

紅

京都大学広報誌
くれなゐもゆる

萌



京都大学
No. 746
Amelia
馬大島

京都大学
No. 745
Clausilia
monelasma
渡島

京都大学
No. 70
Laticus (Peru)
大隅 長島

京都大学
No. 717
A. Adams
No. 712
Lamarck
大隅 長島

京都大学
No. 726
Mitra (Patalia) pontificalis
Lamarck
No. 170
Rosta
Rosta
No. 712
Lamarck
大隅 長島

京都大学
No. 1837
Clausilia
monelasma
渡島

京都大学
No. 712
Lamarck
大隅 長島

京都大学
No. 17
Astraea (Guildfordia) Triumphans
Philippine
大隅 長島

京都大学
No. 2192
Lamarck
大隅 長島

京都大学
No. 170
Rosta
Rosta
No. 712
Lamarck
大隅 長島

京都大学
No. 712
Lamarck
大隅 長島

京都大学
No. 21
Licooncha ornata Dillwyn
大隅 長島

京都大学
No. 756
Lamarck
大隅 長島

京都大学
No. 756
Lamarck
大隅 長島

京都大学
No. 756
Lamarck
大隅 長島

京都大学
No. 76
Lamarck
大隅 長島

自身の手で描く 『自学自習』の教えのもとに コロナ禍後の未来

②

巻頭鼎談

『自学自習』の教えのもとに 自身の手で描く コロナ禍後の未来

松下佳代+諸富 徹+田中祐理子

⑦

追憶の京大逍遙

モラトリアムの時間、
闇鍋のごとし地下空間
福原伸治

⑧

授業に潜入！ おもしろ学問
私たちをとり巻く目に見えない
原子・分子たちの化学反応
中村敏浩

⑫

恩師を語る

日本の発生物学を愛し、育てた名物教授
岡田節人
ケチはアカン。
余裕のあるところにしか
新しいサイエンスは生まれへん
高橋淑子

⑮

京都大学をささえる人びと
難題であるほど燃えてくる。
 μg 単位で分析値を求める日々
坂田文恵

⑮

萌芽のきらめき・結実のとき
脳の動きを追跡し複雑で
多面的な人間の本性を描き出す
阿部修士

生命科学の最先端から
進歩の先にある社会を描く
澤井 努

⑳

輝け！ 京大スピリット
体育会居合道部/永田理奈/
山仕事サークル すぎよしたろう

㉒

まなび遊山
京都大学の景観を作り出す樹木
本部・吉田南構内編

㉓

京都大学基金事務局より
京都大学同窓会日より

㉔

触発ギャラリー

表紙の解説●

モノ語る京大の歴史

平瀬貝類コレクション(総合博物館蔵)
明治・大正時代の商人で貝類研究の創始者、
平瀬興一郎が日本各地から収集した貝類の
標本。岡崎公園前にあった平瀬貝類博物館の
展示品も含め、京都大学の理学部動物学教室、
地質学鉱物学教室を経て、総合博物館に
約9,000点が保存されている。
この入手には、貝類博物館に勤務し、その後
京都帝国大学理学部助手に就職した黒田徳
米が関与していると推定されている。貝類が
保管されている箱には、それぞれ手書きで学
名と和名、産地の記載が残る。おそらく黒田
が作成したものと考えられる。

湊 長博プロボスト 理事・副学長が第27代総長に就任

2020年10月1日(木)、山極壽一前総長の任期満了に伴い、湊長博プロボスト 理事・副学長が本学第27代総長に就任しました。

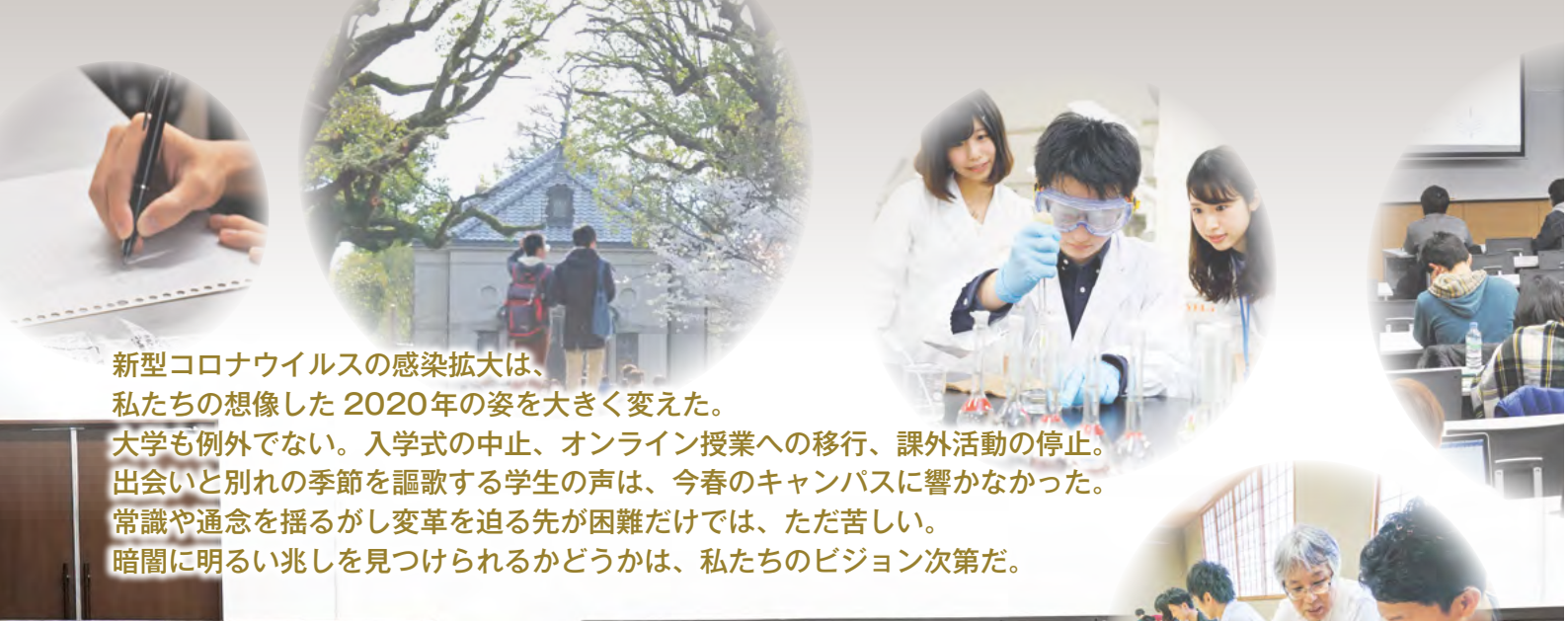
総長就任式は、10月2日(金)に本部棟大会議室で行いました。就任式では、湊総長が教職員に対して就任挨拶を述べました。続いて稲垣恭子、北村隆行、時任宣博、平井明成、平島崇男、村上 章、村中孝史および非常勤の学外理事として久能祐子の8名の理事が紹介され、それぞれ就任の挨拶を述べました。就任式の模様は、オンラインにて全学にも配信しました。



就任式で挨拶を述べる湊総長



集合写真(久能理事はオンラインで就任式に参加)



新型コロナウイルスの感染拡大は、
 私たちの想像した 2020年の姿を大きく変えた。
 大学も例外でない。入学式の中止、オンライン授業への移行、課外活動の停止。
 出会いと別れの季節を謳歌する学生の声は、今春のキャンパスに響かなかった。
 常識や通念を揺るがし変革を迫る先が困難だけでは、ただ苦しい。
 暗闇に明るい兆しを見つけられるかどうかは、私たちのビジョン次第だ。



諸富 徹

経済学研究科 /
 地球環境学堂 教授



松下佳代

高等教育研究開発
 推進センター 教授



田中祐理子

白眉センター
 特定准教授

田中 ●二〇二〇年の年明けから新型コロナウイルスの感染が世界規模で拡大し、春になだれ込むように京都大学でも対応を迫られました。「待ったなし」で授業の実施方法を検討せねばなりませんでした。

松下 ●京都大学は三月下旬に、「教えること、学ぶことをとめない」という方針のもと、オンラインで教育と学習を続けること決めました。システムの整備や構築は情報環境機構が、教育方法などのソフト面は私の所属する高等教育研究開発推進センターが担当して、学内のサポートを進めてきました。

オンライン授業には大きく二つの方法があって、一つはズーム (Zoom) などのウェブ会議システムを使い、教員と学生をリアルタイムで繋ぐ同時双方向型です。もう一つは、資料や講義の動画ファイルをウェブ上にアップロードしておき、学生は好きな時間にアクセスして学習するオンデマンド型です。

諸富 ●当初は、通信負荷の小さなオンデマンド型が推奨されていましたね。ただ、学生が一時間半も集中して動画を見られるかは疑問で、なんとか双方向型の授業ができるのかという思いでした。

松下 ●同時双方向型の授業は通信負荷が大きくて、スマートフォンしか使えない学生は授業を受けられない懸念がありました。それでも同時双方向型を求める声は大きく、最終的にはWi-Fiルーターを貸し出すことで、五月七日の開講時には同時双方向型の授業体制がなんとか整いました。

画面越しコミュニケーションの善し悪し

諸富●私の担当する「財政学」の受講者は三〇〇人で、普段から双方向型の授業は心掛けています。それなのに、挙手で質問やコメントを促しても、「シーン」。(笑)ところが、チャット機能を使うと、活発な学生の発言に驚きました。

田中●学年や学部によって、オンライン授業への反応は違いましたね。

松下●理系学部では、難しい箇所を繰り返して視聴できるオンデマンド型が好評でした。

田中●私が文学部で受け持つ文献講読の授業は、オンライン授業といってもメールでの資料やレポートのやり取りが多かった。大学での学び方を知っている上回生は、授業や課題の狙いを掴むのも早い。考える時間がたくさんあるからか、文章でたっぷりと考えを述べてくれる学生もいるのですよ。

一方で、一回生は対応に苦労しているようでした。講義の一部だけでもズームで授業をすると、みんなの顔を見ただけでホッとしている学生もいましたね。

松下●一回生からは、「早く対面にしてほしい」という声をたくさん聞きます。人間関係が築けず、孤独感を覚える学生もいるようです。

諸富●「人間関係を深める時間がない」、そういう悩みは私のゼミでもありました。学生たちはズームを使いこなせませんが、班ごとに小部屋に分かれて議論したり、資料を共有したり、学習上はむしろ効率よく



もろとみ・とおる

1968年、大阪府に生まれる。京都大学大学院経済学研究科博士課程修了。横浜国立大学経済学部助教授、京都大学大学院経済学研究科准教授などを経て、2009年から教授。2017年から同大学院地球環境学堂教授を兼任。専門は財政学と環境経済学。

全圏ではいられませんが、「悲しい」という気持ちで足を止めず、状況を受け止めた上でどんな歴史を体験しているのか、そういう若者の声を積極的に聞きたい。

諸富●コロナ禍がなければ、決められたスケジュールに沿って、入学式、新歓、授業選択と進んでいたでしょう。でも、それが主体的に選んだ道かという……。慌ただしくサークルや授業を選択し、気が付けば教室の椅子に座っていた、ということかもしれない。(笑)一旦立ち止まって、大学生活を主体的に引き寄せるチャンスでもある。

く進みます。といっても、ゼミが終わって退室ボタンを押せば、それでおしまいです。松下●いつもなら、「今日のゼミはどうだった？」などの会話が授業が終わってから生まれますからね。教育学部では、オンライン授業後は教員だけが退室し、学生は残って話せる時間を作っていました。

田中●授業後そのまま教室に残ってみんなで昼食を食べるような時間と場所を、オンライン上にも用意するのですね。

田中●私はサークルに入らず、ひたすら本を読んでいる学生でした。思い描いていた大学生活が送れずがっかりする学生には、「世の中には、部屋に閉じこもって本を読んでいただけで大学生活を満喫したと思っている人もいるから大丈夫」とつい伝えたくなくなってしまう。(笑)

松下●一回生は高校の卒業式も、大学の入学式もなかった。華やかな春のひと時を楽しめず、気の毒に思うことはあります。一方で、新型コロナウイルス感染症の脅威に、世界の人たちが直面しました。歴史が刻一刻と変わるこの状況を、多感で、考える時間のある大学生として過ごすのは、ある意味で貴重。なんとかプラスに捉えてほしいと願います。

田中●病気や災害の歴史を研究してきた立場からも同感です。これだけ世界的に物事が動いていますから、大学だけが安

い悔しさはあるでしょうね。そんな私でも図書館には行きたかっただろうし、それぞれに思い通りにならない悔しさはあるでしょうね。

諸富●実は、私も入学式や新歓を経験していない。(笑)入学前に網膜剥離で入院してしまい、退院は五月でした。この状況に置かれた学生の気持ちはよく分かります。だけど、入院していた一か月は時間もありました。嫌でも大学のことを考えますから、四年間で何をしようかと随

コロナ禍という「フィールド」で、オンライン授業実践の「フィールドワーク」を



田中孝平さん
大学院教育学研究科
修士課程2回生

コロナ禍など想像もしなかった昨年度から、キャンパスを持たないミネソタ大学(アメリカ)のキャリア

キニラムを授業で分析しています。分析で浮かび上がった疑問点は、ズームを使い、ミネソタ大学の教員にインタビューしました。オンライン授業への切り替えが決まった四月、「オンライン授業やズーム操作の経験を生かし、積極的に役割を果たそう」と、授業の進行をサポートするTA(ティーチング・アシスタント)に立候補。これまでの知識を土台に実践が加わり、関心はより高まりました。

正直言うと、オンライン授業にはこれまで半信半疑でしたが、授業後に録画を見返したり、学習支援システムPan d A(京都大学のラーニングマネジメントシステム)を使って授業後にディスカッションを継続したり、工夫すれば学習効率があがることを実感しました。この便利さと魅力を知ると、「オンライン授業の意義」のみならず、「対面授業の意義」も問われるかもしれません。コロナ禍での変化や経験を、今後の学びにどう取り入れるのか、教育学に携わる私たちの力量も試されています。

オンラインでしかやり取りのなかった方々と先日ようやく対面しました。「こんな体格だったの?!」想像していた雰囲気と違う!という会話があちこちで。(笑)他愛もない会話や小さな気付きのあるやり取りは新鮮でした。



まつした・かよ

1960年、福岡県に生まれる。京都大学大学院教育学研究科博士後期課程学修認定退学。京都大学教育学部助手、群馬大学教育学部助教授、京都大学高等教育教授システム開発センター助教授などを経て、2004年から現職。研究テーマは学習と能力の理論に基づくカリキュラム・授業・評価の研究。

