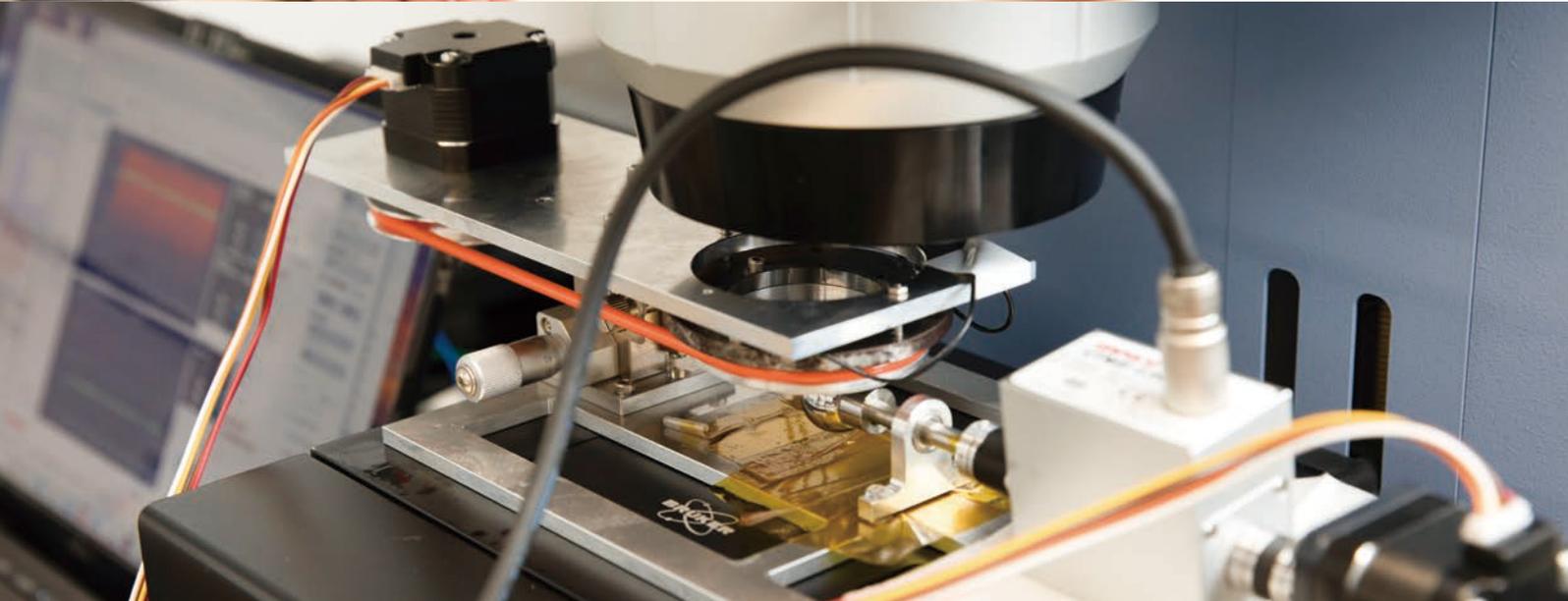


# Re:ORDIST

関西大学先端科学技術推進機構

Vol.48 No.2 [2023]

Organization for  
Research and  
Development of  
Innovative  
Science and  
Technology





# Re:ORDIST

## Vol.48 No.2



# CONTENTS

## 2 Pick up research

### INTERVIEW

## 分野を超えた科学の知見で 「摩擦」の仕組みを解き明かす

システム理工学部 機械工学科 教授 呂 仁国

## 7 NEXT RESEARCHER !

総合情報学部 総合情報学科 准教授 山西 良典

## 8 先端機構 News & Topics

## 9 Cross

## 「瞳孔」が与える感情の研究から 「愛嬌あるロボット」の開発へ

非言語情報によるやりとりの分析・解釈からめざす  
心が通う新しいコミュニケーションのデザイン

総合情報学部 総合情報学科 准教授 瀬島 吉祐

産学官連携コーディネーター（先端科学技術推進機構担当） 池谷 章

## 12 関西大学科学技術振興会 TOPICS

## 13 研究員図鑑

環境都市工学部 建築学科 助教 宮地 茉莉

※写真撮影時のみマスクを外しています。  
感染拡大予防を請じたうえで取材や制作を行っています。

## Editor's note

本号の Pick up research では、呂先生の研究をご紹介いたしました。「トライボロジー」は聞き覚えがある程度しか知らなくて、正直言って、その由来と内容については今回初めて知りました。とても注目を集めている技術のようなので、世の中に役立つ成果に期待したいですね。

NEXT RESEARCHER ! では山西先生に語っていただきました。「誰かのための「楽しい」をクリエイイト」ということで、こちらも研究成果が楽しみです。Cross では瀬島先生に「愛嬌あるロボット」の開発の経緯と今後について、池谷 CD と対談していただきました。どんどん進化が進みそうなロボットに「愛されるロボット」が加わると、ますます注目が集まりそうですね。研究員図鑑では、宮地先生にご登場いただきました。「ノンエンジニアド建築」という聞きなれないテーマでしたが、とても重要な考え方であり、居住環境をよりよくしていくための建築のあり方や技術に期待したいですね。

しつこいコロナ禍ですが、いよいよ終息に向けて社会も次のステージに動き出してきたと感じます。引き続き皆さまへの価値ある情報の提供を目指していきますので、じっくりお読みいただき感想などをお寄せください。今後とも Re:ORDIST をよろしくお願いたします。(HT)

# Pick up research

## 分野を超えた科学の知見で 「摩擦」の仕組みを解き明かす

物と物がこすれ合うときに起こる「摩擦」は、人間の生活とは不可分な自然現象です。機械の劣化や省エネにも大きな影響を与えることから、総合的に摩擦現象を捉える「トライボロジー」という研究が各国で進んでいます。呂仁国教授は、潤滑剤や金属の表面を分子レベルで分析し、摩擦のメカニズムを物理・化学的に解明することで、摩擦を大幅に低減できる技術の確立を目指しています。

る れん こ  
呂 仁 国

システム理工学部  
機械工学科 教授

— 先生の専門分野は「トライボロジー」と伺いました。まず、トライボロジーとはどのような学問分野なのか、お教えてください。

簡単に説明すると、トライボロジーとは、「接触面に発生する摩擦や摩耗とともに、それらを制御するための技術を取り扱う学問」です。

摩擦は、人間の生活と不可分の自然現象です。そのため、私たちの身の周りでもトライボロジーの知識が、いろんなところで利用されています。例えば公園に行けば、子どもたちが遊具の斜面を登っているのをよく目にしますよね。そのとき子どもが履いている靴によって、あるいは裸足であるか、靴下を履いているかで、登りやすさは大きく変わります。

