

SENTAN

サイエンス&テクノロジーの座標・次代への提言

巻頭特集

奈良先端大東京フォーラム2020
人生100年時代のサイエンス

～SDGsを達成するテクノロジー～

◆ 特集 領域長に聴く

◆ 知の扉を開く

情報科学領域

ソフトウェア工学研究室

バイオサイエンス領域

分子免疫制御研究室

物質創成科学領域

先進機能材料研究室

◆ 開拓者たちの挑戦

◆ TOPICS

◆ NAIST OB・OGに聞く

◆ NAIST NEWS

人生100年時代の サイエンス

～SDGsを達成する先端テクノロジー～

基調講演

22世紀の 社会を夢見る

沖 大幹氏

国際連合大学上級副学長 国際連合事務次長補

人生100年時代を迎え、いまの子供たちの半分以上が2100年を越えて生きるという視点から、長期的な展望に立って俯瞰する必要があると思います。

国連が2015年の総会で採択した「持続可能な開発のための2030アジェンダ」に「持続可能な開発目標(SDGs)」が

掲げられています。貧困、飢餓、福祉、教育、気候変動対策、技術革新など17の目標が設定され、持続可能な開発の3側面である経済、社会、環境の調和が重要であると強調されています。社会的な影響力を持つ民間企業にも積極的な取り組みを求めている点は、これまでの開発目標とは大きく異なります。すなわち、企業利益の一部を寄附行為や慈善事業を通じて社会に還元するというCSR(企業の社会的責任)の考え方ではなく、本業を通じた価値の提供を通じて社会に貢献し、企業自体も持続可能となることが求められているのです。

また、科学技術で地球環境を守るためには、「壊れないものをいかに安く効率よく作るか」だけではなく「何を作るべきか」を考えてデザインするのが大事です。例えば、新型コロナウイルス感染症のようなパンデミックが起きても被害が軽くて済む社会の構築には何が必要か、というようなアイデアです。「未来はどうなるか」ではなく、「どうするか」という風に主体的に考えて行動する必要があります。



奈良先端科学技術大学院大学は10月に都内で、東京フォーラム2020「人生100年時代のサイエンス～SDGsを達成する先端テクノロジー」を開いた。超長寿社会でのテクノロジーの在り方、心の持ち方の問題など識者が幅広い視点から見解を披露。冒頭、横矢直和学長は「新たな社会の課題を解決する科学技術の方向性と人間の生き方を考えてください」と挨拶した。



特別講演

聖徳太子の心

古谷 正覚 師

聖徳宗総本山法隆寺 管長

聖徳太子がおられた時代(574年—622年)は、今から約1,400年前ですが、そのころと比べて、現代は文明文化が非常に発展し、世の中は変わっていますが、人間の心はあまり変わっていないと思っています。その時代は、朝鮮半島の外交問題、国内の政治問題、そして氏族同士の争いが絶えず、聖徳太子は「平和な世の中を作りたい」と仏教を取り入れることを考えられました。そこで、各地に寺院を建て、仏教を広められました。604年には十七条憲法を制定し、第一条に「和を以(も)って貴しと爲(な)し忤(さが)ふこと無きを宗(むね)と爲(な)す」とされました。

聖徳太子は、人々が平和に暮らすことのできる理想の世界の実現を願われて、自ら仏の教えを実現することを将来の課題とされたわけです。人生100年時代を考える時、みなさんの生活の中で、聖徳太子の心、仏教の教えを生かしていただければ、と思っています。



地球環境は テクノロジーで守れるか



■ 分解するプラスチック

一色 地球環境を守るための未来のテクノロジーについて、どのような研究をされていますか。

網代 高分子の分子構造を設計し、有用な機能に結びつく物性を持った材料を創りだしています。SDGsに関連したテーマでは、植物由来の生分解性プラスチックについて、熱分解する温度を上げたり、抗菌性を持たせたり、pH環境に反応して凝集したりするなど、機能性をプラスする研究に取り組んでいます。

高木 発酵食品やバイオエタノールを生産する酵母などの微生物を用い、環境変化(ストレス)に適応する細胞の仕組みについて、全体像の理解と応用に関する研究を進めています。微生物のバイオテクノロジーにより、持続的な経済成長と環境保護の両面でSDGsへの貢献を目指しています。

佐藤 企業で生分解性ポリマー(PHBH)という高分子材料を開発してきました。ストローや食品を入れるポリ袋などさまざまな商品に実用化されています。いまは、微生物の細胞内に、エネルギー源として蓄積されたPHBHを取り出して材料に使う研究をしています。地球温暖化の原因である二酸化炭素の排出量の削減、海洋などに蓄積するプラスチックゴミの問題解決を目指しています。

■ 開発目標に貢献する

沖 SDGsの観点からすれば、根本的な課題に貧困の削減と格差の解消



があります。相対的に高価な陶器や漆器を買えない人が、手軽で環境に優しいプラスチックの食器が買えるようになれば、そうした課題の対策にも貢献します。ほかにもそのような技術はありますか。

網代 食糧問題を解決する方法として、地球資源でもっとも豊富な木の繊維質であるセルロースの分子構造を変えて、でんぷんの成分のアミロースにするという「木から米をつくる」などのアイデアはありますが、実現は困難です。

高木 微生物には未知の機能が多く、例えば空気中の二酸化炭素だけを栄養源にして活動する微生物も存在し、地球温暖化対策と有用物質生産の両面で有望です。このような夢のある研究を流行に囚われず継続し、大きな成果に発展させることも、大学の使命の一つです。

一色 法隆寺の建築技術も木材の持続可能性を生かす工夫を実現していると考えられますが。

古谷 1,400年前に建てられました。その時代の木材が4分の1程度も残っているとされています。建設時に、樹木の年輪から生えていた時の方角を判断し、適切に柱の位置を決めるという宮大工の知恵が活かされています。さらに、300年に1回の大修理をするなど木材の維持管理に努めてきました。あと1,000年は持つようです。

■ ベストの目標を優先する

一色 今後、テクノロジーを飛躍的に発展させるには、何が必要ですか。

網代 統計学、情報工学などを使うデータサイエンスなど他の分野との融合が大切です。私の分野は分子設計をしてから素材づくりまで時間がかかりますが、データに基づくシミュレーションを行えば、大幅に時間短縮できます。

高木 人材育成の面では、将来のイノベーションを生む可能性のある博士後期課程の学生や博士研究員の待遇の向上とキャリアパスの支援が必要でしょう。

佐藤 奈良先端大と共同研究しており、互いに協力しながら前に進む産学連携は非常に大事だと実感しています。

沖 研究者も、いまできそうなテーマに取り組むばかりではなく、20年先になっても到達すべき理想とする目標を見極め、後回しせずに限られた研究環境の中でも挑んでいく姿勢が大切だと思います。

一色 佐藤さんの生分解性ポリマーの研究も、なかなか受け入れられなかったそうですね。

佐藤 当初、社内で逆風がありましたが、「将来、必要になるので研究を続けたい」という思いを周囲に伝え続けました。

■ 心を大切に

一色 テクノロジーの発達に伴い、それを享受する人、研究する人の心の問題は、どのように考えていますか。

古谷 テクノロジーが発達して暮らし



が非常に良い環境になりますが、精神的には、その変化に耐えられないといった問題が生じてきます。例えば、不老不死の薬ができて、人間にとって幸せでしょうか。仏教には、生老病死の4つの苦しみにもとづく「四苦八苦」という教えがあり、その苦しみを何とか取り除きたいと考えられたのが仏の教えです。人生100年の時代を迎えるにあたって、心を安定させることが一番大事だと思っています。

高木 テクノロジーが発展し、それが社会に受け入れられるには、人と人の心のつながりが大切です。今後、研究者1人でできることは益々限られてくるので、これまで以上にコミュニケーションを深めて研究に取り組みたいです。

沖 「心の平穏」などSDGsに盛り込まれていなくても今後の私たちに不可欠な目標が数多くあることがわかりました。科学技術、社会の仕組み、暮らし方などについて、どうすればもっと良くなるのか、考えを深めていきたいと思っています。

基礎から応用まで、最先端をカバーする

物質創成科学領域長 太田 淳 教授

物質創成科学領域は、物質の未知の仕組みを電子や原子のレベルまで掘り下げて明らかにするとともに、科学や産業の最先端で必要な新材料やデバイスの開発基盤となる研究を手掛けている。太田淳領域長に、研究教育の現状と動向などについて聞いた。

——物質創成科学領域で行われている研究は、どのような方向に進んでいますか

物質創成科学の領域は材料科学やナノテクノロジーといったさまざまな学問のベースになるテーマがあり、物性、デバイス、化学、バイオマテリアルの四つの分野にまたがっています。非常に基礎科学的な領域から、バイオサイエンスや情報科学の領域と結びつく形で分野を融合した研究も盛んです。このように、基礎から応用まで幅広くカバーするような方向をめざしています。

当面は、物質のデータを網羅的に解析するマイニング（採掘）の手法や人工知能を使って、効率的に探索するマテリアル・インフォマティクス（MI、材料情報科学）などデータサイエンスに注力していきます。このMIの専門家の研究室を2021年4月に発足する予定です。基礎的な研究と産業界を結びつける形で、研究成果の出口を見据えた研究は大切です、学生の教育にも不可欠です。

