



地方協奏による世界トップクラスの研究者育成

HIRAKU GLOBAL

Home for Innovative Researchers and Academic Knowledge Users Driving Global Impact

第二期

HIRAKU-Global 教員インタビュー

Vol.3

「未来博士3分間コンペティション2021」受賞者
最先端に挑む博士課程後期の学生たち



2022年3月発行

地方協奏による世界トップクラスの研究者育成

代表機関: 広島大学

共同実施機関: 山口大学・徳島大学・愛媛大学

連絡先

HIRAKU-Global 事務局

広島大学 学術・社会連携室 〒739-8511 東広島市鏡山1-3-2

E-mail: hiraku-global@office.hiroshima-u.ac.jp



ミックス
責任ある木質資源を
使用した紙
FSC® C016467



Contents

02

HIRAKU-Global 事業概要

03

育成プログラムの紹介

05

第二期HIRAKU-Global 教員インタビュー

延寿 里美 愛媛大学 大学院理工学研究科 助教
蓮池 里菜 山口大学 大学院創成科学研究科 助教
出田 真一郎 広島大学 学術院 放射光科学研究センター 准教授
稲垣 舞 徳島大学 大学院医歯薬学研究部 助教
松本 大亮 広島大学 学術院 大学院医系科学研究科 助教
松崎 元紀 徳島大学 先端酵素学研究所 助教
溝口 洋子 広島大学 学術院 大学院医系科学研究科 助教
樽谷 直紀 広島大学 学術院 大学院先進理工系科学研究科 助教

37

研究に際して重要なこと

研究倫理 / 安全保障輸出管理 / 外部資金獲得

40

コラム 特許について考えよう

41

大学院生を対象とした支援

広島大学 / 山口大学 / 徳島大学 / 愛媛大学

45

「未来博士3分間コンペティション2021」受賞者 最先端に挑む博士課程後期の学生たち

島村 勇徳 東京大学 大学院工学系研究科 博士後期課程 D2
浅尾 友里愛 広島大学 大学院医歯薬保健学研究科 博士課程 D4

未来博士3分間コンペティション概要



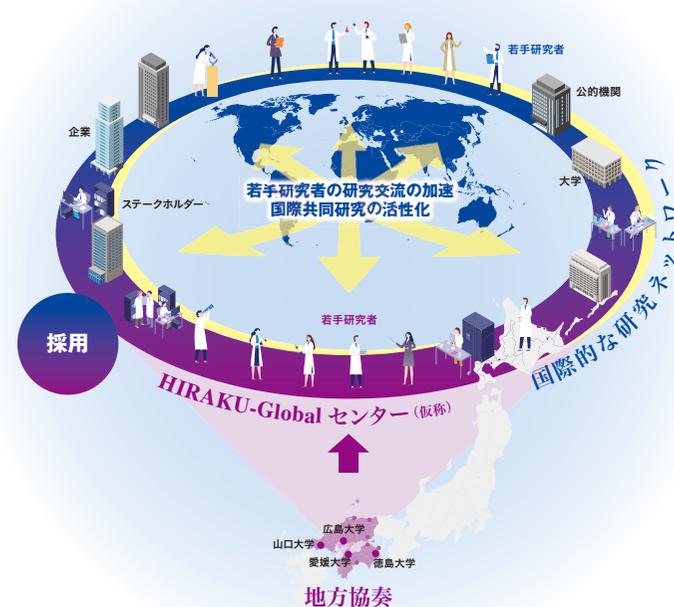
2014年より、HIRAKU（未来を拓く地方協奏プラットフォーム）を展開していますが、さらに、世界トップクラスの若手研究者を育成するプログラムとしてHIRAKU-Globalがスタートしました。

2019年度、広島大学（代表機関）、山口大学、徳島大学、愛媛大学（共同実施機関）は、文部科学省「世界で活躍できる研究者戦略育成事業^{※1}」に採択されました。

本事業では、『自分の研究室を運営し、学生を育てつつ、さまざまな分野の国内外の研究者と連携し、独自の研究感性を磨き、世界でもユニークな研究を牽引していくことができる研究人材』の育成を目指しています。そのために、中国四国地方にある実施機関が総力を挙げて、国際的なコミュニティの中で、確かなプレゼンスと影響力を有しインパクトを与える研究者（Innovative, Influential, Impactful）を育成するプログラムを開発し、世界トップクラスの若手研究者を育成します。また、上記4大学のみでなく、中国四国地方における国立大学法人及び公私立大学法人に連携機関として参画を促し、中国四国地方の強みを生かす研究者育成プログラムの構築に取り組みます。

研究者育成拠点として代表機関、共同実施機関、連携機関による「地方協奏による世界トップクラスの研究者育成」コンソーシアムを形成し、国内外から研究者が多数集まり、優れた研究環境と合わせて高い研究水準を誇る「研究拠点」の形成を目指します。

※1 文部科学省 科学技術人材育成費補助事業（2019年度～2028年度）「世界で活躍できる研究者戦略育成事業」
プログラム名：『地方協奏による世界トップクラスの研究者育成』（HIRAKU-Global）



育成プログラムの特長

優秀な若手研究者の採用・育成

グローバルな採用

代表機関・共同実施機関において新規に採用、あるいは在籍する多様なテニュアトラック教員から、複数の育成対象者を選抜します。

研究者育成

国際的な活躍を目指す研究者として、右記の二種の観点からさまざまな機会を提供します。支援は育成対象者がテニュアを獲得するまでの最大5年間です。

Visionary Empowerment

- ・世界的視野でのビジョン構築
- ・国際的なネットワークの形成
- ・中長期的なキャリア形成

Professional Empowerment

- ・分野やニーズに応じた能力開発
- ・他者への研究指導力やメンタリング能力
- ・研究成果の発表と外部資金獲得

HIRAKU-Globalプログラムの主な支援と制度

スタートアップ研究資金

研究の素早い立ち上げを可能にするため、HIRAKU-Global独自のスタートアップ研究費を提供します。

研究交流制度

プログラムの支援開始後、3年間を目途に、海外機関での中長期にわたる共同研究や研究交流を目的として、旅費・滞在費等を支給します。海外派遣先は、HIRAKU-Globalセンター(仮称)が戦略的に連携を強化する海外機関、育成対象者が開拓する海外機関を中心に、本人の希望およびメンターとの面談などを通じて決定します。

複数メンターによる支援

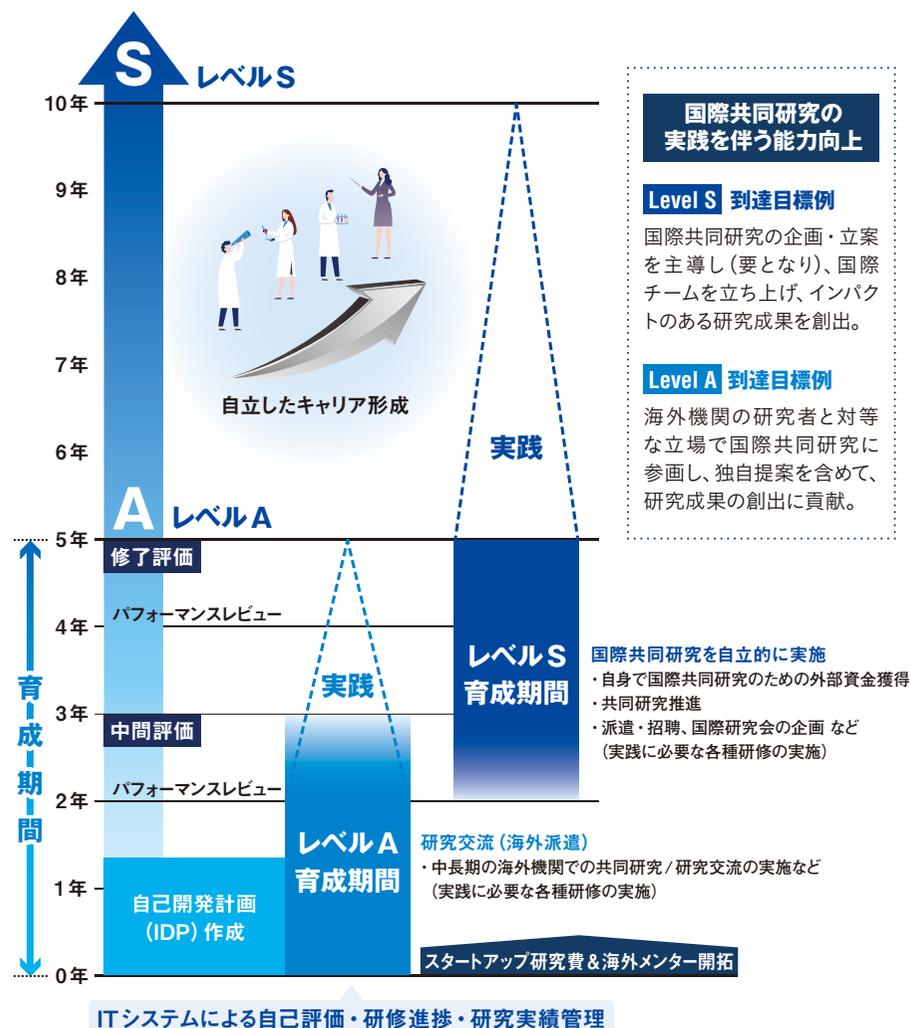
各研究者には複数のメンターが付き、実践計画への助言、目標達成のための進捗確認、テニュアの獲得、キャリア形成などについて、プログラム全体を通して支援します。

研究推進支援

外部資金の獲得、国際共同研究の推進、海外の受け入れ先機関とのマッチングなど、URAが必要な支援を行います。

研究者育成プログラムにおける能力開発プロセス

5年、10年後の最終的な目標が明確になるように、適切な支援を行います。



- 代表機関：広島大学
- 共同実施機関：山口大学・徳島大学・愛媛大学

上記4大学を中心に、中国・四国地方の大学や機関が連携し、若手研究者の研究交流の加速、国際共同研究の活性化を図ります。

延 寿 里 美

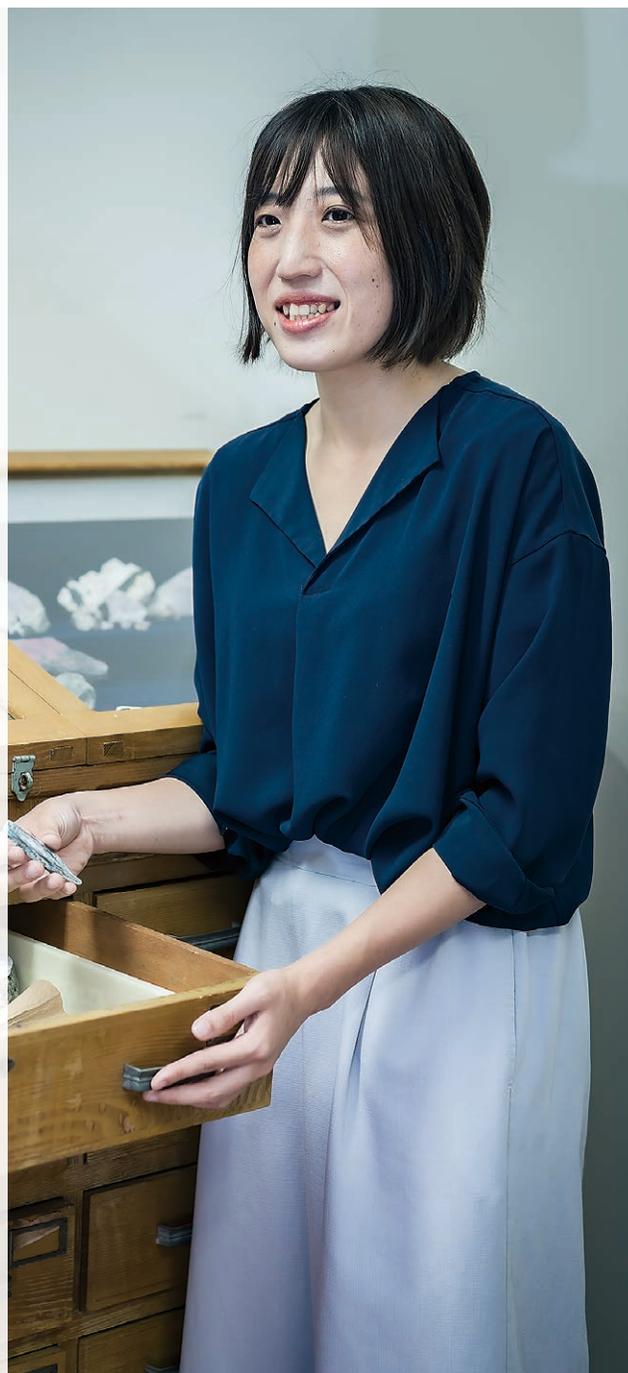
ENJU Satomi

愛媛大学
大学院理工学研究科
助教

Assistant Professor,
Graduate School of
Science and Engineering,
Ehime University

博士 (理学)
Ph.D.

Born in Nagasaki, Dr. Enju graduated from the Graduate School of Science at Kyushu University in 2013, and completed a doctoral degree at the same university in 2018. Following that, she worked as a researcher at Kyoto University and Ritsumeikan University, taking up the post of Specially Appointed Assistant Professor at the Kyoto University Museum in 2020. In 2021, she took up her current post as Assistant Professor at Ehime University Graduate School of Science and Engineering. In order to collect valuable samples, Dr. Enju actively conducts fieldwork all over Japan.



Research Summary

Mineralogy is a composite research field requiring geological, chemical and physical knowledge, supported by various approaches such as field surveys, synthetic experiments and analysis using various methods. It is a long continued research field in earth and planetary sciences, which is important to understand the geological system of the Earth, since minerals are their major building blocks. Against this backdrop, Dr. Enju is researching minerals formed by reaction with fluid, focusing on serpentine that plays an important role in the geological cycle. She is conducting research in order to learn about unseeable places and timelines from minerals, which act as the storage device of the Earth's history. She is also active as a supporting member analyzing extraterrestrial materials in the topical Hayabusa 2 mission.

