまでの広範なスケールに渡って整合的な初代銀河形成の統一描像を探究します。

## シミュレーションと観測の邂逅

初代銀河は、NASA の JWST 衛星や日本を含む国際プロジェクトの TMT 望遠鏡をはじめ次世代大型観測計画の主要ターゲットであり、史上初の観測が目前に迫っています。そのため、私が進めようとしているような、初代星からその先へと時代を前進する第一原理的シミュレーションのフロンティアと、より遠方の宇宙初期の銀河へと時代を遡る観測のフロンティアが、初代銀河を舞台についに邂逅する瞬間が間もなく訪れると期待されま（図 1）。そうなれば、理論と観測の相乗効果により初代銀河の理解が急速に進むことは想像に難くありません。本研究においても、シミュレーション中の初代銀河の疑似観測などを通じて観測的研究との協調を図る予定です。

## さらに先へ

白眉期間中は初代銀河形成の解明を目指して研究を進めますが、宇宙の進化の解明はそれで終わりではありません。長期的には、初代銀河の研究で得た知識や経験をもとに、我々の天の川銀河のようなより後の時代に形成する銀河も含めた宇宙の銀河形成史の全容解明へとつながっていくつもりです。さらに、ビッグバン後の宇宙進化の理解を確立することは、直接見ることでできないビッグバン前の宇宙で起きた現象の微かな痕跡（例えば参考文献 [3]）の観測的な探査の可能性を拓けることにつながります。果てしない話になりますが、究極の目標である「宇宙の誕生と進化」の解明に向けて、白眉期間中の研究を足がかりに大きなスケールで研究を展開していきたいと考えています。

## 参考文献

- [1] K. Sugimura, T. Matsumoto, T. Hosokawa, S. Hirano, K. Omukai, 2020, ApJL, 892, L14, “The Birth of a Massive First-star Binary”
- [2] K. Sugimura, M. Ricotti, 2020, MNRAS, 495, 2966, “Structure and instability of the ionization fronts around moving black holes”
- [3] K. Sugimura, E. Komatsu, 2013, JCAP, 1311, 065, “Bispectrum from open inflation”



## ● 田原 弘量 特定准教授

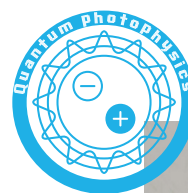
Hirokazu TAHARA (Associate Professor)

**研究課題:** ナノ構造半導体と量子協力効果を利用した散逸エネルギー再利用システムの開発  
(Optoelectronic energy recycling and quantum cooperative effects in semiconductor nanostructures)

**専門分野:** 量子光物理学、ナノ材料科学 (Quantum photophysics, Nanoscience)

**受入先部局:** 化学研究所 (Institute for Chemical Research)

**前職の機関名:** 京都大学化学研究所  
(Institute for Chemical Research, Kyoto University)



光や電気のエネギーを無駄なく利用することは、持続可能な社会に向けて私たちが直面している課題です。光検出器や太陽電池において光エネギーを電気エネギーに変換するとき、熱や輻射によるエネギー損失が生じています。私の研究のねらいは、物質の中で散逸しながら失われていくこれらのエネギーを無駄なく利用するエネギー再利用の技術を生み出すことにあります。

そのために利用するのはナノ構造半導体の量子効果です。ナノ構造半導体は、大きさが数ナノメートルという非常に小さなサイズであることから量子効果が顕在化し、バルク結晶では生じない現象が数多く現れます。私はこれまでに、光吸収によって複数の電子と正孔を内包した状態が生み出されるメカニズムを明らかにしてきました。マルチエキシトンと呼ばれるこの多電子状態は、電気信号を増大させる高いポテンシャルを有しています。多電子状態の特性を、1個のナノ構造体内に留めるのではなく、集団のナノ構造体によって協同的に利用できれば、散逸エネギーを回収する新しいシステムになると期待されます。本研究では、ナノ構造半導体の多電子状態と量子協力効果を合わせることで、散逸エネギーの回収と再利用が可能なシステムを生み出します。

Efficient use of light and electricity is an essential step towards a sustainable society. Optoelectronic devices such as photodetectors and solar cells are useful devices to obtain electric signals and energies from light. However, these light-to-current conversion processes cause thermal and radiative energy losses, which are serious problems of energy waste. Here, I study optoelectronic energy recycling in semiconductor nanostructures.

The strategy to realize optoelectronic energy recycling is to utilize a quantum cooperative effect in nanomaterials. In my recent studies, I have revealed ultrafast generation processes of electrons and holes in nanomaterials. In semiconductor nanomaterials with their sizes of several nanometers, photogenerated electrons and holes are strongly affected by the quantum confinement. Quantum-confined electrons and holes form unique quantum states called multiexcitons, which are hardly generated in bulk semiconductors. Since a multiexciton involves multiple electrons and holes, multiexcitons have a great potential to enhance electric signals in optoelectronic energy conversion. In order to boost photon-to-current conversion efficiencies via multiexcitons, my research focuses on electronic coupling between semiconductor nanostructures. I will establish a new energy recycling system in coupled nanostructures, where thermal and radiative energies are collected and recycled for optoelectronic energy conversion processes.

### 光と電気のエネギー変換

光エネギーと電気エネギーに関する技術は我々の生活を支える欠くことのできないものです。例えば、太陽電池は光エネギーを電気エネギーに変換するものであり、地球に優しいクリーンエネギーを生み出すことができます。また、電気エネギーを光エネギーに変換するものには発光ダイオードがあり、我々の生活を明るく照らしてくれます。光を電気にそして電気を光に変換する効率を高めることは、持続可能な社会の形成に向けて私たちが直面している課題の1つ

です。従来の方式を超えた新しいエネギー変換技術が、今まさに切望されています。

光電変換技術には半導体利用されており、さまざまな元素を組み合わせた化合物半導体を用いることで、より効率的な光電変換を目指した研究が活発に進められています。さらに、半導体の光学的・電子的特性とともに量子力学的な特性を利用することで、光・電子・量子による新しいエネギー変換技術に注目が集まっています。私の研究では、この光・電子・量子を組み合わせエネギー変換技術に挑戦します。

## 光はもっとたくさんの電気エネルギーを生み出せる

現状の光電エネルギー変換方式には理論的な限界があり、必ずエネルギー損失が生じています。例えば、太陽電池や光検出器では、吸収した光エネルギーよりも電気として取り出せるエネルギーは小さくなっています。このエネルギー損失は、電子の冷却過程における熱放出やキャリアの輻射再結合によるエネルギー損失過程が原因です（図1）。実際に、青い光は高いエネルギーを有していますが、この光を吸収したときには半分以上のエネルギーを熱として失っています。この熱エネルギーを捨てるのではなく、再利用することができれば光エネルギーの利用率を高めることができます。しかし、これらのエネルギー損失過程を抑制してエネルギーを再利用することは、従来のバルク結晶半導体（通常の大きなサイズの半導体）では困難なのが現状です。

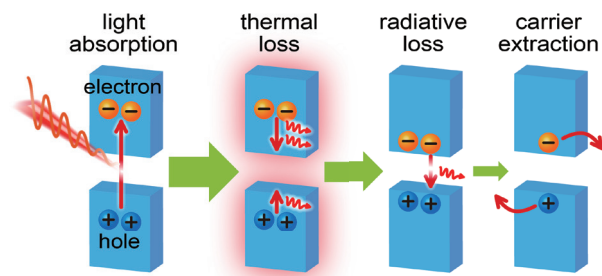


図1 光吸収後のエネルギー損失（熱放出，輻射）。最終的に利用できるエネルギーは光吸収直後よりも減少している。

## ナノと量子を使ったキャリア生成率の増大

そこで、利用するのがナノ構造半導体です。ナノ構造半導体は、大きさが数ナノから十数ナノメートルという非常に小さな半導体です。ナノメートルサイズまで小さくした半導体では、光吸収によって作られた電子と正孔の波動関数が量子力学的に閉じ込められることで、量子効果が顕在化し、大きなバルク結晶半導体では生じない物性過程が現れます。私はこれまでに独自のレーザー分光法を開発することで、強い量子閉じ込め状況下における光吸収とキャリア生成のメカニズムを解明してきました（参考文献1, 2, 3）。ナノ構造半導体では、光吸収によって多数の電子と正孔を内包した量子状態であるマルチエキシトンが生み出されますが、これはバルク結晶半導体では生み出すことが困難な特殊な量子状態です。このマルチエキシトン状態は多数のキャリアを内包しているので、光電変換におけるキャリア生成率を高め、電気信号や電気エネルギーを増大させる高いポテンシャルを有しています。

## ナノ構造体の集団的な量子効果をめざす

多数の電子と正孔を有するマルチエキシトン状態は、1個のナノ構造体内の物性過程として研究が行われてきました。マルチエキシトンが持つ特異な物性機能を1個のナノ構造体内に留めるのではなく、集団のナノ構造体によって協同的に利用できれば、熱や輻射によって失っていた散逸エネルギーを回収する新しいシステムになると期待されます。

そのために重要なのが、ナノ構造体間の協同過程をいかに強めるかという点です。ナノ構造半導体はさまざまな方法で合成されますが、ナノ構造体どうしを自在に結合し、その協同過程を制御する技術は確立されていません。本研究では、化学的アプローチと物理学的アプローチを組み合わせることで、ナノ構造体間の結合を強めたナノシステムを開発します（図2）。表面化学処理によるナノ構造体どうしの結合制御と、レーザー分光による量子干渉制御を組み合わせることで、集団ナノ構造体の量子協力効果を引き出し、散逸エネルギーの共有と再利用が可能なシステムを生み出します。

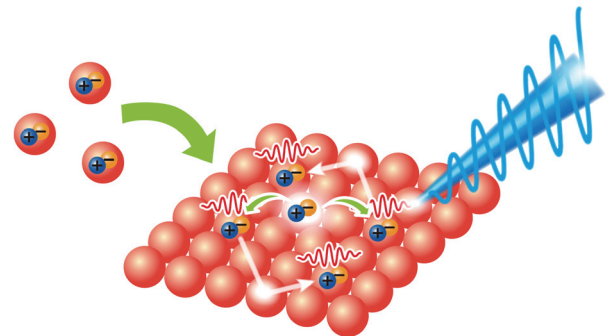


図2 ナノ構造体の集団的な量子効果によって、エネルギー再利用システムをめざす。

## 参考文献

- [1] H. Tahara, M. Sakamoto, T. Teranishi, and Y. Kanemitsu, *Harmonic Quantum Coherence of Multiple Excitons in PbS/CdS Core-Shell Nanocrystals*, Phys. Rev. Lett. 119, 247401 (2017).
- [2] H. Tahara, M. Sakamoto, T. Teranishi, and Y. Kanemitsu, *Quantum coherence of multiple excitons governs absorption cross-sections of PbS/CdS core/shell nanocrystals*, Nat. Commun. 9, 3179 (2018).
- [3] H. Tahara, M. Sakamoto, T. Teranishi, and Y. Kanemitsu, *Collective enhancement of quantum coherence in coupled quantum dot films*, Phys. Rev. B 104, L241405 (2021).



## ● 東島 沙弥佳 特定助教

Sayaka TOJIMA (Assistant Professor)

**研究課題:** 文理両方の視点からしっぽの喪失について考える、総合的「しっぽ学」の創設  
(Establishment of "Shippology":  
a biological and cultural-anthropological approach towards tail loss)

**専門分野:** しっぽ, 形態学, 生物学 (All about tail (Shippology), Morphology, Biology)

**受入先部局:** 総合博物館 (The Kyoto University Museum)

**前職の機関名:** 大阪市立大学大学院医学研究科  
(Graduate School of Medicine, Osaka City University)



しっぽ、と言われれば皆さんはどんなものを想像されますか？ ペットだったり、動物園の動物だったり、きっと皆さんの思い描くしっぽは十人十色でしょう。多くの生物は様々な形のしっぽを、多様に使っています。だから、しっぽの形を見ることで、生物の適応や進化を知ることができます。しかし、そんな我々には残念ながらしっぽがありません。不思議ですね。これこそが私の研究テーマです。失くしてしまったしっぽという存在が、我々はどのように「ひと」となったかを知る鍵だと私は考えています。「ひと」とはシンプルな言葉ですが、生物学的な種としての「ヒト」と人間性を備えた「人」という2つの意味を持っています。これら両方の成り立ちを知るには、生物の形態的多様性とその形成過程を知るための生物学的アプローチ、そして人間の認知の変遷を知るための人文学的アプローチの両方が必要です。人文学と生物学という異なる視点からしっぽの喪失という一つの事象を考える「しっぽ学 (Shippology)」を発信していきたいと考えています。

When you hear the word "tail," what do you think of? You might imagine your pets, an animals' tail in a zoo, or anything else you can imagine. Many creatures use tails of various shapes and sizes in a variety of ways. So, by looking at the shape of their tails, we can learn about their adaptation and evolution. But unfortunately, we don't have tails. It's a wonder, isn't it? This is my research theme. I believe that our tail loss is the key to understanding how we became "human". The word "human" is a simple word, but it has two meanings: "human" as a biological species and "human" with humanity. To understand the origins of both, we need both a biological approach to understand the morphological diversity of organisms and the process of their formation, and a humanistic approach to understand the evolution of human cognition. I would like to disseminate "Shippology," which considers the tail loss from the different perspectives of humanities and biology.