——大学が奨励している異分野の融合研究はどのような形で進んでいますか

例えば、バイオサイエンス領域の修士課程を修了して、物質創成科学領域の博士課程に移る学生や、他領域出身の教員の採用など、融合研究を念頭において進路を選ぶ例が増えています。そのような交流を積極的に勧めています。小規模な大学なので、研究室間の物理的な距離が近いのは、融合研究には向いています。学内の論文発表会でも学生の発表を聞いた他の研究室の教授から「この成果は使える」と共同研究を申し込んできたことがあります。また、本学は、複数指導教員制により、博士課程の学生に対し、他分野の教員が副指導として参加しますが、これが共同研究の出発点になることが多いです。学生にとって融合の場は、ある程度強制的に設けないと成り立たないことがありますが、子（学生）が交われば親（教員）も交わるようになります。

——国内の大型研究プロジェクトを担当したり、国際的な共同研究に参加する研究者が多くなっていますね

研究のテーマが、JST（科学技術振興機構）創造研究推進事業の「CREST」「さきがけ」などに採択されるケースが増えてきました。このような大型のプロジェクトに加わると、さまざまな形での共同研究が進みます。

また、海外との共同研究では、フランスのエコールポリテクニクなど大学・研究機関に国際共同研究室を設け、東南アジアでは台湾国立交通大学、タイのチュラロンコン大学などとの共同研究も進んでいます。これら協定校のいくつかは、両校で学位が授与されるダブル・ディグリーのプログラムを採用し、教育と研究が一体になって国際的な活動を進めています。

——2018年に1研究科になりましたが、その後の学生の教育の状況は

授業のカリキュラムは、それまでの物質、情報、バイオの3研究科のコアになるプログラムと、情報、バイオと融合したプログラムに分かれますが、物質の学生は融合プログラムを選ぶケースが多いです。以前から行っていた学生の海外派遣については、学生自身がステイする研究室を選び、メールを書いて承諾を得るなど、アレンジする学生も出てきました。国際的な研究マインドを身に付けるための良い経験になっています。

一方、留学生は、東南アジアを中心に、博士課程の学生が急増しています。教員が大学同士のコネクションを築いているからで、私の場合、タイ出身の留学生とともに出向いて、留学生によるタイ語でセミナーを開きます。日本での暮らしぶりも紹介して、学生同士のつながりを深めます。

——太田教授は、生体に電子デバイスを移植し、外部から光を使い制御、測定する研究などで知られています。その経験を踏まえて若い研究者に望むことは

興味を持って異分野に飛び込み、自分の研究分野を広げ、深めることに躊躇せずトライしてもらいたいです。

一 特集 デジタルグリーン イノベーションセンターを設置

奈良先端科学技術大学院大学は、2021年1月、人類が直面する地球規模の深刻な環境問題と食糧問題を解決し、豊かで持続可能な社会を構築するために、バイオエコノミーの理念の下で、デジタル情報技術およびデジタルI/O技術を駆使した次世代のグリーン科学技術を創造し、その成果を社会実装につなげることでSDGsに貢献することを目的とした、「デジタルグリーンイノベーションセンター」を設置しました。

地球規模で深刻化している環境問題や食糧問題を解決することは、豊かで持続可能な社会を実現するための最重要項目の一つです。その中で本学では、環境や生物圏に負担をかけない経済活動や技術開発を目指すバイオエコノミーの理念の下で、本学が世界に誇る卓越したグリーン科学技術研究（植物バイオ研究および有用微生物研究）を基盤として、国際的な競争力を持つ本学のAIやIoT、VR/ARなどのデジタル情報技術およびナノセンサーやエコデバイス・マテリアルなどのデジタルI/O技術を融合した学際的な次世代のデジタルグリーン科学技術を創造するための拠点として「デジタルグリーンイノベーションセンター」を設置しました。本センターでは、この学際分野を先導し、世界へ発信するとともに、バイオエコノミーの推進のために、関連バイオ産業との組織的な産学連携を進め、環境・食糧問題の解決によって持続可能社会の構築に貢献する人材を育成します。

— MESSAGE

デジタルグリーンイノベーションセンター センター長 出村 拓 教授

昨今の複雑化する地球規模の環境問題や食糧問題を解決するためには、多様な学問分野の知識や研究、技術を組み合わせた多面的なアプローチが必要となってきました。本学は、情報科学・バイオサイエンス・物質創成科学の3分野に特化した大学院大学として設立されましたが、2018年の1研究科体制への移行に伴って知の融合が加速化し、課題設定型の教育と研究を推進する環境が整いました。これを受けて、設置されたのが本「デジタルグリーンイノベーションセンター」です。本センターでは、デジタルグリーンイノベーション部門において、デジタル技

研究課題例



- | | |
|---|---|
| <p>バイオ 物質
植物由来材料×フレキシブル基板開発</p> | <p>バイオ 物質
光センサー×生命活動の高感度測定</p> |
| <p>情報 バイオ 物質
ゲノム情報×バイオプラスチック生産</p> | <p>情報 物質 バイオエコノミー
植物由来材料の開発×商品開発</p> |
| <p>バイオ デバイス
セルロース×
クモの糸による複合材料の開発</p> | <p>情報 バイオ
AI×植物の分子育種・栽培技術開発</p> |
| <p>情報 バイオ
植物活性変動の数理解析×
物質増産研究</p> | <p>情報 バイオ
AI×植物によるワクチン生産</p> |
| | <p>バイオ デバイス
センシング・計測×植物形態変化</p> |

術とグリーン科学技術を融合したデジタルグリーン科学技術に基づく教育研究を進めるとともに、国際基督教大学との教育研究連携の下で、本学では初めてとなる社会科学系の教員を配置しての文理融合の教育研究を進めるバイオエコノミー部門を設置することにしました。こういった本学の取り組みが真に環境・食糧問題の解決に貢献し、豊かな地球を次世代の子供たちに残すことにつながるよう、努力する所存です。ご支援のほど、よろしく申し上げます。





知の扉を
開く

開発技術を革新し、 次世代のソフトウェアづくりを実現する

情報科学領域 ソフトウェア工学研究室

教員紹介



松本 健一 教授



石尾 隆准教授



畑 秀明 助教



ラウラ・ガイコピナ・クラ 助教

エコシステムを支える

コンピュータを動作させ、様々な仕事を実行するソフトウェア(プログラム)は、その設計や製品化の工程など開発・運用の面からの技術革新が迫られている。人工知能(AI)をはじめ、プログラミング言語を解析する「自然言語処理」、事業者が持つソフトウェアがユーザーが遠隔利用する「サービス化」などのデジタル技術が相次いで普及する中で、必要とされる機能を十分に果たすソフトウェアの作り方や使い方を見直す必要が出てきたからだ。

松本教授らは、さまざまなソフトウェアが共存・連携する「次世代ソフトウェアエコシステム」を支える技術の研究に取り組んでいる。

日本学術振興会(JST)の科学研究費助成事業基盤研究(S)に採択されており、「ソフトウェア開発運用における無駄を極力なくすことで、高い経済効率と持続可能性を実現します」と松本教授は強調する。

研究プロジェクトは、「ソフトウェアを構成するプログラムのアップサイクリング(再利用)」「人とAIの適材適所の配置」「外部の技術情報と連携する品質管理」の3本柱で従来のソフトウェア開発の枠を越えて課題を克服する。

まず、「アップサイクリング」は、正常に動作し機能はしているものの改善の余地が多分に残る技術的負債を抱えたソフトウェアが対象。目標の動作の核になる有用な部品(ソースコードの断片)にしぼって取り出して再構築し、新たな性能を持たせるなどの研究を展開する。

次いで、「適材適所の配置」は、共同作業が増えたソフトウェアの開発現場の人手不足を補うための研究。開発者それぞれのスキルをデータ化し、統計的手法により適格性などの評価を可視化したうえで、「設計が得意だ」、「バグ(誤り)を見つけるのがうまい」など各人の特性に合わせて配置する。AIロボットもその一員になる。

また、「品質管理」は、学術論文など多様な技術情報を部品と紐づけ、製品化後の更新情報も入手して、除去すべきバグの存在などの問題を解決する。そのための登録・管理方式を確立する。

松本教授は「ソフトウェアの基本的な部品であるソースコードを公開し、開発者同士で共有するオープンソースソフトウェア(OSS)により、開発の様子がわかるデータが飛躍的に増えて研究が進み、その手順も変わりつつあります。ソフトウェアは生態系(エコロジー)のように大きく循環するエコシステムの中で、さまざまな形に製品化されており、企業の研究開発にも役立つ成果を上げていきたい」と抱負を語る。

プログラムの自動合成

このような研究室スタッフ、OBが全員参加する大がかりな研究プロジェクトには、各分野のエキスパートが顔をそろえる。

石尾准教授は、大規模なソフトウェアのソースコードの作動状況などを調べる「プログラム解析」の研究者。バグの発見と除去の効率化、動作異常の原因究明など開発者の研究活動を支援する成果が多い。

企業のソフトウェア内のデータを自動的に追跡し、会計や人事など重要なデータを算出するプログラムにマークを付けて残し、一方で改変を重ねて不要になった過去のプログラムは切り捨てる技術により、処理能力を高めるアップサイクリングの素材を集める研究も行っている。

最近の成果は、「プログラミング言語の自動合成」。ユーザーがデータベースを検索したときに、その入力データから出力データを計算する操作言語を自動的に合成するもので、出力の条件を絞り込むことにより、自動合成の時間を1秒以内と大幅に短縮、成功率も向上した(<https://www.naist.jp/pressrelease/2020/11/007406.html>)。