それは靴と裸足、靴下のそれぞれで、遊具の斜面との摩擦の強さが異なるためです。私たちは、雨の日のマンホールの上が滑りやすいことや、ペットボトルを持ったときに、その中身の量によって握る力を変える必要があることを知っています。それは私たちが、摩擦が及ぼす影響を直感的、経験的に知っているからです。

また摩擦の結果起こる、「摩耗」も私たちの日常に馴染み深い現象

です。紙に鉛筆で文字を書けば、鉛筆の芯は摩耗してすり減っていきます。スマホの画面に傷をつけないように、高い硬度のガラスフィルムを貼っている人も多いでしょう。トライボロジーではそうした摩耗現象も研究の対象としています。

— そもそもなぜトライボロジーと呼ばれるようになったのでしょうか。

1966年、英国の教育科学省が報告書のなかで、摩擦・潤滑・摩耗等を含む全領域を記述する用語として「トライボロジー (tribology)」と名付けたのがきっかけです。ギリシャ語の TRIBOS (摩擦) が由来だそうです。その後は急速にこの言葉が広がり、分野の正式な学問名となりました。

その報告書では、「摩擦・摩耗の対策を適切に講じることによって、極めて大きな経済効果（当時英国のGNPの1.3%）が得られる」ことが述べられていました。工場などの機械の性能が劣化したり、損傷して寿命を迎える原因のうち75%は、部品同士が擦れて摩耗するためです。つまりトライボロジーによって機械の摩擦・摩耗をうまく制御できれば、保守作業を軽減することができますし、劣化によ

る事故も防げることから、安心安全な社会に貢献できるのです。さらに機械システムのエネルギー効率も向上するため、カーボンニュートラルにも貢献できます。現在でも多くの専門家が、トライボロジーの活用によって世界全体で1.3%から1.6%の経済効果が得られると主張しています。

— 呂先生がトライボロジーの研究に取り組むようになったのは、なにがきっかけだったのですか？

トライボロジーに出会ったのは大学院のときです。学部時代は化学が専門でしたので、トライボロジーのことはまったく知りませんでした。中国・山東省で暮らした幼い頃から中国北西の自然や人、文化に関心を持っており、大学院は北西にある中国科学院蘭州化学物理研究所に進みました。インターネットもまだ普及していないときに、面接を受けるまで研究所でどんな分野の研究がされているか知らなかったのですが、入ってみるとトライボロジー分野の研究に力を入れており、それで自分もトライボロジーを学ぶことにしました。

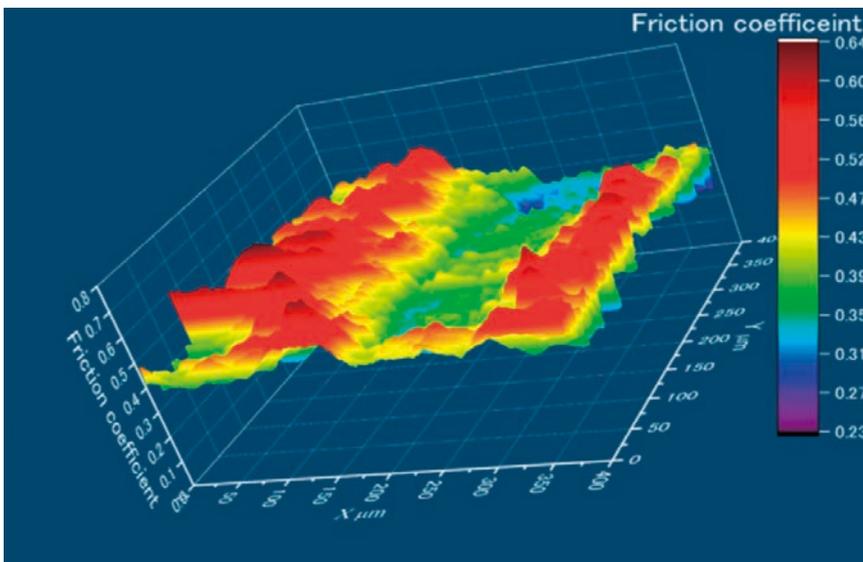
研究所では、主に航空・宇宙に関わる潤滑技術の開発が行われて



いました。航空機の設計から材料の製造、部品の加工までほぼ全ての工程が研究室で行われ、自分たちが作った部品が、実際に人工衛星に搭載されたりもしました。そうした経験にワクワクし、新しい世界が広がっていきました。学部で学んだこととは畑違いの分野でしたので、最初は知識不足で悪戦苦闘の連続でしたが、幸い近くの大学で機械や材料分野の講義を聴講することができたので、勉強しながら研究を進めていました。それからずっとトライボロジーの研究に携わっています。

### — 先生の研究アプローチは、他のトライボロジーの研究者と比べて、どのような特徴、強みがあるのでしょうか。

現在は機械工学科に所属していますが、学部時代に化学、大学院では材料学も系統的に勉強してきたことで、機械・材料・化学という幅広い学問の知識を身に付けていることが私の一番の強みです。それらの分野を融合させた研究を行っています。



▲トライボ反応膜の摩擦係数の面分布

学術分野の分類では、トライボロジーは機械工学の一分野とされていますが、実際には機械工学、物理学、化学、材料工学など幅広い学問技術と深く関わっています。言い換えれば、摩擦や摩耗などのトライボロジー現象を解決するに

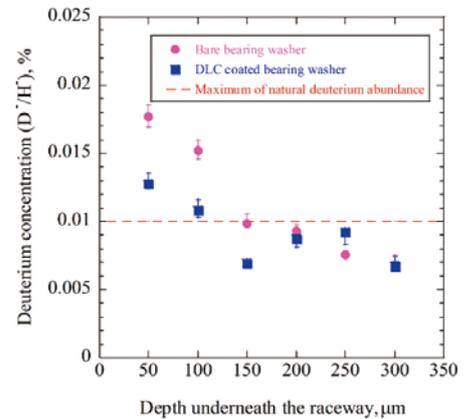
は、一つの学問では不十分なのです。

トライボロジーでは、摩擦や摩耗を、単なる材料や潤滑油の物性だけで考えていません。摺動部（物と物が擦れ合う場所）を、総合的な「システム」として認識する必要があります。それを私たちは「トライボシステム」と呼び、摺動部の物質の組み合わせ、潤滑油の材料、それを取り巻く環境、摺動部を支えている機械の剛性や作動条件などをひっくるめて考えます。