Interview

地球のかけらが教えてくれる見えない過去

鉱物学は謎解きで、極上のミステリー

鉱物学と聞くと、珍しいサンプルを求めてフィールドワークにいそむ姿が思い描かれる。もちろんそれも一つだが、鉱物学の守備範囲は想像以上に幅広い。愛媛大学の延寿先生が取り組む研究も、鉱物の分析から始まって、地球の仕組みと歴史に至るまでをカバーしており、学問的な広がりには驚かされる。

「鉱物は、過去の出来事が刻まれた記憶装置です。場所ごとに起こった出来事は異なり、刻まれたデータはさまざまですので、見えない過去を知るために重要な役割を果たします。鉱物そのものを収集し、いわば地球図鑑のようなものを作っていくことも大切ですが、私はどちらかといえば、採ってきたサンプルをミクロの領域で観察しつつ、結晶構造や化学組成

から推察を行い、過去の出来事を一連のストーリーの中で組み立てていく作業に魅力を感じています。地球の大部分は鉱物です。自分の足元に、見えない場所や時間軸を知る手掛かりが眠っていると思うと、それだけで心が躍ります。例えて言うなら、面白いパズルやミステリー小説を解く時の感覚に近いですね」

実は学部生時代に「阿武石」という新鉱物を発見して、メディアにも取り上げられた延寿先生。発見そのものや石の珍しさに目が行きがちだが、先生が見ているのは鉱物の向こう側にある過去の物語だ。この新鉱物の成り立ちに関して、先生は以下のように推測している。

「阿武石の含む成分そのものは、カルシウム、アルミ、リン、フッ素と、割とどこにでもあるものです。それなのに、過去に類似した成分の



石が発見されていなかったため、鉱物ができる段階で、この場所で特異な地質的イベントが発生したと推察できます。阿武石が見つかった山口県阿武町一帯では、白亜紀に熱水変質が起こったと推定されていますが、おそらく石が産出したごく近辺だけで、リンを含みかつ他の地域よりも比較的高温の酸性流体が反応したと考えられます」

鉱物の成分だけで、こうした推察が導けるという。まさにミステリーのごとく、謎解きに挑む面白さがある。

多くの情報を含有する地球の記憶装置 「蛇紋石」

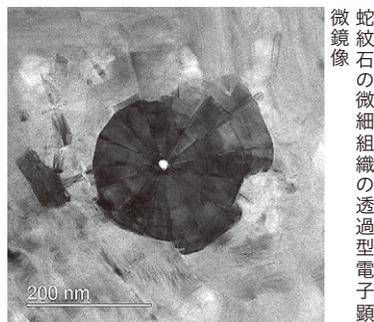
現在の研究テーマは、蛇紋石という粘土鉱物に着目している。蛇紋石は、地球内部の上部マントルの主成分であるカンラン岩が、水と反応することで形成される蛇紋岩の主成分であり、沈み込み帯や海嶺など、幅広い地質背景で見られる。この鉱物が持つ学術的な意義について、先生は次のように説明してくれた。

「蛇紋石は変質時に岩石と流体との間で、元素のやり取り（元素分配）が行われます。その後、蛇紋岩化により岩石の強度が減少するため、地下深部への水の輸送や、地震、変形への影響など、地球の地質サイクルにおいて、さまざまな役割を担っていると考えられています」

つまり、蛇紋石は極めて情報量が多い鉱物なのだ。さらに最近では、宇宙探査プロジェクトにおいても貴重な情報源とみなされており、このたびの「はやぶさ2計画」では、蛇紋石の存在が流体との反応履歴を知るカギになると考えられている。ちなみに延寿先生は、以前所属していた研究室の縁から「はやぶさ2」が持ち帰った地球外物質の分析にも関わっているようだ。

学術的な意義の高い蛇紋石だが、先生が着目しているのにはもう一つ理由がある。

「蛇紋石は地球科学的に重要な反応を伴う鉱物です。なのに、結晶構造や形成過程の複雑さからいまだ不明点が多く、また、多様な結晶構造の形成条件がはっきりしていないため、火成岩や変成岩、堆積岩などの岩石に比べて、体系立てた研究が少ないのです。そこで蛇紋石を中心に、流体を伴う鉱物の変質についての研究を充実させることで、分かりづらいというイメージを払拭し、この分野の認知度を上げたいと思っています。難しい反面、研究者にとっては挑戦しがいのある研究テーマです」



蛇紋石の微細組織の透過型電子顕微鏡像

研究の原動力は、「知りたい」という情熱

使命感を抱いて研究にのぞむ延寿先生だが、今後の研究について、以下のように語って



くれた。

「ライフワークとしているテーマは、地球表層の岩石水相互作用の解明です。そのテーマを突き詰めるために、研究方法を充実させたいと考えています。具体的には、電子顕微鏡やX線回折装置だけでなく、X線—CTやラマン分光を分析手法に取り入れたり、共同研究という形で合成実験のデータを得たりして、研究の幅を広げることに取り組んでいます。また、『はやぶさ2計画』のように、地球外物質における岩石水相互作用についても、コラボレーションを行っていきたいですね。もちろんチャンスがあれば、海外の豊富なサンプルにも触れていきたいです」

鉱物学のカバーする範囲は広く、挑戦したいことも多岐にわたっている。そんな先生を突き動かす原動力は、学術的な使命感もさることながら、「知りたい」という情熱だ。

「鉱物学は実社会においても、建築・土木・農業・化学など、幅広い分野とつながってい

る学問です。ただ学問が『実社会とどう結び付くか』はとても大切なことですが、私は『知ること』自体も同じくらい大事にしたいと思っています。自分の住んでいる地球についてちゃんと知り、その成り立ちを理解してあげる。それも意義深いことではないでしょうか。ですので、面白いと感じたらその感情に素直に従いやってみるということが大切ではないでしょうか。与えられた情報をうのみにするのではなく、疑問を抱くことも重要です。考える楽しみを味わっていくことは、研究でも人生でも、きっとプラスに働くはずだと思っています」

いつの時代も、学問の進歩の根底にあるのは、研究者の知的好奇心であることは間違いないだろう。今回見せていただいたものも、私たち一般人からすれば「石ころ」だが、この地球のかけらは、歴史の謎を解くパズルのピースでもあるのだ。パズルは少しずつだが、組み上がっていく。今後、いったいどんな絵が見えてくるのだろう。

蓮池 里菜

HASUIKE Rina

山口大学
大学院創成科学研究科
助教

Assistant Professor,
Graduate School of
Sciences and Technology for Innovation,
Yamaguchi University

博士 (工学)
Ph.D.

Born in Aichi, Dr. Hasuike attended Gifu University, and after graduating from the Faculty of Engineering in 2015, she obtained a doctorate from the same university in 2020. From April 2020, she worked as a Specially Appointed Assistant Professor at the University of the Ryukyus Research Center for Regional Development and Creation, while also working as a Specially Appointed Assistant Professor at the Faculty of Engineering of her alma mater, Gifu University. From April 2021, she took up her current post of Assistant Professor at Yamaguchi University Graduate School of Sciences and Technology for Innovation. Dr. Hasuike is currently devoting all her efforts into research on achieving semi-permanent corrosion-free steel bridges.



Research Summary

The infrastructure constructed during the period of high economic growth in Japan is facing deterioration. To overcome this problem, there is a trend of using infrastructure safely and for a long time while minimizing costs through optimal operation and maintenance with the concept of asset management. Following these trends, Dr. Hasuike aims to achieve corrosion-free steel bridges by controlling corrosion. There are two methods: one is to focus on the rust composition and make a stable condition for reducing the corrosion rate, and the other is to partially apply stainless steel that is resistant to corrosion.

Interview

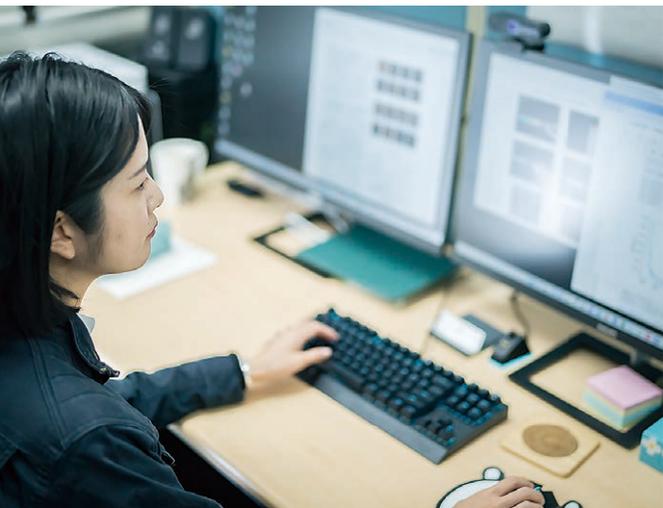
朽ちない熱意が、100年続く人類の資産をつくる

インフラの老朽化に伴う維持管理の新潮流

昨今、社会基盤工学の分野では「アセットマネジメント」という考え方のもと、適切な維持管理を行うことで、構造物を長く安全に使い続けることが注目を集める。この背景にはわが国のインフラ設備の多くが、高度経済成長期に集中的に整備されたものであり、現在、それらが軒並み50年、60年といった歳月を経て、老朽化が問題視されている事実がある。そうした中「100年橋梁」を合言葉に、単なる老朽化対策だけではなく、今後の維持管理の在り方を根本的に見直す機運が高まっており、この分野の研究者にとって、いま最も熱い領域として受け止められている。蓮池先生も、こうした流れを受け、長く安全に使い続ける橋梁をテーマに研究を展開する研究者の一人

である。まずは先生に現在の研究テーマについて、その概略を聞いてみた。

「私の研究では鋼橋を安全に使い続けるため、劣化要因である腐食に着目し、研究を進めています。鋼橋での腐食反応によって生成するさびは、水と酸素によって生じます。そして、そのさびを促進させるのが、塩化物や排気ガスに含まれる硫酸化物といった物質です。例えば冬に散布される凍結防止剤は塩化物を含んでいるため、鋼材には大敵です。腐食を促進させる要因として、維持管理者を悩ませていました。これを受けて修士時代の研究では、非塩化物系の凍結防止剤や防錆剤の添加を提案しました。これまでも、高速道路会社などでそういった薬剤は採用されていましたが、効果が見えにくく、コストがかかることから使用拡大には至りませんでした。それならば、



まずは本当に効果があるかどうかを調べようと考え、さびの組成分析に取り組みました。それが現在の研究テーマである、「腐食を制御する」といったアイデアのベースとなっています」

では、さびの組成を調べていく中で、腐食をコントロールできると手応えを得た過程にはいったい何があったのだろうか。

鋼橋の“腐食を制御する”研究とは？

「さびの組成を調べることが、なぜ非塩化物系凍結防止剤や防錆剤の評価につながるかというと、さびが層状に生じることに関係があります。さび層は鋼に近い下層ほど新しく生まれたものであり、上層ほど過去のものになります。そのため、上に塩化物系の影響を受けたさび $\langle\beta\text{-FeOOH}\rangle$ があり、一番下に影響のないさび $\langle\alpha\text{-FeOOH}\rangle$ や $\langle\gamma\text{-FeOOH}\rangle$ があれば、新しく使用した薬剤に効果があったと判断できるのです。中でも $\langle\alpha\text{-FeOOH}\rangle$ のさびは比較的安定しているため、急激に腐食が進むことは稀です。さび自体を完全に無くすのは困難

ですが、何らかの手段を用いて $\langle\alpha\text{-FeOOH}\rangle$ の状態を保てば、腐食をコントロールできるかもしれない。そう考えた結果、今の研究テーマに至りました」

さらに、腐食フリーを実現するために、別のアプローチも考えているとのことだ。それについて以下のような説明が展開された。

「もう一つ考えている方法が、腐食に強い材料の部分的な適用です。具体的にはステンレス鋼を用いる案です。ステンレスに関しては、これまでも提案されてきたのですが、炭素鋼に比べて材料費がかかってしまうため、実用には至っていませんでした。しかし、炭素鋼橋の腐食状況を調べたところ、腐食箇所は桁連結部分の端部に集中しており、その他は比較的安定した状態を保っています。必要な箇所だけに適用することで、コストの抑制が可能です」

確かに部分的に適用すればコストと腐食の対策を両立できるが、それで全てうまくいくわけではないとも話す。懸念されているのが、異種金属接触腐食の可能性だ。

「ステンレス鋼と炭素鋼を併用した場合、こ

れらが接触した状態で水膜が形成されると、各鋼材の電極単位の差に起因した腐食、すなわち異種金属接触腐食が発生する恐れがあります。私の研究では、橋梁がさらされる大気環境下で発生し得る異種金属接触腐食を明らかにした上で、抑制手法の提案を目指しています」

ステンレス鋼の採用でハードルとなる「異種金属接触腐食」については、現在解明中だ。

腐食フリーな鋼橋の実現に向けて

一口に「さび」といっても、その成り立ちは環境によって大きく異なり、研究を進めるためにも多様な環境下のさびへの理解が必須である。そこで、先生は昨年1年間、特命助教として琉球大学に籍を置いていた。

「島しょ部の橋梁は普段から塩の影響を受けやすく、沖縄は台風の影響もあります。鋼橋にとって国内随一の厳しい環境である沖縄で生成するさびを調べたいと考えたのです」

この他にも研究者のネットワークを活用して、国内各地に試験体を置かせてもらい、サンプルを提供してもらったりしているそうだ。

「男性研究者が多い社会基盤工学では、女性であることは目立ちますね。でも、覚えていただけるのは、大変ありがたいことでもあります。こうして研究者ネットワークを構築するの

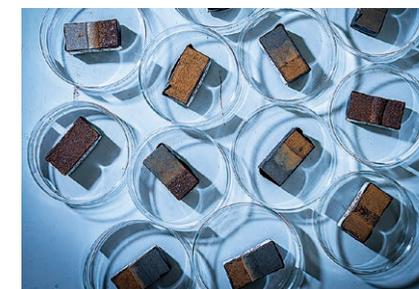


に役立つわけですから。また、自身の知見を広め、鼓舞するためにも、他の研究者との交流は欠かせません。そういう意味では、博士後期課程の時に留学したオーストラリアでの体験はとても新鮮なものでした」

博士課程の間に、蓮池先生は1年半のオーストラリア留学を体験している。当初は語学に苦戦するものの、言葉のハードルを少しずつクリアすると、得られる情報量が日々更新され、自身の成長に手応えを感じていたと話す。中でも新鮮だったのは研究に対する自由な姿勢。慎重になりがちな日本人に対して、海外の研究者は時に無頓着と思えるほど、平気で新しい領域に踏み込んでいくのだという。その勇氣には学ぶことが多く、無頓着さゆえに得られた貴重なデータもあったそうだ。

今後は半永久的に「腐食フリーな鋼橋」を実現したいと考える蓮池先生。研究者を目指す後輩たちにメッセージを送ってくれた。

「社会基盤工学の研究では、人の生活を支え、より良くするにはどうすべきかという問いが根本にあります。研究は、問いを踏まえた上で、自分の興味や気になることを見つけるのが理想ですが、なかなか見つからないこともあります。しかし研究を続けて得られる論理的思考力や、物事を推進していく力は、自身の人生をより良くする手助けになります。勇氣を出して一歩を踏み出してください」



出田 真一郎

IDETA Shinichiro

広島大学 学術院
放射光科学研究センター
准教授

Associate Professor,
Hiroshima Synchrotron Radiation Center,
Academy of Hiroshima University

博士 (理学)
Ph.D.