分考えました。

田中 ●オンライン会議が普及して、学術会議だけでなく、世界の学生たちも小規模な会合でもオンライン参加を歓迎するようになった。世界各地の若者たちと、同じ出来事や状況をこれだけ強く共有するような機会はありません。たくさんのドアが開かれている絶好の機会ですから、勇気を出してどんどん対話してほしいですね。対話の芽が生まれていることは明るい展望です。この時とばかり、学生たちの背中を押してあげたい。(笑)

自学自習 // 放任は過去の話？

田中 ●京都大学には、「対話を根幹とする自学自習」、「自由の学風」という伝統があります。

松下 ●学外の方も、「京都大学といえば、自由の学風」とご存じです。他大学に行く機会も多いのですが、これほど理念を共有している大学は本当に稀ですね。

田中 ●私の学生時代は京都大学ではなかったのですが、「私たちは、あなた方に何も教えません」という式辞が入学式に読まれたという逸話を耳にします。(笑)

京都大学に着任して、「おもしろい場所だな」と思いながら過ごす中で、納得した考え方は、学生が自ら学問を創る「自学自習」。それには、教員は対話の姿勢と扉をいつでも開いてお

かねばなりません。では、対面での対話

が難しい状況で、理念をどう伝え、実践するのかが、**諸富** ●かつての経済学部は、「自学自習」

「放任」という雰囲気。近年は変化していますが、単位も取りやすく、学生たちには「パラ経(パラダイス経済学部)」と呼ばれていたようです。(笑)

私は「自学自習」を「放任」ではなく、学生が自主的に研究テーマを選び、追究する権利だと解釈しています。教員はそのサポートはすれども、テーマを押し付けたり、分け与えたりはしません。

自分で決めたテーマですから前例はなく、道を切り拓くのは厳しい。若手時代は成果が出ずにもがく人も多いのですが、

人の後半になって論文がまとまりだすと、あとは上り調子。私も、こうしたケースをいくつも見てきました。



たなか・ゆりこ

1973年、埼玉県に生まれる。東京大学大学院総合文化研究科博士課程単位取得退学。京都大学人文科学研究所助教などを経て、2018年から現職。専門分野は哲学、近代医学思想史。

京都大学に在任して、「おもしろい場所だな」と思いながら過ごす中で、納得した考え方は、学生が自ら学問を創る「自学自習」。それには、教員は対話の姿勢と扉をいつでも開いてお

かかねばなりません。では、対面での対話

が難しい状況で、理念をどう伝え、実践するのかが、**諸富** ●京都大学の教員は、学生が「これ

だ」とテーマを選ぶまで、じっと待つのです。京都大学は、私は大学院からですが、教授陣を観察しながら学んだのは、その姿勢。自分で選び、自分で展開する「自学自習」の力を身に付ける、これが学部時代の学びの基本かもしれません。

松下 ●教員も理念の上に胡坐をかいてはいけませんね。放任でどんどん伸びる学生もいますが、躓く学生もいます。近年は、学会発表や海外でのフィールドワークまで高校時代に経験している学生もいます。そういう学生とそうではなく昔ながらの受験勉強のみで入ってきた学生とではスタート地点で差がある。レポートの書き方や論文の読み方など、入試の数には表れない部分です。京都大学の環境を存分に生かして学べるよう、手を差し伸べることも忘れたくありません。

コロナ禍が可視化した社会の課題

松下 ●前期は週に一度大学に来るかどうかでしたし、会議はオンライン開催が増



後藤 荘子 さん
経済学部2回生

これほど明確に暮らしが変わるとは思いもせませんでした。私の大きな変化は、片道二時間の通学がなくなったことです。オンデマンド型の授業も多いので、時間に縛られることも減りました。週の前半にまとめて受講し、後半は読書や趣味に充てるなど、自分のペースで組み立てました。自宅では集中しづらいという人もいますが、私の場合は授業への意欲も効率も格段にアップしました。それだけ通学時間の制約は大きかったのかも知れません。(笑)

浮いた4時間の通学時間。
自分に合った時間の使い方で、スキルアップに挑む

えました。対面でこそ生まれるメリットもありますが、出張の必要な会議には移動時間も手間もかかります。デヴィッド・グレーバーさんの「ブルシット・ジョブ (Bullshit Jobs)」「(ぶつどもよい仕事)」という言葉が話題になりましたが、会議がオンライン開催になってブルシット・ジョブ的な仕事が減り、自分の仕事や暮らしの譲れないものは何か、見えるようになった気がします。

諸富 ●「十何年もかけて進むはずの時計の針が一気に動いた」、そういう瞬間を観察しているんだという気持ちでした。私にもテレワークの体験は大きかった。

松下 ●一方で、医療・福祉関係者や物流、小売業などのエッセンシャル・ワーカーたちは、この状況下でも仕事を続けていた。私の研究領域にも関わるのですが、現在の学校教育の目標は、子どもたちがAIに代替されない職業に就ける能力を伸ばすことに傾いています。世界的な動きです。でも、暮らしを支える職業には、AIには代替不可能で、しかも待遇のよくない仕事がたくさんあります。これを担う人も必要であるにも拘わらず、学校教育はこれまで目を向けてこなかった。



鼎談はズームを使い、オンラインで実施した

海外では、エッセンシャル・ワーカーへの敬意や感謝を表す取り組みがありましたが、日本では感染した医療従事者や保育士の子どもたちが、いじめや差別にあうという報道もありました。私たちの暮らしはこうした人たちに支えられているという想像力の欠如が浮き彫りになり、教育上の大きな課題を突き付けました。

田中 ●つい先日、イギリスの大学進学の間接試験に関するニュースが話題になりましたね。コロナ禍で中止となった共通試験「Aレベル」の代わりに、各生徒の学習成績から試験の点数をAIが自動算出したのです。でも、このAIのアルゴリズムには生徒個人の成績に加えて、通っている学校自体の過去の評価が色濃く反映されていたと分かった。もちろん、歴史的に公教育の整備が乏しかった貧しい地域の学校に通う生徒や保護者から、強い反発の声が上がったというわけです。

コロナ禍をきっかけに変わったと言っても、実は社会の既存の価値観はそのままで、別のかたちに変化しただけのこともあるですね。コロナ禍を機に未来や生き方が変わるといっても、変わるべきことが変わらないままではいけない。

諸富 ●目の前で社会が大きく変化することを感じることは、これまであまりなかったのです。経済学には、「密度の経済」と「集積の利益」という用語があって、企業も人も、メリットがあるから東京や大阪などの大都市に集まる流れがあった。ところが、「密度」も「集積」もだめだとされてしまった。現実には、二〇二〇年の東京の四月から六月の人口が減っている。こ

れまでにない新しい局面です。都内の賃料も下落し、企業はオフィスを減らすとか地方に移す動きも一部に始まっています。遠く離れた場所でのびのびと暮らしながら、遠隔で働くことも可能だと証明されたからです。これまで現実的でなかった選択肢を選べるようになった。これは、収束した後にも影響が残るそうです。

田中 ●これまでの歴史上の感染症がもたらした変化というと、奥底で起きた変化が段々と社会構造に影響し、気が付くと全体が変わっているというものでした。振り返って認識する変化が多かったように思います。ところが、コロナ禍のもとでは、病気のもの以上に、病気の影響を受けた経済活動の変化が人の生死や暮らしを全面的に揺るがす、そういう特殊な例ではないかと感じています。

これまでの延長線上ではない社会を創る

松下 ●広井良典さん（このころの未来研究センター教授）が「地方分散型社会」の提言をされていますね。シミュレーションの結果、二〇二八年頃までに、現在の都市集中型から地方分散型に切り替わらなければ、日本を人々が幸福で健康でいられる持続可能な社会にしていくのは難しいだろうと。共感はしつつ、現実にはその動きを作るのは大変だろうと思っていたら、はからずも地方への移転が始まった。

田中 ●「変えられない」は思い込みで、変えられることはいくつもあるですね。これからは、想像外の姿で革新的な社会の担い手

になるのかもしれない。どういう社会になれば良いのか、社会を構想する力がこれまで以上に必要な時代が始まる気がします。

松下 ●地方分散型が進むとすれば、大学には従来のグローバル化から、地方を産業・文化面から支える拠点としての役割も求められます。海外留学は難しい時期ですが、海外の著名な研究者の授業をオンラインで受けられる取り組みは増えてくるでしょう。これまでの延長線上にはない大学のあり方の未来が描けそうです。

諸富 ●コロナ禍がなければ、東京に人や企業がどんどん集まる社会が一層進展していたかもしれません。東京から一定の距離のある京都大学には、東京の空気に影響されない独自の学問を発展させられるメリットもあれば、それが距離的なデメリットになる部分もありました。そういう中で、デジタル化によって距離の壁がなくなれば、学問の発展に益々注力できます。新しい社会で世界と繋がりがあって、京都大学に追い風となる時代がやってくるのではないのでしょうか。

田中 ●学生が安心して学べる環境を守りたい、もっと整備したいと、心を新たにしました。ありがとうございました。

開催日 二〇二〇年九月十四日(月)
場所 法経済学部本館 第四教室

モラトリアムの時間、 闇鍋のごとし地下空間

福原伸治

(BuzzFeed Japan 動画統括部長)



ふくはら・しんじ

1963年、大阪市に生まれる。京都大学経済学部を卒業。1988年に株式会社フジテレビジョンに入社。前衛的でエッジの効いた番組を多数演出。とくにCGを大胆に使った日本初のヴァーチャルスタジオ番組「インジュタイン」(1990年)や子ども番組「ウゴウゴルーガ」(1992年)はその代表作。早稲田大学からテレビなど、活動は幅広く尽力する。2018年3月末までフジテレビを退社し現職。

当時、なぜか大学の講義に出るのはカッコ悪いみたいな風潮があった。教養課程を終え、専門に進んでからは講義には出なくなつた。その代わりに学部の建物の地下に入り浸るようになった。

サブカルの闇鍋 「カフェ・ガラパゴス」

ある日、壁に貼ってあるピラに浅田彰氏の自主ゼミのお知らせが。当時、『構造と力』を発表したばかりで「ニュー・アカデミズム」の旗手として注目されていた。以前から氏の文章の切れ味に感銘を受けていたので覗いてみようかと。法経済学部本館の地下にそれがあった。「カフェ・ガラパゴス」という名前。中に入るとコンクリートに覆われた階段下の倉庫といった感じ。壁には「ゲバ字」の立て看板やゴダールのポスター、ずっとジャズが流れていて、なんだか政治やらサブカルの闇鍋みたい。そこは経済学部同好会の本拠地であった。

奥から、起きたばかりの髪が腰まであるおじさんが出てきた。「たちちゃん」と呼ばれるその人はここにずっと住んでいるらしい。熊野寮にも部屋があるようだけれど、ほぼここにいらららしい。ガラパゴスの主のよう。そのたけちゃんと話して、ここに入る許しをもらったように憶えている。

地下にうごめく烏合の衆

大学に来て講義も出ずにここに入り浸っていた。そこには次々にいろいろな人がやってきた。院生や助手の方々だけでなく、音楽家崩れの人、学生運動崩れ、たぶんなにかから逃れている人、そこに住んでいる人。人まで闇鍋みたい。ただそこに集まっているいろいろな話を聞いていた。哲学や最新経済学



上/1980年に開催された第22回11月祭のポスター
左/1984年の吉田南構内の雑踏



から映画や音楽、文学などいわばサロンのな場。

なにより面白かったのが、浅田彰氏の話や音楽、文学などいわばスターダムをのし上がりつつあった浅田氏が東京から持ち帰る最新の文化状況や、膨大な知識から発せられるあらゆるジャンルの話に

とてもワクワクしてまるで超高速で映画を見ているようだった。11月祭の時期になると、浅田氏の知名度を生かして東京から学者、音楽家、芸術家などの著名人を招き、多くの動員を回したり、地下でディスコをオールナイトで開催してそこそこ荒稼ぎ。ガラパゴスはそのまま永遠にいたいと思わせような場であった。

講義だけじゃもったいない

大学で得られる学びのひとつは「人」だと思っている。もちろん講義や本もそうだが、いろいろな考えや背景や属性をもった人が議論やバカ話をする中で世界を拡張していく。生産的とかそういうことを考えずに話し合える時期は、本当は人生において限られる。それが大学時代なのだろう。

京都大学は特にそういう「人」たちの集まりでもある。「自由の学風」だからなのか、そういうことだから「自由の学風」なのか、おそらくは双方だろう。学生時代のそうした資産がいまでも基礎になっている人は多いと信じている。

講義に出るのがカッコ悪いんじゃない、講義にしか出ないのがカッコ悪いんだ。とはいえ、講義ももつと出ていればよかったかもと今になって思う。



私たちをとり巻く目に見えない 原子・分子たちの化学反応

「化学の魅力は、様々な事項や式が矛盾なく美しく噛み合っていて、論理構造にあり」。中村敏浩教授がそう語るように、私たちの目に映る複雑な化学現象も、原子・分子レベルで捉えてシンプルで整然とした理論にまで一般化すれば、こうした化学現象を理解する上で重要な点を抽出できる。酸性雨や海水の酸性化など、地球規模の現象を引き起こすのには見えない小さな原子や分子の仕業。原子・分子の視点で周囲のあらゆる化学現象を見つめることは、環境問題やエネルギー問題など、私たちが直面する課題を解決する一歩となりうるに違いない。理系の学生のみならず、文系の学生にこそ、そのようなモノの見方と考え方に触れてほしい。

今日の授業で取り上げるのは、酸と塩基の間で起こる反応、酸塩基反応です。酸や塩基とはなんのでしょうか。文系のみならず、理系の授業では、「酸性・アルカリ性」という言葉には、馴染みがあるでしょう。高校で「化学」を履修した人にとっては復習となりますが、この表には酸と塩基と

に分類できる代表的な化合物を挙げました。①酸とされるのは塩酸、硝酸、硫酸など。塩基とされるのは水酸化ナトリウム、アンモニアなどです。では、どういう性質があれば酸、あるいは塩基と言えるのか。実は、定義は一つではありません。代表的な三つの定義を紹介しましょう。②

酸と塩基とを分類する 三つの視点

「アレニウスの定義」は、化合物を水に溶かしたときに水素イオン(H⁺)が生じれば酸、水酸化物イオン(OH⁻)が生じれば塩基とします。アレニウスの定義では、塩基性はアルカリ性に対応しています。「ブレンステッド・ローリーの定義」では、酸とはH⁺を与える物質とされています。そもそもイオンとは、中性の原子や分子が電子を失ったり得たりして、電荷を帯びている状態のことです。水素原子は、原子核の周りに電子を一つ持ちますが、この電子を取り除いたのがH⁺、水素イオンなの

① 酸とは? 塩基とは?