材料だけでも、固体の材質、表面の粗さ、硬さ、形状、化学性質などのすべてが摩擦や摩耗に影響を及ぼします。また環境面では、大気中なのか真空か、ガス中なのか、また湿度や温度なども影響を与えます。そのように、ものすごく複雑系のシステムであるがゆえに、トライボロジー現象を分析するには、求める課題に応じてあらかじめ実験の条件を正確に設定する必要があります。試験機の作成から、実験結果の評価まで、分野を融合して学んできた強みを活かしながら進めるのが、私の研究の特徴です。

### — これまでに具体的にどのような研究に取り組んでこられたのでしょうか？

先ほどお話したとおり、私の研究の特徴は、それぞれの摩擦現象を最もよく再現できる試験機を作成してから実験を行うことにあり



▲DLC (Diamond-Like Carbon) コーティングによる水素脆化の抑制

ます。つまり「トライボロジー現象を究明するための実験手法の開発」そのものが、主な研究テーマの一つなのです。

例えば、機械の部品がこすれ合う場所には、潤滑油を注入して滑りを良くし、摩耗を防ぎます。そのとき潤滑油は部品と部品の間に薄い「膜」を形成しますが、摩擦を繰り返すうちに膜に含まれる添加剤などが金属表面と化学反応を起こします。それが、摩擦の低減や焼き付きに大きな影響を及ぼすのです。

私は、その反応膜の構造や特性を、分子レベルのミクロ・ナノスケールで解明したいと考えて、実験を行ってきました。ある実験では、独自に開発した試験機で、直径1ミリの鋼でできたボールをばねの先端に取り付け、水平方向の摩擦試験を行いました。そのときの実験の反応膜の厚さは、わずか数10nmから200nm（1nmは10億分の1m）しかありません。摩擦後の表面の状態は、X線を用いた特殊な分析装置で計測しました。その分析結果から、ナノスケールの金属同士の摩擦現象は、表面の形状よりも添加剤由来の化学成分による影響を受けやすいと考えられることがわかりました。

### — そうした発見は、さまざまな機械の設計や、工業生産に役立つ知見となりそうですね。

はい、例えば自動車産業と私の研究テーマは、密接な関わりがあります。最近では、自動車エンジンに用いられている潤滑油と、「水



▲顕微FT-IR その場観察システム

素脆化」と呼ばれる現象の関係について研究を行いました。水素脆化というのは、水素原子が金属の中に吸収されることで、金属がもろくなってしまふ現象です。強度の高い金属で作った部品に力が加わるうちに、ある日、突然破断してしまうといったことが起こるので、水素脆化を防ぎ、予測することは乗り物などの安全のためにも極めて重要です。とくに近年は、燃料電池など水素エネルギーを用いる機器がカーボンニュートラルの推進のために活発化していることから、水素脆化の研究の重要性が増しています。

自動車の軸受や産業機械の金属が水素脆化する原因の一つは、潤滑油が化学変化することで発生する水素と考えられています。そこで私の研究室では、金属が摩擦したときの潤滑油の化学変化の水素発生量や、どうすれば抑制できるかを調べています。その研究成果は今後、水素が発生しにくい潤滑剤の開発などに生かしていければと考えています。

— 今後、急速に普及が予想される電気自動車の開発にも、トライボロジーの研究は重要となりそうです。

おっしゃるとおりです。電気自動車はガソリンではなく、電気エネルギーでモーターを回転させることで走ります。そのため、これまでの自動車よりもさまざまな部品に電気が流れることとなり、電

流が摺動部に与える影響についての研究を進めています。実際に私たちの実験では、電流を与えると摩擦が大きくなることがわかりました。電流印加時の摩擦抵抗増加を軽減するために、潤滑油にどのような化学成分を添加すれば効果があるかの、実験も行っています。

— 企業との共同研究等にも取り組まれているのでしょうか？

はい。多くの会社では、摩擦に関して経験的な知識を持っています。私は「なぜそうなるのか」という科学的な知見を提供することで、新しい製品開発をともに進めています。例えばある企業とは、潤滑油の分子の配向を共同研究し、平面構造を持つ添加剤を潤滑油に添加することで摩擦低減効果が大きくなることを見出しました。その企業では研究成果を生かして、新しい潤滑油の開発を進めています。

— 呂先生の研究の目指すゴールはどこでしょうか？

トライボロジーにおける永遠の課題の一つが、「極限まで摩擦を低減すること」です。摩擦が少なくなればなるほど、部品の摩耗は減って寿命が伸び、摩擦によって発生する無駄な熱や、無駄なエネルギーの消費も無くなります。そのためには、こすれ合う材料の表面と、その間の潤滑油の分子の挙動を、ナノレベルで精密にコントロールする必要があります。

そのような「超低摩擦」「超潤滑」の状態を、超複雑系のトライボシステムにおいて実現することは、容易なことではありません。そこで私たちがいま取り組んでいるのが、AIを用いた機械学習を活用することで効率的により低摩擦な条件を見出すという研究です。潤滑油をどういう配合で混ぜ合わせれば最適な分子設計となるか、摩擦の界面にどの程度の電流を流せば分子の吸着挙動が良くなるか、そういったデータを集めて、データベースの構築を始めているところです。実はこれまでに世界中でトライボロジーの論文は山のように発表されており、摩擦係数や摩耗、表面分析結果のデータもたくさん存在します。機械学習を用いることで、そうした「眠っている宝の山」を活用することができるようになるはずだ、と考えています。

— 先生はこれまでに中国と日本のいくつかの大学や研究機関で研究をされてきましたが、関西大学に赴任されてからの研究環境について、どう感じていますか。

キーワードを言うと、「世界トップレベルの研究装置」「研究の自由さ」「分野融合」の3つです。トライボロジー現象の解明のためには、材料同士の接触状態を分析する必要がありますので、さまざまな表面分析装置が不可欠です。



▲TOF-SIMS 飛行時間型二次イオン質量分析装置

我々の研究室には、TOF-SIMS（飛行時間型二次イオン質量分析装置）や、X線光電子分光分析装置、ラマン分光装置などの表面分析装置が完備されています。目的に応じて装置を改造することで、独創性のある研究が継続できています。

また研究者の好奇心にもとづいて、自由に研究を展開できる雰囲気は関西大学にはあります。近年は社会的風潮などの影響からか、流行りの研究テーマに多くの研究者が集まりがちです。しかしこれまでの科学の歴史を見ても、世の

中に大きなインパクトをもたらした科学的発見の多くは、研究者が少ないニッチなテーマの中から生まれてきました。だからこそ、関西大学の研究者の独自性を尊重する方針は、大変ありがたいと感じます。

また分野融合の研究が行いやすい環境であることも、トライボロジーには向いています。我々の研究室には、機械、物理、そして化学のバックボーンを持つ研究者が揃っており、さらに機械学習やAIなどの他分野の研究者と協力する

