

サイエンス&テクノロジーの  
座標・次代への提言



無限の可能性、ここが最先端  
-Outgrow your limits-

S E N

T A N

## 巻頭特集

奈良先端大東京フォーラム2018  
「未来への挑戦」

特集

石田准教授 PD-1研究について

知の扉を開く

- 情報科学領域 自然言語処理学研究室
- バイオサイエンス領域 環境微生物学研究室
- 物質創成科学領域 機能高分子科学研究室

- ◆ NAIST OB・OGに聞く
- ◆ NAIST NEWS

せんたん  
JAN  
2019 [VOL.27]



基調講演

## 未来社会はどうあるべきか ～人生100年時代のサイエンスとは～

松本 紘

国立研究開発法人 理化学研究所 理事長

人生100年時代がやってきます。2017年は百歳以上は全国で6万7千人以上、2050年には50万人を超えるのではないかとされています。

健康寿命というWHO(世界保健機構)の指標があり、男性の場合は平均的に71歳ぐらいまでは健康で、その後は、健康を少し害しながらでも平均余命の80歳まで約10年生きる。しかし、人生100年時代は、健康寿命から平均余命までが約30年間あります。仕事の継続、趣味を楽しむなどさまざまな生き方の幅を拡げておくことで、とにかく元気でいたいですね。

こうした社会問題の解決に科学者が貢献できるか。内閣府の世論調査では「科学は信頼できる」が8割もあります。こうした期待を踏まえ、理研では、科学者に対し、目の前の細部のテーマだけでなく、世界全体の状況の変化を見通したうえで、成果を還元できるような研究にも目を向けるよう求めています。

理研には脳の研究や生命の基本原則を調べる研究、臨床に役立つ実用的な研究に加えて、これらの研究を支える材料(生物資源)を提供するなど、多岐にわたる役目を担う研究センターが存在しています。加えて、2018年4月には生命が活着している仕組みの解明に主眼を置いた生命機能科学研究センター(BDR、神戸市)が発足しました。この生命科学系センター群が有機的に連携することで、疾患の克服と健康寿命の延伸に貢献します。最近の健康に関する成果では、急性骨髄性白血病の発症に関わる遺伝子の異常と治療抵抗性に関わる遺伝子をつきとめ、これを手掛かりに根治する治療法を開発しました。

また、理研のスーパー・コンピューター京の約百倍速いポスト京も開発が進んでおり、これも100歳時代には必要になるでしょう。健康長寿社会実現のプロジェクトとしては、個別化医療、予防医療を支援するための統合計算生命

奈良先端大東京フォーラム2018

## 「未来への挑戦」

～人生100年時代のサイエンス～

超長寿社会に向けた科学技術や社会のあり方を展望する奈良先端大東京フォーラム「未来への挑戦～人生100年時代のサイエンス～」を、10月に東京都内で開催しました。国立研究開発法人理化学研究所の松本紘理事長が基調講演、華厳宗教学部長の上司永照師の特別講演のあと、パネルディスカッションが行われ、高齢者の健康や社会参加を支える技術、持続可能な社会環境などについて話し合いました。



科学の研究が行われます。

そして、この時代の先には、世界的な人口増、資源の枯渇、災害の増加などが予想され、そのような危機を乗り越えられるだけの実力を人間が持たないといけな。このため、理研では、ビジョンを持って議論し、イノベーション(技術革新)を設計するイノベーションデザイナーを雇用しています。未来社会はどうあるべきかについて、さまざまなシナリオを提示して、研究者とともに考える。科学が分野別に進展しバラバラになっている時期に、このように統合化し、多くの研究者が共通のビジョンを持って取り組める仕組みは必要だと思っています。

#### 特別講演

## 乾坤相泰 動植咸榮 ～大仏さまに“生き方”をたずねる～

上司 永照 師

華嚴宗教学部長・東大寺教学執事

人生100年時代を科学するという難問について意見を聞くなら、東大寺では大仏(盧舎那仏)さまにたずねることになります。大仏さまは、聖武天皇により、約1300年前の西暦752年に創建されました。そのころの平城京は、地震などの天災や天然痘の蔓延など、さまざまな災いや苦しみがありました。聖武天皇は天変地異などについても「責めはわれ一人にあり」と思い悩まれたあげく、華嚴経という経典に書かれた盧舎那仏に会い、「すべての生きとし生けるものはかけがえのない存在である」ということを思い出すために、大仏さまの建立を決意されたのだと私は考えます。盧舎那仏建立の精神に「生き方をたずねる」ことに、この難問の回答を求めたいと思います。

なぜかという、聖武天皇の「大仏造立の詔(みことのみこと)」には「乾坤相泰(けんこんあいやすらか)動植咸榮(どうしょくことごとくさかえる)」と書いてあります。「乾坤相泰」の意味は、天も地もともに安らかであるということ、「動植咸

榮」は、動物も植物も、みんなが栄えるということです。つまり、私たちの生き方についての答えがあり、1300年前から人々はこの言葉を大事に思ったのでしょう。だから、その後の歴史の流れの中で、大仏殿が焼失しても繰り返し建て直されてきました。そして、いまでは世界中の人が拝観に来る。そのときにこの言葉を伝えていきたい、と思っています。

そこで、科学者も考えていただきたい。「乾坤相泰」については、地震、台風など天災がある中で、天地が穏やかであり、自然のサイクルに乗って動くような世の中を作られるでしょうか。「動植咸榮」もむずかしく、自然の中で互いに食べたり、食べられたりしている動植物がともに栄えることはできるでしょうか。

その中で、どのような生き方をすべきか。仏教の基本的な考え方に、欲を少なくして、足を知るという意味の「少欲知足」という言葉があります。欲をすべて無くしたら、人間も動物も生きていけないので、さまざまな欲と、いかに、うまく付き合うことができるか。これからの重要な考え方になるとと思っています。



パネルディスカッション

# 「人生100年時代のサイエンス」



朝日新聞 科学コーディネーター  
高橋 真理子 氏



日立製作所 理事  
サステナビリティ推進本部 本部長  
荒木 由季子 氏

**高橋氏** 100歳になっても元気で生活できるために、どのように科学技術は進んでいけばよいのでしょうか。

**太田氏** 基本的には、いろいろな科学技術の発達に伴う支援の向上で、社会生活に再び加わることなどが徐々に可能になるでしょう。例えば、私が研究している人工的に視覚を再建する技術では、体全体が衰えていく中で、どこまで代替できるかが、ポイントになります。

**荒木氏** 企業でヘルスケアや地球環境の持続可能性の問題に取り組んでいます。これからは、元気で長生きしたいと思う一方で、社会環境の変化や技術の加速度的な進捗に適應する必要に迫られる。そのために生活の質や社会制度、心の問題を含め考えていかなければならないと思います。

**出村氏** 私の専門の植物科学の立場から言うと、長期間生きる木は、1年で枯れる草と比べて「急がない」

という概念で長寿を研究していくと、動物と植物は単純比較できないとはいえ、興味深い結果が得られるかもしれません。

**杉山氏** 私がセンター長を務める理化学研究所革新知能統合研究センターでは、人工知能(AI)を用いて認知症の進行を遅らせる会話ロボットなどの研究を行っています。AIの技術は再生医療のiPS細胞の作製やがんの診断補助などに応用されており、長寿社会に役立つ科学技術になっていくでしょう。

**上司氏** 仏教の立場から言うと、人は幸せで100年生きたいと思っています。ただ元気でさえあればいいという社会では、いろいろな欲に対して、それが満たされないと苦になります。そういう意味では、幸せだなど互いに感じられる社会をつくっていくことが、非常に大事でしょう。

**高橋氏** 科学技術自体が大きく変化するなかで、高齢者の働く場も増

えていきますか。

**杉山氏** AIが普及していますが、創造的な仕事や、介護など人間と接する仕事は当面、AIに置き換わらないでしょう。これから必要になる新たな仕事も増えてきますので、高齢者を含め悲観的にならず、柔軟に対応していくことが重要です。

**荒木氏** 今テーマになっているのが「future of work」。新しい技術を使って楽しく仕事ができる職場を作ろうというものです。当社では名札型ウェアラブルセンサーとAIを使って従業員の幸福度を計測し、生産性の高い働き方を提案するサービスを提供しています。

**出村氏** 自動車に搭載される安全運転のサポート技術など生活に役立つ技術の進展は間違いない。仕事の面でもそのようなサポート技術の開発によって、高齢者らの働く場も広がっていくと思います。

**太田氏** 私の研究室は、企業出身



理化学研究所  
革新知能統合研究センター(AIP) センター長  
杉山 将 氏



奈良先端科学技術大学院大学  
物質創成科学領域 教授  
太田 淳



奈良先端科学技術大学院大学  
バイオサイエンス領域 教授  
出村 拓

のシニア、留学生らが加わった混成チームです。若い学生と実験を通じて互いの知識や体験を交換するなど生涯教育の場としてもよい効果があります。

**高橋氏** 情報機器の発達についていけない高齢者にとって暮らしやすい社会になりますか。

**太田氏** いまは過渡期で、今後、こういった情報機器、電子機器が進歩していくと、技術に余裕が出てくるので、人がより使いやすく、より直感的に動かせるといった、人に寄り添う技術になっていくと考えています。

**杉山氏** AIの技術は人間を助けるためにあるはずです。これまで、専門家向けとされた情報機器は扱いにくいインターフェースなどがなくなり、「ついていけない」という壁は下がっていくでしょう。

**荒木氏** 情報機器の使い易さは、高齢者に関わらず直感的に使いこ

なせることであり、技術を提供する側の責務であるとともに、ユーザーも「このように使いたい」と声を上げていただきたい。

**高橋氏** これからの時代は地球環境などの持続可能性という視点も欠かせません。

**出村氏** 奈良先端大では「ヒューマノフィリック(人に優しい)・イノベーション」という新しい取り組みを行っています。学内のいろんな研究を結びつけて、地球にやさしい素材を最大限に利用して、人にやさしい生活、社会環境の実現を目指すという趣旨で、人だけでなく地球環境全体を強く意識しています。また、私は、文部科学省の新学術領域の研究として、植物自体が力学的に安定した構造を作りながら成長するという最適化戦略について多方面から調べ、持続性のある木造建築物などに役立てる研究をはじめました。

