

淡青

t a n s e i

[特集]

「なぜ？」から始まる学術入門

素朴な疑問 vs 東大

言われてみれば気になる21の質問に
UTokyo教授陣が学問の視点から答えます



液体窒素の容器充填

沸点がマイナス196℃の液体窒素も液体ヘリウムと同様に寒剤として重用されており、その供給も浅野地区にある低温科学研究センターの重要な任務です。容器充填の際には空気中の水分が冷やされて白煙が立ち込める様子が見えて涼しげですが、一方で凍傷や爆発などの危険もあり、慎重な取り扱いが要求されるのが寒剤。センターでは講習会などを通して事故防止に努めており、マスコットの「ヘリウムくん」と「チッソちゃん」も啓発に一役買っています。
www.crc.u-tokyo.ac.jp/index.html



A. 東大の研究に興味を持ってほしいから

仕事や家事などで忙しい日々をすごしていると、学問なんて自分には関係ない、と思うかもしれません。遠い世界での営みに見えるかもしれませんが、でも、どの分野の研究も多かれ

少なかれ私たちの生活や社会につながっています。特集で紹介した身近な疑問に対する答えを通して、東大の研究者が日々格闘している世界に興味を持ってもらえたら本望です。





今号の表紙は低温科学センターの液体ヘリウムタンク。沸点がマイナス269℃の液体ヘリウムは理系の実験に欠かせない寒剤です。センターではタンクから容器に充填した液体ヘリウム約20万ℓ/年を14~16地点にトラックで配達し、地下の配管で回収してリサイクルしています。回収率は約95%。希少な寒剤を大切に使っています。

「淡青」について
 東京大学と京都大学（当時は東京帝国大学、京都帝国大学）が1920年に最初の対校レガッタを瀬田川で行なった際、抽選によって決まった色が「淡青」（ライトブルー）でした。本学運動会応援部の旗をはじめとして、スクールカラーとして定着しています。

コロナ禍が世を覆って3年目の夏、世間で高潮する第7波は学内にもこれまでにない勢いで及んでいます。誰も思い浮かべるのは「コロナ禍はいつ終わるの？」という疑問ではないでしょうか。今回お届けする第45号では、日頃ふと疑問に思ったり、いざ聞かれると答えに窮してしまうような素朴な疑問を集めました。いかにもTVのクイズや生活番組にありそうな企画と思われるかもしれませんが、そこは我々が東大。深海から宇宙まで、イロハから紅葉まで、森羅万象にわたる疑問の数々を一線の先生方が快刀乱麻を断つがごとく解き明かしてくれます。登場の先生方は男女ほぼ半々、年齢も幅広く、6月制定のダイバーシティ&インクルージョン宣言の目指すところを一步反映しています。校友会ニュースでは、世界的なピアニストのフジコ・ヘミングさんの演奏会を紹介。ぜひ全編ご味読ください。

東京大学広報室長 杉山清彦

編集発行／東京大学広報室
 杉山清彦（広報室長 総合文化研究科教授）
 広報誌部会／
 藤堂眞治（理学系研究科教授）
 郷原佳以（総合文化研究科教授）
 鈴木鏡（新領域創成科学研究科教授）
 岩本敏（先端科学技術研究センター教授）
 高井次郎、井尻裕子、ウィットニー・マッシュューズ、青木瑞穂、福井美乃（広報課）
 梶野久美子、福味和子（卒業生部門）

アートディレクション／細山田光宣（細山田デザイン）
 デザイン／グスクマ・クリスチャン、鈴木沙季（細山田デザイン）
 撮影／貝塚純一（p1,32,35,36）

印刷／コムラ
 発行／令和4年9月12日

【淡青】お取り寄せ方法

テレメールで【淡青】を取り寄せることができます。右のURLにアクセスして、資料請求番号をご入力ください。送料はご負担ください。



URL：http://telemail.jp
 資料請求番号：707789
 送料：180円（後納）

※本誌へのご意見・ご感想はkouhoukikaku.adm@gs.mail.u-tokyo.ac.jpまでお寄せください。

【特集】

「なぜ？」から始まる学術入門

素朴な疑問 vs 東大

言われてみれば気になる21の質問に
 UTokyo教授陣が学問の視点から答えます

老化に食べ物、魚類に植物、日用品から言葉の問題まで、私たちが暮らしの中で感じそうな疑問の数々をリストアップし、その分野に詳しく学内の先生を選んで、各々の専門分野の観点から答えてもらいました。そして、疑問に紐づける形で自身の研究内容についても紹介してもらいました。なんとなく知った気であるけどいざ聞かれてみるとはっきり答えられないような身近な疑問を足がかりに、研究者の世界を覗いてみませんか。

Q.0 どうしてこの特集を組んだの？

これまでの「淡青」だと、映画とか海とかオリバラとかアートとか猫とか、ジャンルごとの特集が多かったはず。なんで今回はこの特集なの？もしかしてネタ切れ？

そしてボクは誰でしょう？



Q.1 どうして疲れると眠たくなるの？

夜になると自然に眠たくなってきます。運動したりがんばって働いた日にはいつもより眠たくなる気がします。そもそも眠気って何なの？



A. カルシウムイオンが神経細胞に入るから

回答者／上田泰己 システム生物学
医学系研究科教授
UEDA Hiroki

寝息の 패턴を探る 眠気の正体へ迫る

なぜ眠たくなるのか。この疑問に関して以前から知られていたのは、体内時計（概日時計）の存在でした。体内の一つ一つの細胞に24時間周期で時を刻む分子があります。脳の視床下部にある視交叉上核という神経細胞がそれらと連携して時刻合わせをすることで正確な時を刻み、地球の自転周期に基づいて眠くなるという仕組み自体はかなり解明されてきたのですが、一方で眠気というものの正体はよくわかっていませんでした。昼によく働いて疲れると夜に眠くなりますが、その疲れとは何を意味するのか。眠気はどのようにたまるのか。

動物の睡眠を測定するのはなかなか難しく、従来は脳外科のような手術をしないと行けませんでした。私たちは寝息の 패턴を使って動物を傷つけずに測定する技術を2016年に編み出しました。マウスの呼吸パターンを指標に睡眠時間を測るSSS法（Snappy Sleep

Stager法）です。この技術は遺伝子改変したマウスの睡眠に起こる変化を確かめる上で非常に有効で、それほど操作に慣れていない人でも睡眠を解析できるようになり、研究が進んだのです。私たちが開発して磨いてきた脳や全身を透明化するCUBICという技術も役立ちました。そうして見えてきたのは、眠気の正体はカルシウムだということでした。

眠気のポイントは カルシウムだった

体内の細胞の間隙にカルシウムが存在します。神経細胞が興奮すると細胞の外から細胞内にカルシウムが入ります。カルシウムが入るとCaMKIIというリン酸化酵素が働いてそれを数えます。これが眠気の正体ではないかと予測し、21種類の異なる遺伝子改変を施したマウスで検証したところ、やはりカルシウムイオンによって調整されるメカニズムが睡眠時間を制御していました。眠りに入るには神経細胞にカルシウムイオンが流入する必要があり、覚醒するにはカルシウムイオンが神

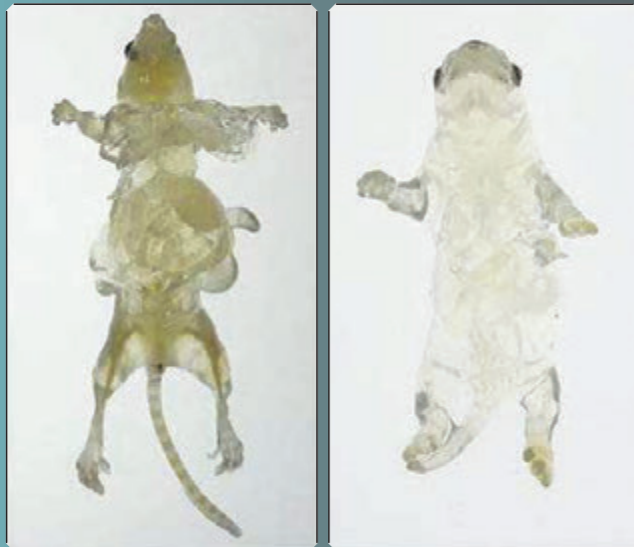
経細胞から流出する必要があったのです。従来はカルシウムが神経を興奮させるとわれていましたが、実際にはカルシウムがブレーキとなり、神経の興奮が蓄積されて眠気のもとになっていました。昼に何かを学んだりすることで興奮し神経細胞がカルシウムを取り込むことで夜によく眠れるのです。

私は10年前に細胞の研究から細胞が集まった動物の研究に移り、いまは動物から人の研究に移っています。動物では寝息から睡眠を捉えましたが、人の場合は手の動きで捉えるというアプローチを採っています。手は寝ているときも動きますが、睡眠時と覚醒時の手の動きはだいぶ違います。それを見分けると、病気のとときによく起こる中途覚醒という睡眠パターンが顕著にわかります。手の動きをセンサーにして、背後にある眠り・覚醒の状態や脳の状態を調べようというわけです。

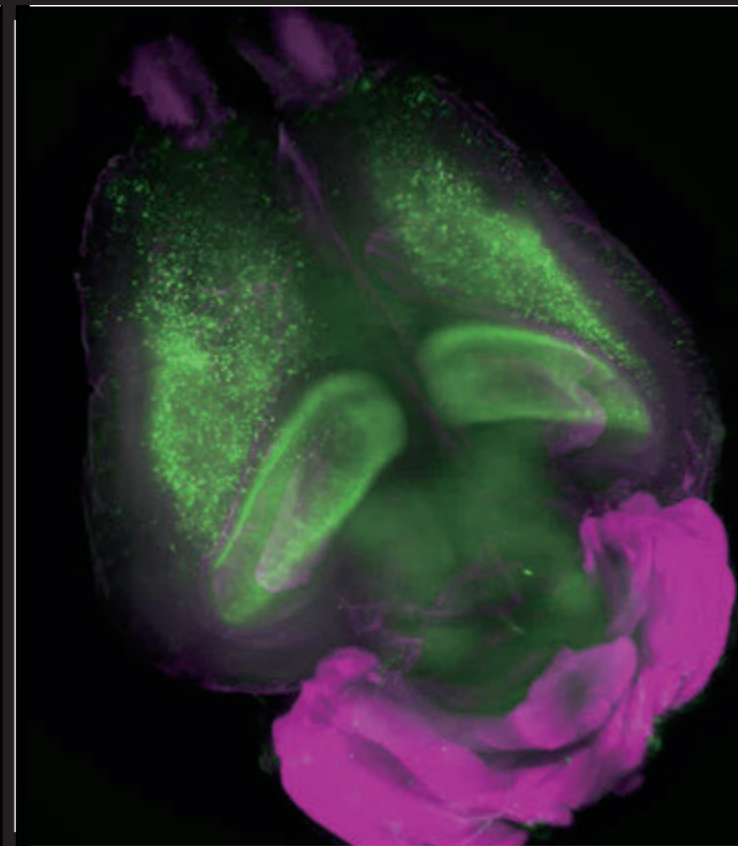
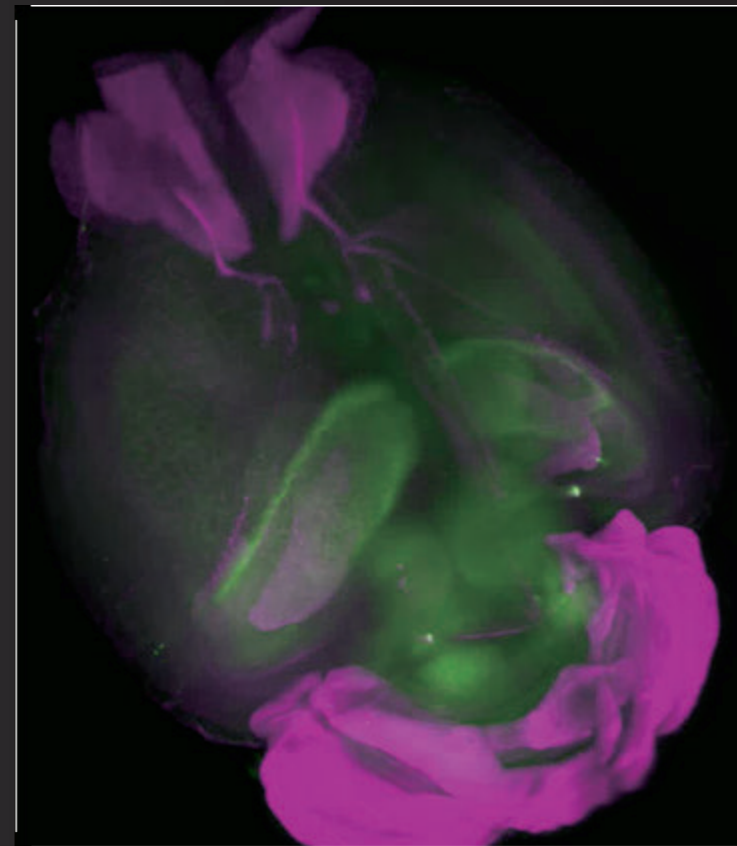
健診で睡眠を測って 日本の睡眠の質向上を