ことで、より深い研究が可能となっています。

トライボロジーの魅力と面白さは、研究でわかった知見が産業をはじめ非常に広い領域に応用が可能であることです。学問が実際の世界に結びつくことは、研究をしていく上での大きなモチベーションになっています。これからもトライボロジーの探求を通じて、世の中に役立つ成果を生み出していきたいと思っています。

## Column

私の趣味は「写真」です。岩手大学の博士課程に在籍していたとき、澄んだ空気の中、綺麗に染まった紅葉を見て心を打たれたのがきっかけです。一枚の葉っぱでも、見る角度を変えれば美しさが全く違うことに気づき癒されました。その感動と衝撃は、生まれ育った故郷の山東省や長年働いた上海でも経験したことがないものでした。日本の独特の文化を背景にした自然の美しさをぜひ記録したいと思ったのです。

撮影するのは風景（山と植物）がほとんどで、カメラを持って山登りによく出かけます。野生動物も好き

ですが、出会いはチャンスや時間帯に左右されるので、研究の隙間時間ではなかなか難しいですね。

良い写真を撮影するには、機材も重要ですが、それよりもシャッターを押す人の腕が大切です。撮影対象を見つけて、構図、タイミング、光の入り方等をしっかり計算し、撮影条件を確立してから実行するといった点で、研究とも似ていると感じます。写真撮影で培った発想力や集中力、行動力は研究にも大いに役に立っていますし、また、研究がつかずいたときの気分転換や疲れをとる癒しにもなっています。

写真を撮っていると、近代になるまで芸術と科学は一つのジャンルだったことを思い出します。西欧のルネサンスを代表するレオナルド・ダ・ヴィンチは、偉大な芸術家であり科

学者でした。もともと一つだった芸術と科学は現在、分離され細分化が進んでいますが、どちらも創造性が大切であることは変わりません。一瞬の感動を永遠の思い出に保存でき、誰かにその感動を伝えられる写真の魅力を、これからも追求したいと思います。

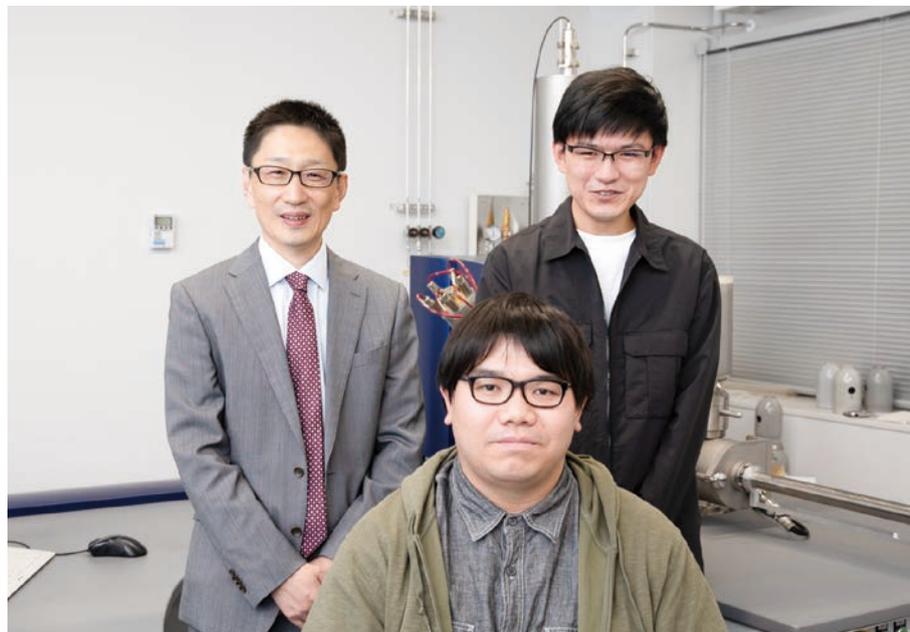


## PROFILE

### 呂 仁国

LU Renguo

取材後、呂先生に自分で撮影したおすすめの写真を伺ったところ、一枚の桜の写真を見せていただきました。雄大な岩手山を背景にした小岩井農場の緑の大地に根を張るエドヒガン桜で、約100年前の明治40年代に植えられたそうです。「2007年NHKの連続テレビ小説『どんど晴れ』にも登場する桜で、満開の桜が新緑の大地と残雪の岩手山と鮮やかにコントラストを描いているのに感動しました」と語る呂先生の目は、少年のように輝いていました。自然の美しさ、不思議さに「感動する心」こそが、ナノスケールの摩擦現象を追求する呂先生の好奇心につながっているのだらうと感じました。



# NEXT RESEARCHER!



山西 良典

YAMANISHI Ryosuke

総合情報学部

総合情報学科 准教授

2020年着任

## 学術的アプローチで 誰かのための「楽しい」をクリエイト

### 1 研究のテーマは何ですか？

人が「おもしろい」「楽しい」と感じる文化や芸術といったコンテンツを対象として、計算機科学のアプローチによってその魅力の分析やコンテンツの魅力を最大化するための技術の開発を行っています。

### 2 今の研究テーマを研究するきっかけは何ですか？

幼少期からピアノを弾いていて、中学生の頃に作曲をするようになって「多くの人を感動させられる曲はどうしたら作れるのだろうか？」と疑問を持ったことが最初のきっかけです。その後、音楽だけでなく、自分自身が当たり前を楽しんでいる文化や芸術の秘密を探りたい、そして、クリエイターに還元される知見や技術を提供できるようにになりたいと思うようになりました。

### 3 研究が進み成果が出たら、どのようなことが期待できますか？

これまで感性で扱われていた文化や芸術といったコンテンツに対して、論理的な解釈ができるようになったり、それらのコンテンツの創造を支援したりするような人工知能と文化や芸術が共生する未来を期待しています。その過程で、どうしても人間にしか作り出せないような、人間の凄さを再確認することも可能になると考えています。



▲音楽ゲームの自動生成のデモの様子

### 4 現在の研究を進める上での課題は何ですか？

多種多様な「おもしろい」コンテンツが日々生み出される中で、社会のエンタテインメントに対する評価やニーズは変化し続けています。学生から「今、みんなが楽しいと感じるもの」「これから流行りそうなもの」を教えてもらいながら、人工知能技術との組み合わせによる学術的価値を作り出すことが課題であると共に、研究のおもしろさです。

### 5 5年後の研究進捗目標を教えてください。

現在、「エンタテインメントと人工知能の共生」を大きなゴールとして様々なテーマに取り組んでいますが、その中でも、1) 人間が楽しんだ結果を人工知能学習に利用するフレームワーク、2) e-sportsの観戦支援のプラットフォーム、3) 人と人工知能の「楽しい」を創り出すための共創環境、を研究室のメンバーである学生と共に開発していきたいと考えています。