### たかがしっぽ、されどしっぽ

曲がりなりにもしっぽの研究を生業とする私には、どうにも納得のいかないことがある。しっぽを出す、しっぽを巻く、しっぽを振る、とかげのしっぽ切り。しっぽに関する故事成語は、なぜにこうもネガティブなのだろう。そんなことだから、「しっぽ博士だ」と名乗る度に私は鼻で笑われるのである。だが、たかがしっぽと言うほど皆はしっぽのことを知るまい。しっぽとは実は、各生物の環境適応と系統進化を雄弁に語る形態的指標なのである。霊長類だけをとり調べても、しっぽの形態は長いものから短いものまで実に様々だ。樹

上性の種では主にしっぽをバランス維持に使う。中南米に棲む系統群の一部は、しっぽでぶら下がったり物を掴んだり、まるで5本目の手のようにしっぽを使う。あるいは、その他の系統群でもしっぽの上げ下げで群内の順位を示しあったり、互いに巻き付けあったりして社会的なコミュニケーションツールとして使用する。このように、1本あれば随分と便利に使えそうなしっぽという器官が、我々ヒトには全くない。一体なぜ、そしてどのように我々はしっぽを失くしてしまったのだろう。

## ヒト、人、ひと

我々を表す言葉は口に出してしまえばたった2音だが、カタカナ・漢字・ひらがなのいずれで表されるかによって、指し示す意味に違いがある。まず、「ヒト」とカタカナで書く時、それは生物学的な種である *Homo sapiens* のことを指す。

我々ヒトがいつ・どのようにしっぽを失くしたのか、実は現段階では解明されていない。まだ長いしっぽを持つ祖先種（約3500万年前）とすでにしっぽのない祖先種（約1500万年前）は発見されているものの、その間を埋めるような化石記録が発見されていない。そのため、ヒトがしっぽを失くした道程と要因の解明は一筋縄でいかないのだ。

しかし、わからないと言われると気になるのが「人」の性である。ヒトは文化や信仰など独自の人間性を発展させ「人」というアイデンティティを確立してきた。その過程で生まれた民話や神話には、しっぽに関する話が数多く存在する。生物としては随分と昔にしっぽを失くしたにも関わらず、我々人はしっぽのことが気になって仕方がないようである。私がしっぽの研究をしているのも、「人」だからこそなのかもしれない。

## 失くしたしっぽは「ひと」を知る鍵

そこで私は、しっぽの喪失という一つの事象に対し複数の研究アプローチで解明に取り組んでいる。「ヒト」がしっぽを失くした過程と要因の解明には、進化と発生に着眼した生物学的研究手法が有効である。しっぽの筋と骨格の形に非常に大きなバリエーションがあるが、こうした形態的多様性はいずれも体の形づくりを担う発生過程の変化から創出される。いわば、進化とは発生過程の変化の歴史とも言い換えることができよう。たとえば、本稿の冒頭からずっと私は「ヒトにはしっぽがない」と繰り返してきた。だがもっと正しく言えば、「生まれた段階のヒトにはしっぽが生えていない」のである。まだ我々が母親の胎内にいる頃、一旦はしっぽが生えるのだが、発生が進むと完全に消え去ってしまう。こうした発生現象のメカニズムを遺伝子レベルまで解明できれば、将来的にゲノム情報の助けを借りて進化の道筋の一端を明らかにすることも不可能ではない。

「ヒト」の歴史が発生過程に刻まれている一方で、「人」へと至った道程は民話や人文的史料から読み解くことができる。先述したように、しっぽに関する民話や神話は枚挙にいとまがない。動物のしっぽがなぜ短いかという説話や、しっぽの生えた人、あるいは複数のしっぽをもつ妖怪に関する記述は、人が自然環境やヒト以外の動物、あるいは同じヒトである他者をどのように認識してきたかという認知の変遷を雄弁に語る。

しっぽのない種である「ヒト」が、「人」になる過程で失くしたしっぽに思いを馳せてきた。こうして出来上がったのが、我々「ひと」なのだとは私に考えている。我々に備わった生物としての側面と人間としての側面、その両方の成り立ちを知る鍵こそが、しっぽなのだと思うのである。

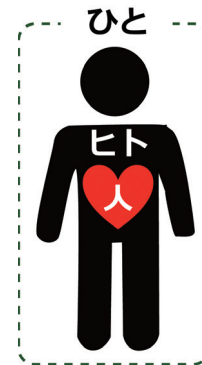


図1 生物学的な「ヒト」、人間らしい「人」を併せもつのが我々「ひと」。



図2 ヒトの胚発生過程。しっぽに注目。

## 参考文献

- [1] Tojima (2021) A tale of the tail: comprehensive understanding of the “human tail”. *J Korean Neurosurg Soc* 64: 340-345.
- [2] Tojima & Yamada (2018) Tail reduction process during human embryonic development. *J Anat* 232: 806-811.

## ● 中村 秀樹 特定准教授

Hideki NAKAMURA (Associate Professor)

研究課題: タンパク質の動的集合・離散を介した代謝制御機構への多角的アプローチ

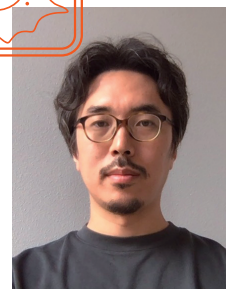
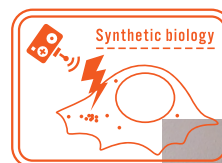
(Multi-disciplinary investigation into novel roles of dynamic protein assembly in cell metabolism)

専門分野: 合成生物学・細胞生物学・生物物理学 (Synthetic Biology, Cell Biology, Biophysics)

受入先部局: 工学研究科 (Graduate School of Engineering)

前職の機関名: 京都大学工学研究科

(Graduate School of Engineering, Kyoto University)



非平衡物理学からスタートし、分子生物学・生化学、神経科学、細胞生物学といった分野を渡り歩いた結果、「合成生物学」という分野に流れ着きました。生きた細胞内のタンパク質を外から「操作」する技術を基盤に、生命現象を『「操る」ことで「理解」する』ことを目指しています。

白眉プロジェクトでは、細胞のおもなエネルギー獲得手段であるグルコース (ブドウ糖) 代謝に関わるタンパク質群に注目します。特に、酸素を必要としない経路である解糖系の酵素群が、環境に応じてダイナミックに集合・離散する現象に着目し、この振る舞いを「操る」技術を開発します。さらに、この集合・離散がいつ・どこでどのように起こるかを直接「見る」実験系と、できあがった集合体にはどんな分子が含まれているかを網羅的に「知る」技術の確立を目指します。これら「見る」・「知る」・「操る」多角的アプローチによって、タンパク質のダイナミックな振る舞いが細胞にとって最も重要な代謝経路の機能に果たす役割の解明を目指します。

After experiencing several research fields, my current background is “synthetic biology”, which aims at understanding biological phenomena by “arbitrarily manipulating” them. My recent research interest has been developing tools to manipulate protein dynamics, such as diffusion, assembly and disassembly, inside living cells.

My research aim through Hakubi project is to elucidate the biological roles of dynamic assembly/disassembly of proteins involved in glycolysis. Glycolysis is a part of glucose metabolism pathway, which is the major source of biochemical energy. Relative activity of glycolysis is significantly altered in various diseases including cancer, underpinning the physiological importance of appropriate glycolysis regulations. Conventionally, glycolytic proteins were believed to be uniformly distributed throughout the cytosol. However, recent reports suggest that the proteins dynamically assemble and disassemble in response to environmental cues, such as hypoxic conditions or change in metabolite concentrations. This newly-found behavior may thus provide a novel mechanism of glycolytic regulation.

Currently, however, lack in methodologies to manipulate the assembly/disassembly, as well as in detailed and comprehensive description of the phenomenon, hinders our understanding of potential biological roles. I will therefore apply tools I developed to arbitrarily manipulate the assembly/disassembly of glycolytic proteins. Moreover, I will establish methods to image the protein dynamics inside living tissues, and to comprehensively identify the proteomes included in the protein assembly. This multi-disciplinary approach to dynamic protein assembly/disassembly will reveal the novel regulation mechanism of glucose metabolism pathway, potentially contributing to novel therapeutics for diseases including cancer.

### タンパク質の集合・離散を「操る」合成生物学技術

私は、生命現象を『「操る」ことで「理解」する』ことをめざす合成生物学 (synthetic biology) という分野に身をおいています。これまでの研究の技術的基盤は、生きた細胞内の特定のタンパク質間の結合・解離を、細胞の外から「操る」技術です。操るための刺激として小分子化合物を使うものを CID、光刺激を使うもの

を LID と呼びます。これらは細胞に大きな影響を与えず、1分以内という高い時間分解能で生きた細胞内のタンパク質を「操る」ことができるため、さまざまなタンパク質に応用され一定の成果をあげています。つまり CID・LID は細胞内のさまざまな生命現象を「操る」ための、いわば“スイッチ”である、といえます (図1a) (参考文献1)。

この CID・LID を基に、タンパク質の集合・離散



を「操る」技術の開発に成功しました。そのひとつが iPOLYMER で、これは CID・LID でつかうタンパク質 2 種類を、それぞれタンデムにつなげたものを用います。CID・LID はひとつひとつのタンパク質同士を“くっつける”技術ですが、iPOLYMER はくっつく部分が複数あることで、多くのタンパク質分子の“集合・離散”を「操る」ことができます (図 1b) (参考文献 2, 3)。

iPOLYMER は人工的に細胞に発現させたタンパク質の集合・離散を「操る」技術ですが、細胞の中で自然に集合してしまったタンパク質を離散させる技術の開発にも成功しました。この技術を ActuAtoR と名づけ、現在さらに発展させるべく検討を続けています。

### グルコース代謝経路間のバランス調節 – 生理学的重要性・疾患との関連 –

細胞は、おもにグルコース (=ブドウ糖) 代謝反応から必要なエネルギーを得ます。この代謝経路は、酸素を必要とする好氣的代謝と、酸素を必要としない解糖系に分けられます。細胞はさまざまな環境の変化に応じて、これら二つの経路の間のバランスを緻密に制御しています。

好氣的代謝と解糖系のあいだのバランスの重要性は、このバランスがさまざまな疾患において大きく崩れることから示唆されます。たとえばガン細胞では、酸素が豊富な環境においても解糖系の活動が好氣的代謝に比べて高いレベルを保ち、この解糖系優位の代謝がガン細胞の生存に有利に働くと考えられています。

しかし、このように重要な好氣的代謝と解糖系のバランスが、実際にどのような機構で調節されているのかは、数多くの研究者による長年の探究をもってしてもなお、十分に解明されていません。

### 解糖系タンパク質はダイナミックに集合・離散する？その意味は？

好氣的代謝と解糖系は、細胞内の別々の場所で行われます。好氣的代謝はミトコンドリアで行われるのに対し、解糖系は細胞質全体で一様に進行すると考えられてきました。しかし最近、解糖系タンパク質がダイナミックに集合・離散して集合体をつくるという報告が相次ぎました。これらはさまざまな生物で報告され、

生き物にとって普遍的な現象であることを予感させます。さらに、低酸素環境やグルコース代謝産物の増加で集合・離散が制御される例もあり、私はこの現象がグルコース代謝経路間のバランス調節に関係する可能性が高い、と考えています。

しかし現段階では、解糖系タンパク質の集合・離散を自在に操作する技術がないことから、この振る舞いがどのような意味を持つかは不明です。そこで私は、タンパク質の集合・離散を「操る」技術を解糖系タンパク質に応用し、解糖系タンパク質のダイナミックな集合・離散がグルコース代謝において果たす役割を明らかにすることを目指します。

さらに、この集合・離散がいつ・どこで・どのように起こるかを直接、顕微鏡を通して「見る」方法論と、プロテオミクス解析という手法を用いて、できあがった集合体に含まれるタンパク質を網羅的に「知る」方法論を確立します。細胞内タンパク質のダイナミックな集合・離散に、「見る」・「知る」・「操る」という多角的アプローチで迫り、細胞が生きていく上で必要なエネルギー獲得経路の新しい調節機構を明らかにします。

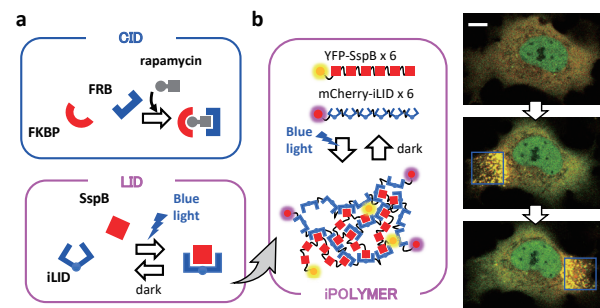


図 1 生きて細胞内のタンパク質を「操る」合成生物学技術 (参考文献 3)。a) 小分子化合物および光刺激で、特定のタンパク質間の結合・離散を「操る」CID・LID。b) LID を基に開発した iPOLYMER。細胞内の一部 (青い正方形) に光刺激を与えると、刺激した場所でのみタンパク質 (赤・緑の 2 種類) が集合し、刺激をやめると解離する。

### 参考文献

- [1] Kim A.K., DeRose R., Ueno T., Lin B., Komatsu T., Nakamura H., Inoue T., *Sci. Signal.* (2016), 9 (414): re1.
- [2] Nakamura H.\*, Lee A.A.\*, Afshar A.S., Watanabe S., Rho E., Razavi S., Suarez A., Lin Y.-C., Tanigawa M., Huang B., DeRose R., Bobb D., Hong W., Gabelli S.B., Goutsias J., Inoue T. (\*equally contributed), *Nature Materials* (2018), 17(10): 79-89.
- [3] Nakamura H., *Methods Mol. Biol.* (2021), 2312: 253-276.