プログラミング教育の方法を変革する開発もある。全国初の完全遠隔授業システム「カメレオン」だ。どこにいても本学のプログラミング演習の受講や指導がリモートにより双方向で可能になる。プログラムを作成する学生のモニター画面を指導者側はクラウド上で一括管理して個別に添削やチェックができる。さらに、学生の理解度をAIが自動的に判断する機能も加える予定だ。

石尾准教授は、大学生の時、アルバイトで企業の情報システムづくりを手伝ったのをきっかけにプログラミングに興味を持ち、「ソフトウェアづくりは、故障の原因になるバグをなくすなどの責任が重く、

それがやりがいになると実感し、理論より実践の研究を選びました」という。「困難なテーマに対しては、最初からできないと言わずに、取りあえず何かやってみることで」。



▲ AIを活用した遠隔授業システム「カメレオン」

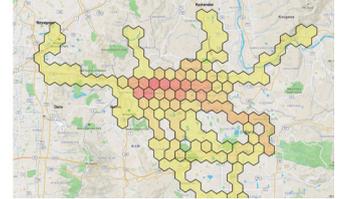
乗り捨て可能なカーシェア

畑助教の研究テーマは、ソフトウェア開発に関連するドキュメンテーション。ソースコード中のコメントにはソフトウェア開発時に参照した情報の出典が、ウェブのリンクを貼って示されている。しかし、そのリンク先が消えてしまうケースが約1割あることを世界で初めて明らかにした。

ユニークな研究では、電気自動車を有効に共有する「乗り捨て可能カーシェアリング」の実証実験で、決められた駐車場であれば、どこへでも容易に自動車を返却できるシステム(<https://naist-carshare.github.io/>)。畑助教は自律的に効率的な管理運用が果たせるように、暗号通貨などに使われるブロックチェーンという分散管理のシステムを使い、自動車の需要

の状況に応じた返却の行動に報酬を与えると
いう動機付けの仕組みが有効かどうかを調べている。「ソフトウェアづくりでも、複数の開発者の協調が必要で、うまく分担するような望ましい行動に報酬を与えるようなシステムに応用できないかと考えています」と意欲を見せる。

ラウラ助教は、開発者の人格的な側面、スキルの熟練度などを測定して評価し、適正に配置する方法を研究している。AIについては、開発者に対し、使っているソフトウェアに関連して有効なソフトウェアを推薦するシステムに取り組んでいる。



▲ NAISTワンウェイ型カーシェアリングにおける活動分析

最近の成果は、ソフトウェアのバグなど脆弱性の問題について、開発者の80%が、ソフトウェアの欠陥を修正して更新するアップデートを行わず使用していることを明らかにし、注意を促した。

ラウラ助教はバブアニューギニアの出身。オーストラリア、米国で学んだあと、「日本は最新の技術の中に自前の文化を育てている」と心惹かれ、本学に入学。ポスドクを経て助教に就任した。「研究はシンプルがベスト。その方がコミュニケーションを取りやすい」。地ビールが好きで「飲みニケーションが弾みます」。

きれいなプログラム

上田 裕己さん(博士後期課程2年)はソースコードのバグを除いたり、読みやすく修正したりして高性能のきれいなプログラムをつくる研究をしている。「開発の履歴を調べると、バグなどを防ぐために、そのチームだけの暗黙のルールがありました。製品のトラブル防止の有力なツールになります」。また、IPA(情報処理推進機構)のIT人材発掘・育成事業で、卓越した開発能力を持つ「スーパークリエータ」に認定されている。「研究はプログラムをきれいにし、楽しく使うのが目的なので、今後も誰もが利用しやすくなるプログラミングツールの研究を続けていきたい」と意気盛ん。

博士前期課程2年のワッタナクリエンクライ スパトラサラ(ニックネーム:エイシア)さんは、タイからの留学生。ソフトウェア開発の共同作業で、どのように協力し合っているかを人的な側面からデータで明らかにし、適正な役割分担を図る。「NAISTは先輩の勧めでインターシップを経験して入学しました。教育や研究の環境が素晴らしく、後輩の学生にも伝えます。後期課程に進んで大学の教員になりたい」と意欲を見せる。日本国内の旅行や料理も気に入っている。



▲ 上田 裕己さん



▲ ワッタナクリエンクライ スパトラサラさん

▶ 情報科学領域 ソフトウェア工学研究室
<https://isw3.naist.jp/Contents/Research/cs-05-ja.html>



知の扉を
開く

自然免疫を読み解き、 ピンポイントの治療の道を拓く

バイオサイエンス領域 分子免疫制御研究室

教員紹介



河合 太郎 教授



川崎 拓実 助教



織 大祐 助教

や樹状細胞などが認識して食べる。そのときは、病原体の種類まで特定できないが、炎症を起こしたり、樹状細胞が病原体の抗原を提示したりして、第二段階の「獲得免疫」を誘導する。そこで、感染した細胞ごと殺すキラーT細胞や、病原体を特定して攻撃する抗体が働き、自然免疫をすり抜けてきた病原体をピンポイントで処理する。

このような仕組みにもとづき、ワクチン開発など治療の研究が進む中で、「自然免疫」の重要性がクローズアップされているのは、樹状細胞の膜表面に病原体共通の成分、DNAなどを感知するセンサーの受容体(TOLL様受容体など)が多数あり、敵の正体をかなり絞り込んでチェックしていることがわかってきたからだ。河合教授は大阪大学の大学院に在籍時にこの発見に携わって以降、一貫して自然免疫の研究に取り組んでいる。その成果は高く評価され、引用回数の多い論文の著者上位1%のHighly Cited Researchersに免疫学の分野で毎年選出されている。

喘息を軽減

「応用面では自然免疫を基盤に、獲得免疫を効率よく、副作用なく誘導するという研究に取り組んでいます」と河合教授。

最近の成果は、肺に局在するマクロファージの分化・成熟を進め、肺特有の自然免疫の機能を持たせることで、喘息など慢性の炎症疾患を軽減する可能性を示唆したことだ。マクロファージは、体の成長とともに分化し、肺など組織の特性に応じた機能を発揮することが知られている。河合教授、川崎助教らは、生体内のリン脂質(イノシトール5リン酸)を代謝する酵素(PIKfyve)が作れず、喘息を起こしやすくなったマウスの実験から、この酵素が、肺のマクロファージの分化を促進する機構の中心的な役割を担っていることを突き止めた。また、このリン

獲得免疫を誘導

感染した病原体やがん細胞を退治する免疫の生体防御システム。その複雑な機構に関わる物質や細胞などの役割分担が詳細に明らかになるとともに、免疫が破たんした時に生じる病気に対し、予防や治療の焦点が絞込まれている。河合教授は、「病原体などを異物と認識して自然免疫のシステムを稼働する過程の情報伝達の仕組みを解析。さらに、その伝達経路の異常により生じる炎症性疾患、アレルギー、自己免疫疾患といった病気の成立を調べ、治療に結びつける研究をしています」と説明する。

免疫のシステムは大きく分けて2段階で進行する。第1段階の「自然免疫」では、侵入した病原体を白血球の一種であるマクロファージ

脂質と抗原と一緒にマウスに投与したところ、抗原に特化した抗体が誘導され、効果的なワクチン開発につながることがわかった。

サイトカインストームを防ぐ

一方で、細胞から出される生理活性物質（炎症性サイトカイン）は、炎症などを起こして免疫細胞間の連絡を取るが、この物質が異常に多く放出されるサイトカインストーム（免疫暴走）が起きると、多臓器不全など重篤な症状に陥ることがある。新型コロナウイルス感染症でも重症化した患者にみられ、免疫研究の大きな課題だ。

河合教授は、細菌の成分のリポ多糖（LPS）がTOLL様受容体に感知されることが、サイトカインストームを起こすスイッチの一つになることを世界に先駆け明らかにしている。「単に自然免疫を強めればいいというわけではなく、自然免疫自体を薬剤などで弱くすることにより、サイトカインストームも抑えられる可能性があります。アクセルとブレーキの両方を使い分けるような免疫の操作技術が大切で、この2つの側面から研究を進めています」と話す。

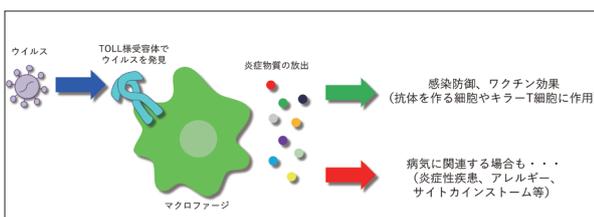
ウイルス対策については「ウイルスは血液中ではなく、細胞内に入り込んでしまうので体液性免疫である抗体は届きにくい。むしろ、ウイルス感染が全身に広がらないうちに感染細胞を丸ごと殺すキラーT細胞を自己の体内に誘導する方がよいでしょう」と提言する。河合教授らは、肺にある自然免疫の細胞の中には、キラーT細胞を効率よく誘導する機能を持った細胞があることから、この細胞を試験管内で培養し、ウイルスの抗原を加えたあと、体内に戻すと、キラーT細胞が誘導されることを確かめている。「細胞の移植を利用した新しいワクチン開発の研究を考えています」と紹介する。

「免疫のシステムの異常の原因や影響を調べることで、様々な病気の発症に関わる仕組みがわかりつつあります。その複雑な細胞間のネットワークの構図を読み解き、ピンポイントで免疫をうまくコントロールできるような治療応用の研究をめざしていきたい」と抱負を語る。