酸

強酸	塩酸	HCl
	硝酸	HNO ₃
	硫酸	H ₂ SO ₄
弱酸	酢酸	CH ₃ COOH
	炭酸	H ₂ CO ₃
	リン酸	H ₃ PO ₄

塩基

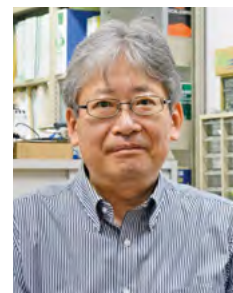
強塩基	水酸化ナトリウム	NaOH
	水酸化カリウム	KOH
弱塩基	アンモニア	NH ₃

② 酸と塩基の定義

アレニウスの定義	酸	水溶液中で水素イオン(H ⁺)を与える物質
	塩基	水溶液中で水酸化物イオン(OH ⁻)を与える物質
ブレンステッド・ローリーの定義	酸	水素イオン(H ⁺)を与える物質(プロトン供与体)
	塩基	水素イオン(H ⁺)を受け入れる物質(プロトン受容体)
ルイスの定義	酸	電子対を受け入れる物質(電子対受容体)
	塩基	電子対を与える物質(電子対供与体)

です。③原子核は陽子と中性子から構成されますが、水素の原子核は陽子一つです。この陽子はプロトンと呼ばれます。言い換えれば「H⁺を与える物質」とは、「プロトンを供与する物質」です。酸は「プロトン供与体」、それに対し、塩基は「H⁺を受け入れる物質」、「プロトン受容体」と定義します。「ルイスの定義」は、酸と塩基の概念をさらに拡張したもので、これまでの二つとはニュアンスが違います。酸は電子のペアである電子対を受け入れる「電子対受容体」、塩基は電子対を与える「電子対供与体」と定義されます。ルイスの定義を用いる場合は特別に、「ルイス酸」や「ルイス塩基」と呼ぶことが多いです。

なかむら・としひろ
1969年、京都府に生まれる。1996年、京都大学大学院理学研究科博士後期課程修了。同大学院工学研究科講師、大阪電気通信大学大学院工学研究科教授などを経て、2019年から現職。専門は薄膜プロセス、電子材料・デバイス、プラズマ化学、分子分光学。「新規電子材料薄膜の作製とデバイス応用」や「プラズマを利用した化学反応による新奇物質合成・変換技術の開発と農業・医療応用」に取り組んでいる。



中村敏浩 教授
国際高等教育院 / 人間・環境学研究所

H⁺の移動で見極める酸と塩基

ブレンステッド・ローリーの定義に従えば、今日のテーマである酸塩基反応とは、プロトンすなわちH⁺を授受する反応であると言えます。

まず、定義に基づいて、酸と塩基の具体例を紹介しましょう。

化学式Aは、CH₃COOH(酢酸)をH₂O(水)に溶かしたときの反応です。CH₃COOHは水分子にH⁺を与えてCH₃COO⁻(酢酸イオン)に、水は酢酸からH⁺を受け取り、H₃O⁺となります。H⁺を供与するCH₃COOHは酸、受容するH₂Oは塩基です。

化学式の左から右への反応を正反応として、次は右から左への逆反応の場合を見てみましょう。

H₃O⁺はCH₃COO⁻にH⁺を与えてH₂Oに、CH₃COO⁻はH₃O⁺からH⁺を受け取り、CH₃COOHになります。逆反応でも、酸・塩基の関係が成り立ちます。H⁺を与えるH₃O⁺は酸、CH₃COO⁻は塩基です。このように酸と塩基は対の形で現れ、H₃O⁺をH₂Oの共役酸、CH₃COO⁻をCH₃COOHの共役塩基と呼びます。

ブレンステッド・ローリーの定義に従うと、同じ物質でも、酸か塩基かは状況によって異なります。例えば、NH₃(アンモニア)を水に

溶かしたときの反応の化学式Bでは、NH₃は水分子からH⁺を受け取りNH₄⁺に、水はNH₃にH⁺を与えてOH⁻になります。アンモニアは塩基、水は酸ですね。同じ水なのに、酢酸との反応では塩基、アンモニアとの反応では酸となります。

《強い》酸・塩基と《弱い》酸・塩基

酸と塩基、それぞれの性質を酸性・塩基性と呼びます。これを示す尺度がpHです。

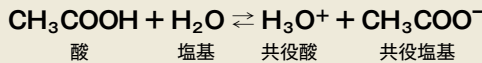
pHは、 $pH = -\log_{10}[H^+]$ の式で定義されています。[H⁺]はH⁺の濃度(単位はmol/L)を表します。[H⁺]が 1×10^{-7} mol/Lのとき、pH=7で中性となります。[H⁺]が 1×10^{-7} mol/Lよりも大きければpHは7より小さくなるので酸性です。逆に、[H⁺]が 1×10^{-7} mol/Lよりも小さければpHは7より大きくなり、塩基性だといえます。

何も溶けていない純水はpH=7で中性です。レモンジュースやトマトジュースなど、酸味を感じるものは酸性に偏ります。虫刺されに使われるアンモニア水は典型的な塩基性の物質です。

同じ酸性を示す物質でも強酸と弱酸、塩基性を示す物質は強塩基と弱塩基とに分類して考えることがあります。この「強い・弱い」とは、何が決めると思えますか。例えば、HCl(塩酸)を100個、

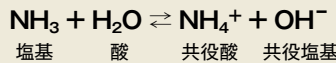
4 ブレンステッド・ローリーの酸と塩基

化学式A



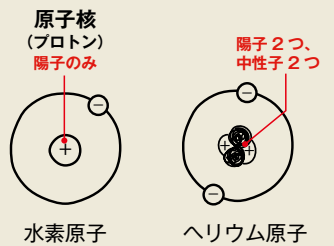
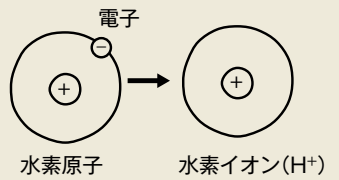
酸 塩基 共役酸 共役塩基

化学式B



塩基 酸 共役酸 共役塩基

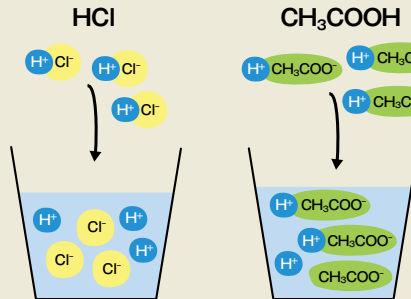
3 原子の仕組み



5 強酸と弱酸の違い

強酸であるHClは水溶液に溶かすとほぼすべてが電離する。一方、弱酸の酢酸はごく一部だけが電離。強塩基・弱塩基も同様の反応を示す

新型コロナウイルスの感染拡大防止のため、前期の授業はオンラインで実施



水に溶かすと、H⁺100個とCl⁻100個とに分かれます。5 このように、ほぼすべてがイオンに電離する物質を強酸、あるいは強塩基といいます。NaOH(水酸化ナトリウム)を水に溶かすと、Na⁺(ナトリウム)とOH⁻とにほぼすべて電離します。一方、NaOHは強塩基です。一方、水に溶かしたとき、ごく一部だけが電離し、ほとんどが元の物質のまま残るものは弱酸、あるいは弱塩基と呼ばれます。酢酸を水に溶かすと、ごく一部はH⁺とCH₃COO⁻に分かれますが、ほとんどが酢酸分子のまま存在します。アンモニアも、水に溶かすとほとんどはアンモニア分子のままです。ごく一部がNH₄⁺とOH⁻に分かれます。ここまでは、酸や塩基にまつわる基礎知識です。では、酸と塩基の関わる化学現象は、私たちの暮らしにどう影響するのでしょうか。

CO₂が増えると海中のサンゴが消える

6 は、酸性・中性・塩基性を示すpHのスケールです。雨水は元々や酸性寄りです。「酸性雨」となること、さらに酸性に偏ります。酸性の水とはどのような状態なのかという、魚が息する湖沼でpHが6を下回ると、多くの魚が死滅します。pHが5にまで酸性化が進む

と、ほとんどの水生生物が消え、pHが4に至ると、もはや生きものも存在しない死んだ湖になるのです。

海水も酸性化が進んでいます。工場や火力発電所の稼働などでCO₂ガスが放出され、海水にも溶け込み、H₂CO₃（炭酸）が生じます。H₂CO₃は弱酸で、ごく一部はH⁺とHCO₃⁻（炭酸水素イオン）とに分かれます。H⁺は海水中のCO₃²⁻（炭酸イオン）と反応し、HCO₃⁻を生成します。CO₂が水に溶けたが故に、CO₃²⁻が減ってしまふのです。

重大なのはここから。CO₃²⁻濃度の減った海の中では何が起るのか。サンゴなどの体は水に溶けにくいCaCO₃（炭酸カルシウム）でできているのですが、足りないCO₃²⁻を補うためにCaCO₃がCa²⁺（カルシウムイオン）とCO₃²⁻とに分かれて溶け出し始めるのです。そうなると当然、サンゴの成長は妨げられます。意外に思うかもしれませんが、海中のCO₂の増加は、海の中のサンゴの減少にも繋がっているのです。

世界中で深刻な酸性雨の原因

酸性雨は世界各地で深刻な問題です。アメリカでは、一九四四年に建てられたニューヨークのジョージ・ワシントンの大理石像が酸性雨によって損傷しました。炭酸カ

ルシウムが雨水に含まれるH⁺と反応したのです。世界各地で遺跡の損傷が見られますし、川や海の酸性化、人体への影響など、酸性雨の影響は計りしれません。

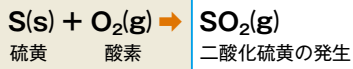
では、酸性雨を引き起こす原因とはなんでしょう。原因となる物質は大きく二つ。一つは硫黄酸化物(SO_x)。xは酸素の化合している数を表していて、硫黄酸化物の中でも二酸化硫黄(SO₂)、三酸化硫黄(SO₃)が主な原因物質です。もう一つは窒素酸化物(NO_x)。一酸化窒素(NO)、あるいは二酸化窒素(NO₂)などです。

その硫黄酸化物のSO₃（三酸化硫黄）を例に考えましょう。⑦気体のSO₃が液体のH₂Oと反応すると、H₂SO₄（硫酸）の水溶液になります。H₂SO₄は強酸で、ほぼすべてがH⁺とSO₄²⁻（硫酸イオン）に電離します。H⁺がたくさん生じ、及ぼす影響も大きい。窒素酸化物の場合も、メカニズムはこれと同じです。

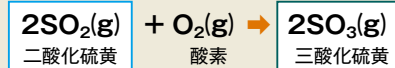
次に、なぜ硫黄酸化物と窒素酸化物とが大気中に放出されるのかという原因に目を向けます。⑧硫黄酸化物の主な原因は石炭の燃焼です。炭素を多く含む石炭ですが、硫黄分を少し含みます。石炭が燃焼すれば、硫黄と酸素が反応し、SO₂が生じます。アメリカの二〇一一年のデータでは、SO₂の排出源の八七パーセントが石炭などの燃料

⑧ 硫黄酸化物の生成

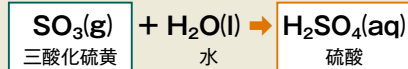
石炭……C₁₃₅H₉₆O₉NS
硫黄



空気中で酸素と反応

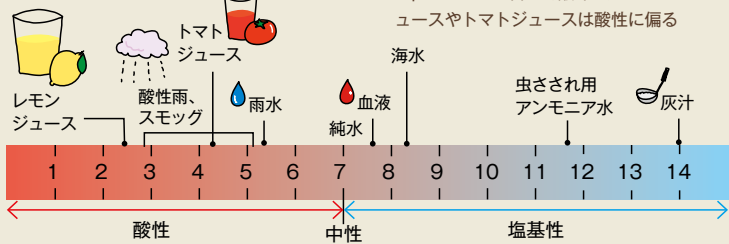


水に溶け、酸性の水溶液になる



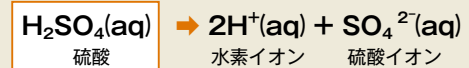
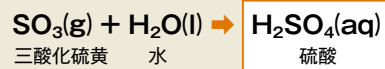
⑥ 酸性・塩基性の尺度

何も溶けていない純粋な水はもちろん中性のpH=7。口に含んで酸味を感じるレモンジュースやトマトジュースは酸性に偏る



⑦ 酸性雨の原因物質

硫黄酸化物……SO_x (x=2,3)



(g)	gas : 気体
(l)	liquid : 液体
(aq)	aqueous solution : 水溶液
(s)	solid : 固体

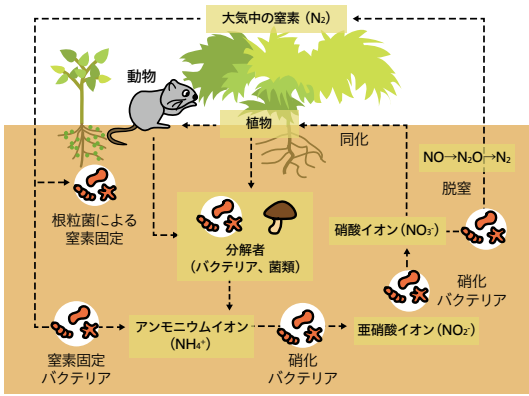
の燃焼だと考えられています。一方、窒素酸化物はガソリンの燃焼の影響が大きいと考えられています。基本的には、ガソリンに窒素酸化物は含まれていませんが、ガソリンの燃焼で周囲が高温になると、空気中に存在する窒素が酸素と反応し、窒素酸化物が生じるのです。アメリカでは、窒素酸化物の排出源のほぼ半分は、輸送によるガソリンの燃焼です。

植物の成長に不可欠な〈患者〉化合物

一酸化窒素(NO)、二酸化窒素(NO₂)のような反応性の高い窒素化合物を「活性窒素種」と呼びます。窒素ガス(N₂)の状態では反応性が乏しくても、酸化したり、水素と反応してアンモニア(NH₃)になったりすると反応性が高くなります。

活性窒素種については、酸性雨など悪影響ばかりが目立ちますが、プラスの側面もあります。植物が成長するためには窒素元素が必要なのですが、空気中に豊富に存在する窒素分子(N₂)の状態のままでは植物は成長に利用できません。ところが、反応性が高い活性窒素種であれば植物は窒素を吸収できるので、土壌中の窒素の循環にはアンモニアや亜硝酸イオン(NO₂⁻)、硝酸イオン(NO₃⁻)といった活性窒素種が欠かせないの

9 土壌を通した窒素の循環



窒素はタンパク質やアミノ酸、核酸などに含まれており、生物にとって不可欠な元素だが、植物や動物は大気中の窒素を直接に利用できない。窒素は細菌を通して植物、動物へと巡る。土壌中の窒素化合物は、細菌により還元され、再び大気中に遊離する