人の睡眠の研究を始めたのは、特定健康診断に睡眠測定を入れたいと思ったから。睡眠を定期的に測ることで脳の状態を把握し、病気の予兆を早めに捉える仕組みを作りたいからです。ただ、適切なウェアラブルの測定装置がなかったので、開発を始めました。加速度センサーで測る装置はありましたが、中途覚醒を捉える精度が低かったのです。実験室にベッドと複数の医療機器を導入し、そのデータと腕時計型加速度センサーのデータを検証したところ、腕時計センサーだけでも正しいデータが取れました。2020年に実用の目処をつけ、今年2つの論文を出しました。一つはACCELという検出アルゴリズムで正確に眠りと覚醒を把握する技術、もう一つはACC ELで10万人の睡眠覚醒パターンを分類する試みについてのものです。

睡眠状況が悪くなった人には薬や医療機器



2014年、上田研究室は組織懸濁液を透明にする化合物を探る中でアミノアルコールが高度な透明化を可能にすることを発見。マウスの全脳透明化を達成し、全身の透明化にも成功しました。CUBICと名付けたこの技術は、癌細胞の転移を調べたり、統合失調症患者の脳の状態を調べるにも使われています。



カルシウムイオンの入口の1つ（NMDA型グルタミン酸受容体）の阻害剤を、神経細胞の活性化が蛍光の変化で見られるマウスに投与し、透明化の手法で観察したところ、阻害剤により神経が活性化されたことがわかりました（阻害剤を投与した場合＝右画像のほうが緑色が強い）。



参考図書

『実験医学 Vol.40』（羊土社、2022年）
「睡眠医学～眠りの分子・神経基盤を解明し、睡眠異常へ介入する」という大特集の企画を上田先生が担当。睡眠医学の現在と未来を知るための一冊。

がありますが、未病の時点で悪化を防ぐという面が睡眠医療では弱い。そこをなんとかしたいと思って技術を磨き、2020年8月に睡眠健診の社会実装を目指すベンチャーを立ち上げ、同年10月には睡眠健診運動を始めました。日本の皆保険制度の特徴を活かして睡眠健診を広げる運動です。検便や検尿のように、事前に装置を渡して健診日に提出する形で、1週間ほど装置を腕につけて過ごすだけで脳の状態を確認できます。

日本人の睡眠の質の低さがよく取り沙汰されます。そこが可視化されると、睡眠は基本的人権の一つだという認識が強まり、その質の確保が国や雇用主の責務となるでしょう。最近の研究により、睡眠は単なる休養ではないとわかってきました。睡眠することで記憶を担う神経細胞同士のつながりが強くなるようです。睡眠は人を人たらしめる脳の活動を支える重要なプロセスです。睡眠健診の重要性は増していくと思います。



上田先生が2020年に創業したACCELStars社で開発中のウェアラブル端末では、睡眠障害の検知に不可欠な中途覚醒も正しく検出することが可能に。www.accelstars.com

自分を食べても いいことないよと警告!?

葉には、光合成に重要なクロロフィルという、緑色をつかさどる色素が含まれています。イロハモミジなどの樹木では、秋になって寒くなるとこれが分解され、一方でアントシアニンという色素が合成されることで、葉が赤く色づいて見えます。ちなみにイチヨウの葉などが黄色くなるのは、葉にもともと含まれていたカロテノイドという色素が、クロロフィルが減って目立つようになるためです。

では、葉は何のために赤くなるのでしょうか。アントシアニンを合成する目的は何でしょうか。ここでは二つの仮説を取り上げます。

一つ目は、過剰な光から葉を守るという説です。クロロフィルの分解により光合成活性が落ちた状態の葉に過剰な光が入ると、細胞へのダメージや早期落葉がもたらされます。それを防ぎ、葉から幹へ養分の転流を促すためにアントシアニンが合成されている可能性があります。アントシアニンは短波長の光を吸収するため、日傘のように入ってくる光の量をやわらげる効果があると考えられます。

二つ目は、植食性昆虫に対する警告という説です。自分は防衛物質が多い、もしくは栄養性に乏しいなど、食べてもいいことはないから近づくな、と伝えるシグナルとしての赤色です。これは、秋に樹木に移動して越冬性の卵を産み、春に孵って害をもたらすアブラ

ムシのような昆虫を想定しています。アブラムシなどは葉を吸汁するだけでなくウイルスを媒介することもあるため、なるべく遠ざけたいわけです。

後者は特に、紅葉が昆虫との相互作用で進化してきたかもしれないという興味深いストーリーですが、検証はまだこれからです。仮説を支持する研究がある一方、否定的な研究もあり、今後の進展が期待されます。

葉の形によってオトシブミの 利用しやすさが異なる

私の研究室も主に昆虫と植物の相互作用について研究しています。私は特にオトシブミという植食性の甲虫と葉の形の関係について調べています。オトシブミのメスは植物の葉を巻き、揺籃と呼ばれる葉巻を作ります。揺籃のなかには卵が産みつけられていて、孵った幼虫は揺籃の葉を食べて育ち、成虫になります。この揺籃は切って地面に落とされていることも多く、巻物の手紙のように見えるため「落とし文」の名が付きましました（和菓子のモデルにもなっています）。

私は、葉に切れ込みがあると揺籃を作りにくいのではと考え、先端に深い切れ込みがある葉とない葉で比較しました。すると、やはり切れ込みがある葉では揺籃作りが妨げられていました。オトシブミは葉を巻く前にその葉を歩いて調べる（＝踏査）のですが、切れ込みがある葉ではルートに迷いが生じるのか、踏査が完了しないのです。現在、その条件を定量的に明らかにしようとしています。同じオトシブミの仲間でも複数の葉を使って揺籃を作るものもいれば、蛾や蝶の仲間には糸で葉を綴って巻くものもいます。こうした昆虫の多様な葉の加工方法と葉の形の関係性も探りたいです。



ムツモンオトシブミの揺籃

お知らせ

樋口先生が所属する理学系研究科附属植物園では、ミニ企画展「花と昆虫——東京大学植物園の研究展」が開催中です（小石川本園・日光分園ともに）。所属研究者の研究成果や採集した昆虫標本をご覧いただけます。

Q.3 どうして深海魚は光を放つの？

よく知られたチョウチンアンコウを筆頭に、多くの深海魚は光ります。なぜ体の一部を光らせるのでしょうか？ 照明がわり？



A. 餌をおびき寄せたり 姿を見えにくくするため

回答者／**猿渡敏郎** 魚類学
大気海洋研究所助教
SARUWATARI Toshiro

突起に発光バクテリアが寄生

太陽光がほとんど届かず、暗く冷たい深海。この水深200メートル以上の海域に生息する生物で、知名度が高いのがチョウチンアンコウです。この深海魚の頭から出ている釣り竿のようなものは背びれの一部で誘引突起と呼ばれる。その先端に発光バクテリアを寄生させた擬餌状態と呼ばれる発光器があります。

暗い水中で、この発光器を光らせ、餌のエビや小魚をおびき寄せます。また、これはあくまでも推測ですが、この発光器で同種同士のコミュニケーションをとっている可能性もあります。

海の中層から海底の間で浮遊生活を送るチョウチンアンコウの擬餌状態は、種によって形質が異なります。これまでに166種確認されていて、お互いをこの発光器で識別しているのです。

深海魚の多くは発光します。しかし、チョ

ウチンアンコウと違い、多くの場合、発光器は腹部にあります。海の中にわずかに差し込む光は上からくるので、腹部を光せることによって影を打ち消し、見つかりにくくしているのではないかとされています。この発光器の色、実は魚種によって違います。私が見たことがあるのは、青、緑、ピンク（残念ながらチョウチンアンコウが発光しているところは見たことがありません）。

メスに寄生して生き延びるオス

深海に生息するチョウチンアンコウを採集するのは非常に難しく、めったに目にすることはできません。しかし幸運なことに、2000年の学術研究船白鳳丸での調査で、非常に状態のよいメスのミツクリエナガチョウチンアンコウを採集できました。網にかかっ

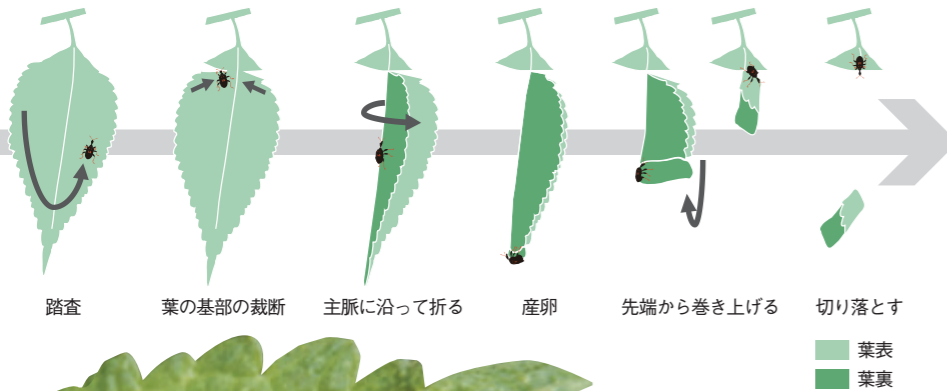
Q.2 秋にモミジが 赤くなるのはなぜ？

樹木の中には秋になると赤や黄色に色づくものがある。すくなくきれいです。でも、そもそもなんで紅葉するの？ 人を喜ばせるため？



A. 植食性昆虫に 警告を発したいからかも

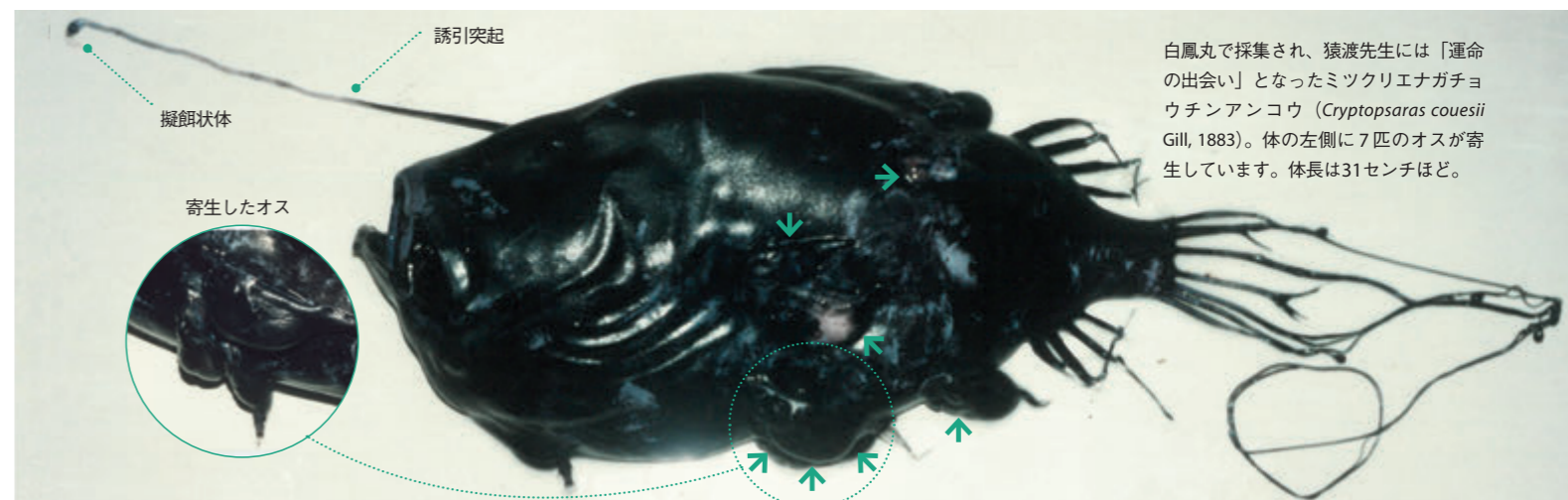
回答者／**樋口裕美子** 生態学
理学系研究科助教
HIGUCHI Yukiko