## ● 包含 特定助教

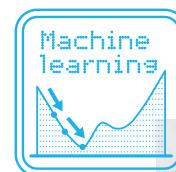
### Han BAO (Assistant Professor)

研究課題: 仕様検証可能な機械学習  
(Verifiable machine learning)

専門分野: 統計的機械学習 (Statistical Machine Learning)

受入先部局: 情報学研究科 (Graduate School of Informatics)

前職の機関名: 東京大学大学院 情報理工学系研究科  
(Graduate School of Information Science and Technology,  
The University of Tokyo)



現代社会では計算能力や計算資源の発達によって膨大な量のデータが収集可能になり、科学や意思決定においてデータ駆動型の知識発見はますます重要になりつつあります。統計的機械学習とはそのような推論を支える技術の一つであり、統計的手法を援用した帰納推論を現代的な計算機上で実現する分野です。

機械学習はゲーム AI や自動運転など多様な領域で成功を取っていますが、帰納推論はその正しさを保証することが容易ではなく、このことが安全性を重要視する領域で機械学習を用いる妨げとなっています。

私はこれまで、収集したデータに大きな偏りが見られる場合や、第三者によるデータの改竄を想定する場合において、私たちが構築したアルゴリズムが期待する性能を達成できるかを検証する理論的枠組みを研究してきました。これを更に一般化し、利用者が推論に対して期待する「仕様」を予め明示し、構築したアルゴリズムが要請を満たすか検証を行う枠組みを目指しています。

As modern computational powers and resources enable us to collect a vast amount of data, data-driven knowledge discovery has become more and more important in science and decision making. Statistical machine learning is one of the key components to form the basis of such inference, by implementing statistics-based inductive inference on modern computers.

While machine learning has been successful in various domains such as game AI and autonomous driving, it is not straightforward to guarantee the performance of inductive inference, which often hinders machine learning from real-world applications in risk-sensitive domains.

I have been working on establishing a theoretical framework to verify whether our inference algorithm can achieve the expected performance under the situations where the collected data is largely skewed, or we need to defend against a third person's data perturbation. Ultimately, I aim to establish a framework to verify whether a learning algorithm satisfies properties specified by users.

## 機械学習予測の性能保証の難しさ

機械学習は統計的手法に基づく帰納推論、すなわち有限の観測を元にその背後に潜む法則性を導き出す方法論です。予測がどの程度正しいか、確からしいかを調べることは学問としての機械学習分野において大切な要素の一つであり、統計的学習理論という一大分野が広がっています。統計的推論は有限の観測を一般化するため、未知のデータに対する推論の正しさは蓋然的にしか保証できませんが、これまでの研究の蓄積によって、与えられたデータ量によって予測誤差を定量化できるようになってきました。これが汎化の学習理論です。汎化理論によれば予測モデルの複雑度に対し

て十分なデータ量があれば、汎化誤差（未知のデータに対する予測誤差）は限りなく小さくできることが知られています。これが昨今のビッグデータブームをはじめとする、巨大なデータを用いた機械学習の実応用における成功の理由の一つであると言えます。

ところが、機械学習の応用が進むにつれて、今まで想定されていなかった予測モデルの挙動が顕在化してきました。例えば、モデルに入力されるデータに対して人間が気づかないような微小な細工を加えることで、第三者が予測結果を恣意的に操作できてしまうという現象（敵対的攻撃）が知られています。また、モデルの学習時に用いたデータに内在していたバイアスに起

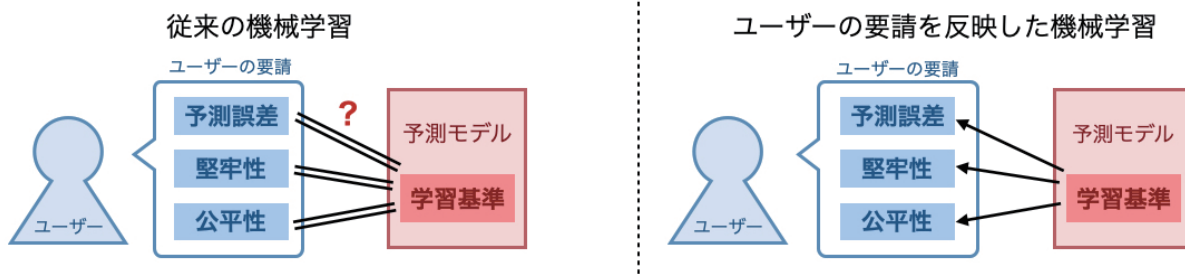


図1 予測モデルに用いる学習基準とユーザー要請とのギャップ。

因して、犯罪率予測プログラムが人種に基づいて予測を行ってしまうような公平性の問題が報告されています。このように、ひたすらデータを収集して予測モデルに学習させればよい、というわけにはいかなくなってきたのが機械学習の直面している問題です。

### 学習と評価のギャップを乗り越える

なぜ私たちは機械学習の予期しなかった挙動に直面しているのでしょうか。その大きな鍵として私が注目しているのが、学習基準と評価基準のギャップです。一般的な機械学習の枠組みは、収集したデータを用いて予測性能が高くなるようなモデルを作る「学習」のフェーズと、学習したモデルを使って実際に現象を予測し、想定通りに予測できているか定量化する「評価」のフェーズにわけられます。例えば、画像分類を行いたいのであれば対象の画像をできるだけ多く集めて分類モデルを学習させて、分類正答率で性能を評価するのが自然でしょう。ところが、分類正答率が最大になるモデルを直接探すのは容易ではないため、モデルの学習時には分類正答率を元にした別の基準を使って学習を行うのが一般的です。そのため、本来私たちが期待している性能（評価基準）と、実際に学習したモデルが最適化している目的関数（学習基準）にはギャップがあるのです。さらに、評価基準を定める際に敵対的攻撃や公平性を考慮されていなければ、学習したモデルがこういった問題を解決することは非常に困難です。

私の研究では学習と評価のギャップに着目し、与え

られた評価基準に対して私たちの学習基準が十分であるかを検証してきました。例えば、予測の偽陽性・偽陰性を適切にコントロールするための学習基準の設計指針を提案したり、敵対的攻撃に対して一般的な多くの学習基準が堅牢でないことを発見してきました。この流れを推し進めることによって、ユーザーが定めた評価基準に対して適切な学習基準を設計する指針を与えていき、機械学習の信頼性を向上させたいと考えています。

### 人間社会に馴染む人工知能を目指して

ディープラーニングの台頭により機械学習の実世界応用が急速に進むにつれて、機械学習はますますブラックボックス化する傾向にあります。私は、学習と評価のギャップを通してユーザーと予測モデルの「対話」を促し、相互に理解可能な技術へと昇華させることを目指しています。このことがひいては社会に受け入れられやすい人工知能の基盤となることを信じています。

### 参考文献

- [1] Bao, H. & Sugiyama, M. Calibrated Surrogate Maximization of Linear-fractional Utility in Binary Classification. In *Proceedings of the 23rd International Conference on Artificial Intelligence and Statistics (AISTATS2020)*, PMLR 108:2337-2347, 2020.
- [2] Bao, H., Scott, C., & Sugiyama, M. Calibrated Surrogate Losses for Adversarially Robust Classification. In *Proceedings of the 33rd Annual Conference on Learning Theory (COLT2020)*, PMLR 125:408-451, 2020.



### ● 松本 徹 特定助教

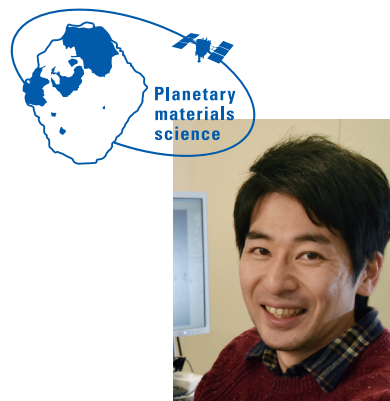
**Toru MATSUMOTO (Assistant Professor)**

**研究課題:** 小惑星リュウグウとイトカワの試料から探る宇宙における固体の進化と変遷  
(Understanding evolution of solids in space environments  
by studying regolith samples from the asteroid Ryugu and Itokawa.)

**専門分野:** 惑星物質科学、鉱物学 (planetary materials science, mineralogy)

**受入先部局:** 理学研究科 (Graduate School of Science)

**前職の機関名:** 九州大学 基幹教育院  
(Faculty of Arts and Science, Kyushu University)



小惑星は太陽系形成時に形作られたため、初期太陽系の物質がそのままの状態が残っています。そのため、地球や生命の誕生に至る太陽系の歴史を知る上で重要な手がかりとなる天体です。宇宙探査機「はやぶさ」と「はやぶさ2」はそれぞれ小惑星イトカワと小惑星リュウグウを探査し、小惑星の砂を地球に持ち帰りました。私はこれまでに、小惑星イトカワの砂の表面が織りなすミクロな模様注目して、水に乏しい乾いた天体であるイトカワの歴史や天体表層での物質進化を理解することを試みてきました。研究の結果、宇宙空間でのみ進行する結晶成長の存在も明らかになってきました。一方で、水や有機物に富むリュウグウ試料の分析が2021年から世界各地で開始されました。白眉プロジェクトでは、リュウグウ試料の研究を中心に、宇宙環境で変化する固体の多様性を探究したいと考えています。

Asteroids are leftover remnants of planet formation and important clues as to the origin and evolution of the early solar system. Japanese spacecrafts *Hayabusa* and *Hayabusa 2* explored asteroid Itokawa and asteroid Ryugu, respectively, and brought back surface materials on the asteroids. So far, I have studied surface micro-morphologies of mineral particles from Itokawa. I have focused on space weathering, which refers to the gradual alteration of minerals exposed to the space environment. I found wide-spread occurrence of iron metallic “whiskers” on Itokawa samples. They are unique crystals caused by unique crystal growth caused by space weathering on the airless surface. I expect that understanding space weathering on asteroids will provide insight into the evolution of solids in the interstellar environments, such as the production of interstellar iron metals. In 2021, initial analysis of Ryugu samples has been started. Ryugu is rich in organic materials and water. In this Hakubi project, I will examine Ryugu samples to understand the diversity of materials evolved under the space environments.

### 小惑星から太陽系の歴史を探る

宇宙では年老いた星の周りで固体の塵が形成され、星間空間を旅したのち、その一部が太陽系の材料となります。我々の太陽系の惑星は、約46億年前に太陽を取り巻いていたガスと塵が集積して形作られたと考えられています。こうした初期太陽系の歴史を知る手がかりとなる天体が小惑星です。小惑星は大きな天体になれずに取り残された惑星材料の残骸と言えます。その成分や成り立ちを調べることで、太陽系の出発物質や、地球や生命の誕生に至る太陽系の進化を理解できることが期待されます。小惑星の構成物を天文観測に

よって推定する上での大きな障壁は、太陽風（太陽から吹き出す主に水素イオンの風）の照射や微小隕石の衝突によって宇宙環境に曝された鉱物に変化してしまうことです。この現象は「宇宙風化」と呼ばれています。宇宙風化は小天体表面の色や化学組成を変化させるため、観測から小惑星の成分を正確に判断することを難しくさせます。日本の宇宙探査機「はやぶさ」と「はやぶさ2」はそれぞれ小惑星イトカワと小惑星リュウグウを探査し、小惑星の砂を地球に持ち帰ることに世界で初めて成功しました。持ち帰った試料の分析によって、小惑星の構成物や進化史、表層での宇宙風化が解

き明かされつつあります。

### 結晶の表面模様が伝える小天体の歴史

10年前探査機はやぶさが持ち帰った小惑星イトカワの微粒子は、水に乏しくケイ酸塩や硫化鉄で構成されています。これらの特徴が普通コンドライトという隕石種と一致することから、小惑星は地球に飛来する隕石の故郷であることが証明されました。私は、これまでイトカワの微粒子の分析に従事し、その中で微粒子の表面構造に注目してきました(図1)。鉱物結晶の表面には、可視光の波長より小さい(<400nm) 大きさの模様が刻まれており、電子線を使った電子顕微鏡を用いることで多様な表面模様の姿を垣間見ることができます。イトカワ微粒子の表面模様には、現在のイトカワ(大きさ約500m)の約40倍程度の大きさをもつ母天体で作られた模様や、天体衝突によって岩が砕かれ砂が生まれた痕跡、太陽風を長時間浴びて形成した模様が見つかりました。私はこうした研究を通じて、砂の表面模様から小惑星が辿った一連の歴史を読み解く手法を発展させてきました。

イトカワ微粒子の硫化鉄(FeS: 鉄と硫黄の化合物)の表面を観察したところ、ひげ状に伸びた金属鉄結晶が見つかりました(図2)。このひげ結晶は、硫化鉄から硫黄原子だけが選択的に失われたことで、過剰となった鉄原子によって生成したと推定しています。硫黄原子の消失の原因は太陽風の照射による原子の弾き出しや太陽風水素による還元反応が考えられます。イトカワと同種の小惑星では、表層の硫黄の存在度が低いことがNASAの宇宙探査で観測されており、その原因は20年以上の間未解明でした。ひげ結晶の発見は、宇宙風化によって天体表面から硫黄が実際に消失する証拠とその仕組みを初めて示しました。一方で、ひげ状に伸長した金属鉄の形態は地球外物質で未知であり、宇宙暴露環境でのみ進行する結晶成長の存在が明らかになりました。金属鉄は星間空間において様々な化学反応の触媒作用となります。イトカワ試料の研究は、星間空間でのイオン照射によって金属鉄が生成する機構の理解につながると期待しています。

### 小惑星リュウグウ試料の分析

2020年末、探査機はやぶさ2が小惑星リュウグウの砂を持ち帰りました。リュウグウはイトカワと違い水や有機物が豊富だと予想されており、生命や海の起源を知る上で重要な天体です。今後はイトカワ粒子の研究を進展させ、小惑星表面で進行する物質の多様な進化を解明したいと考えています。特にリュウグウで起きた、有機物など揮発性物質が関与した宇宙風化に注目します。この研究によってリュウグウの歴史を理解するとともに、宇宙環境で進化する様々な固体の姿を理解することを目指します。