最後に一つ、我々が行っている研究を紹介します。このような実験装置を構築して¹⁰、水中に導いた空気に高い電圧をかけていくと、プラズマを生成することができま

す。放電が開始すると、最初に、一

様に紫色の光を発するプラズマが得られます。このプラズマはグロー放電のようなので、我々はこれをグロー・モードと呼んでいます。さらに高い電圧をかけていくと、より明るい火花が水中に飛び散るようになります。こちらのプラズマはスパーク・モードと呼んでいます。

このプラズマを使えば、水溶液中で様々な化学反応を起こすことができます。まず、イオンが何も溶け込んでいないイオン交換水と、いろいろなイオンが溶け込んでいる水道水を用意します。水道水にはナトリウムやカルシウムなどのミネラルが含まれています。この二種類の水でグロー・モードの放電を起こすとNO₃⁻が生じますが水道水ではわずかにNO₂⁻が生じます。それに対し、スパーク・モードの放電の場合は、イオンの交換水ではNO₂⁻の生じる割合が増え、水道水ではさらに多くのNO₂⁻が生成されます。

プラズマによりNO₂⁻とNO₃⁻を選択的に合成できる現象は、世界で初めて分かったことです。応用すれば、さらに多様な物質を作り分けられるかもしれません。

9

です。

そのため、農作物の成長を促すには、活性窒素種を肥料として与えることが有効です。ドイツの化学者のフリッツ・ハーバーとカール・ボッシュは、ハーバー・ボッシュ法というアンモニアの生産方法を確立しました。土壌中の循環に頼らずともアンモニアを生成し、肥料にできるので、農作物の収穫量の増加に貢献し、二十世紀初頭の人口増加を支えました。

プラズマで有用な物質を作る

最後に一つ、我々が行っている研究を紹介します。このような実験装置を構築して¹⁰、水中に導いた空気に高い電圧をかけていくと、プラズマを生成することができま

す。放電が開始すると、最初に、一

様に紫色の光を発するプラズマが得られます。このプラズマはグロー放電のようなので、我々はこれをグロー・モードと呼んでいます。さらに高い電圧をかけていくと、より明るい火花が水中に飛び散るようになります。こちらのプラズマはスパーク・モードと呼んでいます。

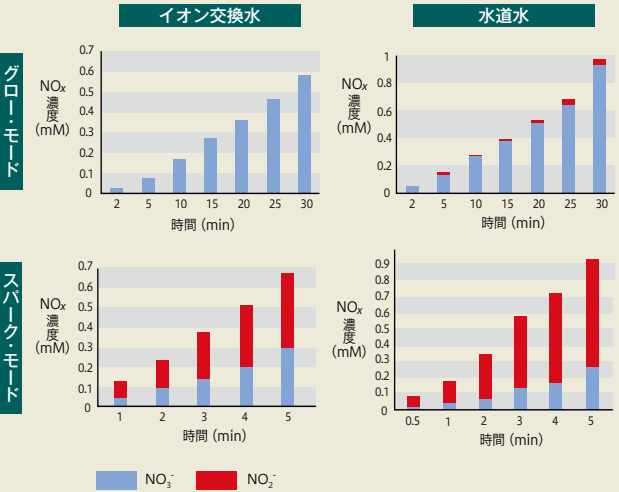
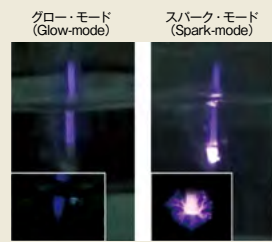
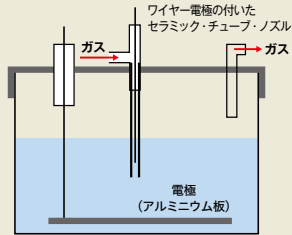
このプラズマを使えば、水溶液中で様々な化学反応を起こすことができます。まず、イオンが何も溶け込んでいないイオン交換水と、いろいろなイオンが溶け込んでいる水道水を用意します。水道水にはナトリウムやカルシウムなどのミネラルが含まれています。この二種類の水でグロー・モードの放電を起こすとNO₃⁻が生じますが水道水ではわずかにNO₂⁻が生じます。それに対し、スパーク・モードの放電の場合は、イオンの交換水ではNO₂⁻の生じる割合が増え、水道水ではさらに多くのNO₂⁻が生成されます。

プラズマによりNO₂⁻とNO₃⁻を選択的に合成できる現象は、世界で初めて分かったことです。応用すれば、さらに多様な物質を作り分けられるかもしれません。

10 水中放電の実験

プラズマを利用して、空気と水だけを原料に農作物の成長を促す窒素酸化物イオンを含む水を作製した実験。他にも、気液界面の微小な空間で生成した大気圧プラズマを用いて、二酸化炭素と水のみから、消毒・殺菌など医療分野で有用な物質を合成する放電実験にも取り組んでいる。現代のIT社会を支える半導体電子工学分野で発展してきたプラズマ技術を、化学と融合。新たな反応場を創造することで、農業や医療など、より幅広い分野にまで応用が広がる

ことが期待される



K. Tachibana and T. Nakamura, *J. Phys. D: Appl. Phys.* **52**, 385202 (2019).

農作物を育てるときには、窒素肥料を与えます。生育過程ごとに細かなコントロールが必要なので、少しずつ肥料が土壌に染み出すようなカプセルに覆われた被覆肥料での投与が主流です。しかし、肥料カプセルはマイクロプラスチック。土壌から海などに流出すれば、環境汚染に繋がります。そこで、プラズマを用いて空気中の窒素から必要量の活性窒素種を合成し、その場で、リアルタイムで農作物に肥料として供給できるシステムが構築できれば、この問題の解決に繋がるのではないかと、話し合いを進めています。

放電で化合物を作る発想は随分古くからあるものです。よく知られているのは一九五三年のユリー・ミラーの実験です。海と大気成分、落雷といった原始地球の環境を装置上に再現し、生命の誕生に繋がるアミノ酸の生成を実証しました。大きなインパクトを与えましたが、現在では原始地球の大気成分は実験のものとは違って、アミノ酸は隕石などで地球にやってきたという説や、隕石の衝突によりアミノ酸が生成されたという説が有力視されています。とはいえ、実験室で生命の素となる物質を合成できることには大きな意義がありますし、何よりスケールの大きな話は楽しいですね。今日のおまけでした。

恩師を語る

日本の発生生物学を愛し、
育てた名物教授

岡田節人

(おかだ・ときんど)

ケチはアカン。

余裕のあるところにか

新しいサイエンスは

生まれへん

岡田節人先生といえば、個性豊かな京都大学の「名物教授」の中でも、一際鮮烈な印象を残す教授だ。「節人ぶし」と呼ばれた語りを炸裂させ、派手なグリーン系のジャケットを着てスポーツカーを乗り回す姿は、従来の学者像を一新し、学生たちの憧れとなった。一方、科学の過去・現在・未来を俯瞰して繰り出される独創的な発想は、発生生物学に新たな潮流を生み出し、日本の生物学を国際的なレベルに引き上げた。「オカダケン」での五年間に学んだことは私の血液になって流れている。嬉々としてそう語る高橋淑子教授は、恩師とともに学問の最先端を駆け抜けた日々を懐かしむ。

高橋淑子 教授
理学研究科



たかはし・よしこ
1960年、広島市に生まれる。広島大学理学部卒業。1988年、京都大学大学院理学研究科生物物理学専攻博士課程修了(理学博士)。同年、フランス国立科学研究センター発生生物学研究所ポスドク。オレゴン大学、コロンビア大学ポスドク、理化学研究所チームリーダー、奈良先端科学技術大学院大学教授などを経て、2005年から現職。

「緑色のスーツを纏って、とてつもないオーラをぶっ放していました。遠くからでも一見の価値ありですよ、あの人は」。赤いパンツに派手なシャツを着て、真っ赤なスポーツカーのアルファロメオをぶっ飛ばす。京都大学を象徴する名物

教授として知られる岡田節人先生との記憶を辿り、ときには岡田先生の口調を再現しながら、高橋教授は笑みをこぼす。

「学生の前ではいつでも、『科学は楽しいぞお!』という顔をして生きてくれました。自発性に任せ、

きてしまわ(もちろんわざと置いてきた)。これが岡田節人。これがみんなの憧れなんです」。

オカダケンで
「世界」に出会う

岡田先生の著書『試験管のなかの生命——細胞研究入門』に魅せられ、広島大学から京都大学大学院理学研究科に進学した高橋教授。一九八〇年当時、理学研究科の女子学生はごくごく僅か。図書室にいと、司書に間違えられることすらあった。「だけど、(オカダケン)には女性はもちろん、他大学からやってきた院生もいたし、海外的トップ・サイエンティストが頻繁に出入りしていた。多様性なんて、ここでは当たり前。とにかくね、オカダケンのほろっちいドア、これを開けたら、そこはもう「世界」だったんです」。

オカダケンこと生物物理学教室は、岡田先生が初代教授を務め、一九六八年に創設。一度分化して特徴を持った細胞でも、ときに別の種類の細胞に分化を促しうるのではない。この「細胞の分化転換」を研究テーマに据え、胚の切除や移植などを手法とする古典発生物学に最先端の細胞培養技術を取り入れた。一九七二年には、助教の江口吾朗さんが「分化転換」を世界で初めて証明。iPS細胞など、幹細胞生物学の技術に繋が



緑のスーツを着込み、講演する岡田節人先生(2003年)

「もうキョーレツ。大親友のジョン・ガードンさんがノーベル生理学・医学賞を受賞したときの一言は、『あんなもんは、余興や!』。自身がある賞を受賞したときですら、『しもた!』ホテ

岡田節人(おかだ・ときんど)
略年譜

- 1927 ● 伊丹市に生まれる
- 1950 ● 京大文学部動物学科卒業
- 1954 ● 京大文学部動物学科助手
(動物学第二講座)
- 1957 ● エジンバラ大学動物遺伝学研究所に留学。イギリスまで船で向かう
- 1959 ● 京大文学部博士
(題目「両生類の消化器官分化に関する実験形態学的研究」)
- 1960 ● 京大文学部動物学科講師
(動物学第二講座)
- 1961.12 ● 京大文学部動物学科助教授
(動物学第二講座)
- 1964 ● 米国カーネギー発生学研究所に留学
- 1967.8 ● 京大文学部動物学科教授
(発生生物学講座)
- 1968.4 ● 京大文学部生物物理学教授
(原形質物理学講座)
*1971年5月まで動物学科発生生物学講座教授兼任
- 1972 ● 『細胞の社会——生命秩序をさぐる』
(講談社ブルーバックス)
- 1976 ● 『試験管のなかの生命——細胞研究入門』(岩波新書)
- 1977 ● 日本発生物学会会長
*1983年まで
- 1981 ● 国際発生物学会会長
*1985年まで
- 1984 ● 岡崎国立共同研究機構基礎生物学研究所所長に転任
- 1985.4 ● 京大名誉教授
- 1989 ● 岡崎国立共同研究機構長 *1990年まで
国際発生物学会 ロス・ハリソン賞
アルコン賞(眼科学)受賞
- 1990 ● 紫綬褒章受章
- 1991 ● 国際生物科学連合副総裁
*1996年まで
- 1993 ● JT生命誌研究館館長
*2003年3月まで
- 1994 ● 『からだの設計図——プラナリアからヒトまで』
(岩波新書)
- 1995 ● 文化功労者
- 1999 ● 勲二等旭日重光章受章
- 2000 ● 『アルマ・マラーに恋した生物学者——生命の響き』(哲学書房)
- 2002 ● 京響友の会会長
- 2007 ● 文化勲章受章
- 2008 ● 伊丹市名誉市民、財団法人京都市音楽芸術文化振興財団理事長
- 2009 ● 京都市名誉市民
- 2017.1 ● 岡田節人先生 逝去

*著作は一部のみを掲載しています。

高橋教授が院生だった頃の研究テーマは、細胞分化を引き起こす鍵となる遺伝子を見つけること。当時、発生学にDNAの考え方を取り入れる発想は先鋭的で最先端。その先頭を切り拓くべく招かれたのが安田國雄さん(後の奈良先端科学技术大学院大学学長)と近藤寿人さん(後の大阪大学名誉教授)。

ES細胞は後に、マリオ・カペッキによるノックアウトマウスの作製に繋がり、約二五年後には山中伸弥教授によるiPS細胞が樹立され、幹細胞研究は大きな花を開いた。「岡田先生は決して、ES

日本の学者の「顔」となり、**発生物学をけん引**した。ジョン・ガードンをはじめ、第二次京都賞を受賞したニコル・ドワランなど、名だたるトップ・サイエンティストたちと深い交友

「先見の明」で
三〇年先の科学を描く

新しい知識を持ち込むべく、外部からスタッフを招いたこともオカダケンの特徴。「江口吾朗さんはその筆頭だし、岡田先生の問題意識を受け継いでカドヘリンを発見した竹市雅俊さんもその一人。次の潮流となる分野を見極め、研究の本質を見通す岡田先生の(目利き)は抜群でした」。

二人。「藪を分け入る二人の背中を追いながら、研究の楽しさを実感する毎日でした」。

一九八一年、イギリスのケンブリッジ大学でマウスのES細胞が樹立されると、岡田先生はいち早く近藤さんをイギリスへと向かわせた。持ち帰った僅かなES細胞の培養を任されたのが当時の高橋教授。「日本ではまだ誰も触ったことのない細胞です。当時の私には、岡田先生が『これからはES細胞や!』という理由はよく分からなかったけれど、とにかく細胞が死なないうよう、近藤さんと懸命に培養しました」。

細胞でノックアウトマウスができるだろうなんて、期待していたのではありません。「これオモロイな! これでこの先の科学があらなったらオモロイ!」。そう言っつて、この先にどんな生物学が発展していくのかを大きなスケールで描いていたんです。これは論文になって評価されるぞ、なんてケチなことは考えない。スケールがあまりに大きくて学生じゃついていけないのだけれど、『ケチはアカン。研究者つちゅーのは余裕がないとアカン』という美学のようなものは五年間で目一杯に吸収しました」。



1978年、ご自宅の前で真っ赤なアルファロメオと。隣に写るのは妻の瑛さん



上/1983年頃。白衣姿の岡田先生
下/岡田先生がオーガナイザーを務めた谷口財団国際シンポジウムで。前列左から5人目が岡田先生。6人目は高橋教授の恩師の一人でもあるニコル・ルドワラン先生。8人目がジョン・ガードン先生。オカダケンでスタッフを務めた研究者も多く写っている(1997年)

恩師を語る

やり取りから学ぶのですよね。学問の楽しさも、自分の苦勞や功績をベラベラ話すのははしたないのだ、ということも。オカダケンにいと、そうした美意識は〈皮膚呼吸〉のように浸みてきた。