ムツモンオトシブミの成虫



葉に深い切れ込みがあるハクサンカメバヒキオコシ



白鳳丸で採集され、猿渡先生には「運命の出会い」となったミツクリエナガチョウチンアンコウ (*Cryptopsaras couesii* Gill, 1883)。体の左側に7匹のオスが寄生しています。体長は31センチほど。

た魚のなかにチョウチンアンコウを見つけた時は、膝が震えました。しかも、このメスには8匹ものオスが寄生していました。

100種以上いるチョウチンアンコウのうち、25種はメスの体表にオスが寄生することが知られています。オスは寄生した後、メスから栄養をもらい成長を続けます。常に一緒にいれば、タイミングがよい時に受精し子孫を残せるため、そのように進化してきたのではないかと考えられています。複数のオスが寄

生するという事は、さまざまな形質の子供を残せるため、多様性の維持の観点からもメリットは大きいのです。

では、オスはどのようにして寄生するメスを見つけているのでしょうか。オスを正面から見ると、中央にとっても大きな一対の鼻の穴があります。その鼻腔内には嗅房と呼ばれる匂いを感じる器官があり、とてもよく発達しています。ここを使い、メスのフェロモンの匂いを嗅ぎ分けると考えられています。寄生

できなかったオスは、ある程度の大きさまで成長すると死んでしまっているようです。厳しい世界ですね。

深海魚では他にもアオメソ（通称：メヒカリ）の生態に関する研究を続けています。フライなどで食べるとおいしい魚で、未成魚は大量に捕れますが、成長すると日本中の漁場からいなくなります。産卵回遊に出発したと思われませんが、どこまで行っているのか明らかになっていません。どの深海魚もまだ謎だらけなのです。



水深150～450メートルの海底に暮らす深海魚、アオメソ (*Chlorophthalmus albatrossis* Jordan & Starks, 1904)。肛門の近くに発光器がありますが、そこを光らせる理由は分かっていません。アクアマリン福島にて撮影。



猿渡先生の本
『生きざまの魚類学』（東海大学出版、2016年）
卵から死まで魚の一生を解説した一冊。マサバやサケなどさまざまな魚の生活史を紹介しています。

Q.4 どうして楽しい時間はあっという間に過ぎるの？

楽しい時間を過ごしていると、時間の進み方が速くなったように感じることがあります。なぜ時間の知覚が変わるのでしょうか。



A. 心の時計を早送りする 神経伝達物質が出るから

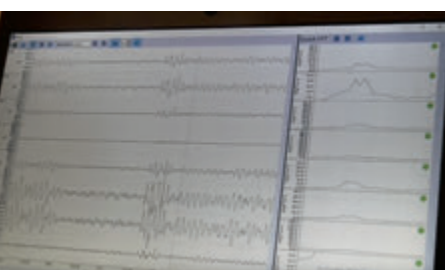
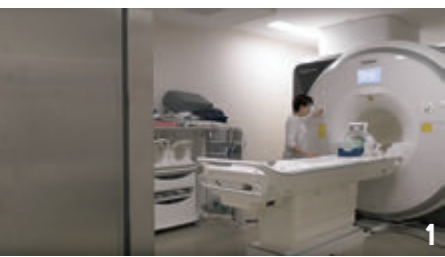
回答者／**四本裕子** 認知神経科学
総合文化研究科教授
YOTSUMOTO Yuko

時間知覚を左右する 時を刻むペースメーカー

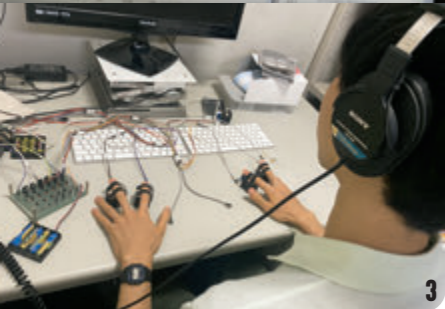
私たちはどうやって時間を知覚しているのでしょうか。その代表的な考え方に「ペースメーカーモデル」と呼ばれるものがあります。それは、私たちの心の中にチクタクと時を刻むペースメーカーと蓄積機があって、そこに一定数、時が溜まると「これだけの時間が過ぎたな」と感じるというものです。楽しい時間はあっという間に過ぎる、ということとは

のペースメーカーが普段より早い間隔でチクタクと動き、実際よりも短い時間で時が溜まるということ。これはあくまで概念的なモデルで、文字通りのペースメーカーが私たちの頭の中にあるわけではありませんが、そのようなものを仮定して人間の時間知覚を理解しよう、という研究の流れがあります。

このペースメーカーを何が速めて何が遅くするのか、ということに関連がありそうな神経活動に、アルファ波やベータ波といった周波数が違う脳波があります。脳の細胞は、いろんな周波数の脳波がシンクロナイズしながら活動していますが、その同期活動のタイミングがペースメーカーの速さに関連しているのではないかと考えられています。



1 脳の構造や機能を測定する機能的MRI。この機器で脳をスキャンして、脳の時間知覚などを調べています。2 機能的MRIでスキャンした脳の画像。3 脳波測定や行動実験により、人間が時間を感じる仕組みを調べます。4 脳波を計測できるヘッドキャップを被る四本裕子教授



楽しいとドーパミンの量が増える

私たちの脳には、音声や画像を認識する視覚野や聴覚野はありますが、時間情報処理だけに特化した領域は見つかっていません。それは別の見方をすると、全ての脳の領域がペースメーカーの速さに影響を及ぼさうということ。脳の皮質下領域という呼吸の制御や体温調整などを行う部分や、大脳皮質という情報処理や思考といった高次の認知機能を担っている領域も時間の情報処理に関係しています。その中でも特に大きく影響しているのが、大脳基底核という脳の部位。その大脳基底核が関わっているのがドーパミンという神経伝達物質で、これが足りないときちんと時間が知覚できなくなります。このドーパミン、私たちが楽しい、嬉しいなどと感じるときに量が増えるんです。

ただ人間が時間をどうやって認識しているのかは、まだよく分かっていないことも多く、私はそこを知りたくて研究をしています。私の研究室では、数秒から長くても数分の時間知覚のメカニズムについて心理実験や機能的MRIを使って脳活動の測定などを行っています。例えば、脳波の電極を頭の後ろの部分に貼って測定すると、8 Hzから12 Hzくらいのアルファ波成分がよく観察されるんですが、そこに外から電流を流して神経同期活動を無理やり早めたり遅くすると、時間知覚にどう影響するのかということも測定したりしています。基礎研究は、「これは世の中に役立つぞ」と予想するものではありません。目の前に謎があるから、それを知るために実験をし、答えを見つける。その過程は楽しく、喜びです。



参考図書

『脳のなかのびっくり事典』(ポプラ社、2020年)
脳にまつわる様々な「ぞんねん」や「びっくり!」をやさしく紹介し、脳の謎に迫る児童向けの一冊。四本先生が監修を担当。

障害物がなければ飛び続ける

人工衛星は、落ち続けながら地球の周りを猛スピードで回っています。一番のポイントは障害物があるかないか。邪魔するものが何もなければ、動き続けることができるのです。例えば、日本からブラジルまで穴を掘って真空のトンネルをつくり、そこにボールを落とすと、障害物がないのでスピードを上げながら落ち続け、最後は地球の真ん中まで行きます。しかし、そこでは止まる要因がないため、勢いでブラジル側に進み続けます。重力によ

Q.5 どうして人工衛星は落ちてこないの？

人工衛星は宇宙に打ち上げられた後、地球の周囲を回り続けています。なぜ地上に落ちてこないのでしょうか。

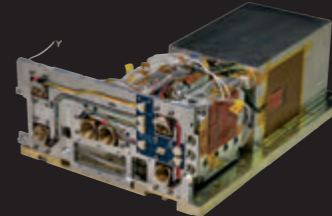


A. 実は落ち続けています

回答者／**小泉宏之** 宇宙推進工学
新領域創成科学研究科准教授
KOIZUMI Hiroyuki

水エンジン「アクエリアス」を搭載した、超小型探査機「エクレウス」(Engineering Model) が月の裏側から観測を行うイメージ。NASAが開発したロケットに相乗りし、打ち上げられる予定です。©NASA

水を推進剤に使った超小型エンジン「アクエリアス」。今年8月末以降に打ち上げの予定です。アクエリアスの開発を主導した卒業生たちは、2020年にスタートアップ「Pale Blue」を設立し、水を推進剤に使ったエンジンの開発と実証を進めています。



小泉先生が開発した超小型イオンエンジンと1円玉。

ってブレーキが掛けられブラジルの地表まで着くと減速して止まります。そして再び中心に向かって落ちていき、行ったり来たりを繰り返します。人工衛星も同じように落ち続けているのです。

では、なぜ地上に落ちてこないのでしょうか。それは、人工衛星が地球の水平方向に速度を持っているから。もし速度を持たない人工衛星を宇宙にポンと置いたら、ズドンと地上に落ちてきます。しかし、人工衛星を障害物がない高さまで打ち上げ、横方向に速度を持たせながら押し出すことで、下方には落ちずに地球の周りを回っていきます。

つまり必要要件は、障害物に当たらない軌道を描けるように速さと高さを工夫すること。国際宇宙ステーション (ISS) など、高度400kmあたりの地球に近い軌道を回る宇宙機の場合、秒速8 km弱くらいの速さが必要



種類がありますが、私が注目しているのは推進剤に水を使ったエンジンです。一番シンプルなのは、液体の水を水蒸気にすると広がっていくので、それを押し出す力として使う方法。もう一つは、はやぶさにも使われたイオンエンジンで、水蒸気をイオン化させプラズマという状態にして、そこに電圧をかけ押し出すタイプです。

水の利点は、取り扱いが容易で簡単に調達できるということ。近年はさまざまな企業が宇宙産業に進出していますが、それらの新しいプレイヤーたちにとって毒性がない水を使うことの利点は大きいと考えています。水は月や火星などでも確認されているので、宇宙で調達することができるようになるかもしれません。気軽に個人で衛星を持つことができ、探査機も飛ばせるし、宇宙にも行ける……。SFのような世界ですが、そのような未来に思いを馳せています。

推進剤に水を使ったエンジンに注目

この人工衛星に不可欠なのが、私が研究しているエンジンです。物を加速するためには、必ず何かを押ししています。例えば歩くときは地面を、飛行機は空気を押し加速します。この押し装置がエンジン。宇宙には周りに押すものが何もないため、ロケットエンジンを使って加速します。エンジンにもさまざまな



小泉先生の本

「人類がもっと速い宇宙へ行くためのロケット入門」(インプレス、2021年)
宇宙やロケットの基礎知識を学べる一冊。人工衛星やエンジンの仕組みについても、イラストや画像を使って分かりやすく解説しています。

Netflixはなぜ好みの映画がわかるの?

Q.6 ネットフリに限らずサブスク型の動画配信サービスがいつも自分の好きな映画をリコメンドしてきて驚きます。どうやってるの?