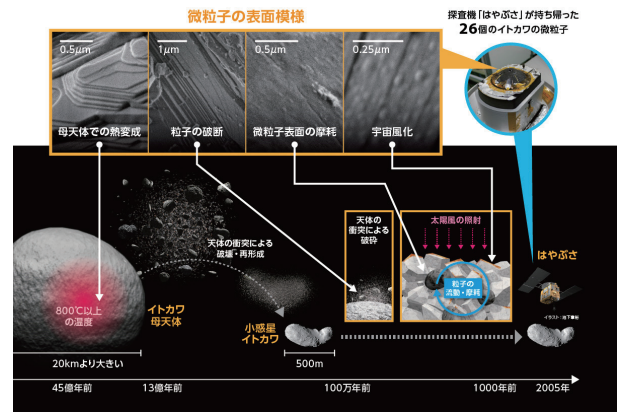


図1 小惑星イトカワの微粒子に見られた表面模様の電子顕微鏡像(©JAXA)。

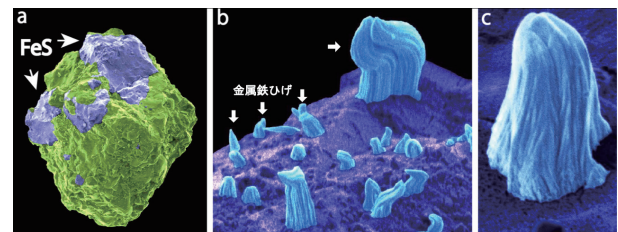


図2 小惑星イトカワの微粒子の電子顕微鏡像(擬似カラー)。硫化鉄結晶(FeS)の表面には、目には見えないサイズのひげ状金属鉄が発達している。小惑星の砂が数百年-千年程度のあいだ宇宙空間に曝されると「ひげ」が生えてくるようだ。

### 参考文献

- [1]Matsumoto et al. (2016) Space weathering of iron sulfides in the lunar surface environment. *Geochim. Cosmochim. Acta* **187**, 195-217.
- [2]Matsumoto et al. (2020) Iron whiskers on asteroid Itokawa indicate sulfide destruction by space weathering. *Nature Comm.* **11**: 1117.
- [3]日経サイエンス編集部/坂本 尚義「はやぶさ微粒子が語る波乱の小惑星史」日経サイエンス 2016年10月号.

### ★ ルエドゥ ベルトラン 特定助教

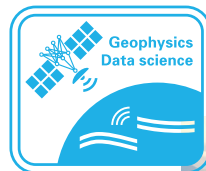
*Bertrand ROUET-LEDUC (Assistant Professor)*

**研究課題:** データサイエンスにもとづく地震の幅広いすべりモードの研究  
(Investigating the spectrum of earthquakes using data science)

**専門分野:** 地球物理学、データサイエンス (Geophysics, Data science)

**受入先部局:** 防災研究所 (Disaster Prevention Research Institute)

**前職の機関名:** ロスアラモス国立研究所地球物理研究グループ  
(Geophysics group, Los Alamos National Laboratory)



テクトニックな断層は、地震からスロースリップや非地震性クリープまで、さまざまなモードで応力を解放している。私は、地震サイクル、あるいは地震の震源核形成と初期の諸段階に結びつく小さなシグナルを検出することを目的に、地震データと測地データの解析を中心とした研究を行っている。私の研究における核心的な問いは、1) スロー地震と通常地震の間の相互作用をよりよく理解できるか、2) 標準的な方法では検出できないほど小さい、大地震の前や初期の段階における新しい前兆信号を特定できるか、3) 現在の観測上のギャップを埋めることによって、断層のすべり挙動についてよりよい物理的理解に到達できるか、などである。

今後は、衛星画像と地震観測データを組み合わせて、活断層を大きなスケールで研究することに重点を置きたい。最先端の人工知能アルゴリズムの開発と活用を通じて、すべりの挙動をより正確に把握すること、異なるモードのすべりの相互作用を研究すること、および地震や津波の早期警戒のためのすべりの即時予測を提供することを目指している。

Tectonic faults release stress in a variety of modes that range from earthquakes to transient slow slip and aseismic creep. My research focuses on the analysis of seismic and geodetic data with the goal of detecting small signals associated with the seismic cycle, and the nucleation and early stages of earthquakes. Most of my work is articulated around the following questions: 1) whether we can better understand the interplay between slow and regular earthquakes; 2) whether it is possible to identify new precursory signals before and in the early stages of large earthquakes, that are too small to be picked up by standard methods; 3) whether we can reach a better physical understanding of slip behavior on faults by bridging current observational gaps.

My future work will focus on combining satellite imagery and seismic data to conduct large-scale studies of active faults. Through the use and development of state-of-the-art, intelligent algorithms, I aim to better characterize slip behaviors, study the interactions between slip modes, and provide real-time slip estimates for earthquake and tsunami early warning.

### The spectrum of earthquakes and the interplay between slow and dynamic earthquakes

Faults can fail in a variety of ways, from dynamic and destructive earthquakes to seemingly innocuous slow-slip events and aseismic slip. Over the last decades, the long-held view that faults are either locked and prone to dangerous earthquakes or unlocked and quietly deforming to accommodate tectonic stress has been evolving. Growing evidence including faults hosting both slow and dynamic earthquakes, as well as slow slip events preceding and possibly interacting with the nucleation phase of dynamic earthquakes, shows that fault behavior can be complex, with interactions between modes of slip. A number of fundamental questions arise from

this complexity, such as the determinants of the slip mode on a fault, whether a continuum of slip modes exist, and what may control the evolution of a slow slip event into a destructive earthquake. Answering these questions requires to exhaustively characterize all slip phenomena on faults.

Systematically detecting and characterizing fault slip may hold the key to understanding the interplay between slow and fast earthquakes, and to unraveling the physics of tectonic faulting. However, slow slip is dramatically more challenging to detect than ordinary earthquakes because deformation is slow and silent. My goal is to develop and exploit tools that will help close the gap in existing detection capabilities and form the foundations for a systematic exploration of the properties of slip along active faults.



## Slow slip detection in radar satellite data

Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) offers the potential for continuous geodetic monitoring of fault systems worldwide, potentially providing the observational tool to attempt to answer the questions above. However, although the data exists, current InSAR processing and analysis methods are not suited for monitoring at a global scale, as they require time-consuming manual intervention, and the final product requires careful expert interpretation. Current methods work well to detect and study either very large deformation, or deformation that accumulates steadily over long periods of time. But because atmospheric noise is often larger than the signals of interest, detecting low-amplitude deformation related to transient sources such as slow slip events, volcanic activity, or hydrologic related motion often remains challenging and requires significant human intervention and interpretation. The poor time resolution and lack of automation in InSAR analysis has prevented until now its use in time-resolved large-scale studies. The fully automatic approach that I have been working on [1] circumvents these limitations by deconvolving atmospheric delays from actual ground deformation. This approach enables the observation of transient slip as small as a millimeter and the direct observation of slow earthquakes propagating along faults (see Fig. 1). This new methodology opens the possibility for new research areas such as large-scale studies of fault slip, therefore providing an opportunity to address the problems described above. The approach also holds promise for studying other fields, such as ground deformation associated with the interaction between human activity, climate change, and the environment, as it also improves by an order of magnitude the detection threshold of ground subsidence in InSAR data.

## Improve the detection of tectonic tremor in seismic data

Slow slip on faults is often, but not systematically, accompanied by characteristic seismic signals. Among these signals tectonic tremors are non-impulsive and are therefore challenging to detect. While there are some well-studied regions where these signals appear relatively ubiquitous, tectonic tremor is far less common than earthquakes, which may point to a potential observational gap. Part of my research focuses on building new, automatic tools to improve tremor detection, and relate their behavior to slip on faults, both in laboratory-scale experiments [2] and in field data. My aim in the next years is to conduct large-scale studies to search for tectonic tremors, in particular in regions where they have not been observed so far, with the hope of better characterizing slow slip on faults.

## Earthquake Early Warning (EEW) using machine learning

Rapid and reliable magnitude estimation for very large earthquakes ( $M_w > 8$ ) is key to mitigate the risk associated with strong shaking and tsunamis. However, current warning systems often fail to rapidly estimate the size of such large earthquakes, as they produce saturated magnitude estimates. Very large earthquakes displace such tremendous amounts of mass that they perturb the gravity field of the Earth. The associated signals have been theorized for decades, but were observed only very recently, in 2017. In a parallel avenue of research in collaboration with one of the team that detected these Prompt Elasto-Gravity Signals (PEGS) for the first time, I am working on developing deep learning-based methods that track earthquake rupture size in real-time and can be used for earthquake and tsunami early warning [3].

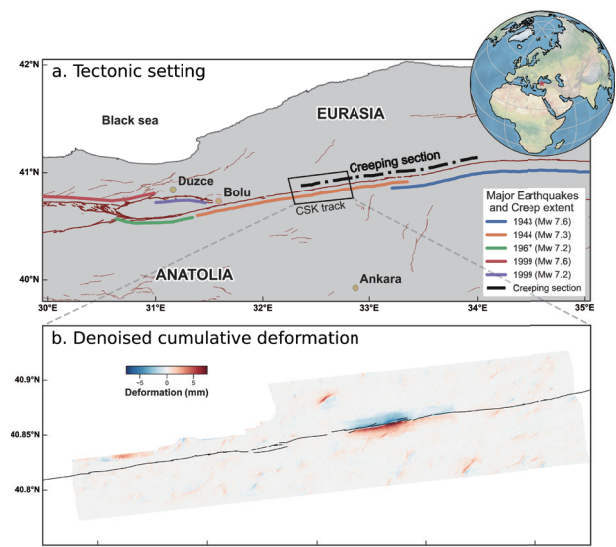


Fig. 1 Using AI, a slow earthquake emerges from noisy satellite radar data. **a.** Tectonic setting and historical earthquakes on the North Anatolian Fault in Turkey. **b.** Slow slip event detected by deep learning in noisy InSAR data (location shown as a black box in a.). Figure adapted from [1] (under creative commons license CC BY 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>).

## References

- [1] Rouet-Leduc, B., Jolivet, R., Dalaison, M. *et al.* Autonomous extraction of millimeter-scale deformation in InSAR time series using deep learning. *Nature Communications* 12, 6480 (2021).
- [2] Rouet-Leduc, B., Hulbert, C., Lubbers, N. *et al.* Machine learning predicts laboratory earthquakes. *Geophysical Research Letters* 44, 9276–9282 (2017).
- [3] Licciardi, A., Bletery, Q., Rouet-Leduc, B. *et al.* Instantaneous tracking of earthquake growth with Elasto-gravity signals. *Nature* (accepted for publication).