Born in Saitama, Dr. Ideta obtained a doctorate from the University of Tokyo Graduate School in 2012. After refining his skills and obtaining a degree at an overseas research facility, he became a Visiting Researcher at the Max Planck Institute for the Structure and Dynamics of Matter in Germany in 2013. In 2014, he became an Assistant Professor at the Faculty of Science and Technology of Tokyo University of Science, and Assistant Professor at the Institute for Molecular Science in 2015, whilst taking up his current post in 2021. Dr. Ideta is motivated in the pursuit of physical properties that link to the achievement of new dream technologies.



Research Summary

Electrical resistance becomes zero at very low temperatures and superconductivity, the phenomenon in which magnetic levitation occurs, is expected to rapidly progress the fields of electric power and energy as well as the field of electronics. However, in practical applications, it is necessary to create very low temperature conditions from room temperature and, since the discovery of materials with high superconducting transition temperature (T_c) in 1986, the T_c has not increased much. Dr. Ideta, in order to improve this situation and solve one of the greatest scientific mysteries, is focusing on a strongly correlated electron system and, using angle-resolved photoelectron spectroscopy, is looking for the origin and functionality of achieving high- T_c superconductivity. He is currently aiming to establish time-resolved measurements by dissolving the degrees of freedom in a material and investigating those dynamics in ultrafast time scale.

Interview

波数空間から見つめる超伝導。壁の向こうにある夢の未来。

超伝導が実現するコンピューターと電力の革命

極低温下で完全半磁性や電気抵抗が完全にゼロとなる物質「超伝導体」は、1911年にオランダの物理学者オンネス博士が、液体ヘリウムで水銀を冷却したことによって発見された。これは20世紀最大の発見の一つといわれるが、その理由として、超伝導体がもたらす夢の技術が関係している。

では、超伝導体によって具体的に何が実現できるかというと、まずは、エレクトロニクス分野の飛躍的進歩が挙げられる。超伝導デバイスをコンピューターに応用できれば、従来をしのぐ高集積・大容量・超高速・低電力の演算が可能となり、第二のコンピューター革命が起きると期待されている。

次に大きな影響を持つのが電力・エネルギーだ。超伝導体のケーブルやモーター、トラ

ンス(変圧器)が実現すれば、電気抵抗によるロスが大幅に減り、発電に伴うCO₂ガスの排出量が低減できるため、地球温暖化防止にも貢献できる。電力機器は大幅に小型化・高出力化でき、電線が減り、発電所の数を増やす必要がなくなる。さらにエネルギー貯蔵に応用すれば、エネルギー損失を最小限に抑えて電気を保存でき、好きなタイミングで取り出して使える。

他にも輸送や医療など、使い方次第で活躍場面は広がる。超伝導体の電子状態を測定・分析・評価することで研究する出田先生も、そのような超伝導技術の可能性に魅せられた一人だ。子どもの頃に夢見た未来を実現させてたくて、研究の道を志したという。

「私の場合、幼少期に知った未来の夢物語に影響を受けて、研究者に憧れを抱きました。それは皆さんもよくご存じの『バック・トゥ・ザ・

『フューチャー』という映画です。映画の中でデロリアンという車が空を飛ぶのを見て、“自分も作りたい!”と強く思いました。そして、どんな技術が利用できるのかと調べた結果、超伝導に至ったのです。夢物語、それが私の研究者を志す原体験です」

超伝導フィーバーから35年以上 求められるブレイクスルー

先生が研究する超伝導について、具体的に伺ってみました。

「実社会への応用を考えると、なるべく室温に近い環境で超伝導を起こす必要があります。私はその実現を目指して基礎研究を行っています。中でも電子の状態をテーマに、研究をスタートさせました。電子同士の相関が強い『強相関電子系』という物質群に着目し、その機能性を調べています。研究方法については、『角度分解光電子分光』という実験方法を用

いています。電子の状態を探る手法はいくつかありますが、唯一直接的に波数(運動量)空間で電子構造を観測できるため、その点で最も強力な手法の一つであると考えています。この手法を用いて、高い温度で超伝導現象を示す超伝導体や、その候補となり得る物質の電子構造を観測しています」

実社会に応用可能な超伝導体の実現による、夢見た未来への挑戦だ。候補となる物質群「強相関電子系」とは、電子と電子の反発し合う力(クーロン力)が強い物質群のことであり、この力ゆえに特異な現象を示す。

「具体的に実社会へ応用可能な物質群を挙げると、現時点では『銅酸化物高温超伝導体』が、強相関電子系の中でも有力です。超伝導が発現する物質の中で、最も高い相転移温度を示しているためです」^{注1}

現在の超伝導技術が置かれた状況を知る上で、これまでの研究の経緯を少し補足しておきたい。1986年、ドイツのベドノルツ博士と



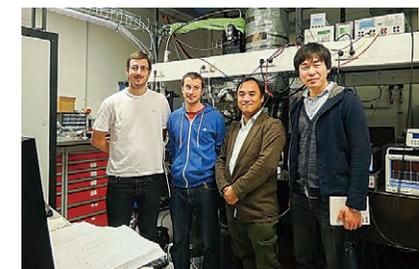
スイスのミュラー博士によって銅酸化物高温超伝導体が発見され、超伝導の発現温度は飛躍的な上昇を遂げた。以後、数年間にわたって高温超伝導を探索する「超伝導フィーバー」が続くが、その後はなかなか超伝導を示す温度が上がらなくなった。そのため、研究の転機となるようなブレイクスルーが、今求められている。

注1: 2020年、米国ロチェスター大学のディアス教授らが常温域の15°Cで超伝導を示す「光化学的に変換した炭素質硫化水素系」を作り出したと発表。しかし、これには267GPa(ギガパスカル)という超高压下での条件が加わる。

世界に目を向け、視野を広げる 人生も研究も、そこに発見がある

ここで気になるのがブレイクスルーの糸口だ。現段階で壁を突破する希望が全くないかということ、そういうわけではないとのこと。

「極低温で発現する超伝導については、理論的説明がなされていますが、高温超伝導に関しては、いまだにブラックボックス状態です。ということは、ここが解明できれば、物質をつくる設計指針を示すことができます。おそらく、何か媒介引力となってクーパー対(超伝導現象の源)をつくっていることは間違いないのですが、その何か分からない。この何かを解明できた時、超伝導の壁は突破できると思う



ドイツ(ハンブルグ)にあるマックスプランク研究所にて

ています」

話を聞く限り、その「何か」までの距離はあと少しのように感じるが、実際には超伝導フィーバーが起こった1986年から35年以上もの歳月が経過しており、一筋縄ではいかない研究だ。先生の当面の目標は、物質内部の自由度を分離して調べる「時間分解測定」を確立し、さらに研究を進めていくことだという。

最後にこれまでの経験から、自身が肌で感じた「世界」について、率直に語ってもらった。

「この分野において、日本の研究者は決して後れをとっているわけではありません。むしろ、超伝導フィーバー期は日本の研究者の尽力が素晴らしかったのです。しかし、そうした過去の遺産に頼ってばかりはいられません。私はポストドク時代からアメリカ・カナダ・中国・韓国・ヨーロッパといった各国の研究所で共同研究を行ってきました。特にドイツのマックスプランクに勤めていた時は、ドイツや他の国々からの研究者また学生たちの効率の良い研究スタイルに衝撃を受けました。研究室にいる時間は明らかに日本人より少ないはずなのに、ちゃんと質の高い成果を出しています。これは私たちも見習うべきところですよ。研究者を目指すなら、世界へ旅立ち、さまざまな国の人と出会い、暮らしや文化に触れて経験することが大切だと思います」

研究と人生そのどちらにおいても、世界に出ることにより見えるものが、きっとあるだろう。

稲垣舞

INAGAKI Mai

徳島大学
大学院医歯薬学研究部
助教
Assistant Professor,
Graduate School of
Biomedical Sciences,
Tokushima University

博士(薬科学)
Ph.D.

Born in Aichi, Dr. Inagaki attended Keio University, and after graduating from the Faculty of Pharmacy in 2014, she went on to study at the Graduate School of Pharmaceutical Sciences at the same university. She obtained a doctorate and a pharmacist's license in 2020. From April of the same year, she took up the post of Assistant Professor at Tokushima University Graduate School of Biomedical Sciences (Pharmaceutical Sciences). Based on the theme of improving women's healthcare, which she has been focusing on since her undergraduate degree, Dr. Inagaki is incorporating the perspectives of neuroscience and fluid science to progress with research focusing on the placenta during pregnancy.



Research Summary

The Femtech technology that deals with the particular health issues of women has recently been garnering attention. In this field, Dr. Inagaki is focusing on the placenta, which is a pregnant woman-specific organ. The placenta secretes the message substances, e.g., nucleic acids and proteins, containing extracellular vesicles, and sends them to the maternal organs, which alters how a woman's body functions during and post pregnancy. The goal of her research is to unveil the molecular mechanisms on the extracellular vesicles-mediated placenta-to-brain communication beyond the brain barriers, while incorporating interdisciplinary concepts of biopharmaceutics, obstetrics, fluid science, and neuroscience. This will shed new light on the further understanding of women's mental health during and post pregnancy. The placenta-to-brain transport system of the extracellular vesicles at the brain barriers will also give us a hint on the efficient delivery of nucleic acid and protein drugs to the brain.

Interview

胎盤と脳の知られざる関係から、新たな治療法の開発へ

胎盤と脳はつながっている!?

近年では、これまで共有しづらかった女性特有の健康にまつわる悩みや問題が少しずつ可視化され、Femtech (FemaleとTechnologyを掛け合わせた造語)と呼ばれる女性の健康課題をテクノロジーで解決しようとする商品やサービスが登場し、盛り上がりを見せている。稲垣先生はそうしたFemtechの開発を通じた女性のヘルスケア向上を目指しており、現在は妊婦の健康に関わるテーマを扱っている。

「具体的には妊娠期特有の臓器である胎盤に着目しています。妊娠は大きなライフイベントで、心理的・社会的のみならず生物学的変化をもたらし、女性の脳における神経回路の再構築、および灰白質の減少を起こすことが報告されています。実際に赤ちゃんの写真を

お母さんに見せると、反応する脳の領域に変化が起こっており、この現象は母児間の愛着形成を誘導するためと考えられています。私の研究では、この妊娠期特有の脳構造の変化が胎盤に起因していると考え、実験を進めています」

妊婦の健康に興味を抱くようになったのは、学部生時代の研究がきっかけだという。薬物動態学の分野で、胎盤が出産時期をどうコントロールするのかを研究する中、胎盤の不調が妊娠高血圧症など妊娠期特有の疾患の原因となることを知り、次第に研究にのめり込んでいったそうだ。

その後、胎盤と脳の関係に着目するようになったのは、現在のラボに所属してからだ。昨今は「腸活」などの言葉が盛んに取り上げられているが、同じように胎盤と脳に着目。これ



を「胎盤-脳連関」と名付けて、薬物動態学とニューロサイエンスを融合させた領域からメカニズムを明らかにしようとしている。

領域を超えたタッグが研究を加速させる

研究開始からまだ日は浅いが、以下のような興味深い成果が上がっているという。

「精神症状や精神疾患に関与すると言われているマイクロRNAという物質がありますが、実は胎盤においても特異的なマイクロRNAが分泌され、妊娠期にのみ脳で検出されました。これは、脳と胎盤の間に何かしらのつながりがあることを示唆しています。そこで、胎盤から分泌されるマイクロRNAがメッセージ物質になって、脳の構造を変化させているのではないかと推測して、実験を進めているところです」

しかし実際の実験では、仮説通りにいかな

いことが大半とのこと。特に、分子実体の同定やメカニズムの解明は、数年単位の研究プロジェクトで、期間内で結果を出すというプレッシャーもある。異なる2つの領域(薬物動態学とニューロサイエンス)にまたがる研究は、自分の弱い部分をサポートしてくれる共同研究も不可欠だという。

「これまで薬物動態学を専門としてきたため、ニューロサイエンスは専門外です。そこで、カナダ在住の日本人研究者と共同研究を行っています。今はWebミーティングが中心になっていますが、コロナ禍が収束したら、ぜひ一度現地に赴きたいです。また共同研究には、同分野だけでなく異分野との実験手法での協力もあります。実験動物とヒトでは種差があるため、細胞を利用するなど、なるべくヒトに近い条件で実験を行いたいのですが、脳の場合はそれも困難です。そのため、生体を模倣した