インフルエンザ

肺組織に特化したマクロファージを研究してきた川崎助教は、インフルエンザウイルスが再感染した時の自然免疫の役割を調べている。1回目の感染により、自然免疫のマクロファージ、抗原を提示する樹状細胞が獲得免疫の抗体などを誘導し、特定のウイルスを攻撃する体勢が肺組織内に備わっているが、2回目の感染でもマクロファージが稼働し、迎え撃つ肺獲得免疫の働きを適切に制御するという重要な機能を発揮していることがわかり、詳細に調べている。

「自然免疫の視点から、現象を解き明かしていきたい」という川崎助教のモットーは「眼前の難問を何とかしないと何とかならない」。



▲ マクロファージによるウイルスの発見と炎症

趣味のテニスについても「得点効率などスタッツ（統計）を使って、勝利の戦略を立てるところが、研究者としての性に合っています」と話す。

タイショウガに効果あり

織助教は、免疫が関係する病気の発症の経緯や治療薬の効果を調べている。その一つは、組織が線維化して呼吸困難になる「肺線維症」で、肺における感染症が発症原因の一つと考えられている。この病気に関わるとされる遺伝子の機能を自然免疫の観点から調べたところ、免疫センサーのTOLL様受容体の情報伝達の調節に関わる遺伝子だということがわかった。

また、抗炎症作用がある治療薬として、研究を進めているのが、スパイスに使われるタイショウガ（ナンキョウ）の成分の一つ、ACA（1-アセトキシカピコールアセテート）。マレーシアのマラヤ大学との共同研究により、サイトカインストームにも関係する炎症性サイトカインの一つインターロイキン1の産生を強く抑えることがわかった。マウスを使った実験では潰瘍性大腸炎が改善し、抗炎症剤としての効果も確かめられた。

「免疫が関わる病気のメカニズムを解き明かし、効果的な薬の開発に繋げたい」と織助教。「そこにある謎に真面目に向き合う」のが信条で、本学は「意欲的な学生が多く、落ち着いた環境で研究にはうってつけです」と話す。

ブレーキ役の分子を発見

学生も自然免疫の研究を進展させるテーマに挑んでいる。

加納規資さん（博士後期課程2年）は、自己免疫疾患の関節リウマチの発症や、新型コロナウイルス感染症のサイトカインストームに関係している炎症性サイトカインの産生に強力なブレーキをかけている分子を発見した。炎症性疾患の治療は、悪影響が大きい炎症性サイトカインの産生を抑えることが重要なだけに、加納さんは「この分子の作用機序を調べ、発現をうまく制御できる方法を見つけていきたい」と意欲を見せる。

奥出遥奈さん（博士後期課程3年）は、自己免疫疾患で皮膚が角質化する「乾癬」の発症の仕組みを調べている。マウスにTOLL様受容体を活性化させる薬剤をかけて、細胞の反応を調べたところ、炎症性サイトカインに加えて、活性酸素種も生じていることがわかり、病態との関連を調べている。「薬品会社に就職は内定していますが、この研究を完成し博士号を取得することが先決です」と研究への思いは強く「とにかく前に進み続けたい」という。その点、「本学は伸び伸びと実験ができる環境」と評価している。



▲加納 規資さん



▲奥出 遥奈さん

▶ バイオサイエンス領域 分子免疫制御研究室

<https://bsw3.naist.jp/courses/courses209.html>



知の扉を
開く

次世代の全固体電池の性能を高め、 安全安心な環境社会を築く

物質創成科学領域 先進機能材料研究室

教員紹介



高橋 雅也 客員教授



門多 文治 客員准教授



山本 真理 客員准教授

社会のニーズを先取り

スマートフォンなどに使われるリチウムイオン二次電池(蓄電池)の次世代を担う「全固体電池」の開発競争が激しくなっている。この電池はコンパクトなサイズに多くの電気をため込めるうえ、発火の恐れがないため、二酸化炭素を排出しないEV(電気自動車)などの普及に貢献する。一方で自然環境の中で消失する「生分解性プラスチック」の開発はマイクロプラスチックの残留という深刻な問題を科学的に解決する有力な手段だ。

こうした社会のニーズを先取りして研究を重ねてきたのが物質創成科学領域の先進機能材料研究室。企業研究の支援の場である大阪産業技術研究所森之宮センター(大阪

市城東区森之宮)に研究拠点を置く大学の連携研究室だ。

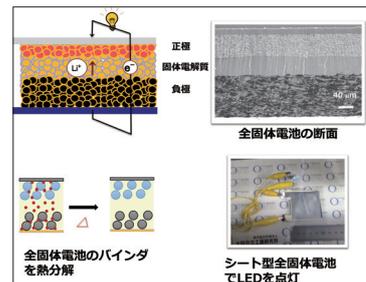
「EVにも使える安全・高容量なシート型の全固体電池の開発研究をしています」と高橋客員教授。山本客員准教授とともに、NEDO(新エネルギー産業技術総合開発機構)の研究開発プロジェクトなどに参加して、要素技術から実用化までを見据えて研究を行っている。

バインダーを消す

全固体電池は、電解液を使うリチウムイオン二次電池と充放電の仕組みはほぼ同じ。電子が負極(マイナス)から正極(プラス)に流れることにより、リチウムイオンも同じ方向に移動して放電する。リチウムイオンが逆向きに動くと蓄電する。ただ、全固体電池では、リチウムイオンの移動のルートは、可燃性の電解液ではなく、固体の電解質中であることから、それぞれのパーツの材料を新たに作り替える必要がある。正極、負極、電解質開発、バインダー、組立てプロセス、装置開発と守備範囲は広い。

最近の成果は、硫黄(S)を含む硫化物系全固体電池を高

性能化する研究だ。この電池は、金属箔に負極、固体電解質、正極の順にそれぞれの材料を塗り、乾燥後に重ねて積層し圧着する。その過程で材料の粒子を結着するバインダーというつなぎの



▲図1 バインダーフリー全固体電池

接着剤を入れて、剥がれ落ちを防止するが、バインダーの絶縁性により、電気抵抗が増し、充放電の効率が落ちてしまう。

そこで、高橋客員教授らは、真空下の熱処理により、熱分解して気化するバインダーを開発し、全固体電池の中からバインダーを消すことに成功した。充放電速度や電池寿命が改善され、国際特許にもなっている。

産学連携で進める

「全固体電池の実用化には、非常に多くの課題があります。研究室は企業の支援の場でもあり、大学や企業の独自技術を持ち寄って、世界に先駆け実用化を進めたい」と高橋客員教授。研究に対するモットーは、「モノの本質の理解は工夫することにある」「失敗も視点を変えればよい結果」「研究テーマを深く愛せよ」。多忙な中で、パラシュートで飛行する「パラグライダー」を約30年間続けている。2人乗りができる「タンデムライセンス」を保持するが、「飛行中は緊張・弛緩の繰り返しで、あらゆるストレスが吹っ飛びます」と話す。

エネルギー密度を向上

山本客員准教授は、全固体電池の重量当たりの電気エネルギーの量（重量エネルギー密度）を向上させることを主なテーマに研究してきた。「イオンを授受する活物質を均一に分散して電極に詰め込んだり、固体電解質層を薄くシート状にして重量を減らしたり、そのための材料や作り方を検討しています。また、どのような形態や組成のシリコンが全固体電池に適した負極となるかを調べています。」と説明する。

注目されたバインダーフリーの研究では、溶媒に対する固体電解質の安定性とバインダーの溶解性がトレードオフの関係であったが、固体電解質が劣化せずバインダーが溶ける溶媒を見つけ、成功に結びつけた。

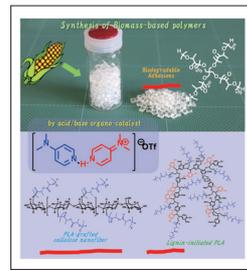
「研究はどんな結果が出て、つとめて楽観視すれば、あれこれ考える余裕ができて、道が拓けます」と前向きな姿勢で臨む。好きなスキーも楽しみながら練習し検定1級の上級者の資格を獲得した。

生分解性プラスチック

一方、門多客員准教授は、木材など植物資源から作られ、廃棄時に土中の微生物により生分解される「ポリ乳酸系プラスチック」の新素材の研究に取り組んでいる。

「ポリ乳酸は、環境問題と関連して認知度が高く、工業生産もされていますが、それほど普及していません。さらに用途を広げるには、製法を見直し、新たに高性能な機能を持つ分子の構造を設計したうえで精密に合成することが必要になっています」と強調する。

ポリ乳酸は、動植物の生体内にもある乳酸という有機化合物が長い鎖のように多数結合した重合体。強度はあるが、硬くてもろいという欠点がある。そこで、門多客員准教授は、柔軟性を持たせるため、重合体の鎖を複数つないで分枝したような構造を考え、独自開発の金属を含まない有機触媒を使って合成することに成功した。合成した物質は柔軟性の向上に加えて、接着力が従来の20倍とエポキシ樹脂に匹敵する能力があり、生分解性の物質としては初の接着剤になった。



▲図2 植物由来プラスチックの精密合成

「自然の循環に即して、すべてがバイオマス由来の材料で、高機能的な信頼性があるプラスチックの素材を開発していきたい」と意欲を見せる。「未知の現象を発見する楽しみをベースに、企業のニーズと両立する形で研究を続けてきました。本学の大学院生も企業の研究を間近に見て、視野を広げてもらいたい」と話す。オフの日は、セラミックスに目を向け、歪が無い青磁づくりを生涯の目標としている。