A. **数理最適化問題を解いているから**

回答者／**武田 朗子** 数理情報学
情報理工学系研究科教授
TAKEDA Akiko

現実の問題を数理モデルとして記述し解く

私は数理最適化に関する汎用的なアルゴリズム（計算手順）を研究しています。簡単に言えば、目的を達成するための最善の手を見つけるのが最適化。もともとは戦争の際に限られた兵器や兵士を使って敵に最大のダメージを与える方法を考えることから出てきた分野です。建築構造、コンピュータ将棋、避難場所の設定、在庫管理、クレーン制御、学生の研究室配属などなど、世の中で解決したい問題を捨象し、線形関数や二次関数などのふさわしい関数を用意して数理モデルとして記述します。それをいかに速く解くかを考えるのが私の研究。速く解くにはなるべく計算量の少ないアルゴリズムを作る必要があります。

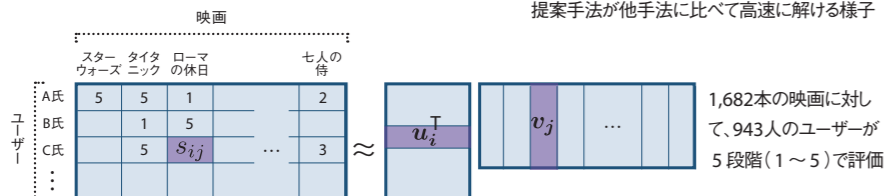
最適化問題は離散最適化と連続最適化に大別されます。たとえば、本郷三丁目駅から駒場東大前駅に最短時間で行く経路を答えよという問題は離散最適化の対象。一方、手書き文字をコンピュータに機械学習させて自動認識できるかという問題は連続最適化です。両者は解き方が違い、解くのに使う道具が違います。

ネットフリックスの推薦システムは連続最適化の対象になります。ユーザーごとの映画

非負値行列因子分解のための最適化問題

$$\min_{U, V} \frac{1}{N} \sum_{(i,j) \in \Omega} (u_i^T v_j - s_{ij})^2 + \lambda (\|U\|_F^2 + \|V\|_F^2)$$

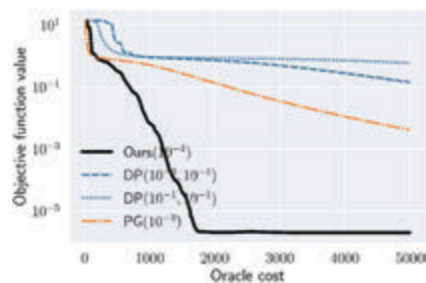
sub. to $U \geq 0, V \geq 0$



レイティング情報があるとして (MovieLens というデータセットがよく知られています)。似たレイティングをする人は好み似ていると考え、まだ観ていない映画Aがある場合に、好み近い人がAにつけた評価をあてはめて推薦する。これがリコメンドの仕組みです。

専門的な言い方をすると、非負値行列因子分解 (Non-negative Matrix Factorization) を用いた欠損値補完問題になります (非負値行列は全て0以上の値が入る行列の意)。ユーザーごと、映画ごとのレイティング数値が入った行列を2つの小さな行列に分離させて掛け算の形で表し、最適化問題を解くことにより (下の数式の) UとVが決まれば、抜けている部分の数値を表示できるようになります。SF好き、黒澤好き、恋愛好き……のような潜在因子 (嗜好パターン) があるとして、それがユーザーと映画の両方に強い関連性を持っていれば高評価だと判断し、まだ観ていない映画も好きだと推測できます。ただし潜在因子が何であるかを決める必要はなく、データだけあればよいことになります。

多くの人が楽しんでいる動画配信サービスの推薦システムは、このような数理最適化の研究結果が支えているのです。



MovieLens 100K データセットに対し、武田研究室の提案手法が他手法に比べて高速に解ける様子

「あいうえお/あかさたな」の順なのはど

Q.7 日本語の五十音の順番はそもそもなんで昔は「いろはにほへと」というのも使われ



A. **密教の僧侶が梵字を勉強したから**

回答者／**肥爪周二** 音韻学
人文社会系研究科教授
HIZUME Shuji

呪文を正しく唱えるために僧侶が工夫

「あいうえお」の段順、「あかさたなはまやらわ」の行順は、インドの字母表の配列に似たものです。密教の僧侶たちは、真言・陀羅尼などの呪文を梵語で正しく唱えるために、熱心にインドの文字を勉強しました。梵語の発音は非常に複雑で、文字数が7,000以上もあり、元の字母表も長大なものでした。五十音図は、それを日本語に合わせて簡略化したような組み立てになっています。

梵字の字母表の冒頭には母音が並びます。まずāīiūūの基本的な母音、次にeai o au という二次的な母音が配列されます (以下、話を単純化します)。日本語の仮名一字で書けるものを拾い出すと「あいうえお」の段順ができます。二列目以降には、母音の前に子音を加えた文字が並びます。最初の子音はkなので、二列目にはka kā ki ki ku kū ke kai ko kauが配列され、日本語に移すと「かきくけこ」です。以下同様に30以上の子音と組み合わせられたのが字母表の第一章です。

子音は大きく2つのグループに分けられます。まずは強い子音 (破裂音・摩擦音・鼻音)



梵字の字母表である「悉曇章」(のごく一部)。標準的な悉曇章は18章から成ります。悉曇は「成就」の意を持つsiddhamの音訳。冒頭にこの語を書いてその表の成就を祝福したのが由来といわれます。

「あいうえお」の順なのはど

てなかったっけ?

で、調音位置が口の奥のほうの子音から順に配列され、調音位置が同じものの中では鼻音が最後になります。ここまでを日本語に移すと「かさたなはま」の行順になります (清濁の区別は省略されます)。次に弱い子音 (接近音・摩擦音) のうち、調音位置が口の奥のほうから順に配列された接近音 (半母音) を日本語に移すと「やらわ」の行順になります。こうして「あいうえお/あかさたなはまやらわ」の順ができました。

ただし、五十音図が最初から現在の形だったわけではありません。現存する最古の音図 (西暦1000年頃) は「いおあえう」順であり、二番目に古い音図には「あいうえお」順と「あえおうい」順の二種類が載っています。「あえおうい」順はある程度普及したようで、平安時代の歌学書類に例が見られます。行順はそもそも特定の順で並べる必要がなく、かなり時代が下っても、用途に応じて様々な配列が使われました。江戸時代までの音引き辞書が「五十音引き」ではなく「いろは引き」が一般的だったのは、五十音図の行順が流動的だったからでもあります。

私は梵語を扱う悉曇学を皮切りに、漢字音や国語音へと展開しながら日本語の音韻史を研究してきました。最近では、「みぎがわ/みぎっかわ」「かわべり/かわっべり」のように、濁音と鏡のような振る舞いをするところのある促音挿入の問題に興味を持っています。膨大な研究の蓄積がある濁音に比べると、促音の方は、歴史的な事実も現代語における実態も十分に解明されていません。促音の研究を深めることが、濁音についても新たな知見をもたらすのではないかと考えています。

参考図書



『日本語あれこれ事典』(明治書院、2004年)
日本語に関する様々な疑問に答える一冊。肥爪先生は五十音図の話のほか、「じ」と「ぢ」の使い分けについても解説しています。

麻酔が効くとどうして意識がなくなるの?

Q.8 麻酔のおかげで患者は痛みを覚えることなく治療が受けられます。そもそも麻酔はどうして意識を飛ばすことができるの?



A. **神経細胞が隣に情報を伝えないから**

回答者／**内田寛治** 麻酔科学
医学系研究科教授
UCHIDA Kanji

電解質の移動と脂質への溶解度がポイント

麻酔がかかる仕組みの説明としては、2つの説があります。特異説と非特異説です。神経細胞の表面にある特異的な受容体に麻酔薬が結合して作用するというのが特異説。受容体はタンパク質であることが多いのでタンパク質説ともいいます。

神経細胞には様々なチャネルがあり、ナトリウムイオン、カリウムイオンや塩化物イオンといった電解質の通り道となります。細胞の外と内では濃度差があり、濃度の高いほうから低いほうに電解質が移って膜電位が変化すると、細胞は隣の細胞にシグナルを送ります。この現象が繰り返されて神経回路内で情報が伝わる。これが覚醒時の脳の活動で、それを止めるのが麻酔薬です。麻酔薬が働いて塩化物イオンが細胞内に入り、カリウムイオンが外に出ると、イオン勾配がなくなり、神経細胞がシグナルを隣に送らず、回路がつかない。覚醒時は外から入る情報を整理して伝えますが、それを行わなくなるのが麻酔状態です。

非特異説は別名が脂質膜説。生物の細胞膜は親水性の部分と疎水性の部分で二重になっています。この脂質二重膜に麻酔薬が影響を及ぼすという説で、受容体の特異的ではない仕組みがあるという主張です。歴史が長いのは非特異説のほうで、1900年頃に出たマイ

ヤーとオバートンの報告が有名です。麻酔の強さと油への溶けやすさの相関を検証し、麻酔薬は神経細胞の膜脂質に作用するという説を裏付けました。ただ、神経活動を抑制する仕組みは解明されませんでした。特定のタンパク質が欠損したロックアウトマウスの作成技術が進んだ1980年以降は特異説が主流になりましたが、それだけでは説明できないケースもあり、論争が続いてきたのです。

2020年になって画期的な論文が出ました。脂質二重膜にある脂質ラフト部分に麻酔薬が付くと、ラフト構造が広がって崩れてチャネルの活性を高め、カリウムイオンの流出を起こす結果、神経細胞の興奮が起こらない=麻酔がかかるという仕組みが報告されたのです。これは、特異説が主張する仕組みと非特異説が主張する脂質との相関の強さの両方が許容できるということ。どちらが正しいかを定めるのではなく、両者をつなぐ形になりました。

私は日本最古の麻酔学教室で6代目の教授を務めています。麻酔科医はあまり社会的に知られていないと感じます。麻酔科医は手術室の麻酔を担うだけでなく、集中治療の知識と技術を持つ医師です。コロナ禍で集中治療医の不足が騒がれましたが、その任も担えるのが私たち。重症患者をケアするプロという一面を知ってもらえるとうれしいです。



廊下に掛かる看板と歴代教授の肖像画

植物の抽出物を利用した麻酔は古代ギリシャの医師ヒポクラテスがすでに行っていたようです。本郷の医学図書館前には「ヒポクラテスの木」があります。かつて彼がその木陰で弟子に医学を教えたと伝わるスズカケの木が、初代医学図書館長の緒方富雄教授に寄贈されたものです。

脳内にタンパク質が蓄積

認知症で一番問題なのは、記憶したり、考えたり、判断したりといった認知機能が低下することです。脳では神経細胞同士がコミュニケーションを取ることによって、記憶ができたり、感情が生まれたりしていますが、認知症の過半数を占めるアルツハイマー病の患者さんの脳を見ると、多くの神経細胞が死んでしまっています。そのメカニズムを理解するための研究が、100年以上前から行われてきました。

タンパク質の分析技術や遺伝子の解析の進歩などにより分かってきたのは、老人斑と神経原線維変化と呼ばれる「ゴミ」が脳内に溜まり、それが神経細胞死を引き起こしているということです。老人斑はアミロイドβ、神経原線維変化はタウというタンパク質で、脳ができた時から脳内にあります。すべてのタンパク質は、作られては壊される、というプロセスを常に繰り返していますが、特にアミロイドβについては、歳を取ると代謝が下がり、脳内に蓄積しやすくなります。今考えられているのは、このアミロイドβが蓄積し、その状態が長時間続くと何かしらのストレスがかかりタウが溜まる。それが最終的に神経細胞死を引き起こすということです。

脳に光を照射しゴミを分解

アルツハイマー病に対する根本的治療法は、まだ確立されていません。神経細胞は死んでしまうとほとんど復活できないというのが脳の病気の難しいところ。近年では発症前の治療法として、脳内に蓄積したタンパク質を除去するための研究が、さまざまな研究機関で行われています。私の研究室が金井求教授の研究室と共同で取り組んでいるのが、光認知症療法です。光を当てると活性化してアミロイドβが分解されやすくなる薬（光酸化触媒）を投与しておき、脳に光を照射するという方法です。薬剤の問題の一つに副作用がありますが、この治療では光を当てたところだけ活性化するため、薬が全身に巡っても悪さを