# 2021年度 自眉研究者とその受入部局

Hakubi Researchers in AY 2021 and Host Institutions

● 北部構内 / North Campus

● 本部構内 / Main Campus

● 西部構内 / West Campus

● 野生動物研究センター / Wildlife Research Center

● 医学部構内 / Faculty of Medicine Campus

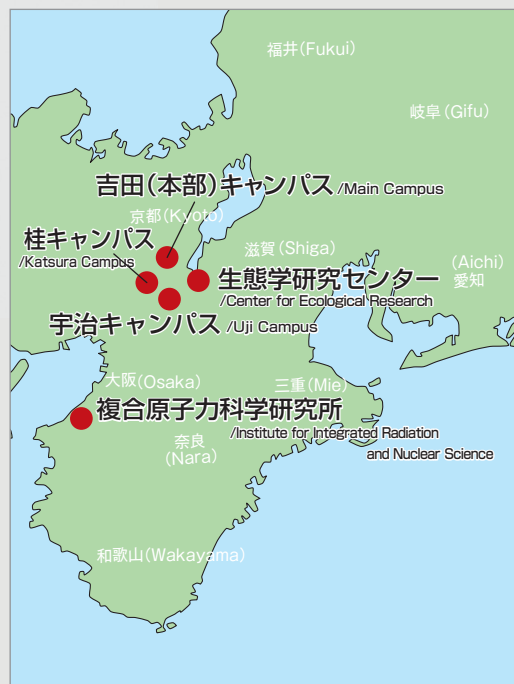
● 東一条館 / Higashi ichijokan

● 薬学部構内 / Faculty Pharmaceutical Sciences Campus

● 吉田南構内 / Yoshida-South Campus

● 病院東構内 / University Hospital, East Campus

● 病院西構内 / University Hospital, West Campus



所在地	受入部局	Host Institution	採用	氏名	Name
本部構内 Main Campus	文学研究科	Graduate School of Letters	8期	●菊谷 竜太	Ryuta KIKUYA
	文学研究科	Graduate School of Letters	11期	●田辺 理	Tadashi TANABE
	文学研究科	Graduate School of Letters	12期	●井内 真帆	Maho IUCHI
	法学研究科	Graduate School of Law	11期	●開出 雄介	Yusuke KAIDE
	経済学研究科	Graduate School of Economics	8期	●井上 恵美子	Emiko INOUE
	エネルギー科学研究科	Graduate School of Energy Science	8期	★小川 敬也	Takaya OGAWA
	情報学研究科	Graduate School of Informatics	10期	●中村 栄太	Eita NAKAMURA
	情報学研究科	Graduate School of Informatics	12期	●包含	Han BAO
	地球環境学堂	Graduate School of Global Environmental Studies	9期	●ルドルフ スヴェン	Sven RUDOLPH
	人文科学研究所	Institute for Research in Humanities	8期	●天野 恭子	Kyoko AMANO
	人文科学研究所	Institute for Research in Humanities	9期	●檜山 智美	Satomi HIYAMA
	人文科学研究所	Institute for Research in Humanities	11期	●西田 愛	Ai NISHIDA
	人文科学研究所	Institute for Research in Humanities	12期	●小俣ラポー 日登美	Hitomi OMATA RAPPO
	人文科学研究所	Institute for Research in Humanities	12期	●慶 昭蓉	Chao-jung CHING
	人文科学研究所	Institute for Research in Humanities	12期	●大谷 育恵	Ikue OTANI
	総合博物館	The Kyoto University Museum	12期	●東島 沙弥佳	Sayaka TOJIMA
北部構内 North Campus	理学研究科	Graduate School of Science	8期	★高樺 圭介	Keisuke TAKASAO
	理学研究科	Graduate School of Science	8期	●中島 秀太	Shuta NAKAJIMA
	理学研究科	Graduate School of Science	8期	●宮崎 牧人	Makito MIYAZAKI
	理学研究科	Graduate School of Science	9期	●鈴木 俊貴	Toshitaka SUZUKI
	理学研究科	Graduate School of Science	9期	●藤井 俊博	Toshihiro FUJII
	理学研究科	Graduate School of Science	10期	●大井 雅雄	Masao OI
	理学研究科	Graduate School of Science	10期	●水本 岬希	Misaki MIZUMOTO
	理学研究科	Graduate School of Science	10期	●森井 悠太	Yuta MORII
	理学研究科	Graduate School of Science	11期	●有松 亘	Ko ARIMATSU
	理学研究科	Graduate School of Science	11期	●馬場 基彰	Motoaki BAMBA
	理学研究科	Graduate School of Science	12期	●安達 俊介	Shunsuke ADACHI
	理学研究科	Graduate School of Science	12期	●杉村 和幸	Kazuyuki SUGIMURA
	理学研究科	Graduate School of Science	12期	●松本 徹	Toru MATSUMOTO
	農学研究科	Graduate School of Agriculture	10期	●坂部 綾香	Ayaka SAKABE
	農学研究科	Graduate School of Agriculture	11期	●門脇 浩明	Komei KADOWAKI
農学研究科	Graduate School of Agriculture	12期	●安藤 俊哉	Toshiya ANDO	
農学研究科	Graduate School of Agriculture	12期	●青柳 亮太	Ryota AOYAGI	
基礎物理学研究所	Yukawa Institute for Theoretical Physics	10期	●宇賀神 知紀	Tomonori UGAJIN	
西部構内 West Campus	高等研究院 物質-細胞統合システム拠点(iCeMS)	Institute for Integrated Cell-Material Sciences	11期	●草田 康平	Kohei KUSADA
	高等研究院 ヒト生物学高等研究拠点(ASHBi)	Institute for the Advanced Study of Human Biology	11期	●中村 友紀	Tomonori NAKAMURA
吉田南構内 Yoshida-South Campus	人間・環境学研究科	Graduate School of Human and Environmental Studies	9期	●鈴木 雄太	Yuta SUZUKI
	人間・環境学研究科	Graduate School of Human and Environmental Studies	9期	●野村 龍一	Ryuichi NOMURA
医学部構内 Faculty of Medicine Campus	医学研究科	Graduate School of Medicine	8期	★下野 昌宣	Masanori SHIMONO
	医学研究科	Graduate School of Medicine	12期	●垣内 伸之	Nobuyuki KAKIUCHI
	生命科学研究科	Graduate School of Biostudies	10期	●春本 敏之	Toshiyuki HARUMOTO
	生命科学研究科	Graduate School of Biostudies	11期	●平島 剛志	Tsuyoshi HIRASHIMA
	生命科学研究科 放射線生物研究センター	Graduate School of Biostudies Radiation Biology Center	9期	●カネラ アンドレス	Andres CANELA
薬学部構内 Faculty of Pharmaceutical Sciences Campus	東南アジア地域研究研究所	Center for Southeast Asian Studies	11期	★馬場 弘樹	Hiroki BABA
	薬学研究科	Graduate School of Pharmaceutical Sciences	12期	★黒田 悠介	Yusuke KURODA
病院東構内 University Hospital, East Campus	医学部附属病院	Kyoto University Hospital	10期	★池田 華子	Hanako IKEDA
病院西構内 University Hospital, West Campus	医生物学研究所	Institute for Frontier Life and Medical Sciences	10期	★杉田 征彦	Yukihiko SUGITA
	iPS細胞研究所	Center for iPSCell Research and Application	12期	●下林 俊典	Shunsuke SHIMOBAYASHI
野生動物研究センター Wildlife Research Center	野生動物研究センター	Wildlife Research Center	10期	●相馬 拓也	Takuya SOMA
東一条館 Higashi ichijyokan	総合生存学館	Graduate School of Advanced Integrated Studies in Human Survivability	9期	●カムランザッド バハレ	Bahareh KAMRANZAD
	総合生存学館	Graduate School of Advanced Integrated Studies in Human Survivability	9期	★水本 憲治	Kenji MIZUMOTO
宇治キャンパス Uji Campus	防災研究所	Disaster Prevention Research Institute	11期	●チャブチャブ アミン	Amin CHABCHOUB
	防災研究所	Disaster Prevention Research Institute	11期	★張 哲維	Che-Wei CHANG
	防災研究所	Disaster Prevention Research Institute	12期	★ルエドゥック ベルトラン	Bertrand ROUET-LEDUC
	化学研究所	Institute for Camical Research	12期	●原田 弘量	Hirokazu TAHARA
桂キャンパス Katsura Campus	工学研究科	Graduate School of Engineering	9期	●高橋 重成	Nobuaki TAKAHASHI
	工学研究科	Graduate School of Engineering	11期	★安達 真聡	Masato ADACHI
	工学研究科	Graduate School of Engineering	12期	●中村 秀樹	Hideki NAKAMURA
生態学研究センター Center for Ecological Research	生態学研究センター	Center for Ecological Research	9期	●潮 雅之	Masayuki USHIO
複合原子力科学研究所 Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science in Osaka Pref.	複合原子力科学研究所	Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science	11期	★渡邊 翼	Tsubasa WATANABE



名前 Name

- ・ 受入部局 Host institution
- ・ 研究課題 Research topic

## 第8期

### ● 天野 恭子 [Kyoko Amano](#)

特定准教授 (Associate Professor)

- ・ 人文科学研究所 Institute for Research in Humanities
- ・ 古代インド祭式文献の言語および社会的・文化的成立背景の研究  
Language and social-cultural background of the ancient Indian ritual literature

### ● 井上 恵美子 [Emiko Inoue](#)

特定准教授 (Associate Professor)

- ・ 経済学研究科 Graduate School of Economics
- ・ パリ協定後の持続可能な発展にカーボンプライシングが与える影響  
Impact of Carbon Pricing on Sustainable Development after Paris Agreement

### ★ 小川 敬也 [Takaya Ogawa](#)

特定助教 (Assistant Professor)

- ・ エネルギー科学研究科 Graduate School of Energy Science
- ・ 再生可能エネルギー由来のアンモニアを利用した水素社会の基盤構築  
Fundamental study of hydrogen economy using ammonia synthesized by renewable energy

### ★ 高棹 圭介 [Keisuke Takasao](#)

特定准教授 (Associate Professor)

- ・ 理学研究科 Graduate School of Science
- ・ フェイズフィールド法を用いた曲面の発展方程式の解析と偏微分方程式の幾何学的特徴付け  
Analysis of evolution equations of hypersurfaces and geometric characterizations of partial differential equations via phase field method

### ● 中島 秀太 [Shuta Nakajima](#)

特定准教授 (Associate Professor)

- ・ 理学研究科 Graduate School of Science
- ・ 冷却原子系を用いたブラックホール情報パラドックスの実験的検証  
An experimental approach to the black hole information paradox using cold atoms

### ● 宮崎 牧人 [Makito Miyazaki](#)

特定准教授 (Associate Professor)

- ・ 理学研究科 Graduate School of Science
- ・ 細胞骨格が司る細胞機能発現機構の構成的理解  
Dissecting the regulatory mechanisms of cytoskeleton-driven cellular processes by using an in vitro reconstitution approach

## 第9期

### ● 潮 雅之 [Masayuki Ushio](#)

特定准教授 (Associate Professor)

- ・ 生態学研究センター Center for Ecological Research
- ・ 生態系予報に向けた野外生態系自動モニタリングシステムの構築  
Automated monitoring of ecosystem dynamics for ecological forecasting

### ● アンドレス カネラ [Andres Canela](#)

特定准教授 (Associate Professor)

- ・ 生命科学研究科 放射線生物研究センター Graduate School of Biostudies Radiation Biology Center
- ・ がん細胞における染色体不安定性の原因となるクロマチン高次構造の解明  
Genome organization as a source of chromosome instability in cancer

### ● バハレ カムランザッド [Bahareh Kamranzad](#)

特定助教 (Assistant Professor)

- ・ 総合生存学館 Graduate School of Advanced Integrated Studies in Human Survivability
- ・ 気候変動が海洋の波力エネルギーおよび沿岸地域の危険な事象に与える影響の評価、ならびに持続可能な発展を実現する上での不確実性の低減  
Climate change impact assessment on ocean wave energy and coastal hazards and reducing the uncertainties in pursuit of sustainable development

### ● 鈴木 俊貴 [Toshitaka Suzuki](#)

特定助教 (Assistant Professor)

- ・ 理学研究科 Graduate School of Science
- ・ 鳥類をモデルに解き明かす言語機能の適応進化  
From bird calls to human language: adaptation and evolution of linguistic capabilities

### ● 鈴木 雄太 [Yuta Suzuki](#)

特定助教 (Assistant Professor)

- ・ 人間・環境学研究科 Graduate School of Human and Environmental Studies
- ・ タンパク質デザインによるバイオナノロボットの創成を目指して  
Protein Design and Engineering Toward the Creation of Bionanorobot

### ● 高橋 重成 [Nobuaki Takahashi](#)

特定准教授 (Associate Professor)

- ・ 工学研究科 Graduate School of Engineering
- ・ 低pHストレス適応を司る低pH誘導型転写因子の実体解明  
Identification of acid-inducible transcription factor that normalizes intracellular pH levels

### ● 野村 龍一 [Ryuichi Nomura](#)

特定准教授 (Associate Professor)

- ・ 人間・環境学研究科 Graduate School of Human and Environmental Studies
- ・ 新しい超高压変形実験装置による地球中心核ダイナミクス解明への挑戦  
Development of innovative high-pressure deformation technology toward understanding the dynamics of Earth's inner core

● [檜山 智美 Satomi Hiyama](#)

## 特定助教 (Assistant Professor)

- ・人文科学研究所 Institute for Research in Humanities
- ・クチャの石窟壁画の研究を基点とした西域仏教文化の復元的考察  
Reconstructive study on the Buddhist culture in Central Asia on the basis of research on the mural paintings of Kucha

★ [水本 憲治 Kenji Mizumoto](#)

## 特定助教 (Assistant Professor)

- ・総合生存学館 Graduate School of Advanced Integrated Studies in Human Survivability
- ・インフルエンザ/RSV等の感染症による疾病負荷推定  
Estimating the burden of infectious diseases

● [スヴェン ルドルフ Sven Rudolph](#)

## 特定准教授 (Associate Professor)

- ・地球環境学堂 Graduate School of Global Environmental Studies
- ・環太平洋における炭素市場に向けて一政治的に実行可能かつ持続可能な炭素市場  
Toward a Transpacific Carbon Market (TCM) : Politically Feasible and Sustainable (ToPCaPS)

## 第 10 期

★ [池田 華子 Hanako Ohashi Ikeda](#)

## 特定准教授 (Associate Professor)

- ・医学部附属病院 Kyoto University Hospital
- ・網膜における脂質代謝に着目した難治眼疾患の治療法開発  
Development of treatments based on retinal lipid metabolism for intractable eye diseases

● [宇賀神 知紀 Tomonori Ugajin](#)

## 特定助教 (Assistant Professor)

- ・基礎物理学研究所 Yukawa Institute for Theoretical Physics
- ・量子情報理論の基礎物理学への応用、特に相対エンロピーを用いたアプローチ  
Applications of quantum information theory to fundamental physics

● [大井 雅雄 Masao Oi](#)

## 特定助教 (Assistant Professor)

- ・理学研究科 Graduate School of Science
- ・捻られた調和解析による Langlands 関手性の研究  
Study of the Langlands functoriality via twisted harmonic analysis

● [坂部 綾香 Ayaka Sakabe](#)

## 特定助教 (Assistant Professor)

- ・農学研究科 Graduate School of Agriculture
- ・地上観測データの統合解析による森林における炭素循環メカニズムの解明  
An analysis of forestry carbon cycle response to climate change by synthesis of flux observations

★ [杉田 征彦 Yukihiro Sugita](#)

## 特定助教 (Assistant Professor)

- ・医生物学研究所 Institute for Life and Medical Sciences
- ・RNA ウイルスの構造学  
Structural studies on RNA virus

● [相馬 拓也 Takuya Soma](#)

## 特定准教授 (Associate Professor)

- ・野生動物研究センター Wildlife Research Center
- ・中央ユーラシア山岳環境におけるヒトと動物の環境適応戦略の学融合型実証研究  
Interdisciplinary Research in Environmental Adaptability of Human and Animals across the Highland Range of Central Eurasia

● [中村 栄太 Eita Nakamura](#)

## 特定助教 (Assistant Professor)

- ・情報学研究科 Graduate School of Informatics
- ・統計学習と進化の理論に基づく音楽創作の知能情報学研究  
Intelligence Informatics of Music Creation Based on Statistical Learning and Evolution Theories

● [春本 敏之 Toshiyuki Harumoto](#)

## 特定助教 (Assistant Professor)

- ・生命科学研究所 Graduate School of Biostudies
- ・性を操る微生物に学ぶ：昆虫の共生細菌による生殖操作を包括的に理解し応用する  
Learning from reproductive parasites: a comprehensive study of male killing caused by insect symbionts

● [水本 岬希 Misaki Mizumoto](#)