### 6 研究する上でのモットーは何ですか？

誰かがお金を払ってでも使いたい・知りたいと思ってもらえる研究を！



# 先端機構 News & Topics

## 第27回関西大学 先端科学技術 シンポジウムを 開催しました。

関西大学・大阪医科薬科大学  
医工薬連環科学教育研究機構 研究発表会  
および関大メディカルポリマーシンポジウムを  
同時にオンラインにて開催いたしました。

テーマ

## 「産学官連携と ビッグデータの活用」

【開催日】2023年1月26日(木)、27日(金)

【参加者数】1,253名(2日間)

特別講演1件、招待講演10件、一般講演33件 ポスター発表106件

関西大学先端科学技術シンポジウムは、先端科学技術推進機構で取り組む研究の1年間の成果を取りまとめ、広く社会、企業、産業界に発表する場として毎年開催しています。今回は「産学官連携とビッグデータの活用」をメインテーマとし、各研究部門や研究センター、研究グループによるセッション、ポスター掲載など、2日間にわたり、新型コロナウイルス感染拡大防止の観点によりオンラインにて行いました。

今回は、2024年1月下旬の開催を予定しています。

## 受賞者紹介

土木学会 土木情報学論文賞 受賞

環境都市工学部

山本 雄平 助教

総合情報学部

田中 成典 教授 他

研究テーマ

「夜間の交通量調査のためのGANの適用に関する研究」

公益財団法人谷川熟技術振興基金

粉生熟技術振興賞 受賞

化学生命工学部

西本 明生 教授

研究テーマ

「プラズマ表面熱処理技術の研究開発」

## 「世界で最も影響力のある研究者トップ2%」に本機構より 16名の研究者がランクインしました！

スタンフォード大学とエルゼビアが発表している世界のトップ2%の科学者を特定する包括的なリストであり、本機構から16名の研究者がランクインしました。

### ■「単年」(single recent year) の区分

システム理工学部

新井 泰彦 教授

松島 恭治 教授

環境都市工学部

田中 俊輔 教授

化学生命工学部

岩崎 泰彦 教授

大洞 康嗣 教授

川崎 英也 教授

田村 裕 教授

宮田 隆志 教授

先端科学技術推進機構

遠藤 政幸 特別任命教授

### ■「生涯」(career-long) の区分

システム理工学部

新井 泰彦 教授

新宮原 正三 教授

田實 佳郎 教授

松島 恭治 教授

環境都市工学部

田中 俊輔 教授

化学生命工学部

石川 正司 教授

岩崎 泰彦 教授

大洞 康嗣 教授

大矢 裕一 教授

幸塚 広光 教授

坂口 聡 教授

三田 文雄 教授

田村 裕 教授

宮田 隆志 教授

### 【講演会等 開催報告】

N(新物質・機能素子・生産技術)研究部門 外国語による特別講演会(2022年12月6日)

「Advances in Metal-Catalyzed Hydrophosphination」

Prof. Rory Waterman, University of Vermont, USA



## Cross

「瞳孔」が与える感情の研究から  
「愛嬌あるロボット」の開発へ  
非言語情報によるやりとりの分析・解釈からめざす  
心が通う新しいコミュニケーションのデザイン



せしま よしひろ  
瀬島 吉裕  
総合情報学部  
総合情報学科 准教授

いけたに あきら  
池谷 章

産学官連携  
コーディネーター  
(先端科学技術推進機構担当)



高校時代の部活をきっかけに  
非言語コミュニケーションに  
興味が湧く

**池谷**：瀬島先生は、長年にわたって人間の「目」によるコミュニケーションの研究を続けてこられました。最近ではその成果をロボットの開発にも応用されています。そうした研究に進まれたきっかけは何だったのでしょうか？

**瀬島**：人とのコミュニケーションやモノづくりへの関心は幼少期からあった気がします。子どもの頃に住んでいた自宅の周りには竹やぶがあり、よく竹で弓矢を作ったりして遊んでいました。何かを自分で形作るのが幼い頃から好きだったんです。

**池谷**：それで工学部に進まれたんですね。

**瀬島**：はい。人の目に関心が向いたのは、高校時代の部活のバレーがきっかけでした。試合中に「チームプレーで上手くいくにはアイコンタクトが重要だ」と気づいたんです。試合の前にはあらかじめサインプレーを決めておくのですが、始まるとどこにボールが飛んでくるかは予想が付きません。僕はアタッカーで、トスを上げるセッターと声を掛け合ってボールをもらうのですが、声よりもアイコンタクトのほうがアタックしやすいボールを上げてもらいやすかったんです。

**池谷**：なるほど。

**瀬島**：「なぜ、お互い無言なのに目の合図だけで上手く意思疎通できるのだろう」と不思議に感じました。他にも、サッカーをしたときもそうなのですが、やはりパ

スをもらうときにはアイコンタクトが重要でした。試合中のいいプレイもアイコンタクトが上手くいったときによく生まれました。

**池谷**：そういう実体験があったわけですね。大学ではどんな勉強をされたのですか？

**瀬島**：大学は岡山県立大学に進みまして、そこで私の師匠となる渡辺富夫先生と出会いました。渡辺先生は情報工学の研究者で、「母親と赤ちゃんのコミュニケーション」がご専門です。生まれたばかりの赤ちゃんは当然、言葉がまったく通じません。それどころか目の前の人が母親であることもわからない状態で生まれます。しかしわずかに生後数ヶ月で、お母さんと赤ちゃんの間に親密なコミュニケーションが成立し、楽しい時間を過ごせるようになります。いったいそこにはどういうメカニズムが働いているのか、研究されていたんです。

**池谷**：とても興味深いテーマです。

**瀬島**：渡辺先生が注目したのが、「引き込み」でした。母親が「元気ですかあ」などの語り掛けを行い、その語り掛けに対して赤ちゃんは必死に「あー」や「くー」のような意味のない発声をしながら手足をばたつかせて喜びますよね。その赤ちゃんの引き込み反応については、W・S・コンドンという研究者が1974年に『サイエンス』誌に研究論文を発表しています。渡辺先生は「大人になってもうなずきに対して無意識に反応するのは、恐らく乳児期の引き込みの影響だろう」と話していました。それを聞いて学生

時代のバレーの記憶がよみがえり、「この研究は面白そうだな」と感じました。

**池谷**：そこからうなずきの研究が始まったわけですね。

**瀬島**：そうです。特に日本人は顕著なのですが、うなずきには、話者同士の呼吸やリズムを合わせる効果があります。お互いにうなずきあうことで、相手への同意を示すとともに、会話の場に積極的に参加している姿勢を示すわけです。そのうなずきの効果を確認するために、博士課程のときにこんな実験をしました。コンピュータ上の仮想空間に自分の「アバター」を作ります。そのアバターは自分のからだの動きと連動させることで思ったように動かすことができ、他の人が操る別のアバターと回線を通じて会話することができる、現在のメタバース空間でのコミュニケーションです。ところがときどき会話中に、自分の意図しないタイミングでうなずきを返すんです。対話している人がそのアバターの様子を見たら、どんな気持ちになるか確かめてみました。