脳内にアミロイドβが蓄積したモデルマウスに光酸化触媒を投与し、脳に光を照射。触媒を投与していないマウスと比べて、触媒を投与したマウスの脳内のアミロイドβの量が減少しました。



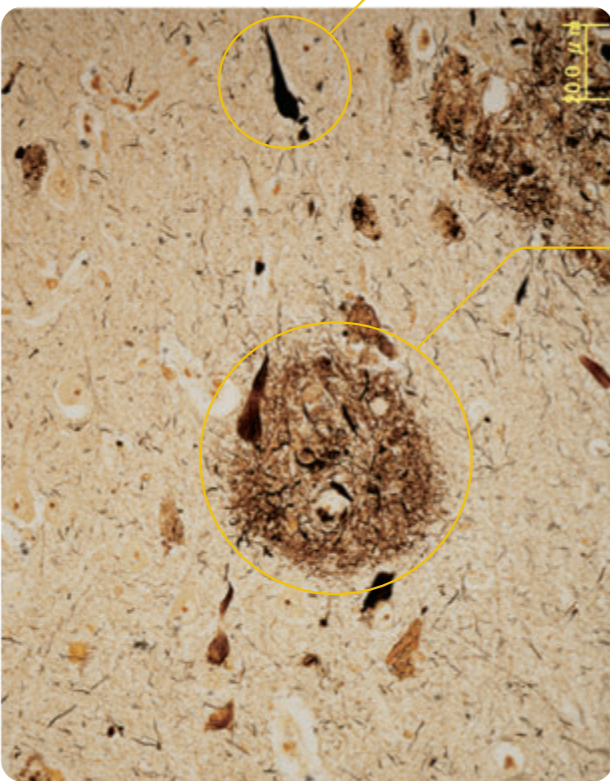
Q.9 どうして歳を取るとボケるの？

人の名前が思い出せなかったり、同じことを何度も言ったりといった症状が現れる認知症。脳の中で何が起きているの？



A. 脳内に「ゴミ」が溜まるから

回答者／富田泰輔 機能病態学
薬学系研究科教授
TOMITA Taisuke



神経原線維変化

タウというタンパク質から作られる神経原線維変化。脳に溜まると、神経細胞死が起きる確率が高いと考えられています。

老人斑

アミロイドβというタンパク質から構成される老人斑。脳に溜まると、将来的にアルツハイマー病を発症する確率が高いと考えられています。これまで脳内のアミロイドβ蓄積量を調べるためには、脳画像を解析したり脳脊髄液を分析するといった大掛かりな検査が必要でしたが、分析技術の進歩により血液で推測できるようになり、実用化に向けての取り組みが進んでいます。

をしません。今後数年以内に治験を開始できればと思っています。

認知機能低下のリスクを下げるために日常生活でできることは、頭を使いながらの運動と健康的な食生活です。ありきたりですが、確実に一定のリスクを下げる事が分かっています。最近では睡眠との関係も注目されていて、マウスの実験では、睡眠中に脳からゴミが除去されていることが分かってきました。

今私が注目しているのは、アミロイドβが蓄積するとタウが溜まるのかということです。アミロイドβ蓄積→タウ蓄積→神経細胞死というプロセスは全部で10年から20年ほどかかりますが、それぞれの間で何が起こっ



参考図書
『実験医学 Vol.37』(羊土社、2019年)
「神経変性疾患の次の突破口～脳内環境の恒常性と異常タンパク質の伝播・排除」という特集の企画を富田泰輔先生が担当しました。

ているのかはまだ分かっていません。アミロイドβやタウが脳内に蓄積していても、神経細胞が死んでいない人もいます。そこをきちんと理解したい。その時の脳の変化や体の変化を調べることができれば、アルツハイマー病の診断にも治療にもつながると思っています。

Q.10 どうして世界は民主主義の国ばかりにならないの？

民主主義が一番と教えられてきたのに、世界を見ると民主主義国はそう多くもないのが不思議です。民主主義ってベストじゃないの？



A. 実在しないのにより良い政治形態があると信じる人がまだいるから

回答者／谷口将紀 政治学
法学政治学研究科教授
TANIGUCHI Masaki

民主国家の人口は世界の3割

民主主義というと、社会主義や保守主義のような思想のように思われてしまうかもしれませんが、ここでは政治の在り方である点を強調するため、民主政治と呼びます。

本来の民主政治であるためには、個人の自由が十分に保障されていて、かつ、広く人々が政治に参加できることが必要です。スウェーデンのV-Dem研究所が発表した報告書によると、こうした意味での民主国家は世界で少数派、人口比では3割に過ぎません。近年では、むしろ民主政治から後退している例さえ見られます。

ご紹介したいのは、イギリスの元首相・チャーチルの「民主政治は最悪の政治形態といわれてきた。他に試みられたあらゆる形態を除けば」という箴言です。民主政治が最悪とは、どのような見でしょうか。

実は、人類史の大半で、民主政治はあまり良いイメージを持たれてきませんでした。アリストテレスは、『政治学』という本の中で、統治者の数（一人／少数／多数）と目的（自分のため/みんなのため）によって、政治形態を3×2=6種類に区別しました。このうち多数者が自分たちのために統治を行うタイプが民主政治で、良し悪しで順位を付けると第4位、Bクラスです。

谷口研究室は2003年から朝日新聞と共同で衆院選・参院選のたびに有権者と政治家の両者にアンケート調査(UTAS)を行っており、世界的にも貴重な試みとして注目されます。今年6月の参院選でも公示後すぐに朝日新聞で詳細な分析結果を発表しました。<http://www.masaki.ju-tokyo.ac.jp/utas/utasindex.html>



民主政治より良いとされるAクラスの政治形態は、支配者がみんなのために統治を行う、上から順に王政、貴族政、共和政です。第1位の王政とは、『史記』に描かれた古代中国の帝王・堯や舜による治世みたいなものと言えるかもしれません。確かに、小田原評定で何も決まらない民主政治よりも、一人の「名君」が即断即決で課題を解決したほうが効率良さそうです。

民主政治より良い形態は実在しない

しかし、堯舜はあくまで伝説上の人物。一人または少数のリーダーがもっぱら国民全体のために統治した例など、実際にはなかったのです。そして、ひとたび独裁者や少数のエリートが自分のための支配を始めると、これは政治の在り方として最低です。ヒトラーやスターリンを思い出せば想像できるでしょう。理念上はもっと望ましい政治形態があるけれども、歴史上で実在したのは民主政治とそれよりもっと悪い政治形態だけだということを、チャーチルは先の言葉で表現したのです。

民主政治は、論理的にあり得る政治形態としては「最善」と言えませんが、実在し得る政治形態の中では「もっともまし」です。それにもかかわらず、今なお民主政治よりも良い政治形態を追求できると確信している、または、本当はウソと知りながらもそのように標榜する人たちがいるから、というのが質問への答えになります。

先述のV-Dem民主政治ランキングでは日本は179か国中28位と、それなりの評価を受けていますが、民主政治にゴールはありません。現在の先進各国には政治不信やポピュリズムの高まりが散見され、加えて日本では少子高齢化に伴う人口減少、巨額の公的債務など難問が目白押しです。山積する課題に負けない民主政治の健全性を保つため、議会や政

党などの政治制度、そして人々の政治コミュニケーションの在り方をどうすべきかを日々研究しています。

各国の民主政治ランキング (V-Dem研究所の2022年報告書より)		
1		スウェーデン 0.88
2		デンマーク 0.88
3		ノルウェー 0.86
4		コスタリカ 0.85
5		ニュージーランド 0.84
6		エストニア 0.84
7		スイス 0.84
8		フィンランド 0.83
9		ドイツ 0.82
10		アイルランド 0.82
11		ベルギー 0.82
12		ポルトガル 0.81
13		オランダ 0.81
14		オーストラリア 0.81
15		ルクセンブルク 0.8
16		フランス 0.79
17		韓国 0.79
18		スペイン 0.78
19		イギリス 0.78
20		イタリア 0.77
21		チリ 0.77
22		スロバキア 0.77
23		ウルグアイ 0.76
24		カナダ 0.75
25		アイスランド 0.75
26		オーストリア 0.75
27		リトアニア 0.74
28		日本 0.74
29		アメリカ 0.74
30		ラトビア 0.73

イエテボリ大学の研究所が470以上の指標をもとに導いた指数により毎年発表しているランキングより。同種のランキングは他にもあり、イギリスの「エコノミスト」によるランキングの2021年版では日本は17位でした（1位はノルウェー）。



谷口先生の本
『現代日本の代表制民主政治』(東京大学出版会、2020年) 有権者と政治家を対象にした調査データを用い、両者の政策位置を横断的に比較した一冊。



録音した自分の声はどうして 変な感じに聞こえるの？

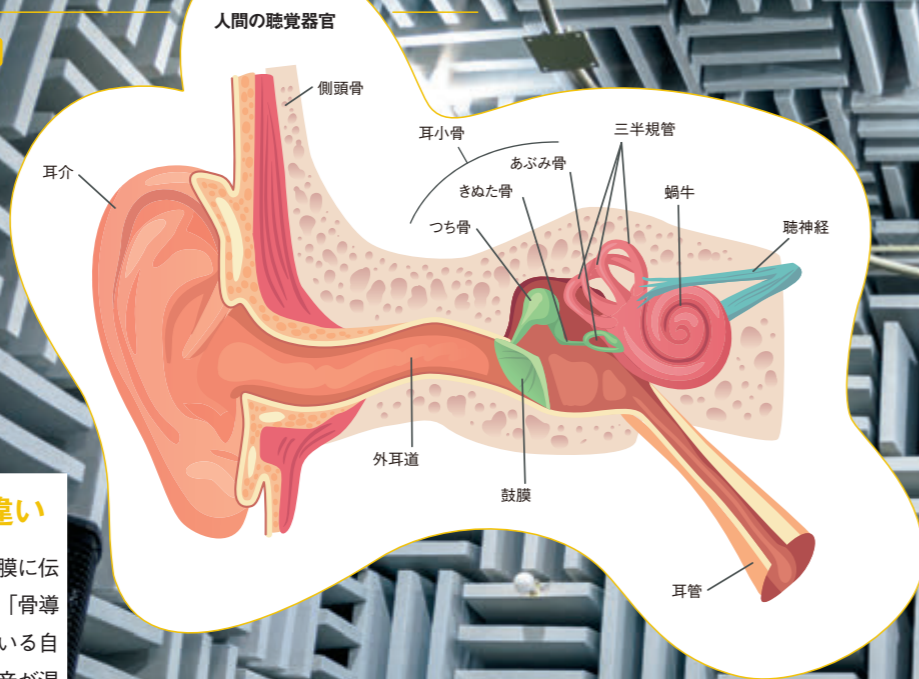
Q.11

録音した自分の声を聞いて、「あれ？」と感じたことがある人は多いのではないでしょうか。自分が認識している声となぜ違うの？



A. **音が伝わってくる経路が
違うから**

回答者 / **米村美紀** 建築環境工学
生産技術研究所助教
YONEMURA Miki



「気導音」と「骨導音」の違い

音の伝達経路には、空気の振動が鼓膜に伝わる「気導音」と、骨の振動が伝わる「骨導音」があります。私たちが普段聞いている自分の声は、この2つの経路から伝わる音が混ざって聞こえています。一方で、録音された声は、気導音だけなので違って聞こえます。他人が聞いている私たちの声も気導音で、録音された音と同じです。

私たちが聞いている他人の声や音楽、騒音など、あらゆる外部の音は空気の振動として耳へ届きます。その空気の振動が外耳道と呼ばれる耳の穴に入り、その奥の鼓膜を振動させます。そして、さらに奥にある3つの耳小骨を経由して、蝸牛というカタツムリのような形をした器官に入力され、電気信号に変わって聴神経に伝わります。これが気導音です。骨導音は、側頭骨（頭蓋骨の一つ）の振動が直接蝸牛に伝わって聞こえる音。耳を塞いで声を出すと、自分の声が聞こえますよね。それは主に骨導音です。