脳組織を試験管内でつくろうと試みている東北大チームの力を借りています」

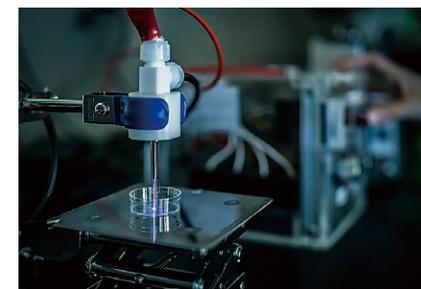
面白いことに、そのチームが専門としているのは流体力学だという。領域を超える狭間には、研究を発展させる可能性がある、あらためて実感させられる。

セレンディビティーが研究を思わぬ方向へ動かす

稲垣先生は、今後の目標と研究者としての思いを語ってくれた。

「将来的には、妊娠うつ・産後うつの病態解明・治療薬開発に貢献したいと考えています。出生前である周産期(妊娠22週~出生後7日未満)は気分障害が出現しやすく、うつ病の時点有病率が10~15%と非常に高い値を示しています。妊婦さんのうつ病は、出生後の児の統合失調症発症リスクを増大させるのみならず、妊産婦の自殺や児虐待の原因となり得ます。ですが、周産期にうつ症状が起こるメカニズムはよく分かっていません。胎盤と脳の関係を調べることで、妊婦期精神疾患の病態を明らかにし、胎盤で分泌された因子が脳へ送られる際の経路を標的にして、妊婦さんの精神・神経疾患の治療法を開発するのが私の目標です」

近年、産後うつなど、女性特有の不安定な



精神状態は問題視されているものの、周囲からの理解が得にくい状況が続いている。しかし、そうした女性の精神状態を科学的に説明することができれば、少しでも妊婦の不安を解消できるのではないかと先生は考えている。

また、脳関門(脳にとって不要なものをせき止める関所のような仕組み)があることから、脳に効く薬は開発しにくいといわれているが、前述のマイクロRNAは脳内で検出されているため、脳関門にも何らかの穴が存在すると考えられる。ならばその穴をターゲットにすれば、薬を脳に届けることができるかもしれない。母親が薬を使用する場合は、胎児への影響が心配されるが、胎盤関門(母体から胎児へ異物となるものを通過させない仕組み)を通過しない仕組みとすれば、安心して使用できるなど、可能性が広がるという。

最後に研究者を目指す後輩たちへ、先生からこんなメッセージが送られた。

「まずは質よりも量です!たくさん実験を行ったからといって、良い結果が得られるものではありませんが、挑戦した分だけ確実に成長できます。さらに、膨大な数の実験をこなすことで観察力や洞察力が磨かれると、セレンディビティーが起きやすくなると感じます。たとえ仮説通りにいかなかったとしても、思わぬ結果に気付く感性があれば、予想外の方向に研究を動かすチャンスが増えるのではないのでしょうか」

松本大亮

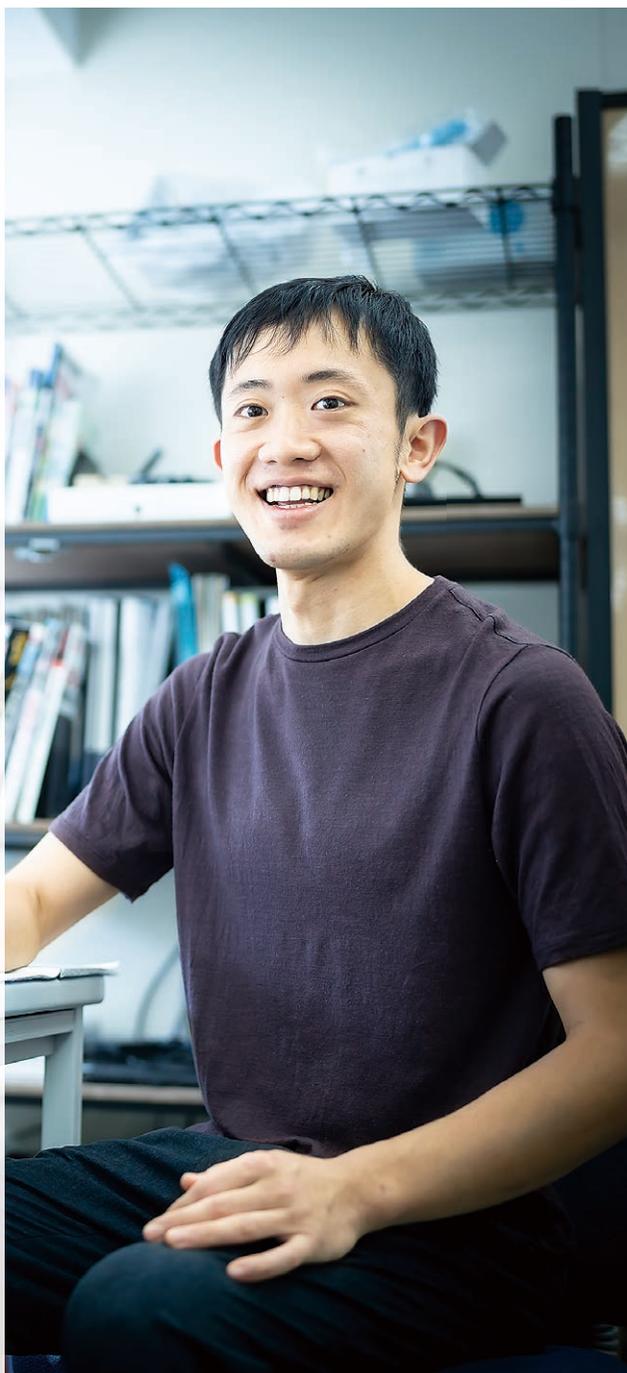
MATSUMOTO Daisuke

広島大学 学術院
大学院医系科学研究科
助教

Assistant Professor,
Graduate School of
Biomedical and Health Sciences,
Academy of Hiroshima University

博士 (理学)
Ph.D.

Born in Tokyo, Dr. Matsumoto attended the Tokyo University of Agriculture and Technology, and after graduating from the Department of Biotechnology and Life Science at the Faculty of Engineering in 2014, he went on to study at the Graduate School of Engineering at the same university. After completing his master's degree, he obtained a doctorate from Tokyo Medical and Dental University. In 2019, he went to the U.S. and became a Doctoral Research Fellow at the Scripps Research Institute. He moved to his current post as Assistant Professor at the Hiroshima University Graduate School of Biomedical and Health Sciences in 2020. With his own point of view and unique ideas, Dr. Matsumoto is working on developing new gene therapy.



Research Summary

Due, in part, to the influence of CRISPR-Cas9, which won the Nobel Prize just eight years after it was announced, genome editing is garnering attention. Technology that freely modifies genes can be expected to cause a new industrial revolution and there are particular expectations of its application in the medical field. However, in order to actually use it in the medical field, there are a number of issues, and further technological development is required. Dr. Matsumoto, along with being involved in the technological development of gene editing, is devising treatment tools that send gene information into cells using an approach from a completely new perspective; the artificial organelle approach. He is starting his research in order to provide actual proof for his ideas within the HIRAKU-Global Program.

Interview

生命の設計図に、病を治癒する因子を組み込む

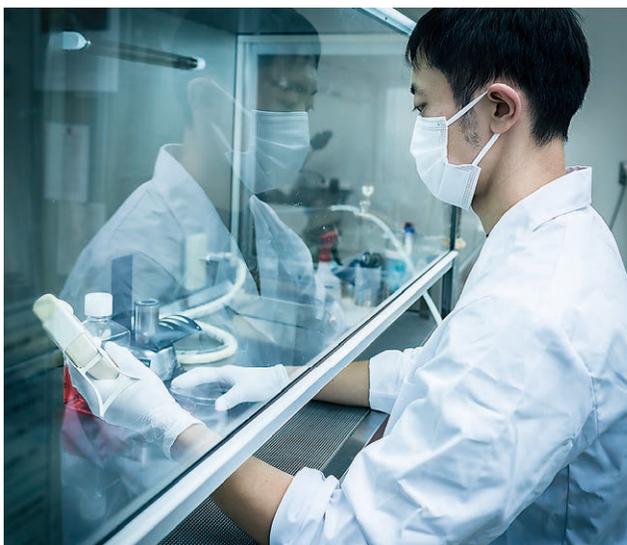
神のハサミの切れ味を高める研究者たち

あらゆる生物の遺伝子情報を自在に改変するゲノム編集。同技術は食品・農業・医療など、あらゆる領域で革命を起こすと期待されている。特に注目されているのが医療分野だ。例えば、がんや希少病治療においては、近い将来、DNAを手術する時代が来るといわれている。そんな期待の技術開発に携わる若手研究者の一人、松本先生に、研究テーマについて聞いてみた。

「現在行っている研究は主に2つあります。一つはゲノム編集を安全に行うための技術開発、もう一つは人工オルガネラの作製です。ゲノム編集技術は新たな技術 (CRISPR-Cas9) を開発した研究者が、2020年のノーベル化学賞を受賞したことから、近年大変な注目を集

めています。人間の身体の情報は遺伝子に書き込まれており、この遺伝子が変化してしまうと疾患につながります。そこで、変化した遺伝子を書き直して元に戻そうというのが、医療におけるゲノム編集のコンセプトです。ただ、このゲノム編集にも課題はあります。同技術は、遺伝子のある特定の場所を狙って切断した後、細胞が持つ遺伝子を修復する力を活用していますが、他の部分を切って予期せぬ遺伝子変化が起きたり、設計通りの配列に書き換えられなかったりします。私たちのラボでは、この2つの課題を解決するために、細胞による正確性の高い遺伝子修復が起こるタイミングで、ゲノム編集を起こすシステムの開発に取り組んでいます」

神のハサミともいわれるゲノム編集技術は、1996年頃に確立された第一世代を皮切りに、



2009年頃に第二世代、そして2012年にCRISPR-Cas9という第三世代が登場し、一気に注目を集めるようになった。しかし、実際に医療分野で治療に応用するには、ハサミの特定性をさらに向上させる必要があるという。DNAを手術する時代はそう遠くないと予測されるが、その背後には松本先生たち、研究者によるたゆまぬ努力があるのだ。

イノベーションの予感、人工オルガネラ

もう一つの研究、人工オルガネラの作製とはどのような内容なのだろう。その詳細について、先生は次のように説明してくれた。

「考え方はウイルスベクター*注1と同じで、外から遺伝子を入れて、細胞の中で作らせるというものです。ただ、ウイルスのような小さな入れ物だと、運ぶ遺伝子の数が制限されるので、それよりも大きいバクテリアをベースにした人工オルガネラを作ろうと考えました。オルガネラとは、細胞内で一定の機能を持った工場の

ようなもので、例としてエネルギーを作る役割を担ったミトコンドリアなどがあります。病気になるとこうした機能が失われますが、もしも人工オルガネラを細胞内に取り込むことで、失われた機能が取り戻せれば、遺伝子を改変しなくても、全身の治療につながるのではないかと考えています」

失われた機能を取り戻すため、バクテリア(人工オルガネラ)を細胞内に送り込むと聞くと、SFや夢物語にも思えるが、あながちそうとも言えない話だ。生物学でよく知られているように、もともとミトコンドリアは、酸素を使ってエネルギーを作り出す好気性細菌が細胞に取り込まれ、細胞内のオルガネラとなったものと考えられている。同じく、人工オルガネラを生命の設計図に組み込む可能性も大いに考えられる。しかし、バクテリアを身体の中に取り込むには、それ自体の無毒化が必要だ。まだアイデア段階の研究だが、ゲノム編集とは一味違うアプローチがユニークであり、新たなイノベーションを予感させる。こうした発想が生

まれるに至った研究について、思いを語ってくれた。

「注目されているがゆえに、ゲノム編集の領域はレッドオーシャンになっている側面があります。もちろん今ある技術を発展させることは大切な使命ですが、その一方で、新たな価値を世の中に生み出すには、独自の視点に基づく研究も欠かせません」

人とは違う新たな領域へ、果敢に挑戦する。その姿勢こそが世界にインパクトを与える研究につながるのかもしれない。

【注1：ウイルスベクター】 遺伝物質を細胞に送るためのツール。人体に無害な改変ウイルスを「運び屋」(ベクター)として使用する。

研究テーマから垣間見える覚悟

研究者の道のりに迷いや疑問は付き物である。その点、松本先生が歩んできた道のりは、後に続く若手研究者にとっても大いに参考になるだろう。先生が研究者を志すきっかけは何だったのか尋ねてみた。

「正直なところ、学部2年生まではバイトばかりの学生生活でした(笑)。研究に目覚めたきっかけは、プロジェリア症候群という先天性疾患を持つ患者さんのドキュメンタリーを偶然見たことです。何倍ものスピードで老化が進む病気で、平均寿命は13歳程度と言われていますが、自身の運命と向き合う患者さんの



姿勢にとっても感銘を受けました。同時に、こうした疾患で長く生きられないのは『本当に仕方ない運命なのか?』という強い疑問も生まれました。そんな時、たまたま講義でゲノム編集について知り、これを使えば患者さんを救えるのではないかと考え、研究者の道を歩みはじめました」

しかし修士時代に所属したラボは、ゲノム編集をメインとしていなかったため、共同研究という形でラボ外の先生の力も借りながら、ゲノム編集に関わるプロジェクトに従事していた。先生が本格的にゲノム編集の世界に身を置くのは、東京医科歯科大学の博士課程に移ってからだ。

「悩んだり、自信をなくしたりしながらも、現在のテーマにたどり着けたのは、そこまでの過程があったからこそだと思います」

博士号取得後は米国スクリプス研究所での武者修行も経験したが、圧倒的なスピード感や資金の違い、人材の集中など、ゲノム編集の最前線である米国と日本の違いを痛感したという。