**太田氏** 私の人工視力の研究に

関しては、モノ(無機物)と生物(有機物)という全く異なる仕組みをどのようにして融合するか。そのバランスを考えた技術が重要になってくる。この分野での成功例は完全に聞こえなくなった人に聴覚を取り戻す人工内耳で、人に寄り添った技術といえます。

**杉山氏** 今の研究は成果が評価されやすい見えるテーマにシフトしやすい。ただ、そのためには、関連する分野の見えない基礎研究の積み上げが必要で、そこにも目を向けサポートする社会体制を整えれば、科学技術の未来は明るいといえます。

**上司氏** いまの生き方が便利という言い方には一番優先すべきものが経済という意見が含まれ、私は「命の方が大切」と言いたい。地球の寿命をいたずらに早く終わらせてはならないためにも、「少欲知足(欲を少なくし、足るを知る)」に叶う科学が登場することを期待しています。

## ノーベル生理学・医学賞受賞の本庶佑・京都大学特別教授が開発したがん免疫療法の治療薬研究の原点のタンパク質「PD-1」を発見した石田准教授に聞く



2018年のノーベル医学・生理学賞に輝いた本庶佑・京都大学特別教授の受賞対象になった業績は、免疫を抑制する受容体タンパク質「PD-1」を画期的ながん免疫療法の治療薬（抗PD-1抗体薬）として発展させたことにある。この「PD-1」を発見、命名した本学バイオサイエンス領域の石田靖雅准教授は、基礎医学の立場から、がん細胞を狙い撃ちできる詳細な仕組みなどを研究している。石田准教授に恩師である本庶特別教授との関わりや、「PD-1」研究の可能性などについて聞いた。

### すべては執着心

——本庶佑先生がノーベル賞を受賞されましたが、いまのお気持ちは。

ただただうれしくて、感動しています。2014年に、皮膚がんの一種、悪性黒色腫の治療薬として承認されて以来、60か国以上で多くのがん腫について適応されているので、受賞は間違いなかつただけに、それがいつになるかと心待ちにしていました。スウェーデンでのノーベル賞授賞式にも、同行させていただき、ありがたいと思っています。

——受賞の発表当日は本庶先生とコンタクトはありましたか。

当日は、記者会見などでごった返していたので、電話をせずにパソコンから「おめでとうございます」とお祝いのメールを送りました。うれしいことに、その日の夜に本庶先生自身のスマートフォンから「すべては君の執着心からです。ありがとうございます」と短いメッセージが返ってきました。それを読んで「あのとき一生懸命実験してよかったな」と思いました。ただ、多数のメールの中から、どうして私の送信したメールを見つけることができたのかは、謎ですが。

### 自己と非自己の識別に関心

——石田先生がこのタンパク質の遺伝子を1991年

に発見したとき、「PD（プログラムド・デス）-1」と命名されたのは、免疫を担当するT細胞（Tリンパ球）が自死する、つまり「アポトーシス（細胞の死）」を引き起こす際に働く遺伝子を探索されていたからですか。

「PD-1」がT細胞の細胞死の最初の段階で自己と非自己を識別する際に関わる遺伝子であってほしいという願いを込めて命名しました。しかし、その後、研究を引き継いだ後輩の大学院生が調べたところ、T細胞の細胞死に直接に関与する遺伝子ではなかった。ただ、自己と非自己の識別に深く関わる遺伝子だったからこそ、オプジーボのような抗体を投与してPD-1の機能を弱めると、自己と非自己の間を漂うがん細胞を免疫のシステムが察知して攻撃を始める。つまり、PD-1には何が自己で何が非自己かという境界の線引きをする役目があったんですね。

——この遺伝子を発見するための実験方法もまさに執着心のなせるわざだったのですか。

まずT細胞が細胞死するときだけにだけ発現する遺伝子を突き止めるため、そうでない状態で発現している遺伝子を引き算（サブトラクション）して調べるという実験計画を立てたところ、本庶先生から「100を超えるような数の候補遺伝子がみつかる可能性がある。それではだめだ」と言われました。そこで、T細胞とは異なる骨髄前駆細胞が細胞死するときを発現する遺伝子についても同

様に調べ、双方で共通する遺伝子を選別したところ、たった一つ見つかったのが「PD-1」の遺伝子でした。

## なぜ、がん細胞だけ狙い撃ちされるのか

——これからNAISTで行われる研究はどのように進められますか。

いままでPD-1について分かってきたことは、免疫応答に関するブレーキ役(負の調節役)であるということです。だから、抗体を結合させて機能を弱め、そのブレーキをはずしてやると、がん細胞に対する免疫応答が高まる状態になって、がんが治る場合がある。しかし、そこで、「なぜ、がん細胞に対する免疫応答が選択的にかさ上げされるのか」という問題が解かれていません。免疫応答が全体的にかさ上げされた場合、自己免疫疾患などが生じるが、PD-1抗体を投与した臨床では極めて軽微な副作用で済んでしまっている。そのところを基礎医学で解明する必要があります。例えば、PD-1の遺伝子を持たないノックアウトマウスを作っても、若いときは健常なままですが、加齢とともに生じる自己免疫疾患などを抑えるためにPD-1が必要になってくる。それはどのような仕組みか。自己と非自己の識別との関連で調べたい。

——どのようなことがわかってきましたか。

一つの仮説を提唱しています。正常な体細胞であっても、年齢を重ねるに伴い遺伝子・DNAの変異が少しずつ集積します。この結果、変異タンパク質が体内のあちこちで作られ、それらを免疫のシステムが目ざとく見つけ、非自己とみなして攻撃を始め、自己免疫疾患が生じる。その現象を防ぐために、PD-1の遺伝子を進化の過程で獲得した、と考えています。体内には数10兆個の細胞があり、それぞれ変異タンパク質を作りだしたら收拾がつかなくなるので、PD-1により、少し変異したぐらいの正常細胞に対する免疫応答が起きないように自己と非自己の境界を少し広げたのではないかと。そこに、少しだけ変化した細胞であるがん細胞がぎりぎり入ってきたとみられます。そこでPD-1抗体を投与して境界を元に戻すと、がん細胞は非自己として排除されるのでしょう。その時に、わずかに変異した正常体細胞も弾き出されて攻撃される。それが副作用につながると思います。ただ、がん細胞の方が変異の数が多いので、非自己として識別しやすく、選択的に攻撃しているようにみえるのです。

## 目標を明確に

——このようなPD-1の基礎研究での実績を踏まえ、若い研究者に望むことは。

本庶先生の言葉ですが、「自分が何を知りたいかを明確に意識すること」が、非常に大事です。漠然と面白そうだから、これをやってみようという程度の気持ちでは足りない。明確に意識できれば、解明に向けて何が必要かわかり、実験計画を立てることもできる。私の場合、京都大学の本庶先生の研究室に大学院生として入る前から、自己と非自己の識別に興味があり、いまも続いている。その執着心も必要だと思っています。

### 「PD-1」の特性を応用したがん免疫治療薬の開発

「PD-1」は、免疫担当のT細胞が活性化したとき、表面に発現する受容体。これに特定の物質(リガンド)が結合すると、T細胞の免疫機能が弱まる。がん細胞の一部は同様の物質を表面に発現することがあり、これがT細胞の「PD-1」と結合して攻撃から逃れている。このため、「PD-1」に結合できないように、人工的な抗体でフタをすることで、治療効果を高めている。これまで、悪性黒色腫、非小細胞肺癌、腎細胞がん、ホジキンリンパ腫、頭頸部がん、膀胱がん、胃がんなど多くのがんの治療に使われている。しかし、効果が現れる確率は、肺癌で20%–30%、悪性黒色腫で30%–40%と低く、石田准教授らもこの率を向上させるための研究を行っている。



(上) スウェーデンから帰国後、京都市内のホテルにて／(左) ノーベルレクチャー終了後のレセプションにて／(右) 本庶教授と研究室にて



知の扉を  
開く

# 論文を計算機に読ませ、 新たな知識を発見する

情報科学領域 自然言語処理学研究室

## 教授紹介



松本 裕治 教授



新保 仁 准教授



進藤 裕之 助教

文が急増して、専門家でさえも最新の研究成果を把握し難くなっていることから、「膨大な数の論文を自動的に効率よく計算機が解析して情報・知識を獲得し、重要な論文の検索など研究者に役立ち、イノベーションにつながるシステムの開発を行っています」と松本教授は説明する。

現在、取り組んでいるテーマの一つが、科学技術振興機構（JST）の戦略的創造推進事業（CREST）の中の「構造理解に基づく大規模文献情報からの知識発見」。それぞれの分野特有の高度な知識を含む論文の構造や内容を解析（理解）し、的確な文献の検索、新たな知識の創造などを支援するシステムを構築する。

もうひとつは理化学研究所の革新知能統合研究センター（AIP）の知識獲得チームのリーダーとして行っている専門分野のデータベースづくりの自動化。これまで人海戦術で膨大な時間と手間がかかっていたものを、論文の文章や図表を自動的に解析する技術などを使い、データベースを効率よく拡充する。