環境保護と便利さの両立

本学から大阪産業技術研究所へは、電車で約30分の距離。1年生は、本学で授業があるが、2年生からは、ほとんどの時間を研究所で過ごす。

奥野亮太さん（博士後期課程2年）は「日頃は研究室のメンバーだけなので、人数が少ない分、仲良くなります」という。テーマは、硫化物系全固体電池の負極に使うシリコン粒子の体積変化による劣化防止で、「粒子の多孔質化により、大幅に軽減できることがわかりました」と話す。研究は、「障壁があってもどこかに抜け道をみつけてやりきる。好きなゴルフで勝つ戦略を立てる経験が生かされているかもしれません」という。

谷口雄介さん（博士前期課程1年）は、「新型コロナの影響で遠隔授業になり、研究の時間が十分にとれるようになりました」と話す。硬い酸化物系固体電解質の粒子を密着させる柔らかいバインダーの研究で「できるだけ低温でできるものを探していて、固定観念にとらわれない研究を心がけています」という。

生分解性プラスチックを研究している村山美希さん（博士前期課程2年）は「学生は少ないが、企業の研究者が頻りに訪れるので就職に向けての参考になります」と話す。ポリ乳酸を柔らかいポリビニルアルコールと組み合わせることで、柔軟なポリ乳酸素材を開発できた。「環境保護と便利さが両立するような素材を開発したい。そのために、思考も柔軟にしようと心掛けています」という。



▲奥野 亮太さん



▲谷口 雄介さん



▲村山 美希さん

▶物質創成科学領域 先進機能材料研究室
https://mswebs.naist.jp/courses/list/labo_23.html



炭素をつないで新素材の 限りない未来を拓く

あらたに なおき
荒谷 直樹 准教授

物質創成科学領域 有機光分子科学研究室

次世代の素材

古くから研究されてきた炭素だが、いまでも、その原子を組み合わせた分子構造を変えることによってエレクトロニクスなど産業のニーズに応える全く新しい能力を生み出せる。中でも次世代の素材とされるグラフェンという化合物は、炭素原子6個が結合した化合物(ベンゼン環)がハチの巣のように並んで、原子1個分の厚みの平面になるという特殊な構造から、電子材料として非常に優れた特性を発揮する。

荒谷准教授は、こうしたナノカーボンと総称される炭化水素の構造を設計し、化学反応を重ねてパズルのピースを組み立てるボトムアップ方式により、安定した物性を示す化合物を合成し未知の特性を調べている。科研費基盤研究(B)に採択されたテーマでは、わずかな構造の違いで物性が大きく変化するナノカーボンを使い、これまでにない有用な電子物性をもつ材料を開発している。

「ナノカーボンには筒状のカーボンナノチューブなども含まれますが、バルク材料からトップダウンの方法で取り出して調べると、試料によって大きさやエッジ(ふち)の分子構造の違いができて、一義的な物性のデータが得られません。そこで、逆に、ベンゼン環から始めて分子構造を大きく広げていく方向で合成することで、確実に望みの物性を引き出すことが必要」と強調する。

2枚重ねのグラフェンができた

これまでの成果は、グラフェンのモデルとなる様々なシート状化合物2枚を0.3ナノ(10億分の1)メートルの間隔をあけて重ねる合成に、金属触媒を用いて成功したこと。

「2層グラフェンは、シートが重なる角度によって絶縁体になったり超電導になったりして、全く別の物質になるところが非常に興味深い。精緻なモデル分子で重なる角度や表裏の重なり方の違いにより物性がどのように変化するか調べていきたい」と荒谷准教授は抱負を語る。

また、挑戦的研究(萌芽)では、グラフェンを構成する6角形のベンゼン環の一部を5角形や7角形に替えて湾曲したシートを作る方法を調べている。「通常は硬い平面のシートですが、曲がることで電荷の流れやすさが変化します。例えば、3次元の半導体として使うときに分子レベルの性能の調整にも役立つデータです」と説明する。

挑戦

開拓者たちの

情報社会を支えるIT技術は多様化の一途をたどり、常に高性能な材料、デバイスが求められている。今回は、日本学術振興会の科学研究費助成事業に採択された、物質創成科学領域の荒谷直樹准教授のグラフェンなど次世代の素材とされる炭素化合物に有用な機能を持たせる研究、服部賢准教授の3次元半導体を実現する要となる表面処理の研究を紹介する。

予想外の結果が道拓く

一方で予想外の物質が生じ、新たな方向に発展したのが、新学術領域研究「配位アシンメトリー」のテーマ。ピレンという炭素化合物を4個つなげて輪になった物質を作ろうとしたところ、5個つながった物質ができ、それが非対称な構造で光学活性(キラル)の性質を示したことだった。キラルなフラーレンを鋳型にして、別のナノカーボンの鏡像異性体の一方だけ集める不斉転写システムの構築を目指す。

「設計した分子を美しい形で合成でき、思い通りの機能を発揮させるのは有機化学の醍醐味で、成功した時は感動を覚えます。ただ、予想外の結果を得たときも有機化学の奥深さを味わい、新しい発想が生まれます」と振り返る。

直接指導した学生のうち半数以上が博士後期課程に進学しており、「小さくても自分だけの発見を体験した学生とその感動を共有していると、研究意欲が湧くようです」と話す。

高精度な半導体の表面をつくり、立体化を実現する

はっとり けん
服部 賢 准教授

物質創成科学領域 凝縮系物性物理学研究室

微細化の限界を超える

コンピュータなどの情報処理の担い手であるシリコン半導体は、膨れ上がる情報量に対応するため、立体化の方向をたどっている。現在の平面の基板に電子回路を刻む製法では、回路幅の微細化は技術的限界にさしかかり、それを乗り越えるには、回路の層を積み上げて一体化する必要が出てきたからだ。

そこで、浮上した新たな問題は、半導体の基板に電子回路を穿った時に垂直方向に切り立つ側壁の表面で電気をスムーズに流し、エネルギーのロスを防ぐこと。服部准教授は科研費基礎研究(B)で、欠陥として側壁の表面に生じる凹凸を原子のサイズで平坦化する加工法の開発に挑んでいる。

垂直な表面の観察に成功

半導体素子の加工は、リソグラフィーという技術を使う。まず、シリコンの基板の表面にレジストという保護剤を塗布し、光を照射して電子回路のパターンを焼き付ける。そのあと、感光したレジスト上の回路パターンの部分だけが残る形で、ガスや薬液により腐食させるエッチング処理を行う。服部准教授らは、側壁表面に並ぶ原子の様子につい

て、探針で表面をなぞって調べる走査トンネル顕微鏡や、原子の周期的な並び方がわかる電子ビーム回折の装置を使い、観察することに世界で初めて成功した。

「研究室では、超高真空中で試料を解析したうえで、真空中で加熱して非常に平坦な表面をつくる技術は開発しています。側面については、薬液でエッチングする平坦化の仕上げの段階で、欠陥を作る可能性がある部位に選択的に反応して欠陥の形成を防ぐ分子を使うなどして、これまでできなかった側壁表面の平坦化処理を実現していきたい」と服部准教授は話す。

電子で化学反応を起こす

また、挑戦的研究(萌芽)では、「半導体に電圧をかけて発生する電子で化学反応を制御する」というテーマを掲げ、夢の触媒反応デバイスをつくる全く新しい発想の研究を手掛けている。

コンピュータの集積回路に使われているMOS(金属・酸化膜・半導体)スイッチングトランジスタは、素子の内部で電子の流れをゲート電圧で調節している。この電子素子を化学反応という全く異なるフィールドに持ち込もうとしている。ナノサイズの金属層、酸化膜層をもつMOS素子にゲート電圧をかけると、エネルギーの高い電子を効率よく金属層にぶつけることができる。ぶつけた電子の励起エネルギーを利用することで、吸着分子間の化学反応、酸化反応や還元反応を起こそうというのだ。

「実験では、吸着分子がMOSの電子を受け取り、脱離反応するところまで確かめています。電子励起エネルギーは熱エネルギーと比べて桁違いに大きいので、電子エネルギーを与えれば、今まで触媒を用いても熱反応では活性できなかった新たな化学反応経路を導けるわけで、これまで合成できなかった物質ができる可能性があります」と服部准教授。

多様性は重要

「基本的に基礎研究の立場ですが、まず世の中のさまざまな不思議な現象を見極める目をもつことです。それをベースに面白いアイデアを構築し広げていく。私はタネを撒く人で、科学のダイバーシティ(多様性)は重要と思っています」と話す。



情報科学領域 ソーシャル・コンピューティング研究室

荒牧 英治 教授

乳がん患者の体験を蓄積し、 AI開発につなげるエピソードバンク開発 特有の悩みや生活改善の知恵を共有 大学と患者グループが共同で研究・運営



▲ABCエピソードバンクトップページ

情報科学領域ソーシャル・コンピューティング研究室の荒牧英治教授らの研究グループは、がん患者のQOL(生活の質)の向上のための活動を行っているキャンサー・ソリューションズ株式会社と共同研究を行い、乳がんサバイバー(体験者)のさまざまなエピソードを募集し、蓄積する「ABCエピソードバンク(<https://abc.episodebank.com/>)」を開発・公開した。

乳がんの診断を受けた人が対象で、特に進行乳がんの診断を受けた人を中心に、自身の苦勞や工夫を自由に投稿・閲覧できるソーシャル・メディア。自由に書かれた体験談の中から、人工知能(AI)の一種である自然言語処理の技術を使い、キーワードに着目して、求める内容により近いエピソードを選び、提供できるようになっている。