## 特定助教 (Assistant Professor)

- ・理学研究科 Graduate School of Science
- ・活動銀河核アウトフローのエネルギー輸送、およびそれが銀河進化に与える影響  
Energy transfer of active galactic nuclei outflow and its contribution to galaxy evolution

● [森井 悠太 Yuta Morii](#)

## 特定助教 (Assistant Professor)

- ・理学研究科 Graduate School of Science
- ・捕食が駆動する適応放散メカニズムの解明  
The mechanisms of radiation via anti-predatory adaptation

## 第 11 期

★ [安達 眞聡 Masato Adachi](#)

## 助教 (Assistant Professor)

- ・工学研究科 Graduate School of Engineering
- ・静電気力・磁気力を利用した月・火星レゴリス粒子ハンドリング技術の開発  
Electrostatic and Magnetic Handling Technologies of Lunar and Martian Regolith Particles

● [有松 亘 Ko Arimatsu](#)

## 特定助教 (Assistant Professor)

- ・理学研究科 附属天文台 Astronomical Observatory, Graduate School of Science
- ・影と閃光の動画観測が拓く惑星系の新たな地平  
New horizons in planetary systems revealed by "shadows" and "flashes"

● [開出 雄介 Yusuke Kaide](#)

特定助教 (Assistant Professor)

- ・ 法学研究科 Graduate School of Law
- ・ 国家責任法の歴史的展開の再検討 - 現在の議論の前提を問い直す -  
Rethinking the historical development of the law of State Responsibility in International Law—Questioning the common premise of current discussions—

● [門脇 浩明 Komei Kadowaki](#)

特定准教授 (Associate Professor)

- ・ 農学研究科 Graduate School of Agriculture
- ・ 植物土壌フィードバックに着目した森林の温暖化に対する応答予測  
Predicting climate change impacts on forest ecosystems using plant-soil feedback theory

● [草田 康平 Kohei Kusada](#)

特定准教授 (Associate Professor)

- ・ 高等研究院 物理-細胞統合システム拠点 (iCeMS) The Institute for Integrated Cell-Material Sciences (iCeMS)
- ・ 統計学を用いたハイエントロピー合金触媒の開発手法の構築と革新的触媒開発  
Innovative High-Entropy Alloy Catalysts and their Efficient Development Method based on Statistics

● [田辺 理 Tadashi Tanabe](#)

特定准教授 (Associate Professor)

- ・ 文学研究科 Graduate School of Letters
- ・ 浄土教美術の起源と展開  
Origin and Making of Pure Land Buddhist Art

● [チャブチャブ アミン Amin Chabchoub](#)

特定准教授 (Associate Professor)

- ・ 防災研究所 Disaster Prevention Research Institute
- ・ 極大波の研究 - モデリングと制御と予測  
Extreme Ocean Waves: Modelling, Control and Prediction

★ [張 哲維 Che-Wei Chang](#)

特定助教 (Assistant Professor)

- ・ 防災研究所 Disaster Prevention Research Institute
- ・ 沿岸プロセスの解明と、自然災害の軽減及び機構変動への適応のためのグリーン・グレーインフラの適用に関する総合研究  
Study of coastal processes and the application of green/gray infrastructure to natural disaster reduction and climate change adaptation

● [中村 友紀 Tomonori Nakamura](#)

特定准教授 (Associate Professor)

- ・ 高等研究院 ヒト生物学高等研究拠点 (WPI-ASHBi) Institute for the Advanced Study of Human Biology (ASHBi)
- ・ カニクイザルを用いた着床直後の胚発生メカニズム解明  
Exploring mechanisms of primate development just after implantation using Non-human primate.

● [西田 愛 Ai Nishida](#)

特定准教授 (Associate Professor)

- ・ 人文科学研究所 Institute for Research in Humanities
- ・ 西チベットにおける古チベット語岩石碑文の総合的研究  
A comprehensive study of Old Tibetan rock inscriptions in Western Tibet

★ [馬場 弘樹 Hiroki Baba](#)

特定助教 (Assistant Professor)

- ・ 東南アジア地域研究研究所 Center for Southeast Asian Studies
- ・ 世界住宅データベースの構築に基づく住まいの再考  
Reconsideration of dwellings based on a world housing database

● [馬場 基彰 Motoaki Bamba](#)

特定准教授 (Associate Professor)

- ・ 理学研究科 Graduate School of Science
- ・ 超放射相転移の実現と観測に向けて  
Superradiant phase transition: For its realization and observation

● [平島 剛志 Tsuyoshi Hirashima](#)

特定准教授 (Associate Professor)

- ・ 生命科学研究科 Graduate School of Biostudies
- ・ 生体内における精子乱流と受精能獲得との接点の探求  
Exploring bridges between in vivo sperm turbulence and acquisition of fertilizing capacity

★ [渡邊 翼 Tsubasa Watanabe](#)

特定准教授 (Associate Professor)

- ・ 複合原子力科学研究所 放射線生命科学研究所 部門 Division of Radiation Life Science, Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science
- ・ 生体内でのホウ素中性子補足反応の制御と新たな応用展開  
Controlling boron neutron capture reaction in vivo and exploring its new applications

(2022年3月時点で白眉センター所属)

任期途中で白眉プロジェクトを離れ、本学ならびに他大学に異動になった白眉研究者は、55～59頁を参照。



# 白眉プロジェクト受入部局一覧（1期～12期）

Host Institutions for Hakubi Researchers 2010～2021

受入先部局	白眉研究者数	受入先部局	白眉研究者数
Host institution	Number of Hakubi researchers	Host institution	Number of Hakubi researchers
文学研究科	20	人文科学研究所	15
Grad. School of Letters		Inst. for Res. in Humanities	
教育学研究科	3	医生物学研究所	4 (2)
Grad. School of Education		Inst. for Frontier Life and Medical Sciences	
法学研究科	8	生存圏研究所	1
Grad. School of Law		Res. Inst. for Sustainable Humansphere	
経済学研究科	4	防災研究所	2 (2)
Grad. School of Economics		Disaster Prevention Res. Inst.	
理学研究科	33 (4)	基礎物理学研究所	6
Grad. School of Science		Yukawa Institute for Theoretical Physics	
医学研究科	9 (1)	数理解析研究所	2 (1)
Grad. School of Medicine		Res. Inst. for Math. Sci.	
医学部附属病院	(1)	複合原子力科学研究所	(1)
Kyoto University Hospital		Inst. for Integrated Radiation and Nuclear Science	
薬学研究科	(1)	霊長類研究所	2
Grad. School of Pharmaceutical Sciences		Primate Res. Inst.	
工学研究科	8 (2)	東南アジア地域研究研究所	7 (1)
Grad. School of Engineering		Center for Southeast Asian Studies	
農学研究科	10	iPS細胞研究所	3
Grad. School of Agriculture		Center for iPS Cell Research and Application	
人間・環境学研究科	5	高等研究院 物質 - 細胞システム拠点 (iCeMS)	2
Grad. School of Human & Environ. Studies		Inst. for Integrated Cell-Material Sciences	
エネルギー科学研究科	(1)	高等研究院 ヒト生物学高等研究拠点 (ASHBi)	1
Grad. School of Energy Science		Inst. for Advanced Study of Human Biology	
情報学研究科	9	生態学研究センター	3
Grad. School of Informatics		Center for Ecol. Res.	
生命科学研究科	5 (1)	野生動物研究センター	1
Grad. School of Biostudies		Wildlife Research Center	
総合生存学館	1 (1)	総合博物館	1
Grad. School of Advanced Integrated Studies in Human Survivability		The Kyoto University Museum	
地球環境学堂	1	フィールド科学教育研究センター	4
Grad. School of Global Environmental Studies		Field Sci. Education & Res. Center	
経営管理研究部	1 (1)	福井謙一記念研究センター	1
Grad. School of Management		FUKUI Inst. for Fundamental Chem.	
化学研究所	4	学際融合教育研究推進センター	2
Inst. for Chemical Research		Center for the Promotion of Interdisciplinary Education and Research	
		合計数	178 (20)

※ ( ) 内の数字は部局連携型白眉研究者。

※平成 29 年 1 月より、東南アジア研究所と地域研究統合情報センターは統合再編し、東南アジア地域研究研究所となりました。

平成 30 年 4 月 1 日より、放射線生物研究センターは大学院生命科学研究科と組織統合致しました。

令和 4 年 3 月 31 日に、霊長類研究所は活動を終了しました。

令和 4 年 4 月 1 日より、ウイルス・再生医科学研究所は名称を変更し、医生物学研究所となりました。

\*新型コロナウイルスの影響を考慮し、本年度のイベントはすべてオンラインで開催されました。

All events were held online due to the effect of novel coronavirus infection this year.

### ◆ 白眉セミナー

白眉センターでは原則として月2回（第1・3火曜日16時30分から）白眉研究者が出席するセミナーを開催しています。メンバーが順番に企画担当者となり、さまざまなトピックについて議論を交わしています。

### ◆ 白眉の日

2021年8月21日（オンライン開催）

年に一度、白眉在職者、退職者が一堂に会し交流するために白眉の日を定め、イベントを行っています。

### ◆ 離任式

2021年9月17日（オンライン開催）

第7期白眉研究者の任期満了に伴い、最終報告会を行いました。

### ◆ 研究合宿

2021年12月12日（オンライン開催）

例年1泊2日の研究合宿を行いますが、今年度はオンラインで参加者たちによる分野横断的な議論が様々に展開されました。

### ◆ 年次報告会

2022年4月15日（金）（対面およびオンライン開催）

於 京都大学 国際科学イノベーション棟5階  
シンポジウムホール

白眉プロジェクトの一年を締めくくる公開報告会を年に一度開催しています。

### ◆ Hakubi Seminar

Hakubi seminars are basically held twice a month (from 4:30pm, every first and third Tuesday) at the Hakubi center. Members of the seminar working group organize and chair the seminars in turn and participants can discuss a wide range of topics.

### ◆ Hakubi Day

August 21, 2021 (Online)

An event called Hakubi Day is held once a year. It gives an opportunity for the current and former Hakubi researchers to meet and interact with each other.

### ◆ Farewell Ceremony

September 17, 2021 (Online)

A farewell ceremony is held on the expiration of a five-year term of Hakubi researcher. The 7<sup>th</sup> batch of Hakubi researchers gave their final presentations online this year.

### ◆ Hakubi Camp

December 12, 2021 (Online)

A Hakubi camp is annually held for two days and one night. This year, the camp was held online and the participants had cross-disciplinary discussions on various topics.

### ◆ Annual Report Meeting

April 15, 2022 (in-person and online)

At 5F Symposium Hall, International Science Innovation Building, Kyoto University

An annual report meeting is held open to the public to conclude the Hakubi researchers' activities of the year. This year, the meeting was taken place in hybrid style (in-person and online).

● 採用期 氏名

研究課題名

- ・白眉所属時職名 受入部局
- ・離職直後の転出先での職名 転出先

● 1期 吉永 直子

鱗翅目幼虫腸内物質 FACs から拓く昆虫の窒素栄養代謝制御の研究  
・特定助教 農学研究科  
・助教 京都大学大学院農学研究科

● 1期 小川 洋和

人間の暗黙知の源となる潜在認知過程メカニズムの解明  
・特定准教授 人間・環境学研究科  
・准教授 関西学院大学文学部

● 2期 森 靖夫

戦間期（1919～37年）における日中間関係史の実証的研究  
・特定助教 法学研究科  
・助教 同志社大学法学部

● 2期 赤木 剛士

木本性作物の異種ゲノム間融合応答機構の解明  
・特定助教 農学研究科  
・助教 京都大学大学院農学研究科

● 1期 柳田 素子

新しい国民病、慢性腎臓病の病態解明および治療法・診断法の開発  
・特定准教授 生命科学系キャリアパス形成ユニット  
・教授 京都大学大学院医学研究科

● 1期 前田 理

反応経路自動探索法による生化学反応機構の系統的量子化学的解明  
・特定助教 福井謙一記念研究センター  
・助教 北海道大学大学院理学研究院

● 1期 東樹 宏和

生命系の共進化：新奇なモデル系の確立による分野横断型アプローチ  
・特定助教 理学研究科  
・助教 京都大学大学院人間・環境学研究科

● 2期 熊谷 誠慈

インド・中国・チベットに展開した中観派思想の比較研究  
・特定助教 文学研究科  
・講師 京都女子大学発達教育学部

● 2期 小林 努

拡張重力理論による加速膨張宇宙の研究  
・特定助教 理学研究科  
・准教授 立教大学理学部

● 2期 村田 陽平

人間の感情と社会空間をめぐる「感情の地理学」の基盤的研究  
・特定助教 人文科学研究科  
・講師 近畿大学文学部

● 2期 沙川 貴大

ゆらぎの大きな情報処理システムにおける非平衡統計力学の構築  
・特定助教 基礎物理学研究所  
・准教授 東京大学大学院総合文化研究科

● 3期 Panče Naumov

New Materials and Chemical Systems for Alternative Energy Conversion  
・特定准教授 化学研究所  
・准教授 New York University Abu Dhabi