「このテーマに取り組みはじめてから、結構、役に立つと好評で、公的な研究所や企業との共同研究も増えています」と張り切る。

## 文章や図表を自動的に解析

人は言葉によって知識を獲得し、コミュニケーションをとっている。その言語を理解するためには、個々の単語の意味や文を解析し、蓄積された知識と照らし合わせて総合的に判断する必要があり。人間のこうした高度な営みを計算機に肩代わりさせる研究が進み、日常会話のようなあいまいな言語構造を持つ「自然言語」の解析もかなりの精度で行えるようになった。

こうした自然言語処理研究の先駆けである松本教授は、日本語の意味を持つ最小単位の「形態素」を解析する「茶釜（ちゃせん）」をはじめ、多様な言語解析システムを開発、公開してきた。最近では、オンラインで入手できる科学技術分野の論

## 査読が自動化できたら

このような論文解析のシステムの開発には、有効な情報を抽出するための試行錯誤が重ねられた。例えば、理系の論文は、「どんな問題に対し、どんな手法を適用して、どんな結果が出たか」というように、成果を得るまでの筋道が明確な構造の文章で書かれているので解析しやすいといわれる。専門分野を絞れば、同様の構造を持つ論文が多くなり、情報を抽出して比較検討できる。

ところが、範囲を広げて関連分野全体を俯瞰する形で解析する場合、論文中の内容をコンパクトに記した「アブストラクト



（要旨）」を対象にして効率化を図ろうとしたが、研究者によってまとめ方が大きく異なり、使えないこともあった。そこで、論文の本文から「目的」「手法」「結果」という3項目のセクションに限って分類し、それを手掛かりに論文間で類似する度合いなどを判定したところ、「研究のねらいは同じだが、手法が異なる」など、論文の特色に踏み込んで検索できるようになった。

松本教授は「将来、論文を評価する査読（さどく）が自動的に行えるようになることがベストで、やたら論文の数を競うような状況が防げ、論文の質が向上します」と抱負を語る。また、これまでの業績を振り返り、「若い人にとって研究はつらいことの方が多いが、結局、途中で諦めなかった人がうまくいく。それは、ほんの一部であっても、諦めたら可能性はゼロになる」と「継続は力なり」の論理で励ます。趣味の合気道は、最近、二段に昇格した。「体の動かし方が合理的で、上手な人ほど力を使わない。高齢になっても技量が衰えることはなく、続けていきたい」と話す。

### データの関係性を見出す

一方、新保准教授の研究テーマは、人工知能（AI）とデータマイニング。なかでも、インターネットなどから得られる特定の分野の大量のデータを計算機で解析し、そのデータ群を構成する要素（ノード）のうち「どれが重要か」「どれとどれが近い関係にあるか」を見出す手法だ。これは自然言語処理の技術に利用できるが、最近では、ノード同士のつながりをグラフ（図）の形で整理した「知識グラフ」というデータベースに関する研究も行っている。人間の常識を、「知識グラフ」で表すことで、質問応答システムなどで活用できると期待されているが、必要なデータが欠落していることもある。そこで、グラフのパターンを自動的にチェックして、データを補完する手法の開発をめざしている。

「人工知能関連の研究を続けてきましたが、応用より、むしろ基礎研究に惹かれます。そんな違った見方があったのかといわれるようなユニークな研究をしたい」と語る。

また、進藤助教は自然言語処理や画像処理の技術を使った論文の解析を手掛けている。計算機が論文の中から、図や表を含め必要な情報を自動的に抜き出す方法の研究で、そのためには、あらかじめ人間が重要な語句や、項目などをマークしておいたうえで、計算機に学習させる必要がある。ただし、最初は、計算機が論文の基本構造すら知らない白紙の状態なので、サンプルとして数百の論文からパターンを覚えこませ、次いで結果を人間に

フィードバックして修正する形で精度を上げることに成功した。

「将来的には、自分が全く知らない分野の知識を整理してわかりやすく提示するシステムをめざしたい」と意気込む。

進藤助教は、大学院修士課程までバイオ情報の分野でDNA解析の研究をしていたが、民間の研究所に就職し、言葉の文法や意味を計算機で処理することに興味を持ち、本学の博士課程で情報科学を学んだ。「今後はバイオ・化学・材料など他分野の研究者と協調して、論文解析の応用可能性を探っていきたい」と語る。

### 高価値の論文を探索

松本研究室は、スタッフ8人、留学生を含む学生40人の大所帯。それだけに、学生らは、活発に議論し、自由度が高いテーマに取り組んでいる。

博士後期課程3年生の小林雄太さんは、論文の章立ての構造と引用文献の関係性を示すグラフを使い、「目的は同じでも手法が異なる論文」といった高価値の論文を見つけるシステムを開発した。「実用化の段階で、近く、ハワイで開かれるAI関連の国際学会で発表します」と意気込む。自分で作ったAIのプログラムを使い、将棋のTVゲームで対戦すると戦術の展開がよくなるといい、「やはりAIと人の組み合わせは強い」と話す。

博士前期課程2年生の和田崇史さんは、スペイン語から英語など欧州系の言語間で、辞書データが全く無いなかでの自動翻訳の研究に取り組んでいる。「教師なし学習という機械学習の方法のひとつで、例えば、主語、動詞、目的語と続く、英語の文構造と順番が類似していれば、他の言語を当てはめて意味を推測できます。将来的には、単語の意味だけでなく、ニュアンスまで伝えられるようにして、楽しく外国語を学べるようにしたい」と語る。海外留学の経験があり、常に英語でブログを発信している。



▲小林 雄太さん



▲和田 崇史さん



知の扉を開く

# PETを食べる細菌を発見、仕組みを解明して環境改善に役立てる

バイオサイエンス領域 環境微生物学研究室

## 教授紹介



吉田 昭介 特任准教授



蜂須賀 真一 博士研究員

## 廃プラスチックの処理は世界的な課題

飲料水の容器に使われているPET(ポリエチレンテレフタレート)などのプラスチックの廃棄物が、自然環境に蓄積して悪影響を与えているため、削減することが世界中で大きな課題になっている。化学合成して作り出されたPETは廃棄されるときに、リサイクルや焼却など人工的な処理を行っているものの、膨大な量の廃プラスチックをすべて収集して処理するには、能力やコストの限界がある。

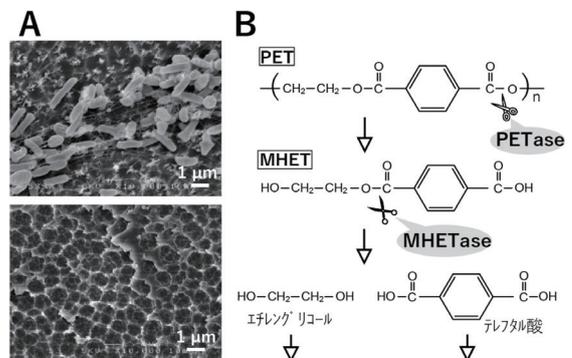
そこで、注目されはじめたのが、たとえ人工物であっても微生物が進化し、分解できるようになるという自然界のシステムの探索と応用だ。吉田特任准教授らは、世界で初めてPETを分解する機能を持つ細菌(イデオネラ・サカイエンシス)を発見。さらに、この細菌がPETを分解だけでなく、代謝して食べていることを示した。抜本的な環境改善につながる可能性を秘めた研究成果は米科学誌「サイエンス」に掲載された。

吉田特任准教授は「この細菌はPETをリサイクルする工場内で、幸運にも見つかりました。どうやら特殊な酵素を使って

PETから生体の構成成分やエネルギーを得ているらしい。このような細菌は、ほかには報告されていません」と強調する。

## 2つの酵素が関係

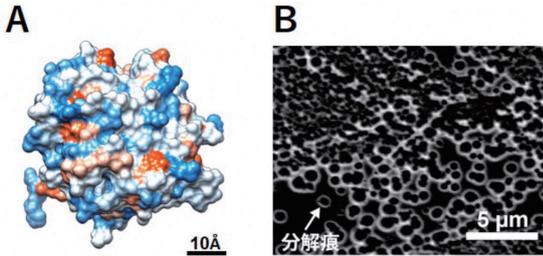
なにしろ、この菌は、PETだけを栄養源(炭素源)にして増殖するのだ。実験ではフィルム状のPETを使い、採取したサンプルを加えて培養する方法で約250のサンプルを試した。その結果、フィルムの周りに集まる様々な種類の微生物が見出された。イデオネラ・サカイエンシスはこの集合体から選抜された。そのフィルムの表面を、電子顕微鏡で観察すると、なんとくぼみが無数にうがたれ、エサにしていることが確かめられた。



▲ (A上)PETフィルム上で生育するイデオネラ・サカイエンシスの電子顕微鏡画像(A下)フィルム表面を洗浄後、観察される分解痕 (B)イデオネラ・サカイエンシスは2種の酵素(PETaseとMHETase)によりPETを段階的に単量体まで分解する。本菌はこれらの単量体を代謝して、二酸化炭素と水まで分解することができる。

次いで、PETの分解の仕組みを調べるため、細菌がもつ酵素を調べた。PETは、「エチレングリコール」というアルコールと、炭素が六角形に結合した芳香環(ベンゼン環)を持つ「テレフタル酸(TPA)」という化合物が、交互に数珠つなぎに結合した高分子(多量体)。結合部分は通常なら生体内の酵素で切り離しやすいエステル結合というパターンなのだが、TPAの芳香環が分子全体の構造に影響して切れにくくしているため、バラバラに分解できない。それだけに、未知の機能の酵素の存在が予想された。