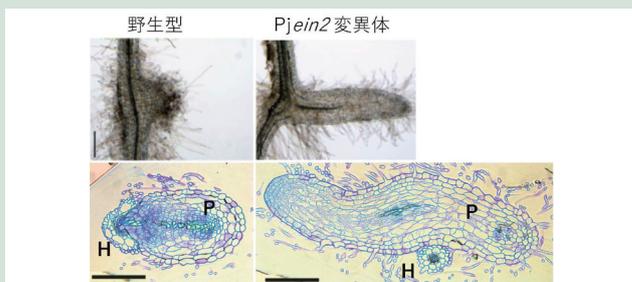
エピソードバンクの活動を通じて、乳がん患者の体験や生活の知恵の集積が、患者の助けになりうるか、また、効果的な運営にどのような情報技術が寄与するかなどを研究していく。

バイオサイエンス領域 植物共生学研究室

吉田 聡子 教授

ツイ・スンクイ 特任助教

寄生植物の宿主植物への 侵入に必要な遺伝子を同定 深刻な病害寄生植物の 防除法開発に期待



▲吸器が伸張し侵入ができないコシオガマ変異体

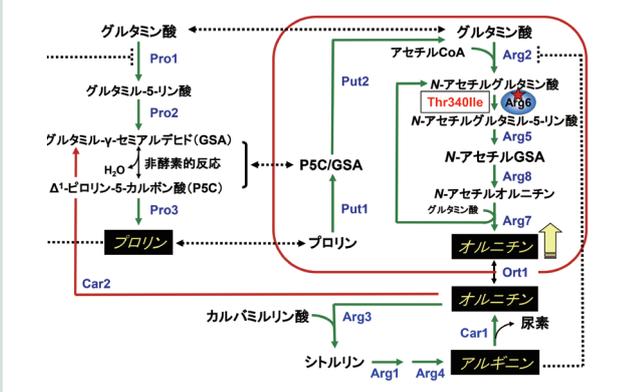
バイオサイエンス領域植物共生学研究室の吉田聡子教授、ツイ・スンクイ特任助教らは、理化学研究所環境資源科学研究センター、基礎生物学研究所との共同研究により、寄生植物が、宿主になる他の植物を認識し、植物体内への侵入を果たす仕組みを明らかにした。

今回、研究チームは、コシオガマというハマウツボ科の寄生植物を使い、「吸器」と呼ばれる根の寄生器官の伸長が止まらず、宿主に侵入できない変異体を単離。また、ゲノム(遺伝情報)解析により、この表現型がエチレンという植物ホルモンを認識するための情報伝達機構に関わる遺伝子の異常に基づいて生じていることがわかった。エチレンを作れない宿主植物に寄生植物を感染させると、寄生率が低下したことから、寄生植物は、宿主植物が生産するエチレンを認識して侵入していることを突き止めた。この研究により、宿主の侵入に必要な遺伝子が初めて判明し、深刻な被害をもたらしている病害寄生雑草の防除法の開発への応用が期待される。この成果は、米科学誌「Science Advances」に掲載された。

バイオサイエンス領域 ストレス微生物科学研究室

高木 博史 教授

肝機能改善アミノ酸「オルニチン」の 酵母による高生産に成功 酵素の活性制御機構を解除して実現



▲酵母におけるオルニチンの代謝経路と高生産メカニズム

バイオサイエンス領域ストレス微生物科学研究室の高木博史教授らは、奈良県産業振興総合センターとの共同研究を行い、肝臓の働きを改善する効果などが知られるオルニチンというアミノ酸を、従来の約7倍の高効率で酵母に生産させることに成功するとともに、生産量が増加する機構を明らかにした。

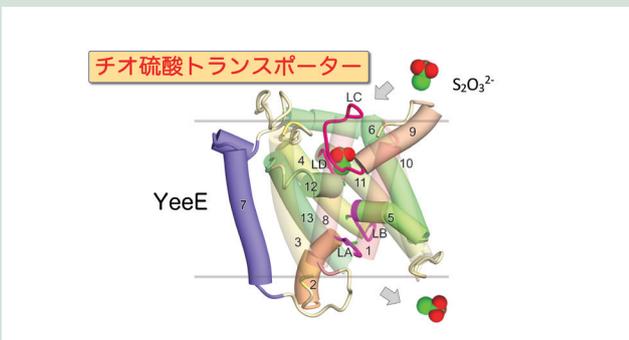
高木教授らは、清酒酵母からオルニチンを高生産する菌株を分離しており、高生産メカニズムを明らかにするため、この菌株が持つ特有の遺伝子を調べた。この結果、N-アセチルグルタミン酸キナーゼ(NAGK)という酵素の遺伝子に変異を見出し、この変異型NAGKを発現する酵母ではオルニチン含量が約7倍に増加することをつきとめた。さらに、通常の酵素はオルニチンから合成されるアルギニンによって活性が阻害され、オルニチンを過剰生産しない仕組みが、この変異型酵素では解除されていることがわかった。この酵母を用いることで、健康イメージを高めた発酵・醸造食品の製造が可能になる。この研究成果は、国際代謝工学会の学会誌「Metabolic Engineering」のオンラインサイトに掲載された。

バイオサイエンス領域 構造生命科学研究室

塚崎 智也 教授

田中 良樹 助教

チオ硫酸を細菌の細胞内に取り込む 運び屋タンパク質の構造を解明 システインの発酵生産向上に期待



▲チオ硫酸トランスポーター

バイオサイエンス領域構造生命科学研究室の塚崎智也教授、田中良樹助教らは、ストレス微生物科学研究室の高木博史教授、当時構造生物学研究室の箱嶋敏雄教授(現:理事・副学長)、味の素-ジェネティカ・リサーチ・インスティテュート社、東京大学との共同研究により、細菌がアミノ酸合成に利用するチオ硫酸という硫黄化合物を細胞内に取り込む際に、運び屋となる膜タンパク質(YeeE)の構造を世界で初めて解明。取り込みの仕組みについて新しい分子メカニズムを提唱した。チオ硫酸は、細胞内でシステインなど高付加価値のアミノ酸の合成に使われるので、発酵生産への応用が期待される。

塚崎教授らは、YeeEがチオ硫酸と結合した複合体の結晶構造をX線結晶構造解析という手法によって決定。その結果、YeeEは細胞膜の内側と外側にくぼみを持つ新規の砂時計型構造であることを発見。分子動力学計算などから、チオ硫酸が、細胞に保存されたシステイン残基と過渡的に相互作用しながら、取り込まれていくモデルを提唱した。この成果は米国の科学誌「Science Advances」に掲載された。



情報科学領域 情報セキュリティ工学研究室 藤本大介助教らが、国際会議 AICCSA 2020においてBest Paper Awardを受賞

情報セキュリティ工学研究室の藤本大介助教らが、国際会議AICCSA 2020においてBest Paper Awardを受賞しました。国際会議AICCSA (ACS/IEEE International Conference on Computer Systems and Applications)は、現代のコンピューターシステムとアプリケーションのあらゆる分野を網羅するトップカンファレンスです。今年で17回目となるAICCSA 2020は、11月2日～5日の日程でオンライン開催されました。

◆ 受賞の対象となった研究業績

“How to Code Data Integrity Verification Secure Against Single-Spot-Laser-Induced Instruction Manipulation Attacks”

◆ 受賞研究の概要

暗号回路の動作を一時的に誤らせ、内部で処理している秘密情報を取り出す故障攻撃の脅威が指摘されています。その中でもレーザーを使った命令改変攻撃は回路内で行っている命令の一部を強制的に書き換えることができるため強力な攻撃であることが知られています。本論文では、シングルスポットレーザーによる故障注入によりなされる命令改変攻撃を網羅的に調査するシミュレータを開発し、攻撃に対して耐性のあるソフトウェア実装を実現するプログラミング手法をはじめて提案し、ARMの16-bit命令セットThumbにおいてそれを実証しました。

◆ 受賞についてのコメント

この度は、コンピューターシステム全般を広く扱う学会においてハードウェアへの物理的な攻撃を用いたセキュリティに関する研究が評価され嬉しく思います。この受賞を励みとし、これからも引き続き研究活動に励んで参ります。



バイオサイエンス領域 花発生分子遺伝学研究室 山口暢俊助教が一般社団 法人日本植物生理学会の 「2021年度日本植物生理学 会奨励賞」を受賞

花発生分子遺伝学研究室の山口暢俊助教が一般社団法人日本植物生理学会の「2021年度日本植物生理学会奨励賞」の受賞者に決定しました。授賞式は2021年3月15日に開催予定です。

◆ 受賞の対象となった研究業績

“花の形態形成を制御する遺伝子ネットワークの解明”

◆ 受賞研究の概要

花の形態形成は、花幹細胞の形成、花器官の運命決定、花器官の形成という決まった順序で進みます。1991年にCoenとMeyerowitzによって、花器官の運命はABCモデルによって決定されることが報告されていました。このモデルでは、異なる3つのクラスの転写因子が花の元となる花幹細胞の異なる部分で発現することで、花器官の運命を決めることを説明しています。しかしながら、花幹細胞や花器官の形成は、遺伝子レベルでどのようにして起こるのかわかっておらず、30年間謎のままでした。

私は大学院生の時から、一貫して花の形態形成を制御する遺伝子の働きを調べてきました。転写因子などのタンパク質がDNAに直接結合していることを示すクロマチン免疫沈降法やデキサメタゾンの誘導による遺伝子発現制御を駆使して、花幹細胞の形成や花器官の形成などを制御する遺伝子ネットワークを分子レベルで解明しました。今回の受賞では、その研究内容が評価されました。