旅立ちには紫色のスーツだった

二〇一七年一月一七日、生物物理学教室の創設五〇周年と、自身の九〇歳の節目を目前にして、岡田先生はこの世を去った。門下生が開いた偲ぶ会には、「とにかく最後にお別れを言いたいんだ」と各地から声が上がりが、それぞれ岡田先生との記憶を大事に抱えて集まった。「形式的な付き合いで参列した人はいなかった。フランスのルドワラン先生(当時八六歳)に三行程度の追悼メッセージを依頼したらA4で二枚もの長文が送られてきた。そうしたけれども(岡田節人)の魅力を表しているから嬉しくてね。私たちが祭壇には白い菊を並べず、『岡田先生なんだから、いっちゃんカラフルな花を並べよう』と。だって岡田先生、棺桶の中、旅立たれるときは紫色のスーツでした。ゴツツかつこよかった。

学の看板教授は他にいませんよ。紫色のシャツに真っ赤なジャケット、真っ赤なジーンズ。眩しいほど鮮やかな衣装も、年月の経過した写真の中で少しずつ色褪せてゆく。しかし、門下生たちの血や肉となり精神に刻まれた岡田先生の品格と感性は、決して褪せることはないのだ。

*1 ジョン・ガードン
イギリスの生物学者。カエルの体細胞の核移植で、分化した細胞が他の細胞になることができる性質を取り戻すことを発見。二〇一二年に山中伸弥教授とともにノーベル生理学・医学賞を受賞。

*2 江口吾朗(一九三二—二〇一九)
基礎生物学研究所名誉教授。院生時代からテーマと続いた「イモリのレナ再生」を生涯追いつけた。一九九六年から二〇〇三年まで熊本大学学長を務める。

*3 竹市雅俊
京都大学教授、独立行政法人理化学研究所発生・再生科学総合研究センター長等を歴任後、現在は京都大学名誉教授、理化学研究所名誉研究員。多細胞生物の形成に欠かせない、細胞同士を繋ぐ分子「カドヘリン」を発見。二〇〇一年にロス・ハリソン賞、国際発学生物学会、二〇〇五年に日本国際賞(Shiga Prize)、二〇一〇年にガードン国際賞を受賞。

*4 ノックアウトマウス
一つ以上の遺伝子を無効化させたマウス。遺伝子を破壊することで生じる現象を介して、遺伝子の機能を明らかにできる。

*5 ニコル・ルドワラン
ニワトリとウスラ間のキメラ動物の作出という新しい技術を創案。動物の神経系、免疫系がどのように発生し、発達してくるのかの全貌を明らかにした。一九八〇年にレジオン・ドヌール勲章(フランス)を受賞。

岡田先生から手渡されたものを次世代にどう伝えるのか。教室を主宰する立場に立つ高橋教授は、恩師の苦勞と偉大さを今更ながら実感する。「広い視野と大きなスケールが大切と、口で言っても伝わらない。岡田先生も一度も言葉にしなかった。だけど、日々の小さな

メールはもちろん、ファクシミリもない時代から海外の研究者と交流し、ご自身の人柄、確かな知識と直感を武器に、世界と渡りあつた。一九八一年には、日本人初の国際発学生物学会会長に選出。名実ともに岡田先生は日本の学者の〈顔〉であった。「今も昔も日本で国際学会を開くのは骨の折れる仕事。なのに、あの時代、『トキンドがいるから』と分野のトップスターがこぞって京都にやってくるんです。それを堂々と出迎える先生もかつこよかった。日本の生命科学は、岡田節人がいなければ二〇年は遅れていたでしょうね」。

〈皮膚呼吸〉で研究者としての矜持を学ぶ

関係を築いた岡田先生。毎年のように日本にやってくる彼らとの議論の時間は、若い研究者たちにとって見識を磨く貴重な機会となった。「日本の発学生物学をなんとかしてでも国際的なレベルに高める。これが岡田先生の最も強いパッション。世界を動かしてやろうという、その熱意とスケールは桁違いです」。動物学教室には、源流となる動物学第三講座が残した学術記録が保管されている。一九二九年の創設時から続く記録は、太平洋戦争の期間、ばつたりと途絶える。記録が復活するのは一九四七年。「荒廃した日本で、学者たちは立ち上がったのだなと胸を打たれます。この時代を岡田先生は多感な高校生、京大生として過ごした。大好きな発学生学を続けるために何ができるのか、たくさん考えられたのだから、たくさん考えられたのだろ」と思います。

坂田文恵さん

大学院薬学研究科・薬学部／有機微量元素分析総合研究施設(元素分析センター)

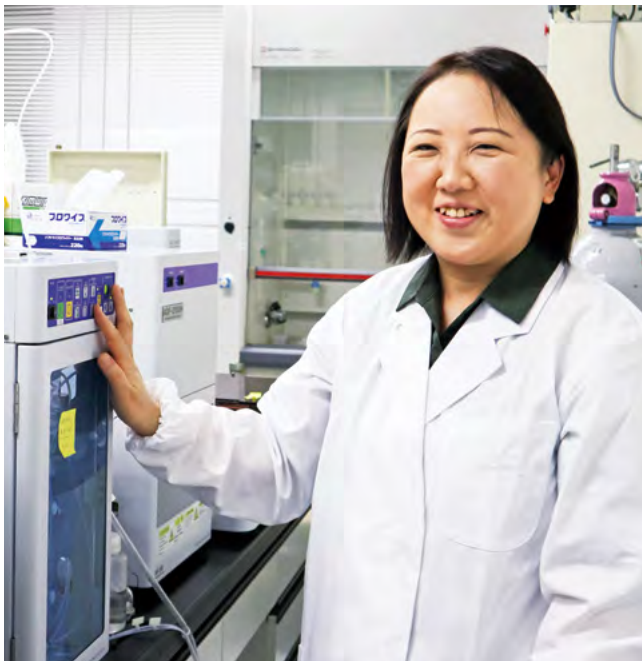
難題であるほど燃えてくる。
μg単位で分析値を求める日々

実験データの正確性は、論文や執筆者の信頼度を大きく左右する。有機微量元素分析総合研究施設(元素分析センター)は、有機化合物を構成する元素の種類と重量比率の分析に特化した施設。一九六〇年の設立当初は、分析方法そのものの開発も手掛けていた。化学組成の分析法や装置の開発が進んだことで、受託件数は減ってはいるが、その一方で、分析の難易度は高まるばかり。卓越した技術と豊富な経験を有する元素分析センターは、その存在感を増している。

「一度の依頼につき、これくらいあれば(たっぷり)な量です」。坂田文恵さんが取り出したのは分析用のサンプル。(写真1)言葉とは裏腹に、小指ほどの大きさのサンプル瓶には黄色っぽい粉がほんのつまみ。

有機元素分析とは、サンプルを一〇〇〇度近い高温で燃焼分解して気化し、発生したガス中に含まれる元素ごとの重量比率を測定する分析法。とりわけこの元素分析センターは、一般的な炭素や水素、窒素に加えて、他施設では測定のできない酸素やリンなどを含めた一〇元素を扱う。学外の依頼にも対応する門戸の広さと、一つのサンプルを様々な装置で測り、複数のデータを提供できる多様さが強みだ。

坂田さんは化合物を果物の盛り合わせに例えて説明する。「物質は様々な元素が組み合わさってできています。私たちは、色々な果物



さかた・ふみえ◎1972年、大阪府豊中市に生まれる。甲南大学理学部化学科卒業。1996年から現職。



写真1 「分析にこれだけあれば嬉しい」という量

が載った大皿ごと受け取って、そのうちのイチゴだけの正確な重量比率を測るのが仕事です。燃えにくいもの、空気に触れるだけで壊

れてしまうものなど、分析対象の性質に合わせて上手く燃焼分解が可能な方法を考えます」。研究者を格上げする

物質を分析装置に入れたらすぐに測定ができるのではと思われがちだが、実際は一筋縄ではいかない。分析装置は生きもののごとく環境の変化に敏感だ。「望ましいの

は、温度、湿度、気圧が一定な環境です。加えて日々のメンテナンスも重要で、昨日まで調子が良かったはずなのに油断するとたちまちご機嫌斜めになる。台風が近づくと日は分析作業を控え、調子が悪い日は複雑なサンプルの分析は避けます。装置のご機嫌伺いが日々の仕事です(笑)。電子天秤の値が定まらずに変動し続けるので調べてみると、アラスカで地震があったということも。無機質な装置のご機嫌を感じ取れるのは、毎日接していればこそだ。

装置の扱いに加えて重要なのはサンプルの純度。溶媒や他物質が少しでも残っていると正確な重量比率は測れない。「依頼者から『元素分析の結果が他の測定方法のデータと合わない』と指摘されたときのこと。再測定のために燃焼分解してみると、容器には何も残らないはずなのにキラッと光るものが……。よく見ると熱で溶けたガラス片でした。サンプルの精製に使用したガラス製のろ過フィルターが一部欠損して粉末状になり、サンプルに混じっていたんです」。

分析法の中でも正確な数値を出すのが難しい元素分析。元素分析センターではサンプルの精製方法の相談に乗るなど、研究者へのきめ細かなサポートにも積極的。「かつては論文に元素分析のデータの掲載が必要でしたが、最近は必ずしも必要とされなくなっています。しかし、元素分析データの載っ

た論文は信頼度が増すだけでなく(実験の腕が良い研究者という評価も加わり、論文の格が上がるのです」。

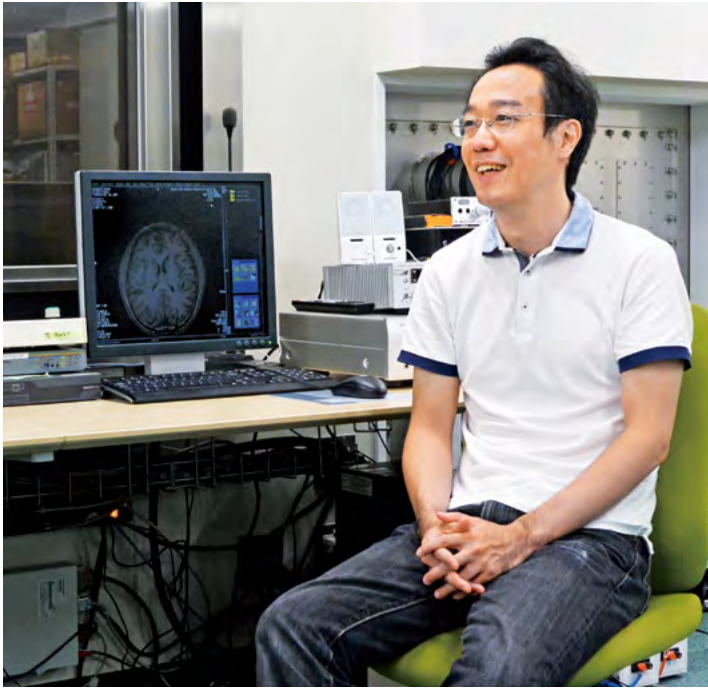
老舗の暖簾を守るために

パズルを解くようなおもしろさが分析化学の魅力と語る坂田さん。「依頼者が困っているほど私は嬉しい。(笑) 難題を抱えるほど張り切っています。元素分析を続けて二〇年以上が経ちますが、未だに発見が尽きない不思議な仕事です。扱いが難しいサンプルの分析にも柔軟に応えるには、個人の力量はもちろん、学内外の技術者仲間との繋がりも欠かせない。「測定方法や装置の不具合など、情報や知恵をギブ・アンド・テイクできる仲間の存在は心強いです」。

設立から六〇年が経つ元素分析センターはこの分野では言わば老舗。依頼者との信頼関係を壊してはならないという責任は大きい。「元素分析センターがあって良かった」と言ってもらえるのが何よりの喜び。あらゆる依頼に応えるために、分析技術に磨きをかけて正確さを極めたい。どんなサンプルでも結果を出せる施設だと世に知れ渡らせるのが目標です(笑)。はにかみながら冗談交じりに締めくくる坂田さん。朗らかな人柄と、どんな変化も見逃さない観察力を頼りにしている研究者はきつと多いはずだ。



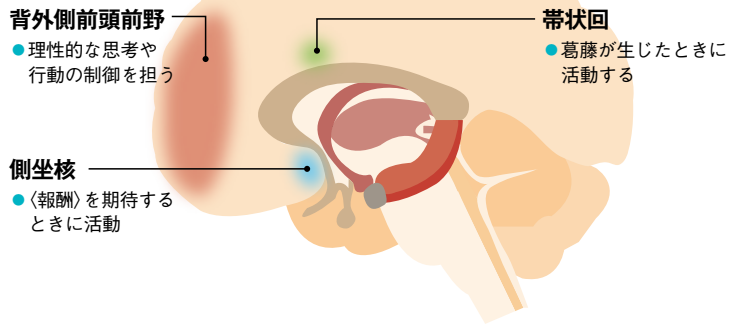
脳の動きを追跡し 複雑で多面的な 人間の本性を描き出す



阿部修士准教授（こころの未来研究センター）

買い物をして、100円多くおつりを渡されたとき、あなたはためらわずに100円を返せますか。「振る舞いは、同じ『100円を返す』。でも、ためらわずにサッと返す人と、『100円くらいくすねても……』とためらいながら返す人とは、思考のあり方は大きく違うのではないでしょうか」。阿部修士准教授は、行動や思考の個人差を「脳の動き」を通して見つめる。「人間の正直さ・不正直さ」を軸に、未知なる「脳」の解明に挑む。

図1



背外側前頭前野
● 理性的な思考や行動の制御を担う

帯状回
● 葛藤が生じたときに活動する

側坐核
● 〈報酬〉を期待するときに活動

あべのぶひと
1981年、北海道に生まれる。2008年、東北大学大学院医学系研究科障害科学専攻博士後期課程を修了。同研究科助教、ハーバード大学心理学科/日本学術振興会海外特別研究員、京都大学こころの未来研究センター特定准教授などを経て、2019年から現職。著書に『意思決定の心理学—脳とこころの傾向と対策』（講談社）などがある。

私たちの脳は、部位ごとに特有の機能が備わっている。感情に関わる領域や顔認識に関わる領域など、その役割は多様。例えば、大脳の奥深くにある側坐核(図1)は、美味しそうな料理を目の前にしたときや、お金が手に入りそうな状況など、その人にとってプラスの価値を持つ〈報酬〉を期待するときに活動する。MRIなど様々な手法が用いられることで、脳の各部位の働きは少しずつ明らかになっています。だけど、そこにどんな個人差があるのか、脳活動の個人差が行動にどう影響するのかなど、脳はまだまだブラックボックスです。