そこで、吉田特任准教授は、この細菌の全ゲノム(遺伝情報)を遺伝子解析。これまでPETをわずかに分解できると報告された酵素を手掛かりにゲノムの塩基配列を探索したところ、PETに特異的な加水分解酵素「PETase」を見つけた。この酵素は、振りかけると一晩でPETフィルムに穴を開けるほど強力だが、PETから、エチレングリコールとTPAが一分子ずつ結合した化合物「MHET」を生成するにとどまる。このため、その結合を切り離して、それぞれの分子に分けて代謝しやすくするもう一つの酵素があると考え、「MHETase」を探し出した。この2つの酵素は同時に働いており、連係しているとみられる。



▲ (A) PETaseの立体構造 (B) 精製PETaseにより分解され、分解痕を生じたPETフィルム

## 有用物質の生産に

こうしてPETを食べる仕組みの全体像が明らかになりつつある。吉田特任准教授は、「この仕組みを効率よく働かせるための他の因子もあるはず。それを突き止めるとともに、温かな環境でPETをすみやかに有用物質に変換させるように、この細菌を改変して産業に役立たせたいと思っています」と抱負を語る。また、「微生物進化の上からも興味深い。酵素を構成するアミノ酸が1個変化しただけでも微生物が新たな機能を得るとすれば、PETしかない環境の中で、これを食するものが王者になれるという選択圧がかかり、その結果変異した微生物が生き残ることも考えられます」と研究の夢は広がっている。

吉田特任准教授は、環境問題の解決をめざして大学に入り、学生時代にPET分解菌探索研究に出会った。若手研究者対象の文部科学省卓越研究員でもある。「発表で面白いと思ってもらえるような研究を目指してきました。学生とは、選りすぐりの面白いテーマに取り組みたい」と語る。本学については「欧米のように能動的に学生を受け入れており、一人ひとり指導するためのサポートシステムが、群を抜いて厚い」という。また、「研究室の立ち上げでは、遠心機など高価な機材を教員が退職されたあと提供してもらえた。このような思いやりがある交流も珍しいのでは」とも。交通アクセスの手段が少ないため、通勤途中の近鉄・高の原駅(奈良市)から本学(生駒市)までは、毎日、クロスバイク

で25分かけて通勤する。「体力維持を兼ねていますが、坂道が多く、トラックも走ってくるので、安全な道を探して小回りする必要があり、電動アシストを着けています」と話す。

## 進化の研究の対象に

研究室のメンバーは、PETを分解処理する微生物の機能解明と応用という大きなテーマに多角的に取り組んでいる。

博士研究員の蜂須賀真一さんは、イデオネラ・サカイエンシスが持つ特定の遺伝子をノックアウトする手法を確立した。これまでに、PETaseの遺伝子を破壊することに成功したが、これによりどのようなシステムが働かかを見て、この酵素の役割を判断することが可能になる。「この細菌については基本的なデータが未だ少なく、苦労しましたが、これからはこの手法を使っているようなことを調べていきたい」と意気込む。博士の学位は、セ氏80度以上で育つ超好熱細菌の研究で取得したが、これには生物進化の根元に位置するものが多く、PETを分解するようになった新しい細菌との進化の比較にも興味を抱く。研究に対しては「独自の判断を重視するように心がけています。本学は、熱心な先生が多く、手が止まっている研究室がないように思えます」と話す。ジャグリングで研究疲れを癒すが、ボールなら一度に5個まで扱える、と自信を見せた。

修士課程1年生の高山暁生さんは、この細菌を培養初期の段階で、どのような遺伝子が働いているかを網羅的に解析している。「データの取得に十分な菌体数を確保するために、培養の時に入れるPETの形状を検討していたが目途が付き、次の段階に進めそうです」と張り切る。学部の際は、樹木の細胞壁成分の芳香族化合物を分解する菌を探していたことからこの研究室を選んだ。「研究を楽しむことが大事で本学にはそのような人が多い」という。雪国の福井県の出身で冬はスノーボードに出かける。

同じ1年生の西井太郎さんは、この細菌を改変し、PETを発酵の原料にして有用な化合物を作るように仕向ける研究をしている。これまで酵素反応の速度の研究をしてきたが「この分野は素人なので、研究でとくに大切にしているのは、きちんとディスカッションして知識を身に付けることです」と思いを語る。毎朝、好きなコーヒーを豆からひいて出し、研究室仲間らに配って、コミュニケーションを深めるツールに使っている。



▲高山 暁生さん



▲西井 太郎さん



知の扉を開く

# 目薬の機能を高め、 新たな眼病治療の道を拓く

物質創成科学領域 機能高分子科学研究室

## 教授紹介



本田 崇宏 客員教授

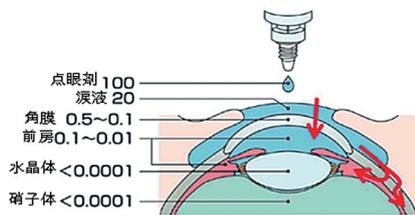


榎本 裕志 客員教授



岡部 高明 客員准教授

図1 点眼薬の有効成分の眼組織内への移行の割合  
角膜より内部には極わずかの薬物しか移行出来ない。



新家真, 1994.

新家 真. 眼科診療プラクティス11 眼科治療薬ガイド, 1993, 387-392.

デリバリー(薬物輸送)システムで、最先端で研究開発してきたのが機能高分子科学研究室だ。本学と医療用眼科薬の大手メーカーである参天製薬との連携講座で基礎、応用の両面から取り組んでいる。

本田客員教授は「点眼薬は、結膜炎など眼球表面の病気なら十分に治療効果がありますが、内部に原因箇所がある緑内障、白内障、網膜に異常が生じる加齢黄斑変性症では、薬が十分に届かないことがある。そこで、複数のアミノ酸が結合したペプチドという物質を薬の運び屋にしてバリアを通り抜けやすくする方法を研究しています」と語る。

そのペプチドは細胞膜透過性ペプチドと言われ、細胞膜に効率よく付着したあと、細胞の取り込みの機構(マクロピノサイトーシス)を誘発して、すくっと内部に入るので、運ばれる比較的高分子のものまで取り込みが可能である。30年前に発見されたあと、さまざまなタイプのペプチドが見つかり、糖尿病などの治療に使う研究が進んでいるが、眼科に関する研究はほとんどない。

## 薬の運び屋を探索

人は生活情報の約8割を視覚から得ているとされ、その窓口として光を受け入れる眼は重要な感覚器だ。入射した光はレンズ役の水晶体などを通して、眼の奥の網膜に像が結ばれ、そこにある多数の視細胞が情報を視神経に伝えて、脳が知覚する。一方で、眼は、見るという機能のために、直接、外界と接しているため、眼球の表面に異物の侵入を防ぐバリアとなる細胞層が何重にも備わっている。このため、眼の病気の治療の際に、点眼薬が眼球内部にまで入り込んで効果を発揮することを困難にしているのだが、最近になってその大きな課題の突破口がみえてきた。

それが薬剤を眼球内部にスムーズに運ぶ、新しいタイプのドラッグ

## バリアを通り抜けた

そこで研究室で見つけた有力な候補の一つが、アルギニンというアミノ酸を8個結合したオクタアルギニン。この物質を細胞が認識

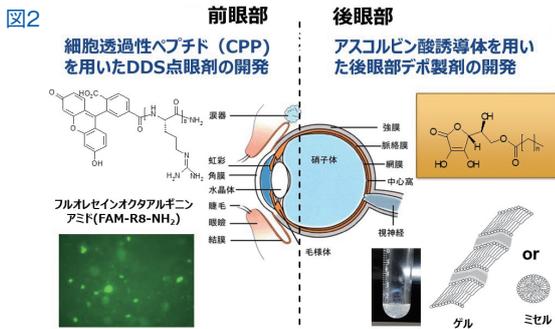
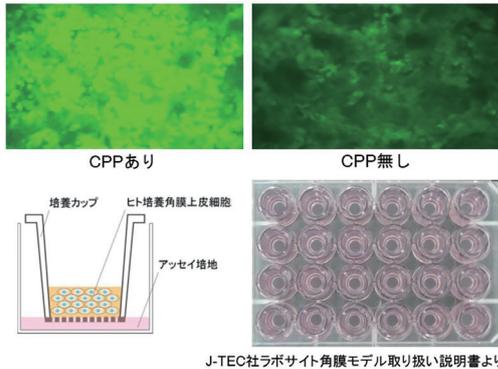


図2 細胞透過性ペプチド (CPP) を用いたDDS点眼剤の開発



すると、細胞の表面に一瞬、大きな穴が開くので、そこを通過して薬剤など巨大な分子が入り込む。ヒトの角膜の培養細胞を使った実験では、このペプチドと蛍光色素を混ぜて添加すると、効果的に蛍光色素が取り込まれることを実証した。「ペプチドと蛍光色素を化学結合しなくても、混ぜ合わせるだけで、ペプチドとの相互作用が強いものほど効率的に取り込まれる。薬の構造をいじらないので薬効がそのまま残り、様々な薬に適用できることは大きなメリットです」と榎本客員教授。「さらに、眼の細胞に適した細胞透過性ペプチドを探しています」と抱負を語る。注射によらず、「点す(さす)」だけで眼球内に薬剤を効率的に送り込める夢の目薬を目指している。

また、網膜の病気である加齢黄斑変性などの治療を目的に、患部にとどまって持続的に薬剤を放出して効果を高める「デポ剤」についても研究。アスコルビン酸(ビタミンC)誘導体という低分子をゼリー状のゲルにして、薬剤を含ませると、その効果を発揮することを確かめた。