「海外と肩を並べるには、やはり独自の発想で新しい領域に踏み込む勇気が必要だと思います」

現在の研究テーマからは、先生のそのような覚悟が伝わってくる。



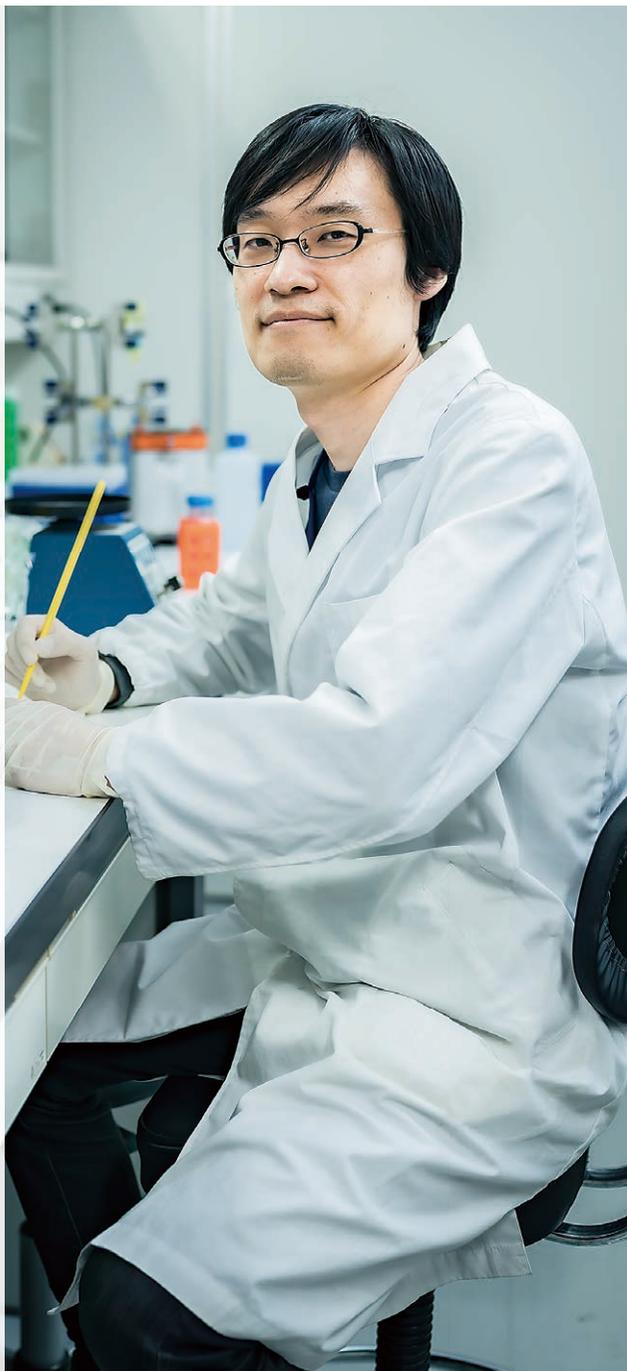
松崎 元紀

MATSUSAKI Motonori

徳島大学
先端酵素学研究所
助教
Assistant Professor,
Institute of Advanced Medical Sciences,
Tokushima University

博士 (農学)
Ph.D.

Born in Ishikawa, Dr. Matsusaki attended Kyoto University, and after graduating from the Faculty of Agriculture in 2011, he went on to study at the Graduate School of Agriculture at the same university. After obtaining his doctorate in 2016, he became a researcher at Kyoto University Graduate School of Agriculture. In 2018, he took up the post of Academic Researcher at the Frontier Research Institute for Interdisciplinary Science at Tohoku University, and in 2021, he took up his current post. Dr. Matsusaki travelled the world with his lab colleagues when he was a student, and experienced journeys that brought him into contact with diverse values.



Research Summary

In the fields of biochemistry and molecular biology, textbooks have been rewritten many times due to the many great discoveries in the past few decades and Dr. Matsusaki's research theme is to further explore such a booming field. In order to understand protein homeostasis maintenance in cells, he is focusing on IRE1, a stress sensor molecule that detects proteins with defects (misfolded proteins) and regulates stress response signaling through higher-order oligomer formation. Until now, no one knows "how many IRE1 molecules form a higher-order oligomer". Therefore, using the unique "Clear Native-PAGE" method, Dr. Matsusaki is trying to observe how many IRE1 molecules that have found misfolded proteins assemble. His experiments may reveal how IRE1 regulates the level of stress response signals depending on the stress level. In the future, elucidating the molecular mechanism of oligomer formation and the signaling network with other sensor molecules is expected to be the key to new therapeutic strategies.

Interview

ミクロの世界で起きている細胞たちの生存戦略

働くセンサー分子、IRE1 の機能解明

21世紀は、生命科学の時代といわれている。実際に1990年代以降、ヒトゲノム解読をはじめとして知見は爆発的に増え続け、教科書を塗り替えるような情報が常にアップデートされ続けている。その中でも、今後10年で特に進展が見込まれる分野の一つとして、「生命機能発現の分子機構に迫る細胞内のタンパク質科学」が挙げられる。これがまさに松崎先生の研究領域で、具体的には細胞内のタンパク質恒常性維持における分子メカニズムが研究テーマだ。

「食べたものから栄養を取り出す、呼吸で取り込んだ酸素を使ってエネルギーを生み出すといった生命現象は、ほとんどが、ミクロの視点で見るとタンパク質の動きによって実現され

ています。そして細胞は、タンパク質を作ったり、不具合が生じたタンパク質(ミスフォールドタンパク質)を見つけて分解したりすること、つまりタンパク質恒常性維持に多大な労力を割いています。これらのシステムが破綻すると、細胞の老化やミスフォールディング病と総称される一連の疾患につながります。私が着目するストレスセンサー分子IRE1は、こうした細胞の恒常性維持を図る仕組みの中で、不具合が生じたタンパク質を見つける役割を担っていると推測されています。しかし、ストレスセンサーがどうやってミスフォールドタンパク質を見つけるのか、他にも何かを感じていないかといった詳細な分子メカニズムはまだ分かっていません。私の研究は、そのメカニズム解明への挑戦です」

特に注目しているのは、小胞体といわれる

細胞小器官だという。これは、インスリンや免疫グロブリンなどの分泌タンパク質をつくる細胞小器官で、例えていうなら、部品を作り出し、その形を整える細胞内の工場だ。以前は、この形を整える仕組みについて研究していたが、現在はストレスセンサーそのものに焦点を移し、新たな研究をスタートさせている。

壁を越えたら次の壁。平坦ではない研究の道

実験で主眼を置いているのは、ストレスセンサーがどれくらい集まると、どれだけのシグナルが出るのかという点だ。

「ストレスが多いと、形を整える仕組みの活性化シグナルがたくさん発せられ、マイルドなストレスだと、少しだけ活性化シグナルが発せられるという具合に、細胞はストレスの量によって、応答を変えます。IREIはストレスを感知すると細胞内で集まってシグナルを出しますが、ストレスの量を感知するという概念は確立されていませんでした。私は『ストレスが多いとよりたくさん集まって、IREIシグナルが強くな

るのではないか』という単純な発想から、集まり具合を調べることにしました。従来法は、『センサー分子がよりたくさん集まった』くらいのぼんやりとした情報しか分かりませんでした。本研究では、Clear Native-PAGE法を用いることでこうした弱点を克服し、集まり具合の分析に成功しつつあります」

この新しい分析法を見つけるまでが、一番の苦労だったと語る松崎先生。新手法にたどり着いた結果、世界に先駆けてストレス量に応じてIREI分子がいくつ集まるかを明確に判別できるようになり、センサーがストレス量を感知する分子メカニズムがようやく見えてきた。

今後さらに研究が進んで、センサー分子がどのように集まり、集まった会合体がさらにどう連結するかが分かれば、薬剤によってIREIの集まり具合を制御し、新たな治療戦略を立てるヒントが得られるかもしれない。それには連結部分の構造をはっきりさせる必要があるが、ここにもまた難関が潜んでいるという。

「クライオ電子顕微鏡のデータがあれば構



造を決められるはずですが、データ取得条件の最適化に苦戦していて、連結の仕組みにはまだ手が届いていません」

一つ壁を超えたら、また新たな壁が待っている。研究の道筋は平坦ではない。しかし、実験から得られる単純なシグナルを丹念に拾い上げ、目では見られない細胞の中の動きを推定していく作業は、一步一步真理に迫る醍醐味があると松崎先生は語る。

ストレスセンサーから見える細胞の生存戦略

先生に今後の目標について尋ねたところ、短期的な目標については前述の連結構造の確認とし、長期的な目標については次のように語ってくれた。

「細胞はさまざまなストレスにさらされていて、IREIだけが応答するのではなく、複数のストレスセンサーが連動し多角的に働くのではないかと考えています。IREIも、ミスフォールドタンパク質を見つけるだけでなく、同時に小胞体の酸化還元環境の変化を感知していることが分かってきました。同じように、細胞内で見つまっている数種類のストレスセンサー分子は、私たちが思っているよりも、もっとたくさんの情報を集めているかもしれません。今後は、別のストレスセンサー分子の働きや、分子

同士のやりとりを調べることで、細胞全体がストレスにどう対処しているかを突き詰めたいと思っています」

身体全体を制御するシステムがあるように、一つの細胞の中にも制御の仕組みが働いている。言い換えると細胞というスケールにおいても、身体と同様のある種の生存戦略がとられているのだ。いずれ先生は、その源となっている仕組みの解明に挑戦したいという。

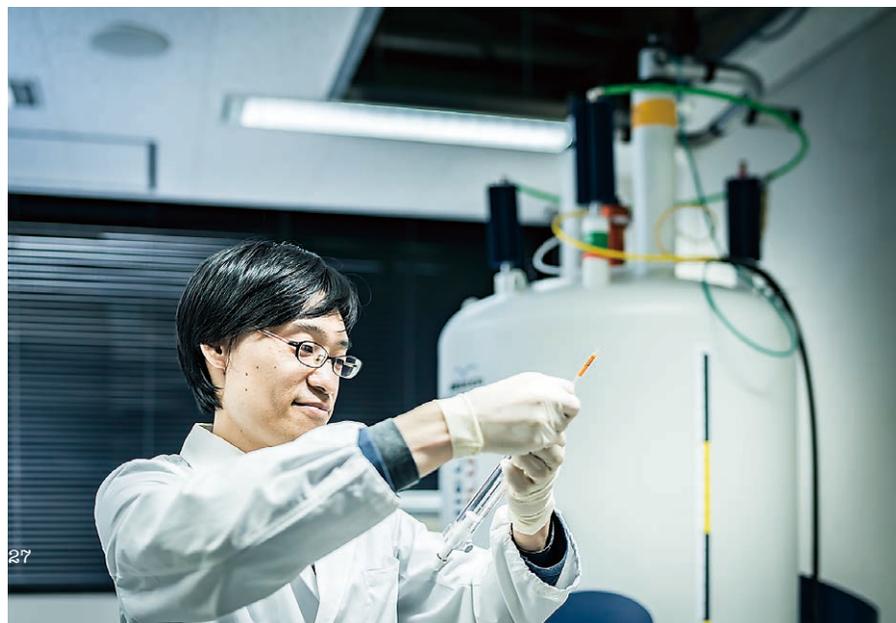
「研究において何か示したいことがある時、どういう実験で、どういう結果が得られればよいか、またその実験を行うに当たって、どのような条件の最適化が必要かを考えます。こうした試行錯誤の繰り返しは知的好奇心を満足させ、達成感を得られる時間ですが、同時に苦しい時間でもあります」



このようなトライアル・アンド・エラーは、研究に限られたことではなく、あらゆる仕事で直面することだ。最後に先生は、自らの経験に基づくメッセージをくれた。

「進む道を決めたら、どんなに厳しい道でも、覚悟をもって臨むことが重要です。ナンバーワンもいいのですが、どうせなら自分の決めた場所でナンバーワンを目指す努力をしたいと思うのです」

研究だけではなく、人生の見方も変わる言葉ではないだろうか。



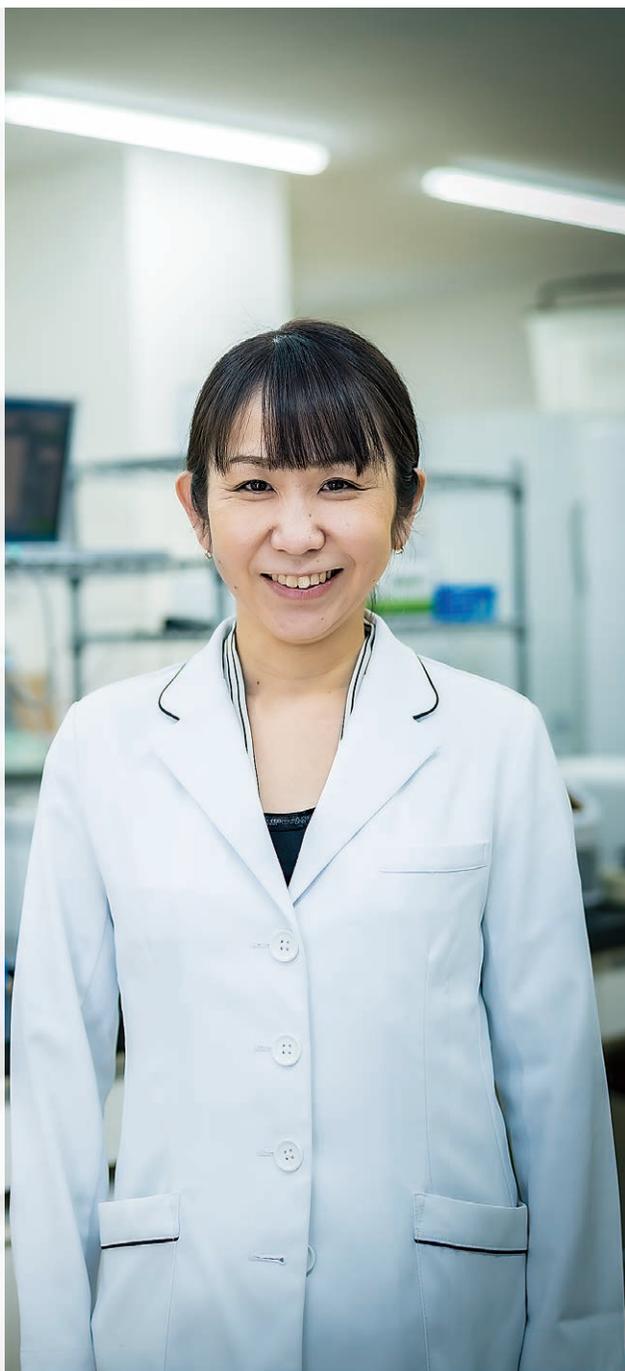
溝口洋子

MIZOGUCHI Yoko

広島大学 学術院
大学院医系科学研究科
助教
Assistant Professor,
Graduate School of
Biomedical and Health Sciences,
Academy of Hiroshima University

博士 (医学)
M.D., Ph.D.