脳の個人差をfMRIで追う

脳活動の個人差を追うべく、阿部准教授が実験に用いたのは、コインの裏表を予測する「コイントス課題」。fMRI(機能的磁気共鳴画像法)を使い、課題に取り組み実験参加者の脳活動を撮像する。参加者は、コインを投げる前に予測した結果を報告する(「うそをつく」機会なし)条件と、コインを投げた後に予測結果を報告する(「うそをつく」機会あり)条件の二つの条件下で課題に取り組み、予測が当たれば、金銭的な報酬を得られる。「機会あり」条件では、たとえ予測が外れていてもうそをつけば正解できます。「機会あり」条件の正解率が偶然の確率である

五〇パーセントを大きく上回るときには、報酬を得るために(うそをつけている)とみなせるのです。

人間の(正直さ)は 先天的か、後天的か

中国の歴史に興味があり、東北大学文学部に進学した阿部准教授。入学後は同じ文学部に教室を構える心理学に次第に惹かれていき、大学院以降の進路を決めたが、中国の文献が人間の振る舞いを理解する手助けになることもあるという。「例えば、孟子が唱えた『性善説』は(人間が先天的に具有する本性は善であり、成長すると悪行を学ぶ)というもの。これを(正直さ)に当てはめ、(正直さは自然と発現する)と考えるとします。一方、荀子の『性悪説』は(人間の本性は利己的欲望であり、善の行為は後天的取得。うそをついて利益を得られる状況では、うそをつくことこそが自然な振る舞いであり、この状況で正直に振る舞うには、(意志)が必要なのではないか)。こうした問いに脳の研究から手掛かりを得るべく、コイントス課題の実験を始めた。

実験結果から見えてきたのは、うそをつく割合と側坐核の活動との関係。(報酬)を期待する側坐核の活動が高い人はうそをつく割合が高く、活動が低い人はうそをつく割合が低いのだ。

図2 コイントス課題

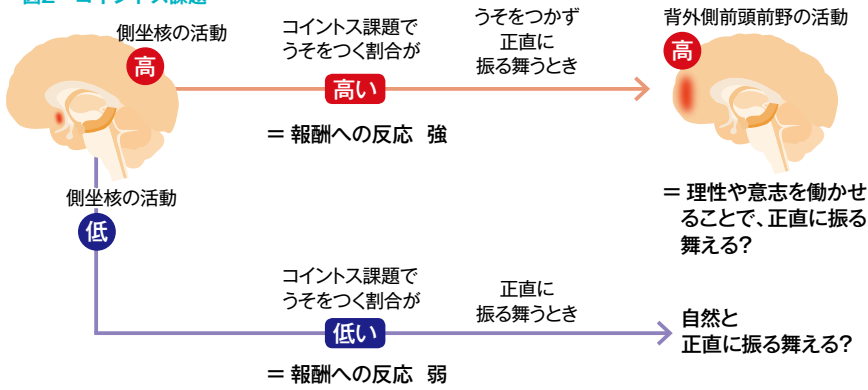
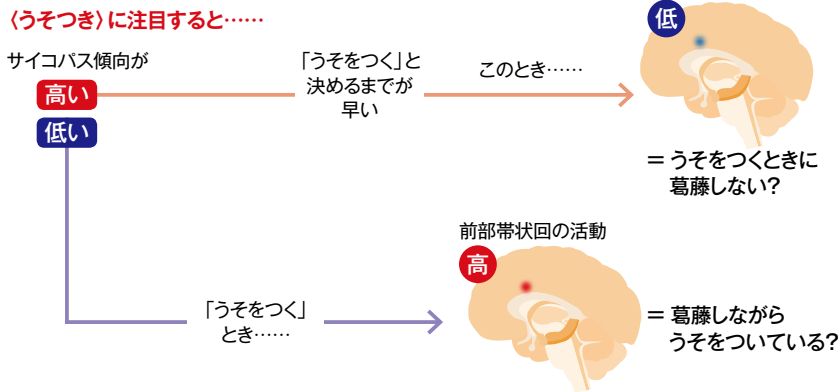


図3 囚人67名に実施した課題



「うそつき」に注目すると……

サイコパス傾向が高い人は、葛藤せずに素早くうそをつけると解釈で

サイコパス傾向の低い人は、葛藤を感じながら意図的にうそをついている。サイコパス傾向が高い人は、葛藤せずに素早くうそをつけると解釈で

「うそをつく」と決めるまでが早い

このとき……

＝うそをつくときに葛藤しない?

「うそをつく」とき……

＝葛藤しながらうそをついている?

前部帯状回の活動

低

高

「うそをつく」とき……

＝葛藤しながらうそをついている?

前部帯状回の活動

低

高

「うそをつく」に注目すると……

サイコパス傾向が高い人は、葛藤せずに素早くうそをつけると解釈で

サイコパス傾向の低い人は、葛藤を感じながら意図的にうそをついている。サイコパス傾向が高い人は、葛藤せずに素早くうそをつけると解釈で

「うそをつく」と決めるまでが早い

このとき……

＝うそをつくときに葛藤しない?

「うそをつく」とき……

＝葛藤しながらうそをついている?

前部帯状回の活動

低

高

*1 MRI(磁気共鳴画像法)

磁場と電磁波を使って人体の断層像を得ることができる。fMRIは、MRIで測定する血流の反応をもとに、脳の活動を間接的に視覚化する方法。

*2 サイコパス

反社会的パーソナリティ障害に位置づけられる。良心や罪悪感、共感性の欠如や冷酷などが特徴とされる。口が達者で表面的には魅力的なサイコパスもいるとされる。

*3 参考文献

Hare RD (2003) Manual for the Hare Psychopathy Checklist-Revised. Toronto Canada: (2nd ed) Multi-Health Systems.

加えて目を引いたのは、理性的な思考や行動の制御を担う背後側前頭前野との関係。側坐核が活発な参加者がうそをつかずに正直に振る舞うときには、背後側前頭前野も強く活動するという。(図2)

「まとめると、側坐核の活動が低く(報酬)への反応の弱い人は、(報酬)を目の前にした条件下でも自然と正直に振る舞える。一方で(報酬)をより期待する傾向のある人は、正直に振る舞うときに理性や意志の

力が必要だと示唆しています。」

サイコパスの人たちは、ためらいなくうそをつく?

この研究を発展させたのが「ためらいなくうそをつくサイコパスの脳」の研究だ。感情や良心、罪悪感の欠如などの特徴が認められるサイコパスの人たちは、平然とうそをつき傾向が顕著だと言われている。「サイコパス傾向のある人の割合は、およそ一パーセント。ところが、

刑務所に収監される囚人の一五・二五パーセントはサイコパスであるとされています。アメリカは刑務所や囚人の協力を得た脳の研究が活発。ニューメキシコ州で囚人たちの脳のメカニズムを研究するグループとともに、六七名の囚人にコイントス課題を実施しました。」

予想に反し、サイコパス傾向とうそをつき頻度とに有意な傾向はみられなかったものの、うそをつき頻度の高い(うそつきの)参加者に着目すると興味深いデータが得られた。

「うそつき」の中でもサイコパス傾向の高い参加者は、うそをつきかどうかを決めるまでが早い傾向にある

「うそをつく」に注目すると……

サイコパス傾向が高い人は、葛藤せずに素早くうそをつけると解釈で

サイコパス傾向の低い人は、葛藤を感じながら意図的にうそをついている。サイコパス傾向が高い人は、葛藤せずに素早くうそをつけると解釈で

「うそをつく」と決めるまでが早い

このとき……

＝うそをつくときに葛藤しない?

「うそをつく」とき……

＝葛藤しながらうそをついている?

前部帯状回の活動

低

高

「人間の複雑さを脳から理解する果てしなさ

個々の事例を解明した先に阿部准教授が目指すのは、誰にも普遍的に当てはまり、人間の本性を説明できる概念を見つけること。「いつもは大人しいのに、酔っ払って上司に悪態をつく人を見たとき、私たちは『無意識』の部分に不満が溜まっていたのだな」と思いますよね。人間を理解する方法として、フロイトの提唱した『無意識』の概念は賛否両論あるものの、広く共有されています。こうした概念を見つけたのです。例えば、悪行ばかりの人の、家族に優しい一面を見たときなど、人間の多面性に翻弄される場面に對して、客観的に説明できる視点と根拠を投げかけたいのです。」

大きな夢を描きながらも、「えらい難しいものを研究対象にしてしまった」と茫茫たる脳の研究への実感も口にする。脳の有する機能の果てしなさに直面したのは、一五年前、東北大学大学院医学系研究科で脳損傷患者の認知機能を研究していた時期。

生命科学の最先端から 進歩の先にある社会を描く



さわい・つとむ
1986年、奈良県に生まれる。京都大学大学院人間・環境学研究科博士後期課程修了。博士(人間・環境学)。大学院在学中にオックスフォード大学に留学。京都大学iPS細胞研究所(CiRA)特定研究員、特定助教を経て、2019年から現職。2020年1月に第2回CiRA奨励賞を受賞。

澤井 努 特定助教

(高等研究院ヒト生物学高等研究拠点(ASHBi) / iPS細胞研究所(CiRA))

機能しなくなった臓器を再生して移植する「再生医療」、体外での受精卵や臓器の再現、遺伝性難病の治療。iPS細胞やゲノム編集技術といった最先端の生命科学技術は、人体の神秘を解明し、不可能とされてきた治療を可能にしつつある。「科学技術が進歩することは素晴らしい。

けれど、生殖観や家族観をも大きく変えうる生命科学技術。その技術が可能にする社会を私たちが心から望むのか、発展を促す前に、一度立ち止まって考えるべきではないか」。進歩の功罪に生命倫理学の視座で切り込む澤井努助教。その恩恵とリスクの振れ幅が大きいがために倫理的な課題への向き合い方は複雑だ。

答えを出す鍵は、異分野の専門家とのコラボレーションにある。

間接照明の柔らかな光に包まれた空間には、広いカウンターとゆつたりと座れるボックス席。七人掛けの大きな丸テーブルの中央には観葉植物が涼しげに揺れている。おしゃれなカフェと見紛うようなラウンジは、ASHBiの共有スペース。

新型コロナウイルス感染症が広がる前は、週に一度、研究者たちが自由な雰囲気の中、分野の垣根を越えて交流する場だった。「私は哲学・倫理学が専門なので、先端科学の理解には苦労します。その分野の研究者と話しながら得られる情報が大きな助けです。異分野の人と腹を割って話し、良好な人間関係を築くことが欠かせません」。澤井助教が所属するのは、ヒトの特性や病態発症の究明を目指す

ASHBiと、iPS細胞の医療への応用を目指すCiRA。生命科学技術が進歩した未来には、クローン人間の複製や出生前に遺伝子を操作するデザイナー・ベビーなど、これまでの価値観では是非を判断できない状況も起こりうる。人類はそれをどこまで許容するのか。澤井助教は、将来的な政策議論を見据え、先端技術に関する倫理的な課題を生命倫理学の視点から考察している。

最先端の研究機関 だからこそその使命

研究対象とする最先端技術の一つがオルガノイド技術。培養皿でiPS細胞など多能性幹細胞から作られる三次元の組織はオルガノイドと呼ばれ、神経領域では大脳、小脳、海馬、中脳、視床、脊髄など、その他の臓器では腎臓、肝臓、胃、腸などの複製に成功している。

生体内と同じ構造を持つ組織を体外で再現できるため、疾患が発症する仕組みの解明や創薬への応用が期待される。「技術そのものはもちろん、その倫理的検討も前例がなくフロンティアです。自分たちで未来を描いて議論するしかありません」。

ヒトの脳のように意識を持つ可能性があると言われる大脳オルガノイド。しかし実際は、脳の局所的な構造を豆粒ほどの大きさで再

現できているのが現状だ。澤井助教は、大脳オルガノイドが意識を持つと推定するのはやや尚早とした上で、意識を持つことをただ問題視するのではなく、どのような意識を持つかを議論することが重要だと考える。「最先端であるほど得られる情報は少ない。技術そのものを正しく把握することすら難しく、議論が飛躍しがちです。でもASHBiやCiRAでは、最前線での技術を開発・応用している科学者たちと直接意見を交わすことができます。正確な情報に基づいて議論しなければ、過度に規制してしまうだけでなく、規制すべきところを見逃す可能性もある。偏った情報に囚われてフィルターのかかった議論をしないよう心がけています」。

生命倫理学の視点だけでは語れない進歩の是非

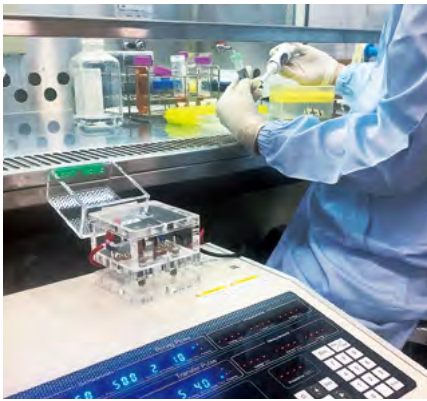
先端技術の開発や利用を規制しすぎると、生命現象の解明や医療・医学の未来を閉ざす可能性がある。そう強く意識し始めたのは、CiRAの研究者たちと出会ったからだ。

基礎研究を主軸とするASHBiとは異なり、CiRAはiPS細胞を利用した医療を患者さんに届けるための応用研究を主眼とする機関。「共同研究をしている私の友人は、筋ジストロフィーを発症

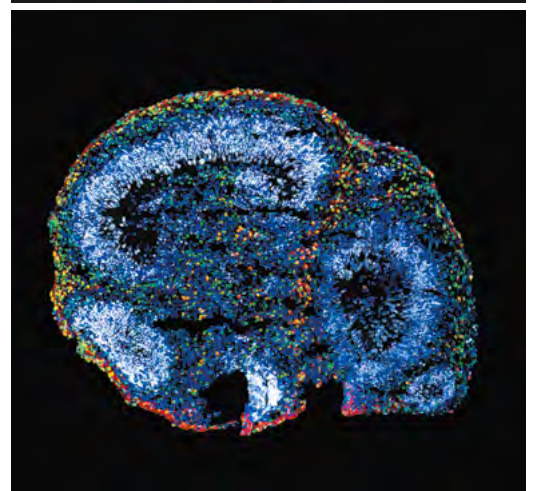
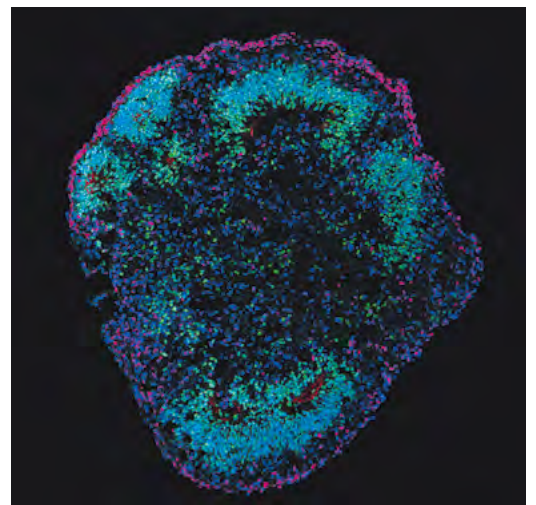
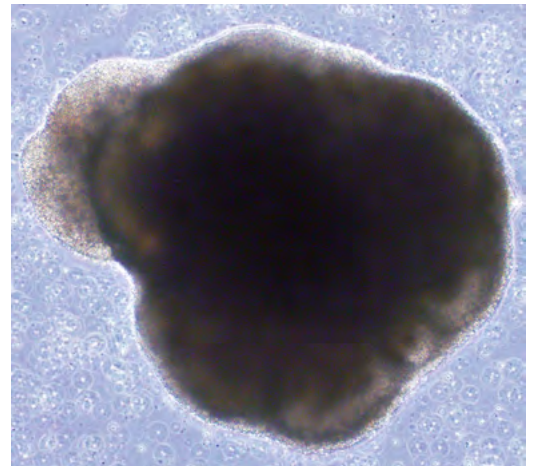
しています。体が丸まって日常生活にも支障をきたすほど。自分の病気を治したい、同じ病気で苦しむ人たちを助けたいと、ゲノム編集技術をツールにCiRAで治療法を研究しています。その姿を傍らで見ていると、自ずと心が動くんです」。