◆ 受賞についてのコメント

この度、2021年度日本植物生理学会奨励賞を受賞することができ、大変嬉しく思います。今回の受賞に際し、伊藤先生、Wagner先生、米田先生をはじめ、研究活動や研究生活を支えてくださった皆様に厚く感謝致します。今回の受賞を励みとし、今後の更なる発展を目指して真摯に研究活動に邁進したいと思います。



物質創成科学領域 情報機能素子科学研究室
**高橋 崇典さんが第42回
 (2020年度)応用物理学会
 論文奨励賞を受賞**

高橋崇典さん(博士後期課程1年)が第42回応用物理学会論文奨励賞を受賞し、2020年9月8日~11日に開催された第81回応用物理学会秋季学術講演会において、受賞式と受賞記念講演が行われました。同賞は表彰年度の前々年と前年(2018年と2019年)に機関誌「応用物理」または「Japanese Journal of Applied Physics」、「Applied Physics Express」に発表された論文を対象とし、主たる著者が若手研究者(表彰年度4月1日での年齢が35歳未満)である優秀な原著論文の第一著者に対して授与されるものです。本年度は推薦された12件の論文が査読・評価の対象となり、5名の受賞者が選考されました。

◆ 受賞の対象となった研究業績

“InGaZnO薄膜トランジスタにおけるホットキャリア効果”
 “Hot carrier effects in InGaZnO thin-film transistor”

◆ 受賞研究の概要

本論文は、酸化物半導体In-Ga-Zn-Oを用いた薄膜トランジスタ(TFT)における信頼性劣化現象について調査した結果になります。著者らは光学的手法であるエミッション顕微鏡による発光解析と電気的手法である伝達特性と容量-電圧特性の測定結果を解析することで、酸化物TFTにおけるホットキャリアの存在を明確化することに初めて成功しました。本研究によって得られた知見は、酸化物TFTの信頼性劣化現象の理解に繋がるだけでなく、本TFTの高性能化・高信頼性化、酸化物材料やデバイスの設計に指針を与えるものであり、今後、本論文の成果が学術的および産業的にも大きな貢献をもたらすものと期待されます。本論文は「Applied Physics Express」誌に掲載されています。

◆ 受賞についてのコメント

この度は、応用物理学分野における大変栄誉ある賞をいただいたことを、大変光栄に感じております。また、私たちの研究成果を高く評価していただいたことは大変名誉なことであると実感しております。これもひとえに、共著者の皆さまのご指導の賜物であり、この場を借りて深く御礼申し上げます。本賞を励みに研究活動に邁進していく所存です。

その他の受賞一覧

領域名	受賞年月	受賞者名	受賞名	領域名	受賞年月	受賞者名	受賞名
情報	2020.9	山田 理(M1)	学生優秀発表賞	情報		岡本 真由子(修了生)	Best Paper Award
		村山 太一(D2)	2020年度コンピュータサイエンス領域奨励賞		2020.10	中村 哲(教授)	ISCA Fellowの称号が授与
		吉野 幸一郎(客員准教授) 藤本 宏平(修了生) 西村 優汰(修了生) 中村 哲(教授)	Best Paper Award			叢 照(M2)	MVE賞
		笠原 正治(教授)	活動功労賞	バイオ	2020.9	上本 恭平(D2-特別研究学生)	日本時間生物学会学術大会優秀ポスター賞
		安見 嘉人(D1)	優秀研究賞	物質	2020.9	黒崎 滯(D1)	優秀学生発表賞(ポスター)
		和田 慎平(D2)	最優秀ポスター賞			杉江 謙治(D1)	d.lab-VDECデザインアワード奨励賞

NAIST OB・OGに聞く

私は現在、日本電産株式会社生産技術研究所の研究員として働いています。生産技術研究所は日本電産グループにおけるものづくり基盤の強化と、大学、研究機関、企業とのネットワークによる世界に貢献する技術の創造を推進しています。具体的には、画像処理、音解析、AI技術、機構、メカ口、加工、成形、材料、評価、組立、生産工程など幅広い範囲の生産技術の先進研究開発を推進しています。私は材料グループに所属しており、最近では、金属材料を樹脂に置き換えるプロジェクトに携わりました。現在は、プラスチックの機能コーティングに取り組んでいます。

私が初めてNAISTを訪れたのは2010年、まだ学部学生であった頃のインターンシップでした。当時、言葉の壁のため、日本で大学院に進学することを躊躇していました。しかし、インターンシップでは、先生方の研究環境、研究を行うための様々な設備、多様な学生の姿に感銘を受けました。

フィリピンで修士号を取得した後、2013年には量子物性科学研究室の柳久雄教授のもとに博士課程の学生として入学しました。私の研究テーマは、共役系ポリマー（高分子）と電気化学的に成長したアレイ電解析出によるナノ構造薄膜を用いて作製した有機-無機ハイブリッド太陽電池に関するものでした。この間、私はナノ材料と低温プロセスに関する知識と技術を身につけ、今日の仕事に役立てています。

また、ドイツの大学の研究グループと共同研究する機会にも恵まれました。私は彼らの研究室を訪問し、彼らのグループの何人かのメンバーが私たちの研究室を訪問しました。彼らから教えてもらったいくつかの加工技術は、私の研究に役立つものとなりました。様々な学術的・文化的交流は、私がより国際的な視野を持った科学者になるための助けになったと思います。

NAISTが学生のコミュニケーション能力の向上を重視していることに感謝しています。プレゼンテーションの授業、研究室でのミーティング、中間審査会、学会発表など、すべての体験が私のコミュニケーション能力を高めました。その後、会社で働いていたときに、社内外の人にプレゼンテーションする必要があるたびに、コミュニケーションの重要性を実感しました。

NAISTは私の視野を広げ、科学者としてのスキルを磨くことで、日本でのキャリアを飛躍的にスタートさせました。初めてNAISTを訪れてからすでに10年が経ちました。振り返ってみると、NAISTのモットーである“Outgrow your limits”のように、自分が大きく成長したことを実感しています。

知識豊富な教授陣が学生を指導するとともに、NAISTのユニークな環境は多くの機会を提供し、グローバルサイエンティストとして成長することができます。ですから、在学生の皆さんには、メンター（指導者）との良好な関係を築き、知識を深め、視野を広げるための多くの機会を意識的に利用することをお勧めします。



研究所にて



（左写真）休日に娘と高山竹林園にて （右写真）コロナ禍では家族と屋外で楽しんでいます

「知識豊富な教授陣の指導とともに、コミュニケーションを重視した環境は多くの機会を提供し、国際的な科学者として成長することができます」

Jennifer T. Damasco Ty

ダマスコ ティ ジェニファー トレス

日本電産株式会社

生産技術研究所 研究第一部

Profile: 2015年度 博士後期課程修了

(物質創成科学研究科 量子物性科学研究室)

2020.9

令和2年度 学位記授与式を挙行

9月25日(金)、本学ミレニアムホールにおいて、新型コロナウイルス感染症感染防止対策を実施の上、学位記授与式を挙行了しました。

授与式では、横矢直和学長から修了生代表者に学位記が手渡され、門出を祝して式辞が述べられました。

また、当日は、式典の様態をインターネットによりリアルタイムで配信したほか、式典終了後の会場を記念撮影のために開放し、修了生たちは和やかな雰囲気のもと、指導教員等を交えて歓談し、喜びを分かち合いました。



の経営実践から〜)と題した講演が行われ、中期経営計画を進めてきた経営の実践や既存のビジネスモデルの変革など同社が進めてきた挑戦が紹介されました。

講演会は、本学名誉教授、学長及び理事をはじめとする教職員、学生など約100名が聴講し、活発な質疑応答が行われるなど参加者にとって非常に有意義な機会となりました。



講演会「奈良先端大のブランディングを教職員でどのように高めるか」

—電通での企業実践に学ぶ—を開催

10月5日(月)、戦略企画本部広報戦略プロジェクトチーム主催にて、本学物質創成科学棟大講義室において、本学教職員、学生を対象とした講演会「奈良先端大のブランディングを教職員でどのように高めるか」—電通での企業実践に学ぶ—を開催しました。

メディア業界の最前線において企業広報や自治体広報に約40年にわたって取り組んでこられた徳永眞一郎(株)電通関西支社ソリューションデザイン局エグゼクティブプロデューサーから、「「伝える仕事」〜私の業務心得帖&大学広報について思うところ〜)と題した講演が行われ、広告(広報)メディアの特性や大学広報について、自身の経験に基づくエピソードを交えた話題提供等がありました。

当日は、現地会場での参加者のほか、オンライン会議システムを利用した配信も行われ、約100名が聴講しました。講演後には活発な質疑応答も行われ、盛況のうちに閉会しました。



2020.10

創立記念日記念講演会を開催

10月2日(金)、本学ミレニアムホールにおいて創立記念日記念講演会を開催しました。

この講演会は、例年創立記念日(10月1日)に合わせて実施しており、今年度は塩野義製薬株式会社 代表取締役社長(本学経営協議会学外委員)の手代木 功 氏を招き、「ポストコロナにおける大学経営について〜塩野義製薬

令和2年度 秋学期入学式を挙行

10月2日(金)、新型コロナウイルス感染症感染拡大防止対策を実施の上、本学ミレニアムホールにおいて令和2年度秋学期入学式を挙行了しました。

本学では、国内外を問わず、また出身大学での専攻にとらわれず、高い基礎学力を持った学生あるいは社会で活躍中の研究者・技術者などで、将来に対する明確な目標と志、各々の研究分野に対する強い興味と意欲を持った者の入学を積極的に進めており、このたび、69名の新入生を本学に迎えました。