Born in Hiroshima, Dr. Mizoguchi initially graduated from Hiroshima University in 2003. Thereafter, she worked in a clinical setting and obtained a doctorate from the same university in 2014. In October 2015, she became a Doctoral Research Fellow at Dr. von Hauner's Children's Hospital in Germany. She returned to Japan in 2019 and took up a post as a Clinician in the Department of Pediatrics at Hiroshima University Hospital. From January 2021, she took up her current post as Assistant Professor at the Hiroshima University Graduate School of Biomedical and Health Sciences. Dr. Mizoguchi is currently devoting all her efforts into research on gene therapy for rare diseases.



Research Summary

Dr. Mizoguchi, who works at the university hospital as a physician-scientist, is conducting research on the theme of developing gene therapy for congenital neutropenia. Congenital neutropenia is a rare hereditary disease which is characterized by repeated bacterial infections occurring within patients since childhood. Patients with congenital neutropenia are forced to be hospitalized frequently due to recurrent infections. In addition, some patients develop malignant diseases such as leukemia. At the moment, the only curable treatment is bone marrow transplantation, however, transplantations are often accompanied by complications. Therefore, Dr. Mizoguchi is searching for the best way to apply gene editing technology using CRISPR-Cas9 as a gene therapy for patients with congenital neutropenia in clinical practice. Furthermore, through the development of gene therapy for this disease, she believes that she can shed light on rare diseases that tend to be left behind.

Interview

難病治療の光となる遺伝子治療の開発へ

遺伝子のハサミを臨床へ

医学の進歩は、これまでも増して、さまざまな分野の革新的技術に支えられる時代となった。例えば人工知能、ビッグデータ、ロボット工学やナノテクノロジーなどの技術革新が新しい医学の可能性を切り開いている。遺伝子編集ツールの誕生もその一つだ。

ただ、この新たなツールを使うには、優れた技術さえあればよいというものではない。ノーベル賞を受賞したCRISPR-Cas9一つを取っても、さまざまな方法があり、治療へ応用するには、疾患ごとに最適な方法を探る必要がある。そこで求められるのが、技術と臨床を橋渡しする領域の研究だ。難病治療の新しい可能性を探る溝口先生は、まさにこうした領域に身を置いている。医学のさらなる進歩へ挑む溝口先生に、現在の研究テーマについて聞

いてみた。

「大学院生の頃から、先天性好中球減少症という免疫不全症の研究に携わってきました。先天性好中球減少症とは、骨髄で好中球前駆細胞の成熟障害や細胞死がおこることにより、重度の好中球減少を呈し、生後早期から細菌感染症を反復する遺伝性疾患です。感染症のため、患者さんは幼い頃から入退院を繰り返し、一生病気と付き合っていかなければなりません。白血病などの悪性疾患も発生しやすい病気です。今のところ根治的な治療は骨髄移植になりますが、移植は合併症などのリスクを伴います。そこで、遺伝子の修正による治療法を開発を目指しています」

他人の骨髄を移植する治療は、移植片対宿主病や大量化学療法に伴う副作用など、移植に伴うさまざまな合併症を併発する危険性を常にはらんでいる。たとえ移植がうまくいっ



でも、内分泌異常や2次がんなどの晩期合併症で、移植後も苦しむ人がいる。そういう人たちのためにも、遺伝子治療の新たな可能性が希望の光となる。

医学の進歩をうながす、他分野からの風

先天性好中球減少症に関しては、これまで15種類の責任遺伝子が同定されているが、アプローチのしにくさから、病態解明はそれほど進んでいない。

「責任遺伝子の中でも、好中球エラストラーゼをコードするELANEという遺伝子の変異がこの病気の原因であることは20年ほど前に分かっていますが、その病態メカニズムについてはほとんど明らかになっていません。先天性好中球減少症について病態理解を深めるために、博士号取得後は、本疾患のパイオニアであるDr. von Hauner小児病院のProf. Christoph Kleinの研究室に留学し新規責任遺伝子の病態解析に携わりました。現在さまざまな疾患で遺伝子治療の開発が進んでいますが、この病気についてはCRISPR-Cas9を用

いた遺伝子治療が望ましいと考えています。遺伝子治療には、ウイルスベクターで遺伝子を補完する手法もありますが、本疾患は変異遺伝子のたんぱく質自体が悪さをします。ですので、正常遺伝子を補完しても病態は改善しないため、変異遺伝子そのものを修復しなければなりません」

ドイツで4年間を過ごした溝口先生。ラボのあるミュンヘンにはマックス・プランクやヘルムホルツなどの著名な研究機関もあり、距離的にも他分野の情報に触れる機会に恵まれていた。先生が、新しい治療の可能性を持つ遺伝子編集に着目したのも、こうした環境が影響しているだろう。ドイツでは他分野とのコラボ研究も盛んに行われており、常に最先



博士研究員として勤務していた
Dr. von Hauner小児病院
(ドイツ)

端の技術を医学に導入できる環境が整っていたそうだ。

「今は限られた分野の専門家だけで、医学の進歩を支える時代ではありません。コンピューター解析にしる、ゲノム編集にしる、一人の専門家がそこまで領域を広げて研究するには無理があります。必然的に領域を超えたコラボが求められますが、現状ではどうやって相手を見つけて、どうコラボしていくのが難しいです。もっと気軽にそういった機会があればいいと思いますね」

海外での体験を経て、他分野と協調するメリットを実感しており、医学、ひいてはサイエンス全域の進歩を図るには、もっと他分野を巻き込むような研究の流れが重要になるという。

置き去りにされる希少疾患に光を

そもそも溝口先生が研究を志した経緯はどういったものなのか、研究との出会いについて聞いてみた。

「難病に興味を持ったきっかけは、小学生の頃に難病の子どもを持つ母親の手記を読んだことです。そのため大学でも、最初から小児難病をテーマに研究に取り組みました。研究と並行して大学病院で小児難病の患者さんの診療に従事していますが、さまざまな面において、小児の希少疾患は置き去りにされがちだと認識します。小児疾患は成人領域の疾患に比べると市場が限られているため、製薬会社もなかなか踏み出しにくい分野です。だからこそ、小児希少疾患に関わっている医師として、また研究者として、患者のためできる限りのことをしたいと思っています。遺伝子治療は、こうした分野の病気にスポットライトを当てる手段の一つなのです」

希少疾患は、それぞれの患者数は少なく、市場として認識されにくいのが現実だ。しかし、難病と呼ばれる病気は数多くあり、中には指定難病に認定されていない疾患のために、金銭的理由で適切な治療を受けられない患者もいる。そのため、先天性好中球減少症の遺伝子治療の開発に取り組む先に、他疾患への技術応用の可能性も見据えていると語る溝口先生。遺伝子治療が進歩すれば、難病治療への関心が高まり、多くの人に手が届くかもしれない。研究者としての使命感を抱いて、日々の研究に励んでいる。



海外の研究機関に従事した経験を持つ溝口先生。最後に、研究との向き合い方について尋ねてみた。

「自分の専門分野だけではなく、他分野に触れて目を養うことが重要だと思います。私自身、狭い分野にとらわれず、幅広い視点と柔軟な思考を持つことを心掛けています。学生の皆さんなら、コロナ収束後は、ぜひ海外留学を目指してほしいです。海外の研究の様子を目にすると、さまざまな場面で日本との違いを実感します。さらに、研究だけでなく人生においても、今までの常識がきっと変わると思えますよ。私も、医者之道を進む上で、海外で得たこれらの経験がいろいろな場面で役立ち、自身の世界を広げることもつながっています」

樽谷直紀

TARUTANI Naoki

広島大学 学術院
大学院先進理工系科学研究科
助教

Assistant Professor,
Graduate School of
Advanced Science and Engineering,
Academy of Hiroshima University

博士 (工学)
Ph.D.

Born in Hiroshima, Dr. Tarutani attended Osaka Prefecture University and after graduating from the College of Engineering in 2012, he went on to study at the Graduate School of Engineering at the same university. He received a Research Fellowship for Young Scientists from the Japan Society for the Promotion of Science and obtained a Ph.D. from his alma mater, Osaka Prefecture University. In 2017, he took up the post of Assistant Professor at Hosei University, moving on to Osaka Prefecture University as a Research Assistant Professor and then to Hiroshima University as an Assistant Professor in November 2019. While enjoying his interests of cycling and travelling, Dr. Tarutani is constantly collecting ideas for his research.



Research Summary

Development of materials having a high added value is known to boost competitiveness in industry. Nanomaterials, in particular, play a crucial role in this. For example, nanotechnology and nanomaterials contribute to a reduction in size and increase in capacity of mass storage media. In these circumstances, Dr. Tarutani is working on the development of nanomaterials using layered metal hydroxides. One of his research projects is about synthesis of nanoparticles by inhibiting crystal growth and use as building blocks to assemble nanostructured materials. Recently, he has been working on developing novel synthetic routes towards crystalline nanomaterials consisting of diverse multi-elements including high entropy alloys using layered metal hydroxides as starting nanomaterials.

Interview

10億分の1の世界から生まれる新しい時代の価値

テクノロジーの進化を加速させるナノ材料

材料研究とは、これまでなかった「新しい価値」を世の中に送り出すことであり、その魅力の一つは、「新しい価値」が従来の常識を覆して、パラダイムシフトをもたらし、世界を大きく変えるかもしれないという期待感にある。樽谷先生が専門とするナノ材料もそんな魅力にあふれている。ナノ材料とは10のマイナス9乗メートル(1mmの100万分の1)スケールの材料のことを指すが、極めて微細な世界から、時代を変える流れがつかれるなら、これほどワクワクすることはないだろう。樽谷先生は研究について、次のように話してくれた。

「私の研究ではさまざまな形状・化学組成のナノ材料を作り分け、その特徴によってどのように機能がかわるのか、または新しい機能が生まれるのかに注目しています。昨今の電子

デバイスは、小型化・高性能化が目覚ましいのですが、その背景にはナノ材料が大きく関わっています。実際のところ、社会に応用していくのは開発担当者の役割ではありますが、それを支えるのは基礎研究に携わる私たち研究者の仕事です」

記憶媒体の進化に見られるように、基礎研究はテクノロジーの進歩に大きく貢献している。今後もナノ材料はあらゆる場面でイノベーションの立役者となると考えられる。先生が具体的にどんな研究を展開しているのか、詳しい内容を聞いてみた。

「簡単にいうと、ナノサイズの小さな粒子を作り、それをブロックとして並べる要領で多孔体を作る試みです。多孔体とは、例えるならすごく小さなスポンジのようなものです。多孔体を構成する粒子の材質は層状水酸化物と呼ばれるもので、これは天然にも存在し、例えば

粘土に含まれています。実験では2つの液体を混ぜ合わせて層状水酸化物を合成しますが、液体から結晶性固体が生成していく過程には、必ずナノサイズの材料が存在するはずで、そこで結晶成長をうまく止めることにより、ナノサイズの粒子を作ろうとしているわけです」



“失敗”は情報の宝庫！ 安易に手放してはいけない

材料合成の手順は液体を混ぜ合わせるだけだが、問題は固体が生成していく過程でどのように結晶成長を止めるかであり、それが研究の一番の課題であったと先生は語る。

「そもそもどういう過程で結晶になっていくのか分からないと止めようがなく、こればかりは実験を行って情報を増やしていくしかありません。現段階ではイオン性前駆体に結晶化を邪魔する分子を一定量くっ付けることで、決まったサイズで成長を止められると証明できてはいるのですが、ここに至るまではとにかく実験を繰り返し、知見を積み重ねていました」

仮定を立てては実験し、検証を繰り返していたものなかなか思うような結果が得られなかったという樽谷先生。特に肉眼では見ることのできない領域であり、なぜそのような結果になったのか調べるのも、ひと苦労だという。だからこそ、色や温度、粘度などのささいな変化すべてが考えるヒントであり、「失敗し

た！」と思っても、そこに潜む情報を見落とさないことが大切だと話す。

「学生たちと一緒に実験していると、思うような結果が得られないことを失敗だとみなし、そこで立ち止まってしまうケースが多々あります。でも、失敗だと思った結果には必ず情報があり、そこから新しい展開が生まれることが珍しくありません」

実は先生自身の研究も、ある偶然がきっかけで、現在の研究へと発展してきた。それはポリマーを使って水酸化物結晶の凝集体を作製しようとした時のことだ。思い立ったときに研究室に適切な試薬がなかったため、ひとまず結合体の一つだけのモノマーで代用したところ、結晶が生成しても凝集体が全く形成されないことに気が付いた。一見すると失敗かのように映ったが、別の視点からこれを生かそうと実験を進めた。その結果が現在の研究の根幹を成しているという。偶然や失敗の中にも、大切な情報があるという先生の研究姿勢は、経験から培われたものだ。

パラダイムシフトの可能性を秘めた 多元系化合物

今後、ナノ材料の研究はどのように発展していくのだろうか。先生には温めているアイデアがあるそうだ。

「実は特定の有機分子を内包する層状水酸



化物に熱処理を施すと、一般的な酸化物以外の物質になることが分かってきました。この合成ルートを確立できれば、多彩な材料においてナノ構造をコントロールすることができます。例えば既存のセラミックスを凌駕する機能を秘めた複合アニオン化合物や、従来合金からさらに進化したハイエントロピー合金なども、ナノレベルで作ることができると考えています」