「このような効果が判明しても安全性が確かめられないと先に進めない。物質の合成や安全性の評価などは連携講座と会社で分担して行います」と岡部客員准教授は説明する。

## 研究を楽しむ

機能高分子科学のスタッフはいずれも薬学の出身で、参天製薬と本学の研究職を兼務する創業のエキスパートだ。

本田客員教授は、新薬の有機化学合成を手掛けてきたが、現在は新規化合物を選抜し、眼科薬に仕立てるための開発を行っている。「研究は毎日、朝早くから夜遅くまで長時間かかりますが、楽しく思えることは苦にならない。学生には研究を楽しみと感じて能動的に続け、自立してテーマを建てられる人材に育ててほしい」と語る。このようなバイタリティーの源は、大学時代や社会人のクラブチームでラグビーのボックスを務めて鍛えた成果でもある。最近では日本で開催されるW杯2019にも熱い関心を抱いている。

新規薬剤の化学合成などの研究を続けてきた榎本客員教授は、

連携講座の担当になって、デポシステムや細胞透過

性ペプチドの開発に取り組んだ。「若いころは、実験でイメージ通りの結果が出ずに悩みましたが、ある時、人の考えはちっぽけで自然の摂理にはかなわないと気がきました。結果をありのままにきっちり抑さえれば、次の段階への道筋ができていると思っています」と振り返る。薬の開発、申請には長期間かかるが、その間に関連する研究の進展状況や、関連法規やガイドラインの改正など、さまざまな変化の機会を素早く捉えて対処することが必要と実感している。そうしたことに関して「先端大は、時代のニーズに合わせて研究方針など改革しようとする対応が早い。例えば、大学を巡る動きを多数のメールで学内に発信するなど積極的な取り組みが感じられます」と評価する。研究室がある奈良は、好きな史跡巡りにうってつけで自ら歴史を検証する側面もある。

岡部客員准教授は、約20年前の入社時に薬物輸送システムの研究を始めた。その後、眼の病気に関する薬理学を研究したり、事業開発部門で創薬ビジネスを担当したり、分野をまたいで経験を積み、視野を広めてきた。「分野を変えるときは分岐点で、あえて困難な方向にチャレンジする。課題が大きいほど克服したあと自分に返ってくるメリットが大きい」と強調する。本学の学生については「頭が柔らかく、未知の実験技術でも外部のセミナーに行くとモノにするほど積極的です」と評価する。趣味は、紀州釣り(ウキダンゴ釣り)でダンゴにオキアミなどのエサを詰めて沈め、それに集まるチヌ(クロダイ)を狙う。「チヌは海的环境によって、食いつくエサを変えるので、前日にその情報を得て、仮説を立てておいて検証する。研究と一緒にですね」と話す。

## 実用化が先にある

所属する学生は、大学と企業という双方の研究環境が同時に身に付けられる。

「大学と企業では、研究のゴール地点が違い、大学は知の蓄積ですが、企業との連携では目前の実用化が先にあるということなので、すでに社会に出た企業人と研究ができたことはよかった」と語るのは、博士前期課程2年生の石田 怜司さん。眼科医療にマッチした製剤を作るために、運び屋となるペプチドの探索や合成を行っている。「合成の段階ですが、今後、眼球試験などでよい効果が出ることを期待しています」と話す。研究は忙しいが、合間を縫ってクラシックギターを練習し、ロードバイクでサイクリングする。

博士前期課程1年生の松尾 崇雅さんは、ペプチドや薬効成分の化学合成がテーマ。「自分が実験で化合物を積み上げて、目標の物質を合成したときの達成感を想像するとすごく楽しい」と張り切る。学部時代は、アルツハイマー病の治療に関連する物質を合成していたが「創薬という共通点があり、この研究室に所属しました。将来とも、この分野に関わっていきたい」と意欲を見せる。一方で、大学の落語研究会出身で、邦楽部で琴を弾いていたなど多趣味な側面もあり、研究生活の癒しになっている。



▲石田 怜司さん



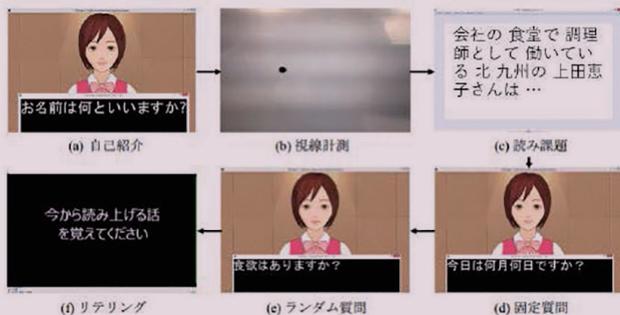
▲松尾 崇雅さん

▶ 物質創成科学領域 機能高分子科学研究室  
<http://mswebs.naist.jp/courses/3994/>

情報科学領域 知能コミュニケーション研究室

中村 哲 教授

### 早期の認知症傾向を アバターとの質問応答から発見 声、言葉、表情など反応の特徴を 組み合わせて高精度に検出



先端科学技術研究科情報科学領域知能コミュニケーション研究室の中村哲教授、田中宏季助教らの研究グループは、大阪大学大学院医学系研究科の工藤喬教授らと共同で、コンピュータ画面に登場する人型のアバターと高齢者との質問応答の様子をもとに認知症傾向を高精度で早期発見する技術を開発した。

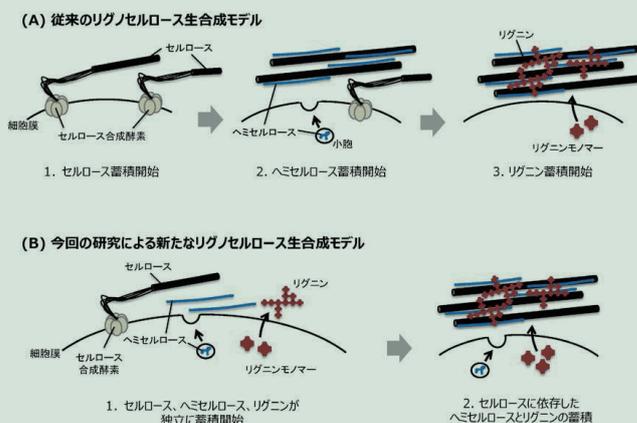
開発したシステムは、早期の認知症傾向を検出するための新たなアルゴリズムを提案したもので、アバターによる質問機能を備えているのが特徴。これまでのように神経心理検査の質問に基づき、日常的に同じ質問を繰り返すと検出精度が劣化するため、ランダムに問いかける非定型の質問を設計して加えた。認知症患者12人を含む研究協力者24人にアバターが質問し、高齢者の応答の様子を収録。これをもとに、「声」「言葉」「顔」の特徴を入力した機械学習モデルを構築したところ、9割程度で認知症と非認知症が区別できることが明らかになった。

これで高齢者が自宅などにいながら、日常的なアバターとの会話を通して、早期に認知症傾向を知ることが可能となる。この研究成果は、2018年9月に神戸で開催された精神医学分野の国際会議で発表された。

バイオサイエンス領域 植物代謝制御研究室

出村 拓 教授

### 木質バイオマスの本体、リグノセルロースの 生合成モデルを25年ぶりに刷新 産業利用の用途に応じた 質的改変技術の基盤開発へ



先端科学技術研究科バイオサイエンス領域植物代謝制御研究室の出村拓教授、大谷美沙都助教らの研究グループはブリティッシュコロンビア大学(カナダ)との共同研究により、持続可能なエネルギー・材料資源である木質バイオマスについて、その本体である「リグノセルロース」という高分子混合物の作られる過程が従来の定説とは異なることをつきとめ、その生合成モデルを25年ぶりに刷新した。

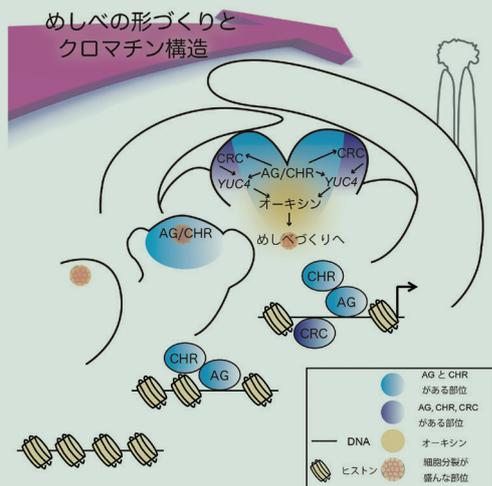
リグノセルロースは、繊維やパルプなどに使われる「セルロース」、さまざまな糖原が得られる「ヘミセルロース」、香料や接着剤などの開発が進む「リグニン」の3成分で構成される。これまで、最初に主成分のセルロースが蓄積され、それに依存して他の2成分が蓄積されるようになっていたが、出村教授らは、セルロースが作られない変異体の解析から、この3成分は初期の段階でそれぞれ独立して蓄積されることを実証した。この成果により用途に応じた効果的な質的改変技術の基盤開発が期待される。

この成果は米国の植物生理学会の学会誌「プラントセル」オンライン版に掲載された。

バイオサイエンス領域 花発生分子遺伝学研究室

伊藤 寿朗 教授

## 花がめしべづくりを開始するためのDNAの折りたたみ構造の変化を解明 食糧増産や安定供給に期待



先端科学技術研究科 バイオサイエンス領域の伊藤寿朗教授、山口暢俊助教と立命館大学などの共同研究グループは、花の中心部にある「めしべ」が形成される時に、その形成に関わる遺伝子を働かせるスイッチ（遺伝子発現）がオンになる詳細な仕組みを世界に先駆けて明らかにした。この成果により、人工的にめしべの大きさや数などが調節できるようになれば、環境に応じた食糧の増産や安定供給などが期待できる。