人間の耳は低音に対して 感度が悪い

この「音」の領域で、私が研究しているのは建築環境工学の音響分野です。「環境」というと、地球温暖化などのグローバルなスケールのものを想像するかもしれませんが、私

の研究対象は半径5メートル、広くて100メートルくらいの身近な音環境です。私たちの生活空間には、家電や空調設備など様々な音が溢れていますが、それらがどのような音でなぜ発生しているのか、また私たちはそれを許容できるのか、といった騒音の課題に取り組んできました。

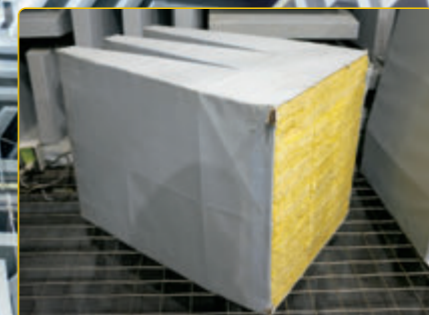
人間に聞こえる周波数は20~20,000ヘルツ(Hz)くらいだといわれます。数値は1秒あたりの振動の回数を表していて、小さければ低音、大きいと高音になります。冷蔵庫だと50Hzぐらいの低音が「ブーン」と鳴ったり、パソコンのファンが時おり「ウィーン」という音を鳴らしますが、そこに1,000Hz以上の高い音が強く入っていたりすることがあります。それらの音は、小さくなくても耳について気持ち悪い、と感じることがあります。それがどのくらい不快なのか — 細かく分解

すると、音の高さや、音量という物理的な特徴によって、不快感という心理量がどれくらい違ってくるのか — という観点で音の評価実験を行っています。

この身近な音の中でも、私が特に注目してきたのが低い音。人間の耳は低音に対して感度が悪いという特徴があります。環境省から出ている「騒音にかかる環境基準」に使われている騒音の指標を計算するときも、低い音



三次元的に音を出せる音響実験室。壁や天井、そして床に吸音するグラスウールが敷き詰められ、部屋の中の音が反射しないようになっています。部屋に置かれたドーム型のスクリーンに映像を映し出しながら被験者に音を聞いてもらい、視覚情報による音の印象の変化なども実験しています。



音響実験室の壁などに使われているグラスウールの断面図。とても細い繊維のため、空気のわずかな振動でも繊維が揺れます。繊維が擦れて摩擦が起きたりすることで、音のエネルギーが他の形のエネルギーに変換され、吸音されます。



主に低音の実験をするときに使う音響実験室。計16個のスピーカーが壁に埋め込まれています。米村先生が音の評価実験をするときは、音を被験者に聞いてもらい、その時の不快感が1~10といった数字のどこに当てはまるか評価をしています。

一で注意喚起が再生されたり、発着の放送があったり、その環境で話すために話し声が大きくなったり、と音が重なることで非常にうるさくなります。案内放送は、情報伝達や安全性という観点から不可欠なものです。放送の仕方や建築材料の選択によって音を制御することで、もっと静かな環境にできると考えています。

音は建築の図面に見えない分、後回しにされがちです。しかし、もう少し静かだとこんなに快適になる、ということをごさんに感じていただきたいですし、空間の設計や意思決定をする人たちに、音の重要性を発信したいと思っています。建築の形や材料を変えると音環境も変わります。現実にはコストなどの事情もありますが、音の観点も取り入れてもらえたらと思います。

人間が総合的にどう音を受け取り、どのような要素に影響されて音環境の良し悪しを判断するのか、という部分はまだブラックボックスです。例えば、音がどのような周波数特性を持っていて、時間の経過でどう変動するか。あるいは、物理現象としての音は同じでも、友人が出ているのか知らない人が出ているのかでも、印象が違ってきます。私たちが音環境を評価するルートは、おそらく状況ごとに多数ありますが、そのうちの1つか2つでも理解できればと思っています。

心地よく過ごせる 音環境を整える

騒音の研究で目指すところは、不快な音をなくし、快適な音環境を整えるということです。最近ではノイズキャンセリング機能がついたイヤホンで自分の耳元だけ不快な音を軽減することもできますが、建築音響的にはそのようなものを使わなくても快適に過ごせる空間を増やしたいと思っています。例えば、案内放送が多いといわれる日本の駅。エスカレータ

はエネルギーとして考慮されにくいことが多いです。普通の騒音はそれで問題ないのですが、低い音も目立って聞こえれば音色に影響するし、不快に感じられる、というところに問題意識をもってきました。

例えば、エアコンの室外機からは50Hzから100Hzくらいの低周波音が出ることがあります。それが夜中ずっと鳴っていると、睡眠を妨げたり、近隣との騒音トラブルのもとに

消臭剤はどうして悪臭だけを消すの？

トイレなどで重宝する芳香剤入り消臭剤。考えてみると、嫌な臭いだけ消していい匂いを消さないのは不思議です。なんで？



回答者 / **中村優希** 有機合成化学
総合文化研究科助教
NAKAMURA Yuki

A. 孔に吸着しない芳香剤を選んでるから

マスキングと化学反応と吸着で悪臭を排除

においを放つ分子が鼻腔にあるセンサーの動きをする細胞にくっつく、その刺激が脳

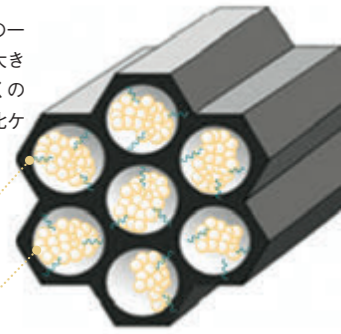
に伝わってにおいを感じます。いいにおいがする分子が多くくっつけば、嫌なにおいがする分子はあまりくっつかず、嫌なにおいは感じにくい。このマスキングという効果を使っているのが、芳香剤入り消臭剤です。いいにおいの分子でセンサーをマスクするわけです。嫌なにおいのする分子の構造を化学的に変える方法や、嫌なにおいのする分子を物理的に閉じ込める方法もあります。前者では、たとえばアンモニアならアルカリ性なので酸性の薬剤を入れて中和することで、硫化水素などの硫黄化合物なら金属を入れて硫化物することで悪臭を消します。後者で用いられるのは、活性炭やゼオライトのように小さな孔が多数空いた多孔質材料。分子を孔の表面に吸

最もよく知られた多孔質材料、活性炭（activated carbon）。

メソポーラスシリカの一種の模式図。メソは大きさを、ポーラスは多くの孔を、シリカは二酸化ケイ素を表します。

化学反応を施して表面を修飾

酵素



が酵素です。植物や菌類などから抽出でき、現行の触媒に使われる貴金属より入手しやすい点も重要です。また、多孔質材料として私が注目するのは、酵素を入れやすいサイズの孔を持つメソポーラスシリカ。将来的には、廃棄されたバイオマスやプラスチックから有機合成に必要な原料を再生したいと思います。

Q.13 どうして利き手と非利き手があるの？

左利きの人はスポーツで有利とか器用とかいわれる一方で社会的に不便なことも多々あります。そもそも利き手があるのはどうして？



回答者 / **野崎大地** 身体教育科学
教育学研究科教授
NOZAKI Daichi

A. 二つの手をうまく協調させて動かすため

の脳が学び、最終的には右腕と左腕が柔軟な協調運動を行えるようになります。2014年の研究では、邪魔をする量が右腕と左腕で違うことがわかりました。右腕は左腕を大きく邪魔します。干渉が多い分、左腕は右腕の情報も多く取り込み、柔軟に対応できるようになります。左腕は右腕に合わせて運動を制御する能力が非常に高いのです。一方、左腕は右腕にあまり干渉しません。右腕は自己中心的に振る舞い、左腕に合わせて運動を調整する能力が低いことがわかったのです。

左利きの比率は、人間では1割程度ですが、チンパンジーやゴリラでは4割程度といわれます。彼らは何かのジェスチャーを示すときに右手を使うことが多い。ジェスチャーは進化論的にいうと言語の元で、言語を司るのは左脳です。ジェスチャーに右手を使うのは、人間になって言語能力が発達したことに関係

するかもしれません。人間は言語を発達させたから右利きが多い、とはいえませんが、ジェスチャー制御の副産物として左脳が発達した可能性はあるでしょう。

一般的には利き手のほうが筋力も強く制御能力も高い。しかし、非利き手が劣っていると決めつけてはいけません。利き手に合わせて運動を調整できるという、非利き手が持つ特殊能力のおかげで、両手を協調させて行う複雑な運動が可能になるのです。非利き手がなければ、靴紐を結んだり、楽器を演奏したり、スマートフォンを操ったりする人間ならではの活動も不可能になるでしょう。この観点からすれば、利き手・非利き手という概念が、とても一面的な見方に過ぎないといえるのではないのでしょうか。利き手・非利き手はそれぞれ別々の役割を担っているのです。



野崎先生の本
『脳と運動のふしぎな関係』（くもん出版、2014年）
体を動かす際に常に学習している脳。運動科学の研究でわかった体を動かす脳の仕組みをやさしく説明する科学読み物。



学生時代に漕艇部で活躍した野崎先生は東京大学スポーツ先端科学研究拠点のRowing Science Laboratoryを主宰。ラボにはエルゴメーターやフォースプレートを備えたローイングマシンが。

反対側の手に合わせて動かす能力は非利き手の方が高い

手に何か重みのある物体を載せているとき、それを他人が取ると、手は一瞬上がります。保持のために下から加えていた力の名残です。一方、反対側の手を使って自分で取ると手の高さは変わりません。軽くなる程度を予測し、瞬時に調整するからです。左手を動かすのは右脳で右手を動かすのは左脳ですが、両手を動かす際は両脳が互いに情報をやりとりします。たとえば両腕でオールを漕ぐ漕艇競技では、右腕と左腕の筋力に差があっても上級者はボートをまっすぐ進めることができます。各々の手がこう出力したらこのぐらい進むと理解し、情報交換を繰り返して協調しているのです。

その協調の仕方を2011年に調べたところ、各々の脳はまず相手の動きを邪魔していました。邪魔の仕方はいつも同じなため、こう邪魔されたらこう返せばいいということを互い

Q.14 マクドナルドのメニューはどうして見づらいの？

マクドナルドに限らずファーストフード店で目につくところにあるメニューは見づらいことが多い気がします。何か秘密があるんでしょうか。



回答者 / **阿部 誠** 行動経済学
経済学研究科教授
ABE Makoto

A. 店が推しているものを売りたいから

店側はお客の判断パターンを熟知している

マクドナルドのディスプレイには、キャンペーン商品やセット商品の写真が大きく示され、単品や100円商品などの安価な商品は普通表示されません。フルメニューはカウンターにあるため、ディスプレイにない品を選びたい人は順番が来た後にあわてて探す必要が

2つの処理の比較

ヒューリスティック処理	システマティック処理
経験的	合理的
直観	推論
周辺のルート	中心的ルート
高速	低速
並列的	逐次的
自動的	制御的
努力を要さない	努力を要する
連想的	論理的
情動的	理性的

あります。そのとき後ろに長い列ができていて「早くしないと」とプレッシャーを感じ、結局セットを選んでしまう人も多いでしょう。

意思決定の際に時間的圧力を感じると、人は直観で素早く近似的な解を導くヒューリスティック（heuristic）処理という簡便なやり方を探ります。もとはプログラミングで使われた言葉で、時間をかけて分析し最適解を選ぶシステマティック処理とは対照的なやり方です。ヒューリスティックを使うと、厳密に吟味するのではなく、効用がおよそ最大になるセット商品を素早く選ぶことになります。通常は満足できるレベルのベターな判断になりますが、状況によっては間違い（バイアス）を引き起こすこともあります。店側はこうしたバイアスのパターンを熟知し、消費行動原理に基づいて消費者を誘惑します。単品の低い商品よりも高いセット商品を選んでもらうほうが店側にとっては利益につながるわけで