複合アニオン化合物やハイエントロピー合金は、いま最も熱い視線が注がれている材料の一つである。いずれも多元素が組み合わせられた材料であり、その多様さから特異な物性の発現が期待され、パラダイムシフトの出発点になり得るといわれている。

現在、日本は材料分野の研究で、決して世界に後れを取っているわけではないが、将来も同じ地位を維持できる保証はどこにもない。特にマンパワーで競争しようとする、どうしても後手に回ってしまう。そんな中でインパクトのあ

る研究成果を上げていくには、やはり独自の視点、オリジナリティーを持つことが大切だ。

「誰かがやったことを少しずつ変えていくやり方では、新しい価値はなかなか生み出せません。研究者を志すなら、いろんなことを勉強しつつ、オリジナルのアイデアを持つことが必要です。とはいっても、現システム下では、ある程度のスパンで業績を上げることが求められます。以前、私の恩師から『研究は大きな幹をつくりつつ、生えた枝葉から実りを得るスタイルを確立させなさい』と言われました。これからの方たちにも、ぜひ覚えておいてほしい教えです。また、オリジナルな視点を養うためにも、世界に目を向け、分野を横断的に見る目を持つことが大切です。多くのことを知っている方が、独自のアイデアが生まれやすいものです」

目に見えない10億分の1のナノ世界を覗くには、グローバルで、分野をも超える自由な視点が必要なのかもしれない。

研究に際して重要なこと

研究では「何をするか」が大切ですが、「何をしてはいけないか」はもっと大切です。研究を正しく円滑に進めるために、研究者として知っておくべきことを整理しましょう。

研究倫理

■研究者の責務

研究不正、例えば世間を騒がせたSTAP問題（2014年）やディオバン事件（2012年）などは広く知られていますが、文部科学省のHPには研究機関において認定された不正事例が毎年10件程度公表されています。これらは研究活動上の禁忌であり、自ら手を染めない、あるいは加担しないことは当然ですが、そのためには研究活動を行う上で、わきまえるべき行動規範とは何か、その自覚と習得に努める必要があります。健全な研究活動を実現するためには、研究者として「常に正直かつ、誠実に判断、そして行動し、自分の専門知識・能力・技芸の維持向上に努め、科学研究によって生み出される知の正確さや正当性を科学的に示す最善の努力を払うこと」¹⁾などが求められます。こういった責任ある研究活動の対極にあるのが、研究活動における不正行為（研究不正）であり、これは、研究倫理に背馳し、研究活動の本質並びに成果の発表において、その本質ないし本来の趣旨を歪め、研究者コミュニティの正常な科学的コミュニケーションを妨げる行為に他なりません。研究不正とされる捏造、改ざん、盗用は特定不正行為として文部科学省の「研究活動における不正行為への対応等に関するガイドライン」に定義され、これらは「故意又は研究者としてわきまえるべき注意義務を著しく怠ったこと」により惹起されるとあります。故意については弁明の余地はありませんが、研究者本人が意図しないところで結果的に研究不正を犯してしまう、つまり、研究者としての注意義務を著しく怠ったことによる研究作法からの逸脱があった場合も研究不正と認定されます。ここでは「研究作法を知らなかった」は、理由になりません。

研究成果の発表においては、その発表内容の信頼性を保証するエビデンスとしての研究データは、厳格なプロセスを経て取得されたものでなければならず、研究資料、試料や装置は適切な期間保管し、後日の利用や検証に対応できるように保存しなければなりません。

このように科学研究の健全性が求められる中で、研究者自身が日常的にいかにかその責務を果たしているか、自らの意思で研究倫理マインドを培っているかが問われているのです。

※本稿は、日本学術振興会「科学の健全な発展のために」編集委員会（2015）【テキスト版】「科学の健全な発展のために — 誠実な科学者の心得 —」を参考に作成。1) は 同書p12より引用)

日本学術振興会「科学の健全な発展のために」
<https://www.jsps.go.jp/j-kousei/rinri.html>



安全保障輸出管理

■安全保障輸出管理とは

安全保障輸出管理とは、国際的な平和及び安全を維持するための手段の一つです。

武器はもちろんですが、高性能な工作機械や生物兵器の原料となるような細菌など、軍事的に転用されるようなおそれのある物が、大量破壊兵器等の開発者やテロリスト集団など、懸念活動を行うおそれのある者に渡らないようにするのが安全保障輸出管理です。

外国為替及び外国貿易法（外為法）による規制を遵守するために具体例を理解しておくことが重要です。

大学では、技術提供の機会が多いので、管理には十分注意してください。詳細は、各大学担当窓口にお問い合わせください。

その大事な研究が大量破壊兵器に使われ、世界のどこかで悲劇を生むかもかもしれません！



■大学・研究機関における技術の提供や貨物の輸出の機会の例

技術提供等の機会	具体例
留学生・外国人研究者の受入れ	・実験装置の貸与に伴う提供 ・技術情報をFAXやUSBメモリを用いて提供 ・電話や電子メールでの提供 ・研究指導、技能訓練 等 ・研究指導に伴う実験装置の改良、開発 ・授業、会議、打合せ
外国の大学や企業との共同研究の実施や研究協力協定の締結	・実験装置の貸与に伴う提供 ・技術情報をFAXやUSBメモリに記憶させて提供 ・電話や電子メールでの提供 ・共同研究に伴う実験装置の改良、開発 ・会議、打合せ 等
研究試料等の持出し、海外送付	・サンプル品の持出し、海外送付 ・自作の研究資機材を携行、海外送付 等
外国からの研究者の訪問	・研究施設の見学 ・工程説明、資料配付 等
非公開の講演会・展示会	・技術情報を口頭で提供 ・技術情報をパネルに展示 等

出典：経済産業省貿易管理部「安全保障貿易に係る機微技術管理ガイドンス（大学・研究機関用）第三版」平成29年10月

※相手方が懸念国（イラン、イラク、北朝鮮）または国連武器禁輸国・地域（アフガニスタン、中央アフリカ、コンゴ民主共和国、イラク、レバノン、リビア、北朝鮮、ソマリア、南スーダン、スーダン）の場合は慎重な審査が必要になります。

外部資金獲得

■科学研究費助成事業（科研費）の概要

科学研究費助成事業（以下、科研費）は、各研究者の研究活動に必要な資金を研究者に助成する仕組みの一つで、人文学・社会科学から自然科学までのすべての分野にわたり、基礎から応用までのあらゆる独創的・先駆的な「学術研究」を対象としています。各府省等が定める、特定の目的を達成するための公募型研究とは異なり、科研費は研究者の自由な発想に基づく研究を幅広く支援する性質の資金であり、このようなボトムアップ型の競争的研究費は我が国では他に例がありません。

■応募を始める前に

研究者が科研費へ応募するにあたり、必要な点は以下の2点です。

- ①自分自身が科研費の応募資格を有しているか、所属研究機関へ確認すること
- ②e-Rad（府省共通研究開発管理システム）に登録されている研究者情報を確認すること

特に自身の研究者情報が登録されていなかったり、登録されている内容に誤りや不足等が生じていたりする場合は、申請書を作成できないことがあるため注意が必要です。よって、e-Radに登録されている自身の研究者情報については常に留意するよう心掛けてください。

■研究種目の概要

研究種目は研究者の研究内容や規模に応じて設定されています。その中で若手研究者がよく応募する研究種目としては、以下の2種類です。

①研究活動スタート支援（1～2年間 / 単年度あたり150万円以下）

研究機関に採用されたばかりの研究者や育児休業等から復帰する研究者が行う1人の研究を対象としています。日本学術振興会より例年3月1日に公募が開始され、例年5月上旬が日本学術振興会への締め切りとなっています。4月新採用者向けの研究種目として最もポピュラーな種目といえます。

②若手研究（2～5年間 / 総額500万円以下）

原則として博士の学位取得後8年未満の研究者が行う1人の研究を対象としています。シニアの研究者が応募する基盤研究等と同様、日本学術振興会より例年8月に公募が開始され、例年10月上旬が日本学術振興会への締め切りとなっています。直近の全国採択率は42.4%と、科研費の研究種目の中で比較的採択されやすいといえます。

応募の際には「応募を始める前に」で述べた自身のe-Rad研究者情報や、公募要領等に記載の注意事項を十分に確認するよう心掛けてください。

■科研費以外の外部資金について

科研費以外にも、財団や民間企業等により様々な研究助成金が公募されています。若手研究者を対象にしたものも数多くありますので、所属研究機関の研究支援担当を通じて情報収集したり、直接財団や民間企業等のHPを確認する等して、積極的に応募してみましょう。

そのほか、各府省において競争的研究費制度という競争的資金をはじめとした公募型研究資金が毎年募集されており、内閣府のHPで競争的研究費制度一覧を確認することができます。

※参考：内閣府HP「令和3年度競争的研究費制度一覧（制度概要）」

https://www8.cao.go.jp/cstp/compefund/kyoukin_r3.pdf



なぜ特許を取るのか

大学の研究成果を社会で活かすには

トヨタ自動車の創業者は、自動織機の分野で成功していた前身の会社の事業にかかわる特許を世界トップメーカーに有償で譲渡して、その対価を原資として、自動車の開発に進出しました。すなわち特許の譲渡を行い、研究成果を他社に渡して使ってもらうことにより社会で活かすとともに、譲渡によって得られた対価を小型エンジンという新たな分野の研究開発に取り組む原資としたのです。

このように特許は権利の対象となる発明の実施（生産、販売など）を独占することができ、また、権利者がその独占権を他人にライセンスをしたり、譲渡をしたりすることができる権利です。

特許が発明の実施を独占することができる権利であるため、「大学が特許を持ってどうするの?」といわれることがあります。たしかに、大学は発明を実施して製品を生産したり、販売したりしませんので、実施する権利を独占できたとしても、仕方がないようにも思えます。しかしながら、大学にとっても特許はとても重要なものなのです。

それは大学には、研究成果を社会で活かすという使命があるからです。研究成果を社会で活かすためには、発明を実施し、製品を生産、販売する企業などのパートナーを見つけ、特許をライセンス、譲渡することはとても重要です。

もちろん研究成果を広く世に発信すること自体は、論文、学会等によっても成し得ます。しかし、研究成果の特許とし、これを企業にライセンスしたり譲渡したりすることで、企業はこの特許を核とした製品やサービスへの開発投資を行っていくことが可能となります。これは特許が独占権であり、これにより競合との差別化を図れるが故のことであり、企業がその資金や研究開発リソースを投下するモチベーションが生まれるからです。

また、特許を通じてパートナーとなった企業は研究成果の製品化、販売にとどまらず、共同研究のパートナーとなる可能性が高く、次なる研究の発展という意味でも重要です。

大学院生を対象とした支援

各大学において、さまざまなプロジェクトやプログラム等を実施して、大学院生の活動を支援しています。

広島大学

広島大学大学院生支援プロジェクト

広島大学は、研究に対する意欲を有し、我が国の科学技術・イノベーション創出の重要な担い手となる大学院生をサポートするため、「広島大学大学院生支援プロジェクト」を立ち上げました。

<https://fellowship.hiroshima-u.ac.jp/>

本プロジェクトでは、国のさまざまな支援事業を組み合わせることで、可能な限り多くの学生への経済的支援を行い、本学の学生が安心して研究に集中できる環境を整えます。あわせて研究力向上やキャリアパスの支援にも取り組むことで、将来の日本の科学技術・イノベーション創出に貢献できる博士人材の輩出を目指します。

■広島大学大学院リサーチフェローシップ制度

文部科学省「科学技術イノベーション創出に向けた大学フェローシップ創設事業」を受けて、令和3年4月から支援を開始しています。

本制度では「情報・AI」「量子」「マテリアル」「サステナビリティ学」の4分野について、新たな知の創造とその活用を主導し、次代を牽引する価値を創造するとともに、社会にイノベーションをもたらすことができる高度な研究人材を養成するため、毎年度、博士課程後期1年次生の中から53人を「リサーチフェロー」として選抜・認定します。

リサーチフェローに認定された学生には、博士課程後期を修了するまでの間、研究専念支援経費（生活費相当額）と研究費からなるフェローシップを支給します。さらに、令和4年度からは、追加の支援として、リサーチフェロー全員の授業料免除が実施される予定です。

フェローシップの概要▶・研究専念支援経費：15万円/月 ・研究費：30万円以内/年

■広島大学創発的次世代研究者育成・支援プログラム

JST「次世代研究者挑戦的研究プログラム」を受けて、令和3年10月から支援を開始しています。

本制度では、将来の日本の科学技術・イノベーションの基盤となり、国際社会の持続的な発展に貢献できる博士人材の育成を推進することを目的として、全ての分野の博士課程後期の学生を対象に、広い視野と知識をもち、優れた判断力と行動力を有する総合的な力で、SDGs達成+Beyondに貢献し、世界をより良くする取り組みを推進できる人材を「次世代フェロー」として、全学年を通じて199人を選抜・認定します。

次世代フェローに認定された学生には、博士課程後期を修了するまでの間、研究専念支援経費（生活費相当額）と研究費からなるフェローシップを支給します。

また、次世代フェローは、学生が自らの専門領域を超えて社会の発展について議論できる共創の場である「ドクター会（仮称）」に所属します。ドクター会では、異分野の学生との積極的なグルー

プワーキングや研究力向上の取組の企画等を通して、科学技術の創発的なイノベーションを生み出す総合知と自律性を身に付けます。

フェローシップの概要▶・研究専念支援経費：15万円/月 ・研究費：40～70万円以内/年

■広島大学女性科学技術フェローシップ制度

文部科学省「ダイバーシティ研究環境実現イニシアティブ（特性対応型）」を受けて、令和3年12月から支援を開始しています。

本制度では、理工系に進学する女性を増やすことを目的に、科学技術分野で活躍する意欲のある女性の博士課程後期学生を「理工系女性リサーチフェロー」として選抜・認定します。理工系女性リサーチフェローに認定された学生には、博士課程後期を修了するまでの間、研究専念支援経費（生活費相当額）と研究費からなるフェローシップを支給します。