**池谷**：興味深い実験ですね。

**瀬島**：実際に画面で見るとむちゃくちゃ気持ち悪いんです。画面のアバターは基本的に自分の意図したとおりに動くのに、勝手なタイミングでうなずかれると、人格が乖離しているように感じるんですね。また、バーチャル空間の中にある人間以外のモノにうなずかせる実験も行いました。例えばバーチャル空間の中の絵画に描かれた『ひまわり』が、自分の言葉に合わせてうなずくように揺れると、応援されているような気持ちを覚えるんです。

**池谷**：それは面白い。大学ではうなずきの実験をずっと続けられたんですか？

**瀬島**：修士・博士とうなずきの研究をしていて、27歳のときに博士の学位を取得したのは、「うなずきの効果」をまとめた論文です。その間、うなずきと並行して「視線の研究」も始めました。視線が合うことにも、うなずきのような効果があるんじゃないかと思ったからです。学位の取得後、視線の研究に本格的に移行し始めたのですが、ちょうど同時期に、講師として学生の前に立って話す機会が増えたことが、また新たな気付きとなりました。大勢の学生を前に話すときって、どちらを向いて喋ればよいか迷うんです。そこで向き合った聴衆を「真ん中」「右」「左」に3分割し、5分間の演説中、どこを向いて話して

いるか計測してみました。すると真ん中に視線を送っている時間が60%ぐらいで一番多かったのですが、左側が27%だったのに対して、右側はたった13%とずっと少なかったんです。

**池谷**：左と右でそんなに差があるとは。

**瀬島**：面白いですよ。その実験では、視線を送られる学生がどう感じているかを確かめるために、CGのキャラクターに講義させてみる試みもしました。そのCGキャラクターはリアルな人間（私）とは逆に、時間に換算して左側を13%、右側27%見るようにしました。すると講義終了後、学生たちから「落ち着かない気持ちになった」という感想が聞かれました。つまり、人の視線は左側に偏る傾向があり、受け手もそれを前提としながら話を聞いていることがわかったんです。そこから本格的に視線やアイコンタクトがコミュニケーションに及ぼす影響について研究を進めたいと考えようになりました。

## ロボットを使って コミュニケーションにおける 「瞳孔」の役割を解明

**池谷**：最近はどういう手法で研究をされているんですか？

**瀬島**：人間の瞳の動きを計測できる装置を開発して、実験を継続的に行っていきます。瞳を計測するようになってわかった興味深いことがありまして、人はアイコンタクトをしているとき「瞳孔」が大きくなるんです。

**池谷**：瞳孔というのは、人の目のいわゆる「黒目」のことですか？

**瀬島**：はい。人の眼球には白目の真ん中に、茶色や青色などの色がついている「虹彩」と呼ばれる部分があります。その中心にあるのが一般的に「黒目」と呼ばれる瞳孔です。人の目は明るさに応じて虹彩の筋肉が伸び縮みし、瞳孔の大きさが変わることで入ってくる光の量を調整します。その瞳孔の大きさがアイコンタクトによっても変化することがわかったんです。

1965年にヘスというアメリカ・シカゴ大学の研究者が、「瞳孔が大きい人は魅力的に見える」という調査結果を発表したことによって、世界的に瞳孔についての関心が高まりました。しかしその後の多くの研究は、人間の心の状態によって瞳孔がどう変化するかについて調

べたものばかりで、「他人とのコミュニケーションに瞳孔がどういう影響を与えているか」はほとんど研究されていなかったんです。

**池谷**：なるほど、瞳孔は光を反射します。「目が生き生きとしている」「目に力がない」といったように、目の見え方は印象を大きく左右しますが、その中でも瞳孔が与える影響は大きそうですね。とくに欧米人は虹彩が青い人が多いので、虹彩が焦げ茶色のアジア系やアフリカ系の人種より、瞳孔の変化に気づきやすそうです。

**瀬島**：そうですね。京都大学の総長を務められた、ゴリラ研究の第一人者である山極壽一先生は、「ゴリラの顔の覗き込み行動は、言語以前のコミュニケーションである」ということを主張されて



います。ゴリラは親しみを表現するために、仲間の顔の近くに顔を寄せて、じっと目を覗き込みます。また人間の母親と赤ちゃんや、親しい恋人同士もお互いの目を見つめ合うことで意思を通じ合えます。それは言葉を交わさなくても目の奥を覗き込むことで、お互いの考えていることが何となくわかるからです。これは私の仮説ですが、日本人は昔から「他人の目を凝視して会話しなさい」ことが一種のマナーになっています。それは相手の心を必要以上に読み取ることを、あらかじめ避けるためなのではないか、と考えられます。目は心の窓と言いますが、言葉や行動よりもある意味、雄弁に心の内を相手に語りかけるのです。

**池谷**：ことわざの「目は口ほどにものを言う」は、科学的にも事実である可能性が高いということですね。瀬島先生は最近、視線の研究でわかってきた知見を、ロボットの開発にも応用され始めていると伺いました。

**瀬島**：はい。人間では難しい瞳孔の大きな変化を、ロボットに表現させることで、強調できないかと考えました。人間のコミュニケーションに大きな影響を与えるとと言っても、物理的な人の瞳孔の大きさの変化は直径2ミリから8ミリ程度に過ぎません。しかしロボット目であれば、それ以上に広げること、小さくすることもできます。人ではありえないほどのレベルで瞳孔を変化させることで、どういう感情がロボットと向き合った人間に起こるか関心を持っています。

**池谷**：なるほど、それはとても面白い発想ですね。先程、顔の覗き込みの話がありましたが、言葉や文字によらないコミュニケーションというのは、人間にとってより本能的で、太古の昔から存在します。そういう原理的なコミュニケーションを、最新のロボットに応用しようという視点が新しいと思います。

**瀬島**：そう言っていただけると嬉しいです。

**池谷**：私は以前、ある企業の技術部門に勤務していました。そのとき未来戦略のアイデアを出す仕事に従事し、さまざまな分野の研究を30万件ほど調査しました。その仕事で「これからの時代は、直接人に役立つ工学の研究とともに『人間と工学をつなぐ研究』が大切になるはずだ」と感じたんです。例えば高度なロボットと人間はどのような関係性を創るべきなのか。そんな研究は、まだほとんど未開拓です。関西大学に来て瀬島先生の研究を知ったとき、「まさにこういう研究がこれからの時代には必要だ」と思いました。