● 2期 岸本 展

非線形分散型偏微分方程式の初期値問題の適切性と解の挙動  
・特定助教 理学研究科  
・講師 京都大学数理解析研究所

● 2期 佐藤 拓哉

生態系間相互作用と生態系機能：寄生者の生態学的役割の解明  
・特定助教 フィールド科学教育研究センター  
・准教授 神戸大学大学院理学研究科

● 3期 大河内 豊

超対称性をもつ場の理論に関する研究  
・特定准教授 理学研究科  
・准教授 九州大学基幹教育院

● 3期 末永 幸平

ハイブリッドシステムのための超準解析を用いた静的検証手法  
・特定助教 情報学研究科  
・准教授 京都大学大学院情報学研究科

● 2期 長尾 透

巨大ブラックホールの形成と進化の観測的研究  
・特定准教授 理学研究科  
・教授 愛媛大学宇宙進化研究センター

● 5期 村上 慧

硫黄元素の特性を生かした新規有機分子構築法の創生とその展開  
・特定助教 理学研究科  
・助教 名古屋大学物質科学国際研究センター

● 3期 三枝 洋一

リジッド幾何を用いた p 進代数群の表現論の幾何的研究  
・特定准教授 理学研究科  
・准教授 東京大学大学院数理学研究科

● 4期 Steven Trensou

日本中世における密教神道交渉史の研究  
・特定准教授 人間・環境学研究科  
・准教授 広島大学大学院総合科学研究科

● 1期 村主 崇行

偏微分方程式の数値解析のための大規模並列プログラムの自動生成  
・特定助教 基礎物理学研究所  
・特別研究員 独立行政法人理化学研究所計算科学研究機構

● 2期 Simon Creak

Sport, Culture and Regional Community in Southeast Asia: An Alternative Vision of Region-Making  
・特定准教授 東南アジア研究所  
・Lecturer in Southeast Asian History The University of Melbourne

● 1期 齊藤 博英

シンセティック・バイオロジーを活用した細胞機能制御技術の開発  
・特定准教授 iPS細胞研究所（平成24年4月1日 生命科学系研究科から変更）  
・教授 京都大学 iPS細胞研究所

● 1期 佐藤 弥

顔を通じた社会的相互作用の心的メカニズムの解明  
・特定准教授 霊長類研究所  
・特定准教授 京都大学大学院医学研究科

● 1期 青山 和司

磁場中超伝導状態における磁気揺らぎの効果の理論的研究  
・特定助教 理学研究科  
・助教 大阪大学大学院理学研究科

● 1期 松尾 直毅

遺伝子改変マウスを用いた記憶学習のメカニズムの研究  
・特定准教授 生命科学系キャリアパス形成ユニット  
・独立准教授 大阪大学大学院医学系研究科

● 2期 西出 俊

ロボットの経験に基づく発達的な感覚運動統合モデルの構築  
・特定助教 情報学研究科  
・講師 徳島大学工学部

● 3期 北村 恭子

新奇集光特性を有するビームを用いた次世代光デバイスの創生  
・特定助教 工学研究科  
・講師 京都工芸繊維大学大学戦略推進機構グローバルエクセレンス

● 1期 Nathan Badenoch

Language, Diversity and Resilience in the Transition to Sustainable Society  
・特定准教授 東南アジア研究所  
・特定准教授 京都大学国際高等教育院東南アジア研究所



### ● 1期 Aaron Miller

The Idea of Education in Modern Sports : Historical and Ethnographic Constructions from the US and Japan  
 ・特定助教 文学研究科 (平成 26 年 4 月 1 日 教育学研究科から変更)  
 ・Lecturer, Department of Kinesiology, California State University, East Bay

### ● 1期 上野 賢哉

論理式サイズ下界に対する線形計画的な方法論  
 ・特定助教 情報学研究科  
 ・未確定

### ● 1期 川名 雄一郎

古典的功利主義の社会思想の研究一体系的な理解と現代社会への提言  
 ・特定助教 経済学研究科 (平成 23 年 10 月 1 日 次世代研究者育成センターから変更)  
 ・未確定

### ● 1期 塩尻 かおり

植物コミュニケーションの生態系へのインパクトとその利用  
 ・特定助教 生態学研究センター  
 ・講師 龍谷大学農学部

### ● 1期 志田 泰盛

古典インド聖典解釈学派による音声の永遠性論証の研究  
 ・特定助教 文学研究科  
 ・准教授 筑波大学人文社会国際比較研究機構

### ● 1期 千田 雅隆

ガロア表現の変形と保型 L 関数の特殊値の岩澤理論的研究  
 ・特定助教 理学研究科  
 ・特定助教 東北大学大学院理学研究科

### ● 2期 今村 博臣

細胞内エネルギー代謝可視化技術を用いた代謝と疾患の研究  
 ・特定准教授 生命科学研究科  
 ・准教授 京都大学大学院生命科学研究科

### ● 2期 山崎 正幸

タンパク質凝集性疾患におけるポリマーの動的形成と毒性の制御  
 ・特定准教授 再生医学研究所  
 ・准教授 龍谷大学農学部

### ● 3期 Pierre-Yves Donzé

Economic History of the Japanese Health System  
 ・特定准教授 経済学研究科  
 ・准教授 大阪大学大学院経済学研究科

### ● 3期 江間 有沙

情報セキュリティとプライバシーの「曖昧性の効用」の実証的研究  
 ・特定助教 情報学研究科  
 ・特任講師 東京大学教養学部附属教養教育高度化機構

### ● 3期 前多 裕介

分子の構造、情報、輸送の動的結合の解明による生命の起源の研究  
 ・特定助教 理学研究科  
 ・准教授 九州大学大学院理学研究院

### ● 4期 Marc-Henri Deroche

The Nature of Mind According to the Philosophical View of Dzogchen as Found in Buddhist Sources from the Himalayas  
 ・特定助教 文学研究科  
 ・准教授 京都大学大学院総合生存学館 (思修館)

### ● 4期 藤井 崇

死を刻む：ギリシア語銘文からみた古代地中海世界の死生学  
 ・特定助教 文学研究科  
 ・准教授 関西学院大学文学部

### ● 3期 Cédric Tassel

Synthesis, Properties and Characterization of Ordered/Disordered Mixed Anion Perovskites  
 ・特定助教 工学研究科  
 ・准教授 京都大学大学院工学研究科

### ● 2期 信川 正順

特性 X 線・硬 X 線・ガンマ線の統合による銀河中心活動性の解明  
 ・特定助教 理学研究科  
 ・特定准教授 奈良教育大学教育学部

### ● 3期 Jeremy Rappleye

Development Aid and Education at the End of an Era: Japan, the West, and the Potential for Paradigm Shift  
 ・特定准教授 教育学研究科  
 ・准教授 京都大学大学院教育学研究科

### ● 6期 末次 健司

従属栄養植物が宿主や送粉者、種子散布者と織り成す多様な相互作用  
 ・特定助教 農学研究科  
 ・特命講師 神戸大学理学部

### ● 5期 樋口 敏広

「地球環境問題」の誕生—大気圏内核実験問題と放射性降下物のリスクをめぐる国際政治  
 ・特定助教 法学研究科  
 ・Assistant Professor Georgetown University, Department of History

### ● 5期 Niels van Steenpaal

The Creation of Man: Collective Biography in Tokugawa and Meiji Japan  
 ・特定助教 文学研究科  
 ・准教授 京都大学大学院教育学研究科

### ● 2期 Asli M. Colpan

Business Groups around the World: Theoretical Analysis and Empirical Synthesis  
 ・特定准教授 経営管理研究部  
 ・准教授 京都大学大学院経済学研究科

### ● 2期 今吉 格

成体脳ニューロン新生の高次脳機能と精神疾患への関与の解明  
 ・特定准教授 ウイルス研究所  
 ・教授 生命科学研究科 (第 7 期部局連携型白眉研究者)

### ● 2期 江波 進一

独創的な手法による大気環境化学における界面反応の本質的解明  
 ・特定准教授 生存圏研究所  
 ・任期付主任研究員 国立研究開発法人国立環境研究所

### ● 2期 大串 素雅子

核小体の新規機能の解明  
 ・特定助教 医学研究科  
 ・Postdoctoral Research Associate Department of Biochemistry, University of Oxford

### ● 2期 西村 周浩

文脈の中の言語：古代イタリア諸言語が映し出す宗教的精神活動  
 ・特定助教 文学研究科  
 ・客員研究員 神戸市外国語大学

### ● 3期 後藤 励

医療技術評価に関わる個人・社会の選好や知識  
 ・特定准教授 経済学研究科  
 ・准教授 慶應義塾大学大学院経営管理研究科

### ● 3期 坂本 龍太

ブータン王国における地域在住高齢者ヘルスケア・システムの創出  
 ・特定助教 東南アジア研究所  
 ・准教授 京都大学大学院東南アジア研究所

### ● 3期 中西 竜也

多言語原典史料による近代中国イスラームの思想史的研究  
 ・特定助教 人文科学研究科  
 ・准教授 京都大学大学院人文科学研究科

### ● 4期 王 柳蘭

アジアにおける中国系ディアスポラと多元的共生空間の生成  
 ・特定准教授 地域研究統合情報センター  
 ・准教授 同志社大学グローバル地域文化学部

### ● 4期 小出 陽平

イネ種間雑種における不稔発生機構解明と異種親和性遺伝子の創出  
 ・特定助教 農学研究科  
 ・助教 北海道大学大学院農学研究院

### ● 4期 Vincent Giraud

The Japanese Path Beyond Metaphysics: the Kyoto School and Neoplatonism  
 ・特定助教 文学研究科  
 ・助教 同志社大学文学部

## ● 4期 藤井 啓祐

スケーラブル量子情報処理のための量子フォールトトレランス理論  
 ・特定助教 理学研究科 (平成 27 年 4 月 1 日 情報学研究科から変更)  
 ・特定准教授 理学研究科 (第 8 期 部局連携型白眉研究者)

## ● 5期 前野 ウルド 浩太郎

アフリカにおけるサバクトビバッタの相変異の解明と防除技術の開発  
 ・特定助教 農学研究科  
 ・任期付研究員 国立研究開発法人国際農林水産業研究センター

## ● 5期 和田 郁子

近世インド海港都市の発展に伴う広域社会の変容に関する史的研究  
 ・特定助教 人文科学研究科  
 ・助教 岡山大学大学院社会文化科学研究科

## ● 6期 原田 浩

生体内低酸素環境の積極活用による生命機能維持とその破綻  
 ・特定准教授 医学研究科  
 ・教授 京都大学放射線生物研究センター

## ● 4期 小林 圭

生体分子と水との相互作用計測に基づく生体機能発現の可視化  
 ・特定准教授 工学研究科  
 ・准教授 京都大学大学院工学研究科

## ● 4期 額定 其劣

モンゴル法制史研究の原典史料に基づいた再構築  
 ・特定助教 法学研究科  
 ・准教授 東京大学東洋文化研究所

## ● 4期 重森 正樹

弦理論とブラックホールの物理  
 ・特定准教授 基礎物理学研究所  
 ・Lecturer Queen Mary University of London

## ● 5期 Menaka De Zoysa

Thermal Emission Control by Manipulating Electronic and Photonic States  
 ・特定助教 工学研究科  
 ・講師 京都大学大学院工学研究科

## ● 5期 Hemant Poudyal

Role of Gut Hormones in Type-2 Diabetes and Cardiovascular Disease  
 ・特定助教 医学研究科  
 ・助教 京都大学大学院医学研究科医学教育推進センター

## ● 3期 Silvia Croydon

Closing the Regional Human Rights Gap: The Future of the Asia Pacific Forum in East Asia  
 ・特定助教 法学研究科  
 ・特任講師 東京大学大学院総合文化研究科

## ● 3期 小石 かつら

近代的演奏会の成立と変遷の総合的実証研究  
 ・特定助教 人文科学研究科  
 ・准教授 関西学院大学文学部

## ● 3期 小松 光

森林整備によってダムの渇水・洪水緩和の機能は代替できるのか?  
 ・特定准教授 農学研究科  
 ・International Technical Advisor Ministry of Education, Youth and Sports, Cambodia

## ● 3期 Jesper Jansson

Algorithmic Graph Theory with Applications to Bioinformatics  
 ・特定准教授 化学研究所  
 ・特定准教授 京都大学大学院化学研究所

## ● 3期 楯谷 智子

蝸牛発生の制御機構解明と聴覚再生医療への応用  
 ・特定助教 ウィルス研究所  
 ・研究員 京都大学ウイルス・再生医学研究所

## ● 3期 西山 雅祥

タンパク質分子機械力学応答の in vivo イメージング  
 ・特定准教授 物質-細胞統合システム拠点  
 ・研究員 京都大学大学院医学研究科

## ● 4期 齋藤 隆之

超高エネルギーガンマ線で探るパルサーの放射機構  
 ・特定助教 理学研究科  
 ・特任助教 東京大学宇宙線研究所

## ● 5期 中嶋 浩平

フィジカルレザバコンピューティング: 物理システムにおける情報処理能の探求  
 ・特定助教 情報学研究科  
 ・特任准教授 東京大学大学院情報理工学系研究科

## ● 7期 岩尾 一史

7-13世紀の東部ユーラシアにおける国際秩序と外交  
 ・特定准教授 人文科学研究科  
 ・准教授 龍谷大学文学部東洋史学科

## ● 7期 別所 裕介

中印国境地帯における中国の越境開発と「仏教の政治」  
 ・特定准教授 人文科学研究科  
 ・准教授 駒沢大学総合教育研究部

## ★ 7期 鈴木 智子

日本のサービス産業の国際化に関する実証的・理論的研究  
 ・特定准教授 経営管理研究部  
 ・准教授 一橋大学大学院国際企業戦略研究科

## ● 4期 置田 清和

God as Paramour: Ethic and Aesthetic of Emotion in Early Modern South Asia  
 ・特定助教 文学研究科  
 ・助教 上智大学国際教養学部

## ● 5期 越川 滋行

多細胞生物の模様形成機構を構成的に理解する  
 ・特定助教 理学研究科  
 ・准教授 北海道大学大学院地球環境科学研究院

## ● 5期 山道 真人

生態と進化のフィードバック: 理論と実証によるアプローチ  
 ・特定助教 生態学研究センター  
 ・講師 東京大学大学院総合文化研究科

## ● 7期 吉田 昭介

環境微生物が繰り出す多次元生存戦略  
 ・特定准教授 工学研究科  
 ・特任准教授 奈良先端科学技術大学院大学研究推進機構

## ● 6期 山吉 麻子

RNA エピジェネティクスを支配する新規遺伝子制御法の開発  
 ・特定准教授 理学研究科  
 ・教授 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科