学長と学生との懇談会を開催

10月12日(月)及び10月19日(月)、新型コロナウイルス感染症感染拡大防止対策を実施の上、本学学際融合領域研究棟2号館

研修ホールにおいて「学長と学生との懇談会」を開催しました。

この懇談会は、横矢直和学長をはじめとする役員と学生が率直に意見交換を行い、学生の意見を本学の教育環境や生活環境の改善に積極的に活用することを目的として実施しており、今年で11回目となります。

今回は、コロナ禍における教育研究環境をテーマに意見交換を行いました。

12日は博士前期課程学生、19日は博士後期課程学生を対象として行われ、それぞれ博士前期課程学生9名(留学生2名)、博士後期課程学生8名(留学生5名)が参加し、終始和やかな雰囲気の中で活発な意見交換が交わされました。



生駒市内の中学生を対象に特別授業を開催

10月30日(金)～11月15日(金)にわたって、地元奈良県生駒市教育委員会との連携による生駒市内の中学生へ出前授業を行いました。

この事業は、平成20年度から教育連携事業の一環として、生駒市立生駒北中学校を対象とした本学実施の特別授業から始まり、現在、特別授業3校、出前授業5校に拡張され、生駒市の公立中学の1年生全員に対して毎年、科学技術の体験型授業を行うものです。

今年度は新型コロナウイルス感染症感染

拡大の影響もあり、本学で実施する特別授業は中止し、全てのプログラムを出前授業形式で行うこととなり、計8日間で生駒市立の8中学校の1年生約1,000名を対象に、本学教員と学生による授業が実施されました。

光と色の不思議、分子のはたらき、DNAや細胞など、生徒達にとって普段は接する機会のないテーマの授業や実験を通じて最先端の研究を直に体験することで、理科学習への興味や探求心を引き出せる絶好の機会となっています。



2020.11

オープンキャンパス2020を開催

11月15日(日)、「オープンキャンパス2020」を開催しました。

今年度は、新型コロナウイルス感染症感染拡大防止の観点から、現地開催型のオープンキャンパスと、オンライン型のバーチャルオープンキャンパスを同時開催しました。

今回で26回目の開催となる現地開催型のオープンキャンパスは、例年よりも規模を縮小し、同感染症の感染拡大防止対策について万全に配慮したうえで開催しました。当日は事前申込された方々369名が本学を訪れ、3つの「体験プログラム」のほか、各領域でのパネル展示や、学生の課外活動団体によるイベントなど最先端の科学技術に触れ親しみました。

また、バーチャルオープンキャンパスでは、学内バーチャルツアー、研究室紹介、オンラインパネル展示、体験プログラムの紹介動画等を用意することで、当日参加できなかった方々も、自宅から楽しんでいただける催しとしました。

来場者には、本学で行われている研究を通じて科学の魅力を身近に感じてもらうとともに、未来の科学者達に夢を持ってもらえるよう親子・友達で楽しむプログラムやデモを実施した本イベントは、今回も大盛況のうちに幕を閉じました。



「イノベーション・ジャパン2020～大学見本市Online～」に出席

9月28日(月)～11月30日(月)にかけて特設WEBサイトにて開催された、「イノベーション・ジャパン2020～大学見本市Online～」に参加し、本学は、「情報通信」「ライフサイエンス」「マテリアル・リサイクル」の3つのテーマで出展しました。

「イノベーション・ジャパン」は、大学等から創出された研究成果の社会還元、技術移転を促進すること及び、実用化に向けた産学連携のマッチング支援を実施することを目的として開催されるもので、例年東京にて開催されているイベントです。通常はオンラインで実施されておりましたが、今年度は昨今の事情に鑑み、オンラインでの開催となりました。

期間中多くの方が特設サイトを訪れ、本学の出展ページについても、多くの

方にご覧いただくことができました。

2020年度海外FD研修を オンラインで開催

11月17日～19日の日程でオンラインでの海外FD研修を開催しました。UC DavisのAbram Jones氏を講師に迎えたオンライン研修には、若宮翔子准教授、ラウラ ガイコビナクラ助教(情報科学領域)、岡村勝友教授(バイオサイエンス領域)、松下智裕教授、笹川清隆准教授(物質創成科学領域)の5名の教員が参加し、Zoomやeラーニング学習管理システム"Canvas"を用いたインタラクティブな指導・意見交換が行われました。

研修を終えて、講師のAbram Jones氏からは、今回の研修参加者は自身の授業の改善に意欲的であり、やりがいのある研修であった

とのコメントが寄せられました。参加教員からは、「教育現場で使われている様々なテクノロジーやツールがUC Davisでどのように使われているのかを学ぶことができた」、「海外の大学のコロナ禍での講義の状況・対策について最新の情報を得ることができた」、「自分の授業についてコメントをもらえる機会は少ないので海外FD研修は今後も継続したほうが良い」等コメントをいただきました。

本研修を企画・実施している教育連携部門では、今回のオンラインFD研修の内容・効果を検証し、今後の本学での海外FD研修の改善に向けて努めてまいります。



「せんたん」は本学の研究活動及び成果を情報発信することを目的とした広報誌です。



〈筆者紹介〉

坂口 至徳
(さかぐち よしのり)

産経新聞社元客員論説委員、本学客員教授。1949年生まれ。京都大学農学部卒業、大阪府立大学大学院農学研究科修士課程修了、75年産経新聞社入社。社会部記者、文化部次長、特別記者、編集委員、論説委員などを務めた。2004年10月から本学客員教授として大学広報のアドバイザーを務める。

奈良先端大基金 —最先端を走り続けるために—

ご協力を
お願い申し上げます

目的

世界トップレベルの教育研究拠点の形成に向け、本学における教育研究、社会貢献及び国際交流の一層の推進並びに教育研究環境の整備充実を図ることを目的としています。

基金による事業

- 1 学生の修学を支援する事業**
学生に対する育英奨学制度の充実 等
 - 2 留学生を支援する事業**
留学生に対する奨学制度の拡充や留学生支援に資する事業の実施 等
 - 3 教育研究のグローバル化を推進する事業**
日本人学生の海外留学の推進事業 等
 - 4 社会との連携や社会貢献のための事業**
けいはんな学研都市における中核機関として、自治体、近隣の企業、大学等と連携した活動 等
 - 5 その他基金の目的達成に必要な事業**
- **修学支援事業基金(特定基金)**
経済的な理由で修学が困難な学生の教育機会の確保
 - **外国人留学生サポート基金(特定基金)**
留学生が不測の事態に陥った際の援助や一時的な経済・生活支援

寄附の申込及び払込方法

寄附の申込方法
基金ホームページからの申込

寄附の払込方法
払込用紙により、銀行等での振込

寄附者への謝意

- 寄附者のご芳名及び寄附金額を基金ホームページ及び広報誌に掲載
- 一定額以上ご寄附をいただいた方に、感謝状及び記念品を贈呈
- 一定額以上ご寄附をいただいた方のご芳名を寄附者顕彰銘板に刻印
- 広報誌「せんたん」を5年間お届け

寄附者ご芳名

ご寄附いただきました皆様へ深く感謝申し上げます、ご芳名、寄附金額を掲載させていただきます。

日付	ご芳名	寄附金額
2020/7	久保 浩三 様	200,000円
	横矢 直和 様	—
	坂本 康平 様	—
2020/8	野口 哲子 様	—
2020/9	その他公開を望まれない方 2名	100,000円
	その他公開を望まれない方 1名	—

* 1か月分を取りまとめ、翌月に掲載させていただきます(五十音順)。
* ご芳名のみ掲載は、金額の掲載を希望されない方です。

奈良先端大基金ホームページ
<https://www.naist.jp/kikin/index.html>

お問い合わせ先

国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学基金事務局
TEL : 0743-72-6088 FAX : 0743-72-5011
E-mail : naist-fund@ad.naist.jp

OPEN CAMPUS

受験生のための
バーチャル
オープン
キャンパス

2021.02



日時 2/20 土 オンライン開催予定

情報科学領域

スプリングセミナー2021
(現地およびオンライン開催予定)

日時 2/17 水 - 19 金

バイオサイエンス領域

2021
春のバイオ塾

日時 2/18 木 - 19 金

物質創成科学領域

令和2年度
公開研究業績報告会
(オンライン開催予定)

日時 2/20 土

| 会場 |

奈良先端科学技術大学院大学

〒630-0192 奈良県生駒市高山町8916-5

TEL 0743-72-5083

E-mail exam@ad.naist.jp

| アクセス |

- 1 近鉄けいはんな線「学研北生駒駅」・近鉄京都線「高の原駅」から無料送迎バスを運行。
- 2 近鉄奈良線「学園前駅」・近鉄京都線「高の原駅」から奈良交通バス「高山サイエスタウン」行きで「奈良先端科学技術大学院大学」下車すぐ。
- 3 近鉄けいはんな線「学研北生駒駅」から徒歩20分。

詳細はホームページをご覧ください <https://www.naist.jp/>

SENTAN Vol.29 2021.1

企画・編集・発行 / 奈良先端科学技術大学院大学 企画・教育部 企画総務課 渉外企画係
〒630-0192 奈良県生駒市高山町8916-5 (けいはんな学研都市)
TEL:0743-72-5026 Fax:0743-72-5011 E-mail:s-kikaku@ad.naist.jp

<https://www.naist.jp/>

奈良先端大

検索



奈良先端科学技術大学院大学
マスコットキャラクター
「NASURA (ナスラ)」