**瀬島**：ありがとうございます。人類の進歩で言っても、霊長類は目が発達するのにもなって脳が進化し、現在のような文明を築く知性の基礎ができたと言われています。人間の脳が処理する情報のうち、視覚から得られた情報は8割以上を占めるそうです。また、人間が

息を引き取る時のことを「目から光が失われる」と言いますが、視覚は人生の最後まで残る知覚機能ともいわれています。人間にとって「見る」ことは「生きる」ことに大きな影響を与えます。もちろん視覚に障害を持つ方々は、物理的に目が見えない代わりに聴覚や嗅覚、触覚などを研ぎ澄ませることで世界を認識することを可能にしているわけですが、基本的な人間の脳の構造が、視覚情報の処理を前提にしていることはロボットの開発等においても重要な前提になると思っています。

### 人とロボットが共生する 社会を見据えて 「愛される」ロボットを研究

**池谷**：もうひとつ瀬島先生のロボット研究のキーワードとして「愛されるロボットを作る」という目標があると伺いました。いったい「愛されるロボット」とは、どういうロボットなのでしょう？

**瀬島**：「愛される」というキーワードが生まれたのは、研究する中で「人間にとって幸せとは何か」という問いに想いを巡らしたことがきっかけでした。人間は生物的にただ生存するだけでは幸せになりません。他者と関係を結ぶなかで共感しあい、愛情を互いに与えあうことが、幸せに生きることにつながると思うのです。ところが現在、世界中で開発されているロボットは、「いかに人間にとって役立つか」という機能面のみに注目が集まっています。「正確な動作ができる」「人間には厳しい環境で作業ができる」「重いものを安全に運ぶことができる」といった機能を充実させることは、たしかに重要です。しかし近い将来、現実人間社会にロボットが溶け込む時代になったときには、「人とロボットとの親密な関係性をどう構築するか」がとても大切になるはずです。ロボットが真の人間のパートナーになるためには、「愛嬌がある」「親しみやすい」「可愛らしい」といった情緒的な特性を備える必要があるでしょう。

**池谷**：なるほど。ペットの犬や猫は多くの家庭において、大切な家族の一員です。ロボットもそうした存在になりうる可能性があるということですね。

**瀬島**：はい。そういう存在にロボットがなれたら、多くの人の幸福度が向上します。瞳の研究を続けるなかで、他者に



▲ Pupiloid：瞳を模倣したロボット

感じる「親しみやすさ」と「目」には、強い相関があることもわかってきました。私たちの研究室で開発したロボットは、瞳孔にあたる黒目の大きさが、人との会話に合わせて大きくなったり小さくなったりします。先ほど述べたように、アイコンタクトは言葉よりも人間にとって本能的なコミュニケーションの手段です。ロボットの目の表情を研究しているのも、「愛嬌がある」と感じるロボットを開発することが目的になります。

**池谷**：そうしたロボットは将来的に、人間に近いような形状を備える必要があるのでしょうか。

**瀬島**：いえ、必ずしもそうではありません。人が愛嬌を感じるメカニズムを、工学的にモデル化することができれば、人間のような形をとる必要はないと考えています。ぬいぐるみのようなロボットに愛嬌を与えることはもちろん可能でしょうし、掃除ロボットの「ルンバ」のような無機質なデザインでも、何かしらの愛嬌を感じさせることができるようになるかもしれません。

**池谷**：お話を聞いていて、瀬島先生の頭の中にある未来のロボットを、現実に見ることができる日が楽しみになりました。これからも先生の研究の進展を、楽しみにしています。

**瀬島**：ありがとうございます。皆さんに「愛嬌を持ったロボット」をお見せできる日が一日でも早くなることを目指し、研究を進めてまいります。

#### 対談を終えて

取材の中で瀬島先生は「ロボットは計算能力やパワーなど多くの面で人間を凌駕していますが、心を通じ合わせる情緒面は、人間どころかペットの犬や猫の足元にも及びません」と語りました。先生に究極の目標を聞くと「自分が愛する人、つまり妻と同じように愛せるロボットを作るのがゴールです」とのこと。「妻が2人いたら大変だと思いますが」と笑いますが、そんなユーモアも先生の研究に多くの人が関心を抱く一因なのだろう、と感じました。



# 関西大学科学技術振興会 TOPICS

関西大学科学技術振興会は、先端機構と本会会員の発展・向上を目的とし、  
関西大学における研究活動とその成果を広く産業界に紹介し、新産業創出など科学技術の発展に寄与しています。

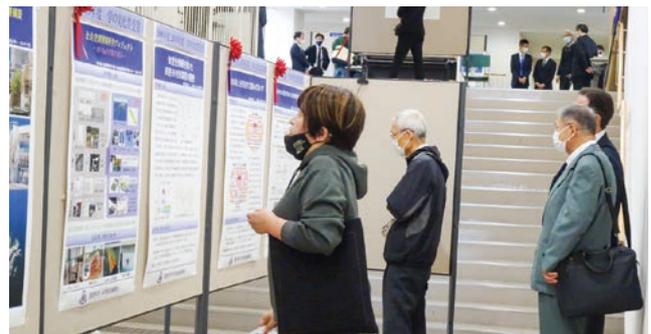
## 2022年度 第3回研究会 特別企画 「学の実化の実践！ 関西大学と企業の技術展」を開催 10月9日（日）

2022年度の第3回研究会は、関西大学が大学昇格100年を迎えたことを記念し、数々の優れた研究成果を一堂に発表する特別企画として、「学の実化の実践！ 関西大学と企業の技術展」と題し、10月9日（日）に関西大学千里山キャンパス尚文館にて、過去の学の実化賞受賞者による特別講演会と展示会を開催いたしました。

本イベントは関西大学校友会によるイベント「関西大学フェスティバル in 関西」と同日に一般公開にて開催され、展示会では会員企業による製品等の展示のほか、本振興会の表彰事業「学の実化賞」「産学連携賞」を受賞された先生、会員企業によるポスターを展示いたしました。会場に展示されたポスターや技術展示を熱心に見学して下さる一般の方もたくさんおられ、延べにして253名もの方々にご来場いただき、盛会裏に終えることができました。協力いただきました先生方、協力企業の皆様、およびご出展いただきました会員企業の皆様、また、ご参加いただきました一般参加者の皆様に厚くお礼申し上げます。



特別講演会の様子。シリコロイについて熱く語る日本シリコロイ工業（株）清水孝晏氏。



ポスター展示を熱心に見る一般来場者の皆様。

## 2022年度 第4回研究会（企業見学会）を開催 11月25日（金）



2022年度の第4回研究会は3年ぶりの企業見学会として株式会社島津製作所にて開催しました。会員の皆様、学内関係者を合わせ、21名の方々にご出席いただき、大変活気ある研究会となりました。