## ● 4期 Knut Woltjen

Functional Evaluation of Non-coding DNA via Human Stem Cell Genetic Engineering  
 ・特定准教授 iPS 細胞研究所  
 ・准教授 京都大学 iPS 細胞研究所

## ● 4期 米田 英嗣

自閉症者の感情理解メカニズムの解明  
 ・特定准教授 教育学研究科  
 ・准教授 青山学院大学教育人間科学部

## ● 4期 花田 政範

素粒子物理学の未解決問題に対する計算物理学的アプローチ  
 ・特定准教授 基礎物理学研究所  
 ・Visiting Scientist, University of Colorado at Boulder

## ● 4期 加藤 裕美

熱帯型プランテーション開発と地域住民の生存基盤の安定  
 ・特定助教 東南アジア研究所  
 ・准教授 福井県立大学学術教養センター

## ● 4期 西本 希輝

無文字社会における数概念の研究—オーストロネシア語圏を中心に  
 ・特定助教 東南アジア研究所  
 ・特定研究員 京都大学人間・環境学研究科



### ● 4期 原村 隆司

進化生態学的手法を用いた、外来生物の新たな駆除方法の開発  
 ・特定助教 フィールド科学教育研究センター  
 ・准教授 酪農学園大学農食環境学群環境共生学類

### ● 4期 細 将貴

左右非対称性の進化生物学  
 ・特定助教 理学研究科  
 ・特任助教 東京大学大学院理学系研究科

### ● 6期 石本 健太

精子遊泳ダイナミクスの流体数理解  
 ・特定助教 数理解析研究所  
 ・特任助教 東京大学数理学研究科

### ● 6期 村上 祐二

マルセル・ブルーストにおけるユダヤ性・反ユダヤ主義の研究  
 ・特定助教 文学研究科  
 ・准教授 京都大学大学院文学研究科

### ● 5期 鈴木 咲衣

絡み目と3次元多様体の量子不変量の研究  
 ・特定助教 数理解析研究所  
 ・准教授 東京工業大学情報理工学院

### ● 5期 Jennifer Coates

Re-writing History: Women and War Memory in Japanese Film 1945-1979  
 ・特定助教 文学研究科  
 ・Senior Lecturer, Sainsbury Institute for the Study of Japanese Arts and Cultures

### ● 8期 藤井 佐織

微生物食者群集の資源利用様式から読み解く陸域生態系の物質循環  
 ・特定助教 フィールド科学教育研究センター  
 ・研究員 森林総合研究所森林昆虫研究領域

### ● 8期 Miles Kenny-Lazar

Governing the Global Land Grab: Confronting a New Threat to Rural Southeast Asia  
 ・特定助教 東南アジア地域研究研究所  
 ・Assistant Professor, The Department of Geography at the National University of Singapore

### ● 6期 飯間 麻美

診断能の飛躍的向上を目指した新たな拡散MRI乳腺腫瘍診断法の確立  
 ・特定助教 医学研究科  
 ・放射線診断科助教 京都大学医学部附属病院臨床研究総合センター

### ● 8期 佐藤 寛之

制約付き最適化問題に対する幾何学的アプローチの数理解とその展開  
 ・特定助教 情報学研究科  
 ・特定准教授 京都大学大学院情報学研究科

### ● 5期 Stefan Gruber

東アジアにおける文化多様性、遺産保護と持続可能な開発のための法  
 ・特定准教授 人間・環境学研究科  
 ・招聘研究員 早稲田大学社会科学総合学術院

### ● 5期 鈴木 多聞

第二次世界大戦の終結と戦後体制の形成  
 ・特定准教授 法学研究科  
 ・学術研究員 東京大学

### ● 5期 時長 宏樹

地球温暖化と自然変動の相乗効果による急激な気候変化の解明  
 ・特定准教授 防災研究所  
 ・教授 九州大学応用力学研究所地球環境力学部門・海洋環境物理分野

### ● 5期 Bill M. Mak

東アジア・東南アジアにおける古代インド天文学の歴史的伝播  
 ・特定准教授 人文科学研究科  
 ・Research Fellow, Needham Research Institute, Robinson College, Cambridge University

### ● 5期 Sarah S. Kashani

在日コリアンのアントレプレナリズムとエスニック経済  
 ・特定助教 文学研究科  
 ・Visiting Fellow/Lecturer, Princeton University, Center for Migration and Development

### ● 5期 武内 康則

契丹学の構築：契丹の言語・歴史・文化の新しい研究パラダイム  
 ・特定助教 文学研究科  
 ・客員研究員 神戸市外国語大学

### ● 6期 上峯 篤史

新しい石器観察・遺跡調査・年代決定法に基づく前期旧石器時代史  
 ・特定助教 人文科学研究科  
 ・准教授 南山大学人文学部人類文化学科

### ● 6期 山名 俊介

保型表現のL函数の特殊値と周期  
 ・特定助教 理学研究科  
 ・准教授 大阪市立大学理学研究科数物系専攻

### ● 7期 金 宇大

古墳時代における朝鮮半島交渉の実態解明と社会発展過程の再構築  
 ・特定助教 文学研究科  
 ・准教授 滋賀県立大学人間文化学部

### ★ 8期 藤井 啓祐

量子情報に立脚した物理・情報・工学の本質的融合と物理学フロンティアの開拓  
 ・特定准教授 理学研究科  
 ・教授 大阪大学基礎工学研究科

### ● 7期 金沢 篤

Calabi-Yau 多様体とミラー対称性の研究  
 ・特定助教 理学研究科  
 ・特定准教授 理学研究科 (第10期部局連携型白眉研究者)

### ● 6期 丸山 善宏

意味と双対性：数学・物理・言語の圏論的基礎と統一的世界像  
 ・特定助教 人間・環境学研究科  
 ・Lecturer, Australian National University

### ● 6期 榎戸 輝揚

宇宙X線の超精密観測で挑む中性子星の極限物理  
 ・特定准教授 理学研究科  
 ・理研白眉研究チームリーダー 国立研究開発法人理化学研究所開拓研究本部

### ● 6期 瀧川 晶

星周ダストの形成と進化：晩期型巨星から初期太陽系まで  
 ・特定助教 理学研究科  
 ・准教授 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻

### ● 6期 大槻 元

クローン細胞に着目した学習思考原理の解明と脳機能不全への応用  
 ・特定准教授 理学研究科  
 ・特定教授 京都大学大学院医学研究科

### ● 6期 荻原 裕敏

中央アジア地域における弥勒信仰の受容とその展開  
 ・特定准教授 文学研究科  
 ・研究員 東京大学大学院人文社会科学研究科

### ● 6期 加賀谷 勝史

シャコの超高速運動のための脳・身体機構とその進化  
 ・特定助教 フィールド科学教育研究センター  
 ・特任研究員 東京大学大学院情報理工学系研究科

### ● 6期 金 玖秀

蛋白質分解システムによる生体制御機構の解明  
 ・特定准教授 医学研究科  
 ・准教授 京都大学大学院医学研究科医学教育・国際化推進センター

### ● 6期 鳥澤 勇介

骨髄機能の再現に向けた生体模倣デバイスの開発  
 ・特定准教授 工学研究科  
 ・株式会社ヘリオス

### ● 6期 林 眞理

ヒト体細胞の初期がん化における染色体不安定化プロセスの解明  
 ・特定助教 生命科学研究科  
 ・客員准教授 京都大学医学研究科/IFOM (FIRC INSTITUTE OF MOLECULAR ONCOLOGY),PI



## ● 6期 Marcus Christian Werner

Modified general relativity and gravitational lensing tests  
 ・特定助教 基礎物理学研究所  
 ・Associate Professor, Natural Sciences Division, Duke Kunshan University

## ● 7期 高橋 雄介

社会デザインに資するための自己制御に関する発達行動遺伝学研究  
 ・特定准教授 教育学研究科  
 ・准教授 京都大学大学院教育学研究科

## ● 8期 中井 愛子

中南米の地域国際法と「裁判所間の対話」—重層化する法の支配  
 ・特定助教 法学研究科  
 ・准教授 大阪市立大学法学研究科

## ● 10期 越智 萌

中核犯罪の特別性に関する研究—国際社会全体の関心事である最も重大な犯罪分類の現代的意義  
 ・特定助教 法学研究科  
 ・准教授 立命館大学国際関係学部

## ● 7期 雨森 賢一

霊長類の脳回路を計測・操作し、不安と葛藤をコントロールする  
 ・特定准教授 霊長類研究所  
 ・特定准教授 京都大学高等研究院ヒト生物学高等研究拠点

## ● 9期 平野 恭敬

心の動きを支える記憶をクロマチンから知る  
 ・特定准教授 医学研究科  
 ・Assistant Professor, 香港科学技術大学

## ● 9期 田中 祐理子

大戦期科学研究の質的変遷：20世紀史と真理概念の相互影響研究  
 ・特定准教授 文学研究科  
 ・准教授 神戸大学大学院 国際文化学研究科

## ● 10期 RAPPO Gaétan

A Digital Philology of Buddhist Literature (Shōgyō) in Japan: Reassessing the Legacy of Esoteric Buddhism in the Late Middle Ages and Beyond  
 ・特定准教授 人文科学研究科  
 ・准教授 同志社大学 文化情報学部

## ● 7期 藤原 敬介

現代語から死語を復元する—チベット・ビルマ語派ルイ語群を例に  
 ・特定准教授 文学研究科  
 ・准教授 帝京科学大学 総合教育センター

## ● 7期 堀江 真行

RNA ウイルスの考古学：生物学的実験と進化学的解析による探究  
 ・特定准教授 ウイルス・再生医科学研究科  
 ・教授 大阪府立大学 第4学系群獣医系

## ★ 7期 磯野 優介

III型フォンノイマン環の研究とそれを用いたエルゴード理論への応用  
 ・特定助教 数理解析研究所  
 ・准教授 京都大学 数理解析研究所

## ★ 7期 今吉 格

神経幹細胞の制御機構とニューロン新生の機能的意義の解明  
 ・特定准教授 生命科学研究科  
 ・教授 京都大学 生命科学研究科

## ★ 7期 倉重 佑輝

強い電子相関を記述する分子電子状態理論の開拓  
 ・特定准教授 理学研究科  
 ・准教授 京都大学 理学研究科

## ★ 10期 金沢 篤

複素代数幾何とシンプレクティック幾何の双対性  
 ・特定准教授 理学研究科  
 ・准教授 慶応義塾大学 総合政策学部

## ● 8期 武井 智彦

中枢神経系の損傷後に運動機能を再獲得する神経メカニズムの解明  
 ・特定准教授 医学研究科  
 ・准教授 玉川大学脳科学研究科

## ● 7期 川中 宣太

突発的天体現象起源の電磁波・粒子放射の理解と将来観測への提言  
 ・特定准教授 理学研究科  
 ・研究員 京都大学 基礎物理学研究所

## ★ 7期 安藤 裕一郎

半導体スピントロニクスへの創製  
 ・特定准教授 工学研究科  
 ・准教授 京都大学 工学研究科

## ● 8期 DENIS ROMERO Fabio

Synthesis and exploration of novel charge transition oxide materials for future multifunctional devices  
 ・特定助教 化学研究所  
 ・CNRS Institut Néel

## ★ 8期 古瀬 祐気

ウイルス-宿主の関係を細胞レベルから世界レベルまで統合的に理解する  
 ・特定准教授 ウイルス・再生医科学研究科  
 ・特定准教授 京都大学 ウイルス・再生医科学研究科

## ★ 8期 下野 昌宣

脳のネットワーク構造のスケール間融合と体系化  
 ・特定准教授 医学研究科  
 ・准教授 京都大学 医学研究科

## ● 8期 菰谷 電太

インド・チベット術語集成構築のためのタントラ文献の包括的研究  
 ・特定准教授 文学研究科  
 ・准教授 高野山大学 文学部密教学科

## ● 9期 藤井 俊博

極高エネルギー宇宙線天文学によって近傍宇宙の極大エネルギー現象を解明する：新型大気蛍光望遠鏡アレイ  
 ・特定助教 理学研究科  
 ・准教授 大阪公立大学 理学研究科

2022年3月31日 現在

白眉プロジェクト 2021

編集：京都大学白眉センター PR ワーキンググループ  
(田原 弘量、安達 俊介、井内 真帆、大谷 育恵、  
小俣ラポー 日登美、東島 沙弥佳)

発行：京都大学白眉センター  
TEL：075-753-5315 FAX：075-753-5310  
Eメール：hakubi@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp  
<https://www.hakubi.kyoto-u.ac.jp/>

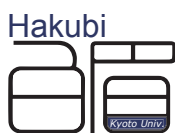
発行日：2022年4月30日  
印刷：株式会社サンワ  
表紙デザイン：アダチ・デザイン研究室

The Hakubi Project at a Glance

Editorial Team: PR Working Group, the Hakubi Center for Advanced  
Research, Kyoto University (Hirokazu Tahara, Shunsuke  
Adachi, Maho Iuchi, Ikue Otani, Hitomi Omata Rappo,  
Sayaka Tojima)

Publisher: The Hakubi Center for Advanced Research, Kyoto University  
TEL:+81-75-753-5315 FAX: +81-75-753-5310  
E-mail : hakubi@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp  
<https://www.hakubi.kyoto-u.ac.jp/eng>

Publication Date: April 30th, 2022  
Printing Works: Sanwa Co., Ltd., Tokyo  
Cover Design : adachi design laboratory



# 白眉要覽

THE HAKUBI PROJECT  
AT A GLANCE