す。経済学は、経済的合理性を重視して意思決定をする人間、ホモ・エコノミクス（homo economicus）を前提とします。たとえばシャンプーを買うとき、経済的合理性を重視するならばすべての商品を吟味して判断することになりますが、実際はなじみのある数種の商品から選ぶのが普通です。理論と現実にはずれがあります。そこで、実際の人間の行動を考慮してもっと現実を捉えようと1980年代に生まれたのが、心理学と経済学を結びつけた行動経済学です。

そのなかで私が注目するのは「選好の逆転」の研究です。人の好みは文脈や状況に応じ、対象との距離によって解釈のしかたと評価が変わることが、心理学でいう解釈レベル理論から提案されています。この理論を行動経済学の「割引」という概念と結びつけることによって、「選好の逆転」現象を統計モデルで記述し、どれくらいの割引が生じるのかを推定しています。

消費者として非合理的な判断を下す可能性があることを知るのはとても重要です。売り手と買い手が持つ情報の非対称性により買い手が損をすることがあります。背後にある原理を知って不本意な消費は避けたいものです。



阿部先生の本
『東大教授が教えるヤバいマーケティング』（KADOKAWA、2019年）
経済学部で行われている授業をもとに、行動心理学や認知心理学の面から数々のマーケティング論を紹介する一冊。

Q.15 どうして一卵性双生児でも違う部分があるの？

DNAが同じはずの一卵性の双子でもやはり容貌は微妙に違い、背丈や体質やかかる病気も同一ではないようです。どうして？



A. DNAの配列や折り畳まれ方に違いが出てくるから

回答者/加納純子 分子生物学

総合文化研究科教授

KANOHI Junko

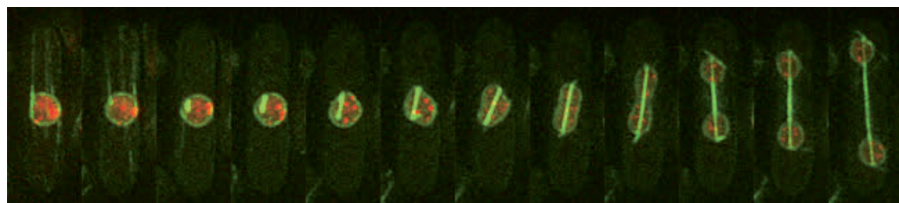
DNAの配列や折り畳まれ方は生まれてから変化する

同じ受精卵から生まれる一卵性双生児では、理論上、遺伝情報を担うDNA（デオキシリボ核酸）の配列が同じです。それなのに、体質が違ったり違う病気になったり見かけが少し違ったりするのはなぜでしょう。簡単に思い浮かぶ理由は、日々の暮らし方が同じではないからです。食べ物、運動量、睡眠時間などの違いによって、体で作られる物質の種類や量が違ってきます。そしてDNAに関して言えば、生を受けてから少しずつDNAの配列が変化するからです。例えば、紫外線を浴びすぎて癌になるように、健康に重要な遺伝子のDNAに傷がついて病気になることが知られています。

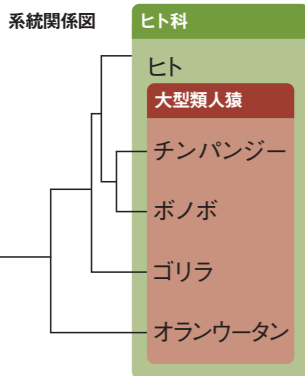
しかし、一卵性双生児の違いをもたらす原因はそれだけではありません。意外と知られていませんが、生物にとってはDNAの配列に

加えて、DNAの折り畳まれ方も重要なのです。実は、DNAの鎖はまっすぐ伸びているのではなく、いろいろな折り畳まれ方をしています。この折り畳まれ方がゆるいかたいたいで、そこにある遺伝子から合成されるタンパク質の量が決まります。折り畳まれ方がゆるいと酵素などが入ってきやすいので、タンパク質が多く合成されます。そして、合成されたタンパク質の種類と量によって、細胞がどんな臓器になるのが決まります。多ければいいというわけではなく、目には目に、脚には脚にふさわしい量があります。つまり、DNAの配列自体は同じでも、DNAの折り畳まれ方に難があって適切な量のタンパク質が作られなくなることも、病気の重要な一因です。

一卵性双生児であっても、受精卵から分かれた直後からDNAの折り畳まれ方に違いが出てくることもあります。その原因は様々ですが、折り畳まれ方を決める遺伝子の配列の変化などが挙げられます。また女性の場合、性を決定するX染色体（染色体とは、DNAにタンパク質などが結合してできた構造体のこと）を二本持ちますが、そのうち一本がランダム



分裂酵母の細胞分裂の様子を捉えた加納研究室の顕微鏡写真。テロメア（赤い部分）がダイナミックに動いているのがわかります。



ヒトとチンパンジーの違いはどこにある？

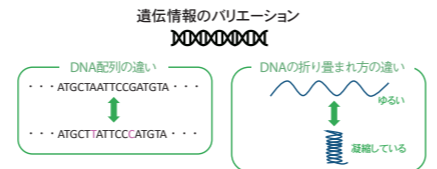
ヒトとチンパンジーなどの大型類人猿のDNA配列の違いはわずかだと言われています。しかし、実はヒトと大型類人猿では染色体の末端がかなり違います。大型類人猿ではテロメアとサブテロメアの間にはStSatという繰り返し配列がありますが、ヒトにはありません。また、染色体（DNA鎖）の本数は

ヒトが46本で大型類人猿は48本。ヒトでは2本の染色体が末端付近で融合しているため1組少ないのです。共通の祖先からヒトへの進化の過程でStSat配列を失ったことが、大型類人猿と違うヒトの特徴の一部を生んだのかもかもしれません。私たちはその点も調べようとしています。

に凝縮してかたくなり、タンパク質が合成されにくくなります。どの細胞でどちらのX染色体がかたくなるかで運命が分かれるのです。このようなことが個人個人の違いを生む一因になっているといえます。

私は、染色体の末端にあるテロメアという領域や、その隣にあるサブテロメアについて研究してきました。テロメアは、細胞の寿命を決めたり次世代に命を繋いだりする役割を担う部分です。昨年、分裂酵母というモデル生物を調べて、サブテロメアのDNA配列が頻繁に変わることを見つけました。一般的に、DNA配列はあまり変わりません。頻繁に変わると生命の危機に陥るので、変えないようにする仕組みが幾重にも用意されているのです。ところが、サブテロメアでは頻繁に変わっていました。これは単なるミスなのでしょうか。私は生物があえて変化の余地をもたせているのではないかと考えています。

地球の生物進化の過程では、大量絶滅などがありつつ、環境変化に強いものが生き残ってきました。あえてDNAを変えるのは、様々な環境変化に対応しようという工夫であり、進化の証ではないでしょうか。生まれて死ぬまで常に少しずつ変わるのが生物です。だからこそ、地球が氷漬けになっても生物はなんとか生き残ってきました。DNAを持つ生物はすべてATGCという4つの塩基配列、同じシステムを持っています（ウイルスの一部はDNAと似たRNAを持ちます）。これは一つの生物からすべての生物が進化したということ。たった一つの細胞から始まった生命が長い時間をかけて続いてきた延長線上にいま自分がある……。そう思うとゾクゾクしませんか？



DNAを構成する塩基はA（アデニン）、T（チミン）、G（グアニン）、C（シトシン）の4つ。ATGCの並び方とDNAの鎖の畳まれ方の両方が個人個人の違いを生むと考えられます。



10年ほど前、元気がなかった学生を癒そうと招聘された研究室のマスクット「ボスぎる」。メダルは羽生結弦選手の平昌五輪金メダルがモデル。研究室のウェブサイトを担当中だとか。www.park.itc.u-tokyo.ac.jp/jkanoh/

可視光スペクトル 波長400~700 nm

人間の目に見える領域の光が可視光線です。可視光線は光の波長が短い方から、紫、藍、青、緑、黄、橙、赤の順に並んでいます。

Q.16 葉はどうして緑色なの？

光のエネルギーと二酸化炭素と水から糖などの有機物を作り出す光合成。太陽光を効率よく吸収するには黒い葉がいいのでは？なぜ緑なの？



A. 緑色光が漏れ出るから

回答者/寺島一郎 植物生理生態学

理学系研究科教授

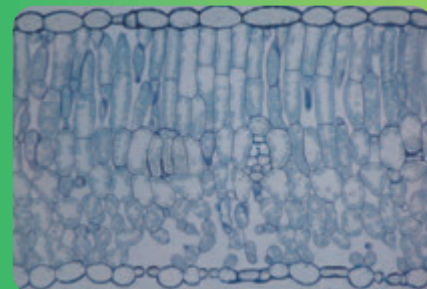
TERASHIMA Ichiro

大きくて効率が悪い酵素「ルビスコ」

私たちから見て黒いということは、全ての光を吸収しているということなので、確かに光吸収効率の面からは黒い葉が理想的です。しかし葉には、光吸収率が100%にできない理由があります。

その最大の理由が、光合成において二酸化炭素（CO₂）固定を触媒するRubisco^{ルビスコ}という酵素の効率の悪さです。ルビスコは大きく、CO₂固定速度が遅い。太陽光を光合成に利用して多くのCO₂を固定するためには、大量のルビスコが必要です。葉をすりつぶして調べると、ルビスコの量は葉のタンパク質の30~50%にもなります。

ルビスコのCO₂固定速度を最大にするには高い濃度のCO₂が必要ですが、現在の大気濃度ではそれを実現できません。また、ルビスコはCO₂ではなく酸素（O₂）を固定してしまうことがあります。O₂を固定すると光合成を阻害する化合物が生成するので、その解毒と化合物に含まれる炭素の回収に多大なエネルギーが使われます。大量のルビスコを、なるべくO₂に邪魔されないように高いCO₂濃度ではたかせるためには、葉緑体を薄く広げて、空気に触れやすい細胞の表面にはりつける必要があります。そして、その葉緑体の全てに十分な光を供給しなくてはなりません。つまり葉は、なるべく多くの光を吸収するとともに、その光を葉の奥深くまでまんべんなくいきわたらせることも実現しなければなりません。そこで役立つのが緑色光です。



一年生草本、シロザの葉の断面図。上から、表皮、柵状組織、海綿状組織、表皮

葉の中に潜り込める緑色光

光を吸収するのは葉緑体の中にあるクロロフィルですが、青色光や赤色光はこの色素分子に非常に吸収されやすいため、ほとんどが表側の柵状組織の葉緑体に吸収されてしまいます。一方、緑色光は吸収されにくいので葉の中に潜り込めます。潜り込んだ緑色光は屈折し、組織の中を行ったり来たりしながら葉緑体に何度も遭遇し、吸収されていきます。葉の裏側にある海綿状組織は、不定形な細胞からなるのでこの効果が顕著です。しかし、行ったり来たりする過程で、吸収されずに葉から漏れ出る光もあり、それにも緑色光が多いので葉は緑色に見えるのです。明るいところでは、ヒトの視覚の感度は緑色光が一番高いため、葉から漏れ出る緑色光はとて鮮やかに見え、緑色光がまったく吸収されないように錯覚してしまいます。しかし、実際には緑色光はかなり吸収され、効率よく光合成に使われます。一般の緑葉が赤色光や青色光を90%程度吸収しているのに対し、緑色光の吸収率は70%~80%程度です。いったん吸

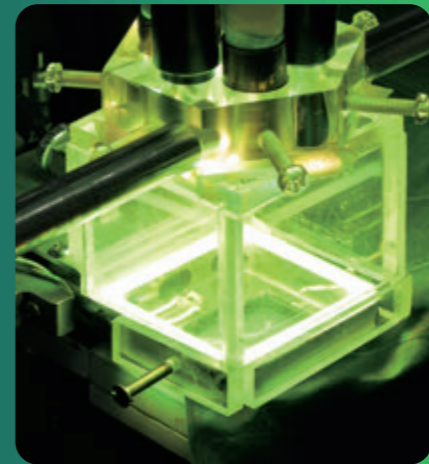
収されれば、緑色光の光合成を駆動する効率は青色光よりも高く、赤色光と同じ程度です。