さらに、博士課程後期に進学する意欲のある博士課程前期2年次生の学生についても、マイクロン・テクノロジー財団の支援を受けて、「理工系M2女性奨学生」として選抜・認定し、フェローシップの支給を行います。支援を受けた学生が本学の博士課程後期に進学した場合、継続して理工系女性リサーチフェローへの採用を保証することで、進学における経済的不安を緩和し、進学のモチベーションを向上させます。

フェローシップの概要

理工系女性リサーチフェロー

- ・研究専念支援経費：15万円/月
- ・研究費：42万円/年

理工系M2女性奨学生

- ・研究専念支援経費：7.5万円/月
- ・研究費：24万円/年

■Micron Awards

マイクロン・テクノロジー財団の寄附金により、科学技術系分野で活躍する意欲のある広島大学の女性の大学院生を対象として、返還義務のない奨励金を支給することによって、将来への意欲と希望を後押ししています。令和4年度の募集対象は、理学系および工学系を専門分野とする、博士課程前期1年次生のみとする予定です。

広島大学大学院生支援プロジェクト一覧

	広島大学大学院リサーチフェローシップ制度	広島大学創発的次世代研究者育成・支援プログラム	広島大学女性科学技術フェローシップ制度	Micron Awards
対象分野	情報・AI、量子、マテリアル、サステナビリティ学	すべての分野	理学系、工学系 生物系および農学系	理学系および工学系
支援対象学年	博士課程後期学生	博士課程後期学生	博士課程前期2年次生 および博士課程後期学生	博士課程前期1年次生
支援人数	53名/学年	全学年を通じて199名	M2～D3：各2名程度	未定
研究専念支援経費	15万円/月	15万円/月	M：7.5万円/月 D：15万円/月	未定
研究費	30万円/年	40～70万円/年	M：24万円/年 D：42万円/年	未定
授業料免除	有	無	無	無

2022年3月現在（最新の情報を参照すること）

山口大学

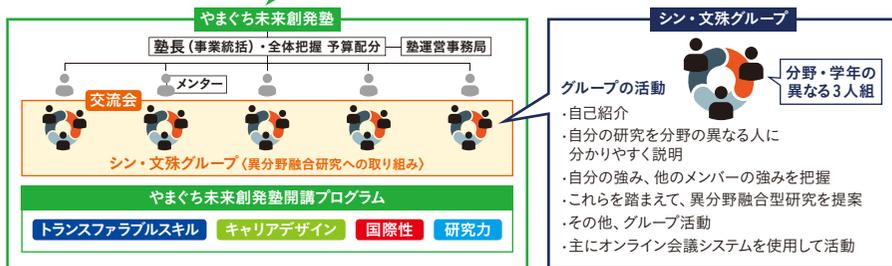
■次世代研究者挑戦的研究プログラム (SPRING)

“シン・文殊グループ”を核とする異分野融合研究実践型博士後期課程学生育成プロジェクト

本プロジェクトにより選ばれた学生は“やまぐち未来創発塾”の塾生として、塾が提供する各種教育プログラム（やまぐち未来創発塾開講プログラム）を受講することや、異分野融合研究のきっかけとなることを目的とした“シン・文殊グループ”活動に積極的に参加することが必須となっています。

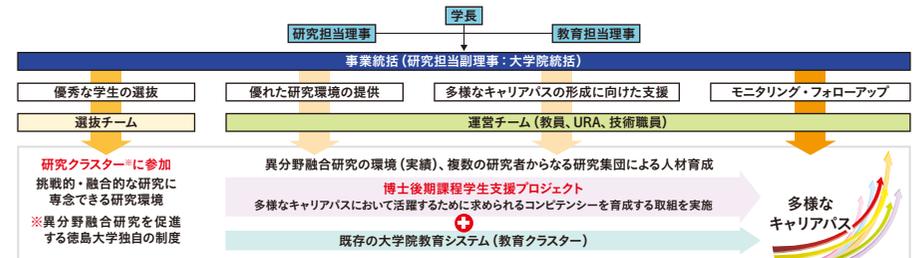
“シン・文殊グループ”活動が、本プロジェクトの一番大きな特徴です。“三人寄れば文殊の知恵”に倣って分野や学年の異なる3名の博士後期課程学生（博士課程学生）を1グループとして、自己紹介から始まり、自分の研究を分野の全く異なる学生に説明、さらにお互いの強みを把握した上で、異分野融合研究を提案する、という活動を実施しています。このグループ活動は“トランスファラブルスキル”の涵養と実践も目的としています。実際の活動を始める前、活発な活動ができるかどうかを不安に感じていたものの、実際の活動では（オンライン会議の場合は録画を実践記録として提出）、皆活発な議論や意見交換が行われています。このグループ活動を核として、本学全体の異分野融合研究活性化に繋げることも目指しています。

学生のトランスファラブルスキル+異分野融合研究力+専門分野研究力 それぞれの力を引き出す仕組み（涵養と実践の場を提供）



グラムを構築するために、本プロジェクトでは、社会や自身の課題解決を実現するために学際的研究に取り組む博士人材を、経済面の不安を解消した上で、優れた研究環境の確保と関係する機関と問題意識を共有し、協力して育成することにより解決していくことを目指しています。

本プロジェクトでは、卓越した研究実績を持つ事業統括による運営チームと、これまでの「組織」対「組織」の産官学連携体制の構成員である本学と地方自治体、企業、研究機関が協力し、本学がこれまで取り組んできた若手研究者育成プログラムを発展・融合させた事業を行い、複雑なグローバル社会においてリーダーシップを発揮できる高度な博士人材を育成します。



愛媛大学

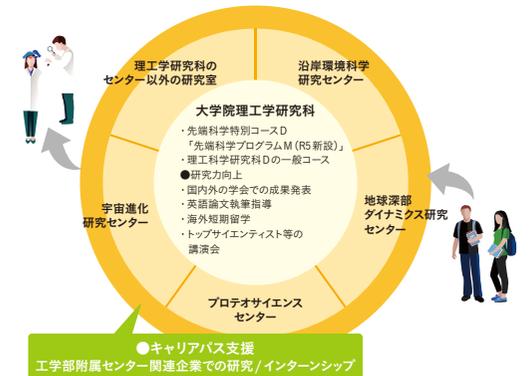
■愛媛から世界をめざす学生のための愛媛大学フェローシップ

—EUアドバンスド・リサーチ・フェローシップ—

愛媛大学では、令和3年度より、文部科学省が実施する「科学技術イノベーション創出に向けた大学フェローシップ創出事業」による支援を受け、「EUアドバンスド・リサーチ・フェローシップ」事業を実施しています。

本事業は、我が国において、経済的な不安と研究者としての将来のキャリアパスが不透明なことから、博士後期課程に進学する学生が減少傾向にあることを背景として、研究に対する意欲を有し、将来の我が国の科学技術・イノベーション創出の重要な担い手となる博士後期課程進学者に対し、研究専念支援金と研究費からなるフェローシップを支給するとともに、博士後期課程修了後、研究に専念できる安定したポストの確保に取り組むものです。

本学では、特色ある研究分野において世界最先端の研究を展開している4つの研究センターと愛媛県内の技術系企業との密接な連携体制を構築している工学部附属センター群（エンジニアリングモール）を基盤として、大学院理工学研究科博士後期課程に在学する学生に対し、研究に専念できる環境を提供するとともに、研究力向上・キャリアパス支援及び大学院博士後期課程終了後のキャリアパス確保に取り組んでいます。



EUアドバンスド・リサーチ・フェローシップHP▶<https://www.eng.ehime-u.ac.jp/rikougaku/info/fellowship/>

徳島大学

■科学技術イノベーション創出に向けた大学フェローシップ創設事業 (ポトムアップ型)

一徳島大学ひかりフェローシップ

本事業では、優れた人材を博士課程に誘引し、社会を変革するイノベーターとして自立できるように、研究意欲を持つ優秀な学生への生活費支援を含むフェローシップを公正な審査により支給するとともに、徳島大学が強みを有する「医光融合」分野をベースに、これまで民間企業等と推進してきた「組織」対「組織」の産官学連携活動を通じた体制を活用した研究力向上・キャリアパス支援/確保に向けた取り組みを推進し、さらに魅力ある博士人材教育の発展を図ります。

■次世代研究者挑戦的研究プログラム (SPRING)

研究クラスターを核とした学際的イノベーション人材の育成—徳島大学うずしおプロジェクト—

博士人材が安心して能力を高めることに専念し、イノベーターとしての情熱を育み、そして社会の多様な場でその能力と情熱を遺憾なく発揮できるように人材育成およびキャリアパス支援プロ

未来博士 3分間コンペティション2021

オンライン開催

2021年11月3日(水・祝)に、博士課程後期学生22人のファイナリスト(英語部門11人・日本語部門11人)による発表が行われました。各部門で最優秀賞に輝いたお二人にお話を伺いました。

受賞者インタビュー



英語部門 島村 勇徳
東京大学 大学院工学系研究科 博士後期課程D2

新たなX線集光装置で原子の世界を探る



ナノプローブの誕生です。

現在、この装置の設計と製作プロセスについては特許出願中ですが、今後もさらなる改良に努め、分解能を上げていくつもりです。

こうした原子スケールの観測技術は、物理・生物・医学の分野で、計量学的なブレークスルーをもたらすことは必至です。新しい技術から新たなサイエンスの領域が広がる、そんな期待に胸を膨らませています。

X線といえば、多くの方は病院にあるレントゲンを最初に思い浮かべることでしょ。私の研究では、そのレントゲンで使用するX線を用いて、原子スケールでモノを見通す装置を作ろうと試みています。

X線の可能性を原子レベルまで引き上げるには、X線を一点に集める集光装置によって、X線ナノプローブと呼ばれる小さなスポットを作ることが重要になります。私はこの装置の開発に4年を費やし、長さ2mmと8mmの超平滑ミラーを組み合わせた新しいX線集光装置を完成させました。検証を行った結果、このプローブで肝臓由来の細胞を照射したところ、細胞内にある数百個の原子を捉えることに成功。低エネルギーX線的全領域を利用できるものとして、世界で最も鋭くて小さいX線



日本語部門 浅尾 友里愛
広島大学 大学院歯歯薬保健学研究所 博士課程D4

お口の健康から子どもたちの未来を育む

カンボジアは、過去の内戦の影響で現在も歯科医療は供給不足です。一方で急激な経済発展により砂糖の消費量が急増するなど、ライフスタイルが変化し、子どもたちの口にはむし歯があふれています。戦後に同様の経験をした日本では、先人たちにより家庭や学校で健康教育が行われ、子どものむし歯が大幅に減少しました。むし歯を含む病気の予防に、正しい情報や知識の普及がいかに大切かを物語る事例です。

私たちは、カンボジアでの正しい知識の普及と子どもたちのむし歯の関係性を探るべく、歯科医療支援活動の一環として、カンボジアのある小学校で数年間の現地調査を実施しました。歯科保健教育の研修会を教員対象に実施し、児童の歯科検診を毎年実施

したところ、新たなむし歯の減少が確認できました。

3,000人にのぼるデータ分析では情報処理作業に苦勞した部分もありますが、今後はこの結果をもとに、小児歯科医として健康教育の普及や定着、さらにはお口の健康から全身の健康へアプローチする方法を研究し、世界中の人々が健康で豊かな人生を送るお手伝いをしたいと考えています。



未来博士3分間コンペティション概要

日本国内の大学に在籍する博士課程後期学生に拡大。
全国28の国公立大学から130件の応募がありました!

博士課程後期学生が3分間の限られた時間内に自身の研究のビジョンと魅力を分かりやすく伝えることで、自身のコミュニケーション力やアピール力の向上を図るとともに、社会における博士人材と博士研究に対する肯定的な理解を広めることを目的として実施しました。協賛企業と受賞者との交流の促進により、企業への就職に結びついた受賞者もあり、自身のスキル向上はもとより、企業との交流や他地域、他分野から集まってきた若手研究者との交流を深める場にもなっています。

2021年度大会も、オンラインで発表を行い、研究のビジョンと魅力をわかりやすく語り、オーディエンスの知的好奇心を掻き立てました。

https://hiraku.hiroshima-u.ac.jp/event/competition_2021/report/



英語部門集合写真



日本語部門集合写真



当日の様子は、
右記YouTubeリンクより
ご覧いただけます。

英語部門
<https://youtu.be/xCPG0Pk5seQ>



日本語部門
https://youtu.be/Lfjnzplh_w



英語部門		
最優秀賞 島村勇徳さん(東京大学)	優秀賞 Daniel LEさん(金沢大学)	オーディエンス賞 LITA RAKHMA YUSTINASARIさん(山口大学)
特別協賛企業動画賞 ※動画審査により受賞		
Acaric Award Srishti TRIPATHIさん(京都市大学)	Otsuka Award Eunbin JEEさん(日本体育大学)	Springer Nature Award LITA RAKHMA YUSTINASARIさん(山口大学)
日本語部門		
最優秀賞 浅尾友里愛さん(広島大学)	優秀賞 渡辺智貴さん(徳島大学)	オーディエンス賞 Mutia KUSUMAWATIさん(広島大学)
特別協賛企業動画賞 ※動画審査により受賞		
アカリク動画賞 柳沢直也さん(東京都市大学)	大塚動画賞 竹内雅樹さん(東京大学)	
コニカミノルタ動画賞 伊藤賢治さん(山口大学)	Nature ダイジェスト動画賞 浅尾友里愛さん(広島大学)	
中外テクノス動画賞 矢野諒子さん(広島大学)	テンパル工業動画賞 片山春菜さん(広島大学)	
戸田工業動画賞 濱田拓哉さん(大阪府立大学)	JSW日本製鋼所動画賞 渡辺智貴さん(徳島大学)	
マイクソン動画賞 片山春菜さん(広島大学)	マツダ動画賞 阪井浩人さん(広島大学)	