遺伝子は人類が踏み込んではいけない領域だと、ゲノム編集技術に後ろ向きな見方もある。だがこの利用を制限した途端に、筋ジストロフィーをはじめ遺伝性難病の治療法の開発は滞ってしまう。

「哲学や倫理学の研究者はどうしても物事のネガティブな側面を見つてしまう。どちらかというと『望ましくない社会』の姿を想像するのが得意なのです。先端技術が人類の未来のために活かそうと努力している研究者を目の前にして、ポジティブな面も等分に考えなければと気付きました」。



ヒトiPS細胞にゲノム編集を施している。手前の機材は遺伝子導入装置(写真提供・本田 充氏(CiRA))



上から2枚は培養37日の大脳オルガノイド。下は培養52日。生体で作られる脳の層構造が脳オルガノイドでも同様に再現され、培養37日に比べて培養52日のオルガノイドでは、より成熟した層構造を形成している(写真提供・坂口秀哉氏(理化学研究所))

結論を導き出すための コラボレーション

院生の頃に所属していたゼミには、デザイナー・ベビーや臓器移植などの倫理的問題を扱う仲間が多かったこともあり、生命倫理学に関心を寄せていた澤井助教。こ

の分野に足を踏み入れたのは、二〇一二年秋、オックスフォード大学への留学中に舞い込んできた、山中伸弥教授のノーベル賞受賞の報道がきっかけだ。受精卵を壊して作るES細胞の倫理的問題が指摘されていた当時、皮膚などの体細胞から作るiPS細胞は画期的だった。

「再生医療への道が拓かれる」と称賛される中、澤井助教が抱いたのは「本当に問題ないのか」という一抹の不安。「よく知らないまま、いつのまにかその恩恵を受けているという状況がどうも好きではない。どうも、どんな良い点と悪い点とがあつて、社会がそれらをどう受け入れればよいかを、まずは私の中で消化したかったのです。留学先の指導教員の「このテーマで論文を書いてみないか」という言葉が背中を押した。

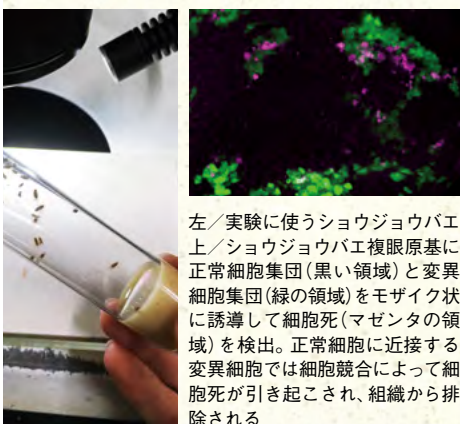
iPS細胞への素朴な問いから始まった研究者人生は、ゲノム編集技術やオルガノイド技術などへとフィールドを広げた。今は、科学や生命倫理学の分野だけでなく、法学や社会学などの専門家ともコラボレーションを開始している。そのステップは大きく三つ。

「まずは倫理的問題の洗い出し。次にその問題をどう扱うかの考察。最後に法律やガイドライン策定への提言。鍵となるのは、考察のステップです。切り込む角度によって、成果は無限に拡がりま

画期的な技術の開発がアクセルならば、その先に起こりうる問題を冷静に見極め、時にはブレーキを踏むことも必要だ。「新しい技術で社会が大きく変わることを受け入れたくない人もいますし、メリットのみに注目し負の面を見たくないという気持ちも分かります。そういう人たちに代わって議論を尽くすことが私たちの役割。私の専門性を活かしながら、先端技術とともにある社会を提案したいのです」。



留学中の指導教員ジュリアン・サヴァレスキュ教授の一声に始まり、CiRAへの着任、博士論文を経て、2017年に1冊の書籍になった



左／実験に使うショウジョウバエ
上／ショウジョウバエ複眼眼基に
正常細胞集団(黒い領域)と変異
細胞集団(緑の領域)をモザイク状
に誘導して細胞死(マゼンタの領
域)を検出。正常細胞に近接する
変異細胞では細胞競合によって
細胞死が引き起こされ、組織から排
除される

永田さん。内定先が決まり進路が具体的に
なるのと並行して、スクリーニングでの地道な努
力が実を結び始めた。就職活動中にもくすぶっ
ていた「研究を続けたい」という気持ちを見て
見ぬふりはできなくなった。「でも、辞退した
ら内定先に申し訳ない。就職すれば両親も喜
ぶだろうし将来も安定する、そう自分に言い
聞かせていました」。迷いを吹き切ったのは、
「全面的に支援する」という井垣先生と垣塚
彰研究科長の後押し。「それまで押し殺して
いた自分の気持ちに素直に向き合えました」。博
士課程に進むと決めたのは卒業間近の2月。
「人に言えた話ではないですね。当時を振り
返って笑う表情は底抜けに明るい。

「細胞競合のメカニズムをヒトに応用でき
るのかはまだ分かりません。誰かの役に立て
ているのだろうか考えることもあります。でも、
今では定説とされる現象も数百年前は未知の
ものでした。基礎研究はずっと先の未来に必
ず役立つ。そういうものだと思っています」。
遙か未来を見据えた使命感は、研究者として
の確かな成長を物語る。アカデミックの世界
に進む決意ができたのは、純粋に研究がおも
しろいという気持ちがあったから。「実験のた
びに予想外の発見に出会える。この醍醐味
があるからこそ、この先も研究を続けていた
い。目に見えて社会に還元できる研究にも惹
かれます。次のテーマを決めなければならない
時期ですが、また迷っています」。探究するこ
への揺るぎない熱意を羅針盤に、研
究人生は始まったばかりだ。

*京都大学たちばな賞(優秀
女性研究者賞)●優れた研究
成果を挙げた若手女性研
究者を顕彰する制度。永田さん
の受賞は、「細胞競合」は正常
細胞が近接する不良細胞にタ
ンパク質や細胞小器官を分解
するオートファジーという現象
を誘導して細胞死させること
で引き起こされると解明した
ことが評価された。

ともに高め合う 結束力で、 目指すは団体戦での 全日本連覇

体育会居合道部 主将
上松拓生さん
(法学部3年生)

勢 いよく立ち上がりながら抜刀、続けざ
ま振り降ろす刀が縦一文字に空を裂
く。凜とした緊張感が張りつめたまま、刀は
鞘へと厳かに納められる。心技体を一つに繰
り出す技の正確さや美しさ、迫力を競う武道
が居合道だ。2019年に開催された第34回
全日本学生居合道大会にて、京都大学居合
道部は個人戦で優勝と準優勝、団体戦でも
優勝という華々しい戦績を収めた。その団体
戦に当時2回生としてただ一人出場したのが、
現主将・上松拓生さんだ。

中学・高校での剣道の経験を活かしつつ、
新しいことに挑戦したいと居合道部の門を叩
いた。入部の決め手は体験会で見た先輩た
ちの姿。「練習を見ているだけで、先輩たちが
上達に向けて真剣なのが伝わってきました」。
週3日の正規練習に加え、自主練に取り組む
部員も多い。練習開始の1時間前から武道場
に集まり、ぶれることなく刀を振り続ける部
員たちの姿に惹きつけられた。

己の内なる感覚を研ぎ澄ませば、自然と技
が磨かれていくのが居合道、と思いきや、「そ
んな天才剣士ばかりではありません」と上松さ



2019年の全日本学生居合道大会団体戦出場時の
上松さん。敵を真っ向から切って倒す「切りおろし」
という動作をしているところ。切りおろしでは、刀
の動きの鋭さ、刀の軌道の正確さ、切る位置の正確
さなどが重視される



新型コロナウイルス感染症の影響で稽古場に集ま
れない期間は、オンラインで部員と集まり、稽古に励んだ

んは笑う。むしろ、他の部員の一言が意外な突
破口になるという。上松さんも、苦心なが
ら練習していた技が、先輩から「さっきの技
よかったね」と声をかけられたことで得意技
になった。「人から言われて腑に落ちることは
多い。素振りや技の動きを部員同士で確認し
あい、全員で上達を目指しています」。居合の
技にはともに鍛錬した思い入れが宿る。

上松さんにとって大きな転機となったのは、
2019年の全日本学生居合道大会での団体
戦優勝。上松さんは当時の2回生で唯一ベン
チ入りメンバーに選ばれた。「1試合だけの出
場でしたが緊張で何も覚えていません。(笑)
一人だけ2回生で実力の劣る私を先輩たちは
引っ張ってくれた。改めて感謝の気持ちが強
くなりました」。

「次は私の番だ」と、主将には自ら立候補し
た。先輩たちの背中を追ううちに、自ら部を
牽引する気負いが生まれた。目指すのは京大
居合道部の歴史でいまだ成し遂げられてい
ない団体戦二連覇だ。「昨年の優勝は先輩た
ちの力。次は自分たちの力で優勝して、お世話
になった先輩方や支えてくれる人たちに恩返
したい」。

主将として、部の雰囲気を作ることに意
欲をみせる。「勝っても負けても、意見を交わ
し合い、成長に繋げたい。みんなで楽しみな
がら居合道を極めていければ」。上松さんの
大らかな瞳には、一丸となって掴む二連覇へ
の道筋がすでに映っているようだった。



左/ヒノキの間伐。写真は、木を倒す方向に受け口と呼ばれる切込みを入れたところ。この後反対側からのこぎりを入れて切り倒す
右/2019年の「第17回森の文化祭」で地域の住民の方々と

真っすぐに伸びた杉の木に登り、雲の中を通るように生い茂った枝々をかいくぐる。木の頂上まで登りきった先に広がるのは、さながら雲海のような山の景色だ。「木を見上げることはあっても、木と同じ高さから一望できるのは山仕事ならではの楽しみです」。得意げに語るのは山仕事サークルすぎよしたろうの会長の持留匠さん。風変わりなサークル名だが、創部20年以上の歴史がある。

主な活動場所は、京都大学から北に自転車車で1時間半の場所にある北区雲ヶ畑地区。山主からの依頼を受け、枝打ちや除伐などの山仕事に精を出すほか、筍掘りや炭作りなどにも挑戦する。「山仕事では普段とは違う体や感覚の使い方をします。それが純粋に楽しい」。そう語る持留さんのように、山の中で体を動かしたいと入部した部員も多い。

自然のスケールの大きさを実感できるのも魅力の一つ。「植樹してから材木として収穫するまでに30年から80年はかかる。山の圧倒的な自然の中で、そういう大きなタイムスパンを肌で感じられるのは山仕事だからこそ」と、2回生の雨森大さんも言葉を重ねる。

すぎよしたろうは、漢字では「杉良太郎」と書く。そのため、

雲ヶ畑地区の住民からは親しみを込めて「すぎりょうさん」と呼ばれている。毎年秋には、地域の人たちと協力して「雲ヶ畑森の文化祭」を開催。第17回の2019年は、鹿肉ロケットや納豆餅、木の枝で作る枝笛など、地域で採れる素材をアピールするブースが立ち並んだ。雨森さんたちも、自分たちで伐採したスギの葉を使用した「杉玉づくり体験」のブースを出展し、好評を得た。

雲ヶ畑地区の魅力は山の自然だけではない。都を追われた惟喬親王の隠棲の地としても知られ、その他にも伝説や伝承が多く残るという。作業の合間に地域の人たちが雲ヶ畑にまつわる話を熱く語りだすこともしばしば。歴史を感じさせる趣も魅力の一つだ。

そんな自然と歴史の魅力にあふれる雲ヶ畑地区だが、明るい話題ばかりではない。「私たちの作業の成果はいつ表れるのか、そのときに山主さんやこの山里はどうなっているのか。活動しているとどうしても、現在の林業が抱える問題にぶつかります」。持留さんは真剣な顔でそう語る。山仕事サークルとしては何をを目指すのか。雨森さんからは「現状維持です」という意外な答えが返ってきた。「ネガティブな意味ではないです。(笑) 過疎化・高齢化が進む現状でこそ、私たちが山で活動し、山の魅力を発信し続けることに意味があると思いたい。林業は気の長い話です。私たちにできるのはその灯を絶やさないことかなと」。「すぎりょうさん」たちはこれからも林業の未来を繋ぎ続ける。

「すぎりょうさん」が繋ぐ魅力あふれる山の世界

山仕事サークル
すぎよしたろう(杉良太郎)
会長 持留 匠さん(写真右)
(農学部3回生)
渉外担当 雨森 大さん(写真左)
(農学部2回生)

科学がどれだけ進歩しても、生命を維持する生体内の仕組みには謎が多い。「細胞競合」もその一つ。生体内で生まれた不良細胞を正常細胞が除去する現象で、組織の恒常性の維持やがんの抑制に重要な役割を担うと考えられている。現象そのものは40年以上前に発見されたが、メカニズムはほとんど分かっていなかった。それを明らかにしたのが永田理奈さんと井垣達史教授らの研究グループだ。

華やかな成果の影には迷走の日々があった。ショウジョウバエの遺伝子の機能の一つひとつ解析し、細胞競合に作用する遺伝子を探し出す。ショウジョウバエを扱うのも、スクリーニングと呼ばれるこの手法を一人で実践するのも永田さんには初めてのことで、「目の前の作業をひたすらこなすものの、実験のどの段階にいるのかさえ掴めない状態が半年以上続きました。膨大な数の遺伝子を前にこのまま解析し続けてよいものかと不安でした。結果は運にも左右されます。早い段階でヒントとなるデータを得られたのが救いでした」。地道に解析を続けた努力が幸運を引き寄せた。