株式会社島津製作所の歴史は古く、初代島津源蔵氏が京都・木屋町で教育用の理化学機器の製造を始めた明治8年（1875年）に遡ります。初代源蔵氏は1894年に55歳で急逝し、長男梅次郎氏が25歳で二代目島津源蔵として家業を継ぎました。今回の見学会は、創業の地である創業記念資料館を訪問し、鋭い洞察力と旺盛な好奇心の持ち主であるこの島津源蔵親子の発明家、実業家としての偉大さと島津製作所の歩み即ち日本の近代科学技術の発展を学びました。また、本社・三条工場では最新の製品群の紹介とヘルスケア R&D センターにおける協業について知ることができました。

第3回、第4回研究会の詳細はホームページに掲載中です！ぜひアクセスしてください！



# 研究員図鑑

— 研究員による寄稿

私が取り組む研究テーマは「ノンエンジニアド建築」です。建築分野でもこの言葉はまだ普及しておらず、かなりニッチな研究なのですが、平たく言うとエンジニアを介さずに建設される「セルフビルド建築」について研究しています。具体的には、

- ・バングラデシュの災害脆弱地の生活と住宅建設支援
- ・フィジーの伝統住宅が残る集落の災害後の住宅再建
- ・日本国内で竹材を用いたセルフビルド農業ハウスの製作

について調査研究と実践活動を行なっています。

中学校の時から発展途上国の生活に興味があり、学部時代に参加したバングラデシュのボランティアがきっかけとなり、卒業研究、修士研究とバングラデシュの避難所について設計や研究に取り組んできました。避難所は国際機関の援助によって建てられ、周辺住民にとっては高度な技術や馴染みのない建材で作られているために、維持管理ができないということ、調査を通じて実感しました。「地域の歴史の中で培われてきた知恵や資材を用いた建築が、そこに居住する人たちにとっては一番良い環境なのでは？」と疑問に思い、博士課程ではフィジーの伝統住宅が残る集落で、災害後の住宅再建がどのように行われているのか研究しました。結果としては、災害後の住宅再建支援によって容易に手に入るトタンの住宅の再建が推進され、伝統住宅の再建は支援がなく遅れてしまったことが明らかになりました。



**宮地 茉莉 MIYAJI Mari**  
環境都市工学部 建築学科 助教

## より災害に強く、その自然環境に マッチした設計を提案する

今は、学生時代の研究を引き続き行いながら、「発展途上国で数多くセルフビルドされるトタンの住宅を、少しでも災害に強く、自然環境にも適したものにするにはどうしたら良いか」ということを建築分野に限らず、他分野の研究者とも一緒に考え始めています。バングラデシュもフィジーも災害復興を契機にトタンの家が急増していることから、住宅再建支援のあり方を再考し、自然環境や文化、宗教、経済的背景も考慮した住宅を提案することが長期的な目標です。

その一環として、日本国内では竹材を用いたセルフビルド型農業ハウスを提案し、普及するプロジェクトを行なっています。これまでに日本国内で30棟以上の竹製農業ハウスを製作してきました。一見すると途上国の研究とは関係ないよう

に見えますが、自然素材である竹材を用いて、特別な機材を必要とせず、ホームセンターで揃う工具で農業ハウスを製作する方法は、発展途上国のノンエンジニアド住宅にも適用できると考えています。今年度は同じ建築学科の先生に協力していただき、原寸大の農業ハウスを関西大学のキャンパス内に製作して、どのくらい力をかけたら倒れるか実験をしながら、セルフビルド建築の工法の開拓に取り組んでいます。将来は、セルフビルド建築の安全な工法の一つでも確立し、これまで研究してきた発展途上国の対象地に還元することを目指しています。



竹製セルフビルド型農業ハウスの強度実験

## Profile

### ● 関西大学に着任されたのはいつですか？

2021年に着任し、今年2年目です。

### ● 研究する上でのモットーは何ですか？

発展途上国をはじめとして、研究対象地に住む人たちの居住環境をより良くしていくための建築のあり方や技術を研究したいと思っています。

### ● 研究者としての夢、自分自身に期待することは？

発展途上国や研究対象地の風土と知恵を生かし、現代社会と技術に即した建築のあり方を提案することで、社会的に脆弱な人たちの生活基盤を少しでもより良くしていくこと。そのために、分野や国境を超えて研究をしていく姿勢を心がけたいです。

### ● どんな子供時代でしたか？

負けず嫌いで、何事にも常に全力投球でした。

### ● どんな学生時代でしたか？

大学2年の時に参加した東日本大震災後のボランティアがきっかけで、発展途上国でも活動したいと思い、それからはアルバイトでお金を貯めて、長期休暇のたびに海外ボランティアに行っていました。

### ● 研究者を目指したきっかけは？

修士課程卒業後、建築設計事務所に就職した際に熊本地震の案件を担当し、設計者としてよりも研究者として現地調査を続けたくなり、事務所を辞めて博士課程に進学しました。

### ● 好きな書籍は？

長倉洋海さんの「フォト・ジャーナリストの眼」です。

### ● その書籍が好きな理由は？

中学3年の時に読み、海外の紛争地の暮らしに衝撃を受けました。今の研究をするきっかけになった本です。

### ● 尊敬する人物は？

発展途上国の活動家として中村哲さんを尊敬しています。

### ● なぜその人物を尊敬する？

情勢が不安定なアフガンで、医療だけでなく、灌漑かんがい事業まで行なった意志の強さと行動力は尊敬の念がありません。

### ● 日課にしていることは？

海外調査をしつつ、実は英語が苦手なので、オンライン英会話を日課としています。

出身の広島県福山市は城下町で、実家からお城が近く、よく遊びに行っていました。2022年で築城400年を迎え、お城周辺の再整備が進み、駅前もどんどん変わっているので、帰省するたびに新たな発見があり面白いです。瀬戸内の魚介も美味しく、牡蠣はもちろん「ちいぢいいか」もおすすめです！

大学で建築を学んでからは、国内外問わず色々な場所に行き、建築巡りをすることが趣味になりました。大学院でバングラデシュに短期留学した際、現地の大学生が「建築学生なら見ておくべき！」と、ルイス・カーン設計の国会議事堂の見学を手配してくれて、内観を見ることができたのは一生の思い出です。



※撮影のため、マスクは外しております。

# Re:ORDIST

Vol.48 No.2

2023

---

先端機構ニュース 通巻第176号

2023年3月3日発行

発行者：関西大学先端科学技術推進機構

大阪府吹田市山手町3-3-35

TEL：06-6368-1178

E-mail：sentan@ml.kandai.jp

Web：www.kansai-u.ac.jp/ordist