めしべをつくるためには、遺伝子発現のスイッチをオンにする複数の転写因子（タンパク質）が働くが、オフの状態では、遺伝子の本体であるDNAはタンパク質であるヒストンに巻きつき、クロマチンと呼ばれるDNAが折りたたまれて閉じた構造を作っていて、転写因子が入り込めない。

伊藤教授らは、シロイヌナズナを使って実験を重ね、最初の段階で転写因子（パイオニア転写因子）が、クロマチンの構造を変化させる因子（クロマチンリモデリング因子）と共に働いて、複雑な構造をほぐすことを見いだした。次いで別の転写因子がめしべ形成のDNAに直接結合して発現させるといふ、2つの転写因子が連係する順序や仕組みを突き止めた。このような仕組みはこれまで動物でのみ報告されており、今回、植物にも同様の仕組みが存在すると解明したことは、植物の進化や生き残り戦略を知る上でも重要になる。本研究の成果は「ネイチャーコミュニケーションズ」(オンライン)に掲載された。

### その他の 研究成果一覧

2018.8

プラントの自動最適化運転に活用可能な強化学習技術を開発  
情報科学領域 知能システム制御研究室 松原崇充准教授

世界初のIntelligent Image-Activated Cell Sorterを開発  
～細胞画像の深層学習により高速細胞選抜を実現～  
物質創成科学領域 生体プロセス工学研究室 細川陽一郎教授

2018.9

人工知能によるうつ病の脳科学データの解析により  
抗うつ薬が効かない患者群を予想できることを発見  
情報科学領域 数理情報学研究室 吉本潤一郎准教授

2018.10

神経細胞が脳内を移動するための仕組みを解明  
～移動に必要な推進力を生み出す分子が明らかに～  
脳疾患解明への応用に期待  
バイオサイエンス領域 神経システム生物学研究室 稲垣直之教授

酵母が環境に合わせて発酵力を変える仕組みを解明  
自在に能力を高める「発酵デザイン技術」の確立へ  
～清酒酵母の高発酵力の原因も明らかに～  
バイオサイエンス領域 ストレス微生物学研究室  
渡辺大輔助教、高木博史教授

2018.11

肥満解消に新たなプレイヤー  
バイオサイエンス領域 幹細胞工学研究室 栗崎晃教授

LIFULL、奈良先端科学技術大学院大学と  
住環境センシングの共同研究を実施  
～居住環境品質を同一基準で比較検討可能に～  
情報科学領域 ユビキタスコンピューティングシステム研究室  
諏訪博彦助教

IMAGICA GROUP、オー・エル・エム・デジタル、  
奈良先端科学技術大学院大学が  
ディープラーニング技術を使ったアニメの自動彩色技術を開発  
情報科学領域 光メディアインターフェース研究室  
向川教授・船富准教授・久保助教

2018.12

古代の甲の形状比較 ソフト開発  
情報科学領域 ロボティクス研究室 高松 淳准教授

大脳皮質の入り口で、  
すでに多種の感覚情報が処理されていることを発見  
～「早い情報処理」の謎解明に期待～  
バイオサイエンス領域 神経機能科学研究室 駒井章治准教授



情報科学領域 ロボティクス研究室

## ロボティクス研究室の佐久間達也さんが、2018 IEEE Robotics and Automation Society Japan Joint Chapter Young Awardを受賞!

ロボティクス研究室の佐久間達也さんが、2018 IEEE Robotics and Automation Society Japan Joint Chapter Young Awardを受賞しました。本賞は2つの国際会議 The 2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2018)および、International Conference on Automation Science and Engineering (CASE2018)にて発表を行う日本の大学に属する学生全員を対象として、審査依頼のあった論文を審査し、特に優秀な論文に対して贈られる賞です。

### ◆ 受賞研究テーマ

「A Universal Gripper Using Optical Sensing to Acquire Tactile Information and Membrane Deformation」

### ◆ 受賞研究の概要

本研究では、多種多様な物品をつかみ、その状態センシングが可能なロボットハンドを開発しました。

近年、工場での多品種少量生産における自動化実現のために、柔らかい素材を用いた万能性の高いロボットハンド開発が試みられています。中でもユニバーサルグリップと呼ばれる、風船等の柔軟な袋内部に粉体を充填した単純な機構のハンドが、様々な物品をつかめることから注目されています。しかし、ハンドが非常に柔軟であることから導入できるセンサが限られており、つかんだ物品の状態を取得することが困難な現状にありました。

そのため、ハンドを特定の屈折率を有する透明材料にて構成することで、光学式センシングが可能な構造に改良し、物品の情報取得を実現しました。

### ◆ 受賞についてのコメント

この度は、このような賞を頂き大変光栄に思います。お力添え頂いたロボティクス研究室の皆様、家族にこの場を借りて感謝を申し上げます。本賞を励みに今後も研究活動に精進してまいります。



バイオサイエンス領域 植物代謝制御研究室

## 上野 大心さんが「日本生物工学会」において「第7回生物工学学生優秀賞(飛翔賞)」を受賞!

植物代謝制御研究室の上野大心さん(博士後期課程1年)が「日本生物工学会」において「第7回生物工学学生優秀賞(飛翔賞)」を受賞しました。本賞は日本の大学の博士後期課程(あるいはそれに同等の大学院教育課程)に進学して優れた研究業績を上げることが期待される学生会員に対して授与されるものです。

### ◆ 受賞の対象となった研究表題

「mRNAの内部切断に関わる配列的特徴の解明」

### ◆ 受賞研究の概要

外来導入遺伝子を細胞内で発現させる上で、mRNAの安定性は重要である。この安定性を制御する機構の一つとして、エンドヌクレアーゼ等による mRNA 内部配列の切断に依存する分解機構が存在する。植物においては、分解産物解析により切断部位の同定が試みられているが、実験手法上の問題により正確な切断部位の同定には至っていない。そこで本研究では、これらの問題点を改良した手法として Truncated RNA end sequencing (TREseq) を確立し解析を行った。この手法を用いることで従来手法と比較し、より正確な切断部位の同定を可能にした。また、切断部位周辺の塩基比率に着目したところ、G塩基の割合が高いことが観察された。これらの知見を基に、切断されやすい配列を導入外来遺伝子から除去することで、導入遺伝子の効率的発現に寄与すると考えられる。

### ◆ 受賞についてのコメント

生物工学学生優秀賞(飛翔賞)を受賞することができ、大変嬉しく光栄に思います。これまで支えて下さった方々に心より感謝申し上げます。更なる研究の発展を目指し、今後も精進していきたいと思っております。



物質創成科学領域 光機能素子科学研究室

## 太田淳教授が電子情報通信学会 エレクトロニクスソサイエティ賞を受賞!

光機能素子科学研究室の太田淳教授が一般社団法人電子情報通信学会第21回エレクトロニクスソサイエティ賞を受賞しました。

### ◆ 受賞テーマ

「CMOSイメージセンサのバイオ医療応用に関する先駆的研究」

### ◆ 受賞研究の概要

CMOSイメージセンサのバイオ・医療分野への応用・展開に注力して研究開発を推進してきました。その結果、(1)人工視覚デバイス、(2)脳内埋込型イメージングデバイスの新機能創成における先駆的かつ顕著な業績を挙げ、エレクトロニクス分野において、高機能CMOSイメージセンサの新たなバイオ医療応用分野の開拓を行い先駆的研究を成し遂げました。

### ◆ 受賞についてのコメント

本賞はエレクトロニクスに関する新しい発明、理論、実験、手法などの研究で、その成果の学問分野への貢献が明確であるものに対して、電磁界理論およびマイクロ波、光半導体およびフォトニクス、回路およびエレクトロニクスの各分野で個人あるいはグループに対して表彰を行うものです。今回私はエレクトロニクス分野での受賞となりました。このような栄誉ある賞を受賞できましたのもひとえに研究とともに進めてきた研究室教員をはじめとする研究室構成の方々のご尽力のおかげであり、深く感謝をする次第です。

### その他の受賞一覧

領域名	受賞年月	受賞者名	受賞名
情報	2018.8	高谷 剛志 (D2) 藤田 紘樹 (M2) 田中 賢一郎 (助教) 船富 卓哉 (准教授) 向川 康博 (教授)	第21回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU 2018) MIRUフロンティア賞
		久保 尋之 (助教) 若口 亮史 (D3) 船富 卓哉 (准教授) 向川 康博 (教授)	第21回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU 2018) MIRUデモ発表賞
		秋山 諒 (D2)	第21回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU 2018) MIRUインタラクティブ発表賞
		品川 政太郎 (D3)	第21回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU 2018) MIRU学生奨励賞
		平野 陽大 (M1)	第6回学生スマートフォンアプリコンテスト 優秀賞
	和田 遥香 (M1)	第6回学生スマートフォンアプリコンテスト アイデア賞	
	曾根田 悠介 (M1)	第6回学生スマートフォンアプリコンテスト 奨励賞	
	Strapongsasuti Sopicha (M1)	第6回学生スマートフォンアプリコンテスト 奨励賞	
	河中 祥吾 (D1) 佐々木 渉 (M2)	第6回学生スマートフォンアプリコンテスト 奨励賞	
	2018.9	高田 将志 (M2)	DICOMO2018 秀論文賞/ヤングリサーチ賞
	笠原 正治 (教授)	一般社団法人電子情報通信学会 通信ソサイエティ 功労顕彰状	
	松岡 拓未 (M2)	第37回日本医用画像工学会大会 奨励賞	
	菅田 唯仁 (M1) 平野 陽大 (M1) 曾根田 悠介 (M1) 鳥越 庸平 (M1)	第1回ナノコン応用ハッカソン 最優秀賞	
	鍛冶 秀伍 (M2)	ハードウェアセキュリティ夏のワークショップ 最優秀ポスター賞	
	2018.10	崔允端 (特任助教)	日本神経回路学会論文賞
	西村 優汰 (M2)	IWSLT 2018 Best Student Paper Award	
	2018.11	夢沼 知秀 (M2)	国際会議CHAOS2018 Young Author AwardのFinalist