一方で、研究は修士課程までと決めていた

「とにかく研究がおもしろい」。原点に立ち返り固まった決意

2019年度京都大学たちばな賞受賞*
永田理奈さん
(大学院生命科学研究所 博士後期課程3回生)



京都大学の景観を作り出す樹木

本部・吉田南構内編

京都大学の樹木といえば、時計台を背に枝を拡げるクスノキや、北部構内の入り口から続くイチヨウ並木などが象徴的に取り上げられることが多い。でも、樹木に注目してキャンパスを歩いてみると、木々の姿や形の多様さに驚く。本部・吉田南構内でざっと目に入るだけでも、樹種はおよそ100種。記念樹もあれば、風に乗って運ばれた種が根付いたものも。樹木が語る京都大学の歴史に耳を澄ませてみよう。

協力：杉山淳司 教授（大学院農学研究科）



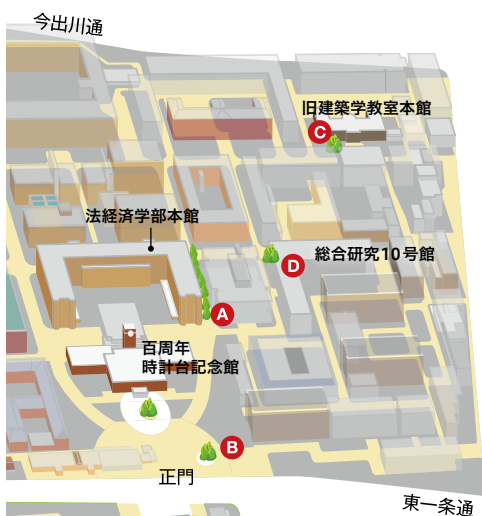
カツラの葉(上)と吉田南構内正門から望む吉田南総合館(下)
葉は丸いハートのような形。秋になると黄色く黄葉し、甘い香りを放つ

京都とのゆかりの深いカツラ^①

吉田南構内の正門から吉田南総合館に至るプロムナードにはカツラが並ぶ。選ばれた理由は不明だが、カツラの葉といえば、形がよく似たアオイの葉とともに、京都三大祭の一つ、葵祭の装飾に使われる。あまり知られてはいないが、京都大学には1949年頃に、アオイの葉を模した大学マークが存在し、襟章にも使われていた。発案者は法学部の学生。本人への聞き取り調査の資料には、「太平洋戦争で中断されていた葵祭の復活の気運が高まっており、京都のイメージともぴったりである」との考案理由が記されている。



フタバアオイの葉
暗い林床に生息する草木。茎は林床に這うように伸びる



右上／旧建築学教室本館前のクスノキ
右下／総合研究10号館北西のクスノキ

総合研究10号館北西の石碑には、「原子核工学教室創設十」の文字が読み取れる。下部は埋もれて読み取れない。原子核工学教室の発足10周年にあたる1967年の設置と推定される

参考資料：「京都大学キャンパスマスタープラン2018」

京大講師が発見した新属〈メタセコイア〉^②

法経済学部本館の東側の壁に沿って、9本のメタセコイアが列をなす。幹は空に向かって真っ直ぐと伸び、葉色は四季折々に変化する。各地の公園や道路の並木で見られる身近な樹木だが、一時は絶滅の危機にあった。

京都帝国大学の講師だった三木茂博士は、ヌマスギやセコイアとされていた植物の化石の中にどちらの特徴も持たない植物があることに着目。ヌマスギのような互生葉序でもなく、セコイアのように螺旋状の球果も持たず、変異にしては大きすぎる。別種の植物だと考え、保存状態の良い化石を各地で探した。決め手となったのは、1941年に岐阜県土岐市で発見した小枝の化石。対生葉序であるとはっきりと分かるこの化石を「メタセコイア属」と命名した。

1946年には中国湖北省の山村でメタセコイア属と見られる針葉樹が見つかり、三木博士の論文をもとに同定。100万年前に絶滅したと考えられていた植物の発見は大きなニュースになった。種子はアメリカで育成され、1950年には三木博士の結成したメタセコイア保存会のもとに100本の苗木が到着し、日本各地に頒布された。



秋のメタセコイア

紅葉時の赤茶色の葉色から、アケボノスギ(英名:Dawn Redwood)とも呼ばれる



小枝の化石

約1,000万年前のものだと推定される。同じ高さから向き合うように2枚の葉が出る「対生葉序」であることが明確に分かる(所蔵および写真提供：大阪市立自然史博物館)

クスノキは時計台前のみにあらず

本部構内には時計台前以外にもいくつものクスノキが育っている。ちなみに、時計台前のカフェ・レストラン「カンフォラ(Camphora)」の名はクスノキの種小名「camphora」からとられたそう。



クスノキと記念碑
石碑の文字は経年劣化で銘文が削れており、判別不能なものが多い

第三高等学校での記憶を木に託す^③

正門北東、自動車の入場ゲート付近のクスノキの根元には4つの石碑が残る。うち一つに刻まれるのは、1894年、第三高等学校から第三高等学校への改組時の銘文。第三高等学校の発足当初は一部の専門学部のみが置かれたので、他の専門学部の学生は別の高等学校に移らざるを得なかった。石碑には、京都を去る学生たちの師友の別れの感慨と哀切が綴られている。「分袂式」では、石碑とともにクスノキの若木を植樹。当時は時計台近くの別の場所にあり、1945年に現在の場所に移転。このクスノキが初代のものかどうかは定かではない。

木に埋もれた石碑

多くの記念樹と記念碑が現存する旧建築学教室本館の前、「第一回卒業生記(以下は埋もれて読み取れず)」と書かれた石碑の隣にクスノキが育つ。C 1923年の設置と推定される。当初の予想以上に樹木が成長し、石碑の下部が根に埋まる。総合研究10号館の北西にも、クスノキの幹と根に埋もれた石碑が残る。D



杉山先生の
ひとこと

クスノキといえば『日本書紀』にも登場する樹木。(クスノキは船に用いよ)とあり、実際クスノキは加工しやすく、材内に「樟脳」を含むため耐久性に優れます。当時からそうした特性が理解されていたことが窺えます。

アンケートに
答えると
「プティ・ゴーフル」
が当たる!



アンケート

問1	本誌の入手場所
問2	関心をもった記事
問3	ご意見・ご感想
問4	年齢・職業(学年)
問5	プレゼントに応募の場合 氏名・住所

スマートフォン、タブレットPC、パソコンで下記のQRコードを読み取り(もしくはURLを入力し)、専用フォームにアクセスするか、本誌裏表紙の奥付に記載の発行所宛に、郵送、FAXまたはメールで、上記項目について記入してお送りください。ご協力いただいた方の中から、抽選で10名様に「プティ・ゴーフル」をプレゼントします。応募の締め切りは2021年3月11日(木)です。当選者の発表は発送をもってかえさせていただきます。

URL <https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/about/public/issue/kurenai/enquete>



編集後記

今号の巻頭特集は、コロナ禍での教育現場におけるコミュニケーションや鮮明になった社会の課題と変化などについて、3人の先生に論議いただいた。通常なら同時に1か所に集まって開催するが、コロナ禍での取材現場では、ウェブ会議システムが活用された。鼎談の間には、インターネット回線や機材等の環境による中断、ハウリングなどの音声トラブルもあった。オンラインは、場所の制約がないため対面よりも都合を合わせやすくなるメリットもあるが、場の雰囲気や人柄にふれるのは対面より淡泊なものになりがち。しかし、オンラインはコロナが終息したあとでも定着していきだろう。「脱ハンコ」やデジタル庁の設立とその恒久化を検討するなど、日本はコロナ禍を契機に全面的にデジタル化やAI、IoTなどを一気に推進させようとしているから。我々は、この社会の大変革に立ち会うことができ、ある意味では困った、ある意味ではラッキーだと言えるのではないかと、編集を進めながらそう考えさせられた。

2020年11月
広報委員会「紅崩」編集専門部会

京都大学基金事務局より

京都大学基金では、卒業生をはじめ保護者や地域、企業・団体の皆様からいただいたご寄付を、教育・研究・社会貢献のために活用しています。

【お問い合わせ先】 京都大学基金事務局 TEL 075-753-2210 <http://www.kikin.kyoto-u.ac.jp>

京都大学基金の
情報をお届け!

寄付者特典について

京都大学基金へご寄付をいただいた方に感謝の意を込め、各種特典をご用意しています。

■百周年時計台記念館での銘板の掲示

寄付累計額に応じて、京都大学のシンボルである百周年時計台記念館に設置する「京都大学基金寄附者銘板」にご芳名を掲載いたします。

銘板の種類	寄付累計額	
	個人	法人・団体
ゴールド大	5,000万円以上	1億円以上
ゴールド	1,000万円以上	5,000万円以上
シルバー	500万円以上	1,000万円以上
ブロンズ	100万円以上	300万円以上

■感謝状の贈呈

寄付目的および寄付累計額が以下の方々には、感謝状を贈呈いたします。

寄付目的	寄付累計額	
	個人	法人・団体
大学全体の支援のため	100万円以上	300万円以上

■芳名録への掲載

ご寄付いただいた方々のご芳名を、京都大学基金ホームページ上の「京都大学基金寄附者芳名録」に掲載いたします。

京都大学同窓会だより

第15回京都大学ホームカミングデイの開催

2020年11月7日(土)から「絆」をテーマに、第15回ホームカミングデイを限定期間、オンラインにて開催します。ホームカミングデイは、本学同窓生やそのご家族、一般の方との交流を目的として、実施しています。

新型コロナウイルス感染拡大により、人と実際に接する機会が減少しており、従来の私たちの社会や生活も大きく変容しようとしています。そんなコロナ時代にどのような絆を築いていけばよいのか、本学と卒業生との絆、卒業生同士の絆を再確認するとともに、コロナ時代の人と人との繋がりについて考える機会になればと思います。

今年度のオンライン開催では、動画コンテンツの内容として、新総長の挨拶と出口治明氏(立命館アジア太平洋大学学長)の講演をご覧いただけます。また、京都大学のキャンパス、そして学生の「いま」を感じていただける多彩なコンテンツを用意しています。

詳細は、京都大学同窓会ホームページにてご案内しています。ご家族・懐かしいご友人へご周知のうえ、ぜひご視聴ください。

<http://hcd.alumni.kyoto-u.ac.jp/>



立命館アジア太平洋大学学長 出口治明氏

新たに入会された同窓会

2020年4月に「京都大学野球倶楽部」、7月に「京都大学ミャンマー同窓会(KU-MAN)」、9月に「京都大学ローバースカウトOB会」が新たに京都大学同窓会に加入しました。

「京都大学野球倶楽部」は、硬式野球部のOB・OG組織であり、現役学生の活動を支援するため、資金援助、連盟の理事および審判委員の派遣を行っています。

「京都大学ミャンマー同窓会(KU-MAN)」は、ミャンマー人の元留学生を中心に設立され、卒業生と京都大学との関係維持、日本とミャンマーおよび、他のASEAN諸国の京都大学同窓会との国際的な連携も推進していきます。

「京都大学ローバースカウトOB会」は、ボーイスカウト日本連盟に加盟し、ボーイスカウト精神のもと、野外活動、奉仕活動、国際交流等を中心に様々な活動を行っています。

京都大学同窓生向けサービス

在学生と卒業生、教職員の方を対象に「同窓生向けサービス」を運用しています。ご登録いただいた皆様と同窓生限定の優待特典や母校の最新情報をお届けするほか、ご希望の方は登録者同士の交流も可能です。京都大学ドメインのメールアドレスを利用できるサービスもあります。

2020年7月から「京大アラムナイ」と「KUON」が統合されました。統合後の名称は「KUON」を継承しておりますが、「京大アラムナイ」をご利用いただいた方においても、従来のサービス内容に変更はありません。

ぜひご登録ください。

http://hp.alumni.kyoto-u.ac.jp/kuon_alumni/

京都大学同窓生向けサービス



選者のコメント

「おと」の作品から紅葉、秋、片恋、川や水の要素を感じ取りました。この歌には、紅葉や水の要素が含まれています。さらに、この歌は作者の在原業平がかつて恋仲にあった女性が天皇に嫁いでしまい、その嫁ぎ先で再会した折に詠んだという片恋の要素を感じさせます。

選者

かるた会ほいらあ

ことば

ちはやぶる 神代も聞かず 竜田川
からくれなるに 水くくるとは

『古今和歌集』(巻五)秋・二九四(小倉百人一首・一七番)

触発ギャラリー

いろ+おと+ことば

主役は表現・創作活動に励む学生たち。
一つの作品を起点に、
「いろ・おと・ことば」のバトンを繋ぎます。
感化され、刺激され、
ときには反発をしながら、
生み出された作品のコラボレーションを
お楽しみください

*紅萌ホームページでは、3つの作品を
融合した映像作品を公開しています。

起点

今回は
「いろ」から
スタート

おと

男声合唱組曲『雪と花火』より

I. 片恋

演者

グリークラブ
作詞：北原白秋
作曲：多田武彦



無人のホームに発着する
電車からは何とも言えぬもの寂し
さを想起させられました。闇夜を彩る
華やかながらも落ち着いた光は舞い
落ちる花びらのよう。女性への懸想を
風景に仮託し歌い上げる『I. 片恋』
がこの写真の魅力をより引き出
すことができれば幸いです。

演者のコメント

嵐山駅の名物モ
ニュメントであるキモノフオ
レストと、嵐電を絡めた1
枚。夜になると、より一層
幻想的な一面を見せて
くれます。

撮影者のコメント

車両：モボ611形

撮影地：京福電鉄嵐山本線 嵐山駅

撮影者

鉄道研究会
池田麻誉さん
(工学部2回生)



京大力、新輝点。



京都大学は2022年に
創立125周年を迎えます
<https://125th.kyoto-u.ac.jp/>

京都大学広報誌 **紅萌** 第38号
2020(令和2)年11月17日発行

編集●京都大学広報委員会 『紅萌』編集専門部会
発行●京都大学 総務部 広報課
〒606-8501 京都市左京区吉田本町
TEL 075-753-2071 FAX 075-753-2094
URL <https://www.kyoto-u.ac.jp/>
E-mail kurenai@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp
制作協力●京都通信社 デザイン●中曽根デザイン

『紅萌』は、次のURLで閲覧できます。
WEB版 <http://www.kyoto-u.ac.jp/kurenai/>
PDF版 <https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/about/public/issue/kurenai/>

©2020 京都大学 (本誌記事の無断転載・放送を禁じます)

『紅萌』ウェブサイトも公開中

動画コンテンツなど、冊子では紹介し
きれなかった「京大の魅力」を発信。
下記のアドレス、または右のQRコー
ドからアクセスできます。



<http://www.kyoto-u.ac.jp/kurenai/>