領域名	受賞年月	受賞者名	受賞名
バイオ	2018.8	伊藤 寿朗 (教授)	平成29年度日本学術振興会特別研究員等審査会 専門委員(書面担当)及び国際事業委員会書面審査員
	2018.10	鳥井 孝太郎 (D2) 久保田 茜 (助教)	日本時間生物学学会学術大会優秀ポスター賞
物質	2018.8	竹内 大貴 (M1)	43rd International Conference on Coordination Chemistry (ICCC 2018) Best Poster Award
		木村 大海 (M1) 白鳥 大毅 (M1) 福嶋 宏之 (M1)	応用物理学会放射線分科会 次世代放射線シンポジウム2018 優秀発表賞
		中元 健太 (修了生)	2018年映像情報メディア学会年次大会 学生優秀発表賞
	2018.9	藤原 正裕 (技術専門職員)	2018年度秋田大学 機器・分析技術研究会 優秀ポスター賞
		加藤 祐希 (M2)	第29回基礎有機化学討論会 ポスター賞
	長尾 聡 (助教) 安原 主馬 (准教授)	第12回バイオ関連化学シンポジウム 講演賞	
	船津 公人 (教授)	ACS (American Chemical Society) Chemical Information部門 における2019 Herman Skolnik Award	
	梅田 鉄馬 (M2)	第15回日本熱電学会学術講演会 優秀講演賞	
	小林 未明 (特任助教)	第40回(2018年度)応用物理学会優秀論文賞	
	朝戸 良輔 (D1)	第44回(2018年春季)応用物理学会 応用物理学会講演奨励賞	
	磯川 裕哉 (M2) 小川 泰輝 (M2)	第79回応用物理学会秋季学術講演会 放射線分科会学生ポスター賞	
	河口 範明 (准教授)	応用物理学会放射線分科会「放射線奨励賞」	
	亀山 愛樹 (M2)	VDECデザインアワード奨励賞	
	2018.10	細川 陽一郎 (教授)	2018年秋季学術講演会 Poster Award
	赤塚 雅紀 (M2) 白鳥 大毅 (M1) 福嶋 宏之 (M1)	第13回次世代光科学研究会 若手奨励賞	
	Nattakarn Wuthibenjaphonchai (M2)	IEEE(米国電気電子工学会) BioCAS 2018 Student Travel Grants(Charles Desoer Grant)	
	Christian Mark Pelicano (教授)	ICMSEP 2018 Best Presenter Award	
2018.11	吉田 裕斗 (M2) 信岡 宏明 (M2)	第8回CSJ化学フェスタ 2018 優秀ポスター発表賞	



留学先のMITのラボでの開発環境にて(1999年8月)

案ずるよりもまず、飛び込んでみる！  
NAISTで、グローバルに色々なコミュニティと  
価値観に多く触れたことは貴重な体験でした

## 安室 喜弘

Yoshihiro Yasumuro

関西大学環境都市工学部教授

Profile : 1999年度博士後期課程修了  
(情報科学研究科 像情報処理学研究室)



バーレーンの古代寺院遺跡(世界遺産暫定リスト)での3次元アーカイブ化作業  
(2017年12月ゼミの学部学生と)

# NAIST

 OB・OGに聞く

私は現在、関西大学環境都市工学部教授として、「まちづくり」を掲げる分野のもと、社会基盤を支える情報技術に関する研究・教育に携わっています。NAISTでは、情報科学研究科3期生として入学以来、博士前期・後期課程、研究員、助手と、現在の自分を形成する12年間を過ごしました。というと、1つの専門をとことん深めたように想像されるかもしれませんが、実は、常に自分の立ち位置を考え続けていたように思います。情報科学の中でも、ソフトウェア開発を軸として、ニーズに整合したソリューションを提案、検証するという応用研究のスタイルであったことも、その理由ですが、NAIST時代の充実した対外的経験が、今の自分に大きく影響していると感じています。

入学後わずか1年足らずで学会発表の準備を始め、対外的なデモや次の新入生を迎える準備、さらに次の学会のエントリー、修士論文の計画、企業でのインターンシップなど、それらの詳しい内容を知るより先に、矢継ぎ早に課せられるイベントで自分のスケジュールがどんどん埋まっていった印象がありました。今思えば、「案ずるよりもまず、飛び込んでみる」が当時の研究室の千原國宏教授(現名誉教授)の指導方針であり、このように、早期に様々な“初めて”をクリアし、さらに次々と経験を積むことで、自分の持てるものを実感しながら、多様な考え方やスキルを身に付けていくことに繋がったと思います。

なかでも、教授のネットワークにより半年間、マサチューセッツ工科大学(MIT)に留学する機会を得たことも、掛け替えのない経験でした。まだ何の実績もない学生でしたが、現地のセミナーに顔を出し、さらにそこでアポをとって、他の大学や機関のラボを訪ね、色々なコミュニティと価値観に触れて議論したことは貴重でした。グローバルにネットワークを広げることは決してハードルが高いわけではないことに気付いた瞬間でした。

現在、資格に根差した文化が色濃い土木・建設系学科に所属していますが、自身の研究室では、「まちづくり」を広く捉え、国内外の異分野とのコラボレーションを積極的に進め、自分が育った環境同様に、常に学生を帯同しています。NAISTでの私の経験による「初めて」の一步に早すぎることはない」という実感から、最近では学部生をも海外に連れて行き、ものづくりや先進医療、世界遺産の保全など多岐にわたる学会やフィールドワークに参加させ、各現場に触れる環境を作っています。国を挙げてグローバル化が叫ばれる昨今ですが、研究と教育を両輪とする現場を預かる立場から、NAISTで得たスタイルをさらに若い世代に広げられればと考えています。



ユーラシア大陸最西端のロカ岬にて(ポルトガル)  
スイスはヨーロッパの中央に位置するため、旅行もしやすい国です。

## 藤田 智史

Satoshi Fujita

ローザンヌ大学ポスドク

Profile : 2013年度博士後期課程修了  
(バイオサイエンス研究科 植物細胞機能講座)

「最初のデータが出るまでは  
思いつくことは全部やれ」の励ましが支えになった

現在、私はスイスのローザンヌ大学でポスドクをしています。ローザンヌは人口10万人ほどの街でスイスの中ではチューリッヒやジュネーブといった大都市に比べるとこじんまりしていますが、生活には何一つ不自由しない住みやすい街です。大学も湖のほとりの公園のなかにぼつんぼつんと建物が配置されていて、近くで羊が草を食んでいる。いかにもスイスな雰囲気ですが、それとは違ってかわり建物の中は最新鋭の設備と充実したファシリティ、多数の世界的に有名なPIを擁する研究環境です(去年は同じ建物からノーベル化学賞受賞者が輩出されました)。私は現在ここでNiko Geldner教授のもとで植物を用いた細胞生物学的研究をして4年以上になり、そろそろ次の職に移らなければと思っているところです。

私が植物を使った細胞生物学に興味を持ったきっかけは、学部時代に出張講義にいらした橋本隆教授から表層微小管と呼ばれる植物の成長を支える細胞内構造物を聞いたことでした。細胞レベルの現象から個体レベルの現象を説明できるのではないかということに非常に魅力を感じてNAISTに入学し、橋本研で長い間お世話になりました。結局、学位論文は「植物細胞におけるリン酸化シグナル伝達経路による細胞骨格の制御」という細胞レベルで終わる話になってしまったのですが、それでも幸いなことに井上科学財団から賞をいただくこともできました。

当時の橋本研はハードワーカーでかつ頭の切れる先輩達やスタッフの集まりで、入った当初は相当戸惑いました。それでもこの中でやっつけなければ未来はないと思い、たくさん迷惑をかけながらもそれに何とか必死についていこうとした経験が今も生きているかと思えます。「最初のデータが出るまではとにかく思いつくことは全部やれ」、と励まし続けてくださったたくさんの先輩方には感謝しきれません。私の場合、最初のデータらしいデータが出たのは博士課程2年の春でしたので、それまで辛抱強く支えてくださった橋本先生や加藤壮英助教にはこれからもずっと頭が上がりにません。先端大では充実したラボの設備、サポートに加えて大学技術職員の方々によって共通機器や施設が常に適切な状態に保たれ、また研究室間で色々と融通が効いたことも研究を滞りなく進める上で非常に助かりました。

これからもあのころの修行時代を忘れず、なんとか細胞でおこる現象から個体レベルの現象を理解する努力をし続けたいと思っています。



アレッチ氷河へのラボ遠足にて。  
ラボは先端大のラボにくらべて小規模ながらメンバーの国籍は11か国と国際色豊かな研究室。



今の実験室内にて



私の妻とペットの南瓜ちゃんです。  
休日によく南瓜ちゃんと遊びます。

何事にも挑戦する気持ちを持ち、  
失敗があってもよいので、諦めないでください

## 郭 思博

Guo Sibō

本州化学工業株式会社

総合研究所 開発研究グループ

Profile : 2016年度博士後期課程修了

(物質創成科学研究科 高分子創成科学研究室)

私は2012年にNAIST高分子創成科学研究室に入学しました。当初は博士後期課程に進むことを考えていませんでしたが、藤木道也教授の熱意と丁寧な御指導を受け、妻のアドバイスもあり、前期後期課程を一貫して研究できるαコースに変更しました。NAISTでは、らせん構造を持ったポリマー(重合体)を研究し、先生や先輩方と意見交換する中で、色々な良いアドバイスを頂き自分のアイデアを実現できました。また、在学中に国際学会や海外留学の機会を得て、他大学や外国の研究者、学生と接し、研究設備の使い方や研究のやり方、生活習慣など文化の違いに触れ、多くの経験をさせていただきました。

現在は本州化学工業株式会社 総合研究所の開発研究グループに所属しています。世界でも珍しいと思いますが、当社は100年の歴史のある化学会社です。和歌山で創業して以来、培ってきたフェノール誘導品の合成技術を活かし、様々な素材、ファインケミカル製品を開発しています。現在は樹脂モノマー(単量体)の研究がメインですが、NAISTで学んだ知識を活用することができます。おかげで入社二年目の私が、グループの方々の協力を得て、当社研究所内の新規技術賞を頂きました。企業研究は考えなければならないことが多いとはいえ、自分の頑張りや成長を実感できてうれしくなります。

NAISTで一番印象に残っていることは、オープンな学風と留学生が多くスーパーグローバル大学であるということです。先生や先輩との距離も近く、どんな些細なことでも相談しやすい環境です。特に藤木先生の「大学、企業のどちらでもコミュニケーションが大切です」という言葉を覚えています。研究室では先生方と学生が、英語や日本語で積極的にディスカッションしていました。海外留学や学会発表のチャンスもたくさんあります。毎年恒例の中間発表会は、国内外の先生が集まり、英語でプレゼンを行うのですが、他人に分かりやすく説明することが重要と感じました。

NAISTのみなさんには、自分の興味に沿って、好奇心と挑戦意識を持ち、後悔を残さないようにやりたいことは思い切ってやってほしいと思います。新規分野でも積極的にチャレンジして行きましょう。また社会人になると、学生時代と比較してどうしても自由な時間は減るため、有り余る時間を有効に活用して、実りのある学生生活を送っていただきたいと思っています。

最後に、最先端の研究力を持つNAISTの卒業生として、私は誇りを感じております。

## 「ワールド・ロボット・サミット (WRS)」において 「NAIST-RITS-Panasonic」チームが 「フューチャーコンビニエンスストアチャレンジ競技 接客タスク」1位を獲得



10月17日から21日に東京ビッグサイトで開催された「ワールド・ロボット・サミット(WRS)」において、本学と立命館大学、パナソニックによる「NAIST-RITS-Panasonic」チームが「フューチャーコンビニエンスストアチャレンジ競技 接客タスク」1位を獲得しました。

「ワールド・ロボット・サミット(WRS)」は、経済産業省と新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の共催によるもので、競技会では「ものづくり」「サービス」「インフラ・災害対応」「ジュニア」の4部門が実施されました。

本学の所属するチームはサービス部門の「フューチャーコンビニエンスストアチャレンジ」競技に参加しました。この競技はコンビニで日常行われている「陳列・廃棄」「接客」「トイレ清掃」業務をAI搭載ロボットに行わせ、その正確性などを競うものです。この競技の「接客」分野において「NAIST-RITS-Panasonic」チームが1位を獲得しました。

### 受賞についてのコメント

#### **Gustavo Garcia** (情報科学領域ロボティクス研究室助教)

Team NAIST-RITS-Panasonicを代表して、WRS2018でフューチャーコンビニエンスストアチャレンジの「接客」タスクで第1位を獲得したことを非常にうれしく思います。私たちは、WRSのNEDO会長賞とSICE (Japanese Society of Instrument and Control Engineers) 賞を受賞しました。このようなイベントを開催してくださった新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)と経済産業省(METI)に感謝したいと思います。また、一緒に参加してくださった立命館大学、パナソニック株式会社のCNS、Robotics Hubにも感謝したいと思います。最後に、常に指導して下さっている小笠原教授と高松准教授に深く感謝の意を表します。

2018.09



## NAIST留学生アンバサダー研修を実施

9月19日(水)、21日(金)と2回に分けてNAIST留学生アンバサダー研修を実施し、10名の留学生が参加しました。

NAIST留学生アンバサダープログラムは、修学、進路その他日常の学生生活上のアドバイスを必要としている本学外国人留学生に対し、NAIST留学生アンバサダーとして登録された本学留学生が、ボランティアで、自身の経験に基づいたピア・アドバイスを行うことを目的に、本学スーパーグローバル大学創成事業構想に基づき設置された留学生・外国人研究者支援センター(CISS)により企画・実施される制度です。

本プログラムが本学留学生のNAISTでの快適なキャンパス生活を送る上での支援になることが期待されます。



## 創立記念日記念講演会を開催

9月27日(木)に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、今年度は本学名誉教授であり、NPO法人五新線再生推進会議理事長としても活動されている新名惇彦氏に

よる「幻の五新線を核にした奈良五條の地方創生」と題した講演が行われ、奈良県五條市での地方創生に関する取組みについて紹介が行われました。

その後、名誉教授、名誉教授との懇親会が行われ、講演者も交えて、関係役員間で意見交換が行われました。

2018.10

## 平成30年度 秋学期入学式を挙行

10月2日(火)、平成30年度秋学期入学式を挙行しました。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、67名の新入生を本学に迎えました。



## 公開講座2018を開講

10月6日(土)、10月13日(土)、10月20日(土)、10月27日(土)に公開講座2018を開講しました。

今年度は、本学先端科学技術研究科の教員が、「IT・バイオ・ナノ技術の融合が拓く新・先端科学」をテーマに、最先端研究について分かりやすく解説し、4日間で延べ1,201名の参加がありました。

受講者からは「最先端の研究内容を知ることができ、夢のある将来楽しみな研究がたくさんあることがわかりました。」などの感想が寄せられ、今年度の公開講座も盛会のうちに終了しました。



## 留学生見学旅行を実施

10月21日(日)に、日本の文化や歴史に触れる事により、留学生の知見を広め、留学生同士の一層の交流を深める事を目的とした、京都への留学生見学旅行を実施しました。

好天にも恵まれ、参加した38名の留学生からは「京都や日本の歴史について学ぶことができた」「庭園風景や蒔絵作りを通じて日本の伝統文化を感じることができた」などの感想が寄せられ、大変有意義な旅行となりました。

2018.11



## 海外オフィスを拠点としたシンポジウムをタイ・バンコクで開催

11月3日(土)、NAISTタイオフィスを拠点としたシンポジウム「NAIST and Thai Universities for Research and Education Collaboration Symposium 2018」をタイ・カセサート大学で開催しました。本シンポジウムは、本学スーパーグローバル大学創成事業構想に基づき設置された本学海外オフィスが拠点となり、タイのチェラロンコン大学、マヒドン大学及びカセサート大学の学生・教員が一堂に集まり、同大学の学生が本学においてインターンシップ生として取り組んだ研究内容の発表を通じて、本学とタイの協定校だけでなく、タイの大学間の交流をも促進することを目的に開催したものです。

本シンポジウムの開催を通じて、本学タイオフィスが海外の教育研究連携拠点

として、本学とタイの大学との交流促進だけでなく、タイの大学同士の交流の懸け橋となるなど、さらなる教育研究連携ネットワーク構築への貢献が期待されます。



### オープンキャンパス2018を開催

11月11日(日)に、「オープンキャンパス2018」を開催しました。

24回目の開催となる今回は天候にも恵まれ、子どもから年配の方々までのべ10,000名以上が大学を訪れ、最先端の科学技術に触れ親しみました。

「体験プログラム」のほか、各領域でのパネル展示やデモ、実験の実演、学

生の課外活動団体によるイベントなどを実施しました。

参加者からは、「勉強になり、とても楽しかった」、「普段は入れない大学の中を見ることができてよかった」などの声が多数寄せられ、今回も大盛況のうちに幕を閉じました。



### 物質創成科学領域において、生駒市内の中学生を対象に特別授業を実施

11月15日(木)、16日(金)、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特別授業を実施しました。

参加した生徒たちは、「みんなの知らない分子と光の世界」と題した講義を受け、簡易分光器を覗き、ルミノール反

応の実験などを行いました。

生徒達にとっては大学院での授業や実験をとおり、最先端の研究に直接ふれることができ、理科学習への興味や探求心を引き出せる良い機会となりました。

「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に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
2018/8	高谷 智哉 様	—
	坂本 康平 様	—
2018/9	伊藤 実 様	—
	原 孝雄 様	10,000円
	その他公開を望まない方1名	1,000円
2018/10	その他公開を望まない方1名	—
	東 克洋 様	5,000円
	大東 理香 様	—
	小笠原 司 様	—
	中桐 正博 様	—
2018/11	株式会社ネットパーク21 様	10,000円
	廣田 俊 様	—
	その他公開を望まない方2名	13,000円
	その他公開を望まない方13名	—
2018/11	その他公開を望まない方2名	13,000円
	その他公開を望まない方3名	—

※ご芳名は五十音順。※ご芳名ごみの掲載は、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

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室  
TEL : 0743-72-6088 E-mail : naist-fund@ad.naist.jp

# OPEN CAMPUS

受験生  
のための  
オープン  
キャンパス

2019.02



日時 **2/23** 土  
10:00 - 16:00

実施内容

- 各領域における研究内容紹介
- 研究機器のデモンストレーション

- 入試説明会・相談会
- 研究室訪問
- 宿舍見学

情報科学領域

スプリングセミナー  
2019

日時 2/25 月 - 27 水

バイオサイエンス領域

2019  
春のバイオ塾

日時 2/21 木 - 22 金

物質創成科学領域

平成30年度  
公開研究業績報告会

日時 2/23 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」から無料シャトルバスを運行。
- 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.27 2019.1

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 広報渉外係  
〒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



無限の可能性、ここが最先端  
-Outgrow your limits-