地球環境はこの100万年間に氷期と間氷期を繰り返しつつも安定しており、植物はその環境に適応してきました。産業革命以降、大気CO₂濃度の激増とそれにとまなう温暖化によって、植物はこの100万年間に全く経験しなかった高温・高CO₂環境にさらされています。この新たな環境で100億人の食や環境を守るためにはどのような植物を創り出せばいいのかという課題に答えたいと思っています。

※リブ羅斯-1,5-ビスリン酸カルボキシラーゼ・オキシゲナーゼの略称



二光源照射装置。



二光源照射装置を使って光合成を測定しているところ。



寺島先生の本
『新・生命科学シリーズ 植物の生態 —生理機能を中心に』（裳華房、2013年）
植物生理生態学の基本がわかる一冊。光合成のあらしから陸上植物の進化まで学べます。

表現していない意味を読む

数学的・論理的に考えると、「3」という数には「2」も含まれているので、「三辺の長さが等しい」正三角形は二等辺三角形であると言えます。しかし、理屈ではそうでも、正三角形を指して「二等辺三角形」だとは普通言わないでしょ、と思う人もいるのではないのでしょうか。それは語用論的解釈では正解です。話し手と聞き手の間には、常に一定の了解事項があり、お互いがそれを共有していることにより、必ずしも言葉通りに表現されていない情報のやりとりが可能になります。その了解事項を説明してくれるのが語用論です。言葉が論理的に何を意味しているのかという解釈と、実際に私たちが言葉を使うときに、文脈やその場の状況などの情報から総合的に意図された意味を割り出す解釈にはしばしばズレがあるのです。

例えば、試験問題の「1行の解答欄に2行書いてはならない」という注意事項。この文

で期待される解釈は、3行以上もダメだということですが、論理的に解釈すると2行のみダメで、3行かそれ以上であれば書いてもいいと解釈できます。実際、ある年に「3行以上」解答する強者が出現して話題になりました。

私たちは、お互いにさまざまな了解事項を共有しながら会話を前に進めていく、というコミュニケーションの原則のようなものを自然に身に付けています。上の例で実際は4行も当然だめだという判断が共有される理由として、大小の程度の違いを表す表現では、ある量を示す表現を選んだ場合それよりも大きな量の存在は自動的に否定されるからです。これを尺度含意といいます。これを冒頭の正三角形問題に当てはめると、「2つの辺が等しい」と言うからには「3つまたはそれ以上の数の辺について成り立ってはならない」ということが、解釈上の制約として働くということです。つまり、この尺度含意による制約の下では、正三角形は二等辺三角形というのはおかしいことになります。

この尺度含意の知識をいつごろ、どのようにして子供が使いこなすようになるのか、い

ろいろな言語で、様々な工夫をこらした方法で、心理言語学的調査が行われています。

未知語の意味を推測する際にバイアスがかかる

では、これを小学校で教えるときはどうしているのでしょうか。ある教科書出版社のガイドには、正三角形も二等辺三角形に入るという点については「漸次着目させていく」と記載されています。ただし、正三角形が二等辺三角形の特別な形だということまでは取り扱わない、と書かれており、最初から説明することには慎重な姿勢が見取れます。

子供は未知の言葉に接したときに、その意味の範囲を推測します。例えば線路を走る電車を指して、「電車」と大人が言ったとします。「電車」とはこの特定の乗り物を指すのか、乗り物一般なのか、動くもの全てなのか、または実は中の乗客を指しているのか。子供は明示的な説明がない状態で推測しなくてはなりません。この判断をするときにはたらくバイアスの一つが、「一つの名称は一つの対象物に対応すると考える」という前提です。すでに「自動車」という語とその意味を知っているなら、それは「電車」とは呼ばれないという推論はできるのです。一方、もし先生が「正三角形」だと命名したあとに、これは「二等辺三角形」でもあるよ、というのはその前提には反しています。小学校で用語同士の包含関係を積極的に教えないのは、子供を混乱させないための配慮なのかもしれません。だけど、それでも気づいた子がいたらぜひ積極的に褒めてあげてほしいですね。



広瀬先生の本
『ことばと算数 その間違いにはワケがある』(岩波書店、2022年)
「かける数とかけられる数」など、小学校の算数で使う実はややこしい表現や面白解答などから算数と言葉の関係を考える一冊。

Q.17 どうして正三角形は二等辺三角形とは言わないの？

小学校で習う正三角形と二等辺三角形。正三角形は二等辺三角形に含まれるのではないのでしょうか。なぜ違う解釈があるの？

A. 論理上の正解ではない 語用論的な正解があるから



心理言語学
回答者／広瀬友紀
総合文化研究科教授
HIROSE Yuki

「ピンクの蝶々のカップ」

この記述では、蝶々がピンクなのか、カップがピンクなのか、構造的には、いわば理屈上は曖昧です。視線計測実験の結果、大人は「蝶々がピンク」という解釈が大勢で、単語を順次聞いた都度処理できる方が有利なのだと言明でき

ます。子供は逆に「カップがピンク」だと理解した割合が高くなりました。フレーズの一部に特定の抑揚（韻律情報）をつけると解釈の偏りが左右されること、そのタイミングや方向性が大人と子どもで違うこともわかってきています。



歳を取るとどうして白髪や薄毛になるの？

若い頃はフサフサでも年齢が高くなると頭に白いものが増え、抜け毛も増えるのはなぜですか。海苔を多く食べるといいのでしょうか。



回答者／西村栄美 老化再生生物学
医科学研究所教授
NISHIMURA Emi

A. 色素や毛髪を作る幹細胞が減るから

色素幹細胞が毛包にあった

黒い毛髪を例に説明すると、その黒さの元はメラニンという色素です。メラニンは毛包(毛根)にある色素細胞が作ります。加齢などによって色素細胞が作られなくなるとメラニンが供給できず毛髪が白くなります。この色素細胞を生み出すのが、私が2002年に発見した色素幹細胞です。毛髪を作る元となる毛包幹細胞や色素細胞があることは既知でしたが、色素細胞を作る幹細胞が毛包の中ほどに存在しそれ自体は色素を持たないということは、知られていませんでした。

皮膚に白斑ができる尋常性白斑という病気があります。マイケル・ジャクソンが罹った病気として知られます。紫外線などをあてると毛穴から色素が出てきて皮膚が豹柄状になり、それが広がって治ります。私は皮膚科医時代にそうした現象を見ていたため、色素の元となる細胞が毛包にあるだろうと確信しました。人の皮膚を模倣したマウスで調べてみると、毛包のバルジ領域という場所に色素幹細胞があったのです。

毛髪は毛包が伸び縮みしながら成長期→退

行期→休止期のサイクルを繰り返します。人の場合の周期は3～5年です。毛包が奥に伸びる成長期に色素幹細胞が作った色素細胞は、毛包の中ほどから根元へ運ばれ、それにより毛髪が黒くなります。成長が止まる退行期や次の毛が伸びる準備をする休止期には色素細胞も休みます。根元に色素細胞が残っていて働きが一時的に悪くなっただけなら、同じ毛で白から黒にスイッチすることもあります。まだ幹細胞が残っていれば白髪が抜けた後に黒髪が生えることもあります。

毛包のミニチュア化で薄毛に

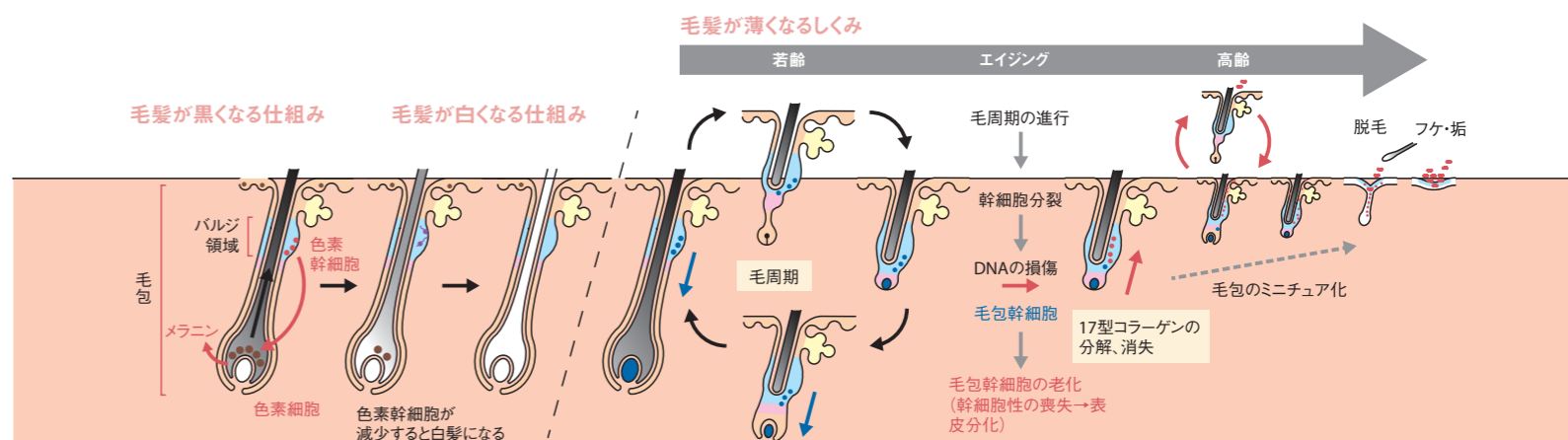
加齢とともに毛包は徐々に小さくなります。すると生えてくる毛が細く短くなり、頭髪は全体的に薄くなります。この「毛包のミニチュア化」は50歳以上になるとよく起こる現象です。ここで鍵を握るのは17型コラーゲン(Col17a1/BP180)という物質です。錨のような形をして幹細胞を基底膜に繋ぎ止めている膜貫通性のコラーゲンです。これがなくなると、繋ぎ止められていた毛包幹細胞が自己複製せず毛にもならず、フケとなって毛穴から出ていきます。毛髪を作る細胞の供給源が

普通食マウスと高脂肪食マウスの毛包

普通食を与えたマウス(左)に比べ、高脂肪食を6ヶ月摂取したマウス(右)では、赤い色がついた部分(毛包)が減っているのがわかります。



参考図書
『やさしくわかる！毛髪医療最前線』(朝日新聞出版、2018年)
毛髪に関する研究の数々を紹介。西村先生は加齢による白髪・脱毛の仕組みを解説しています。



Q. 現代アートは どうして 難しいの？

いたずら書きのような線とか絵の具を塗らただけとかただの便器とか……。現代アートってなんであんなにわかりにくいの？ 確信犯？



A. 答えではなく 問いを引き出すから

回答者 / 松井裕美 **美術史学**
総合文化研究科准教授
MATSUMI Hiromi

芸術の概念を変えた デュシャンの影響

現代アートとは何か。時代的には主に20世紀に創られた作品を指しますが、加えて、現代的な特徴を持つことも重要な要素です。その特徴とは何かを考えるのに欠かせないのが、デュシャンです。ピカソは絵画や彫刻などのジャンルの概念を変えましたが、デュシャンは当然と思われる価値体系や日常生活の根底にあるシステムを問い直し、芸術自

体の概念を変えました。そうした問いから出発した芸術が現代アートの主流の一つであると言ってよいと思います。

既製品の香水ボトルに顔写真をつけた《美しい吐息》という作品があります。顔写真は自分が女装したもの。作者名はデュシャンの女性の分身であるローズ・セラヴィ。撮影したのは写真家のマン・レイ。商品と作品の違いは何かという問いとともに、作者は誰なのかという問いを示し、オリジナリティの概念をひっくり返しています。ところが、2009

年にオークションでこの作品に10億円以上の値がつけました。オリジナリティとは何かを問う作品がオリジナルとして高い価値を得、本来の意味が変わりました。

東大の駒場博物館には、デュシャンの《大ガラス》の、1980年のレプリカがあります。レプリカ作りに参加し、デュシャンが残した説明書をもとに複製に取り組んだ当時の人たちには、自分がしていることにはどんな意味があるのか、どうして作者はこんな表現をしたのかなど、ただ作品を観ただけの人とは違う問いが生まれていたでしょう。このレプリカ作りは、美術館で距離をおいておとなしく観ないといけない通常の姿勢とは違う形の、デュシャンが望んだ作品との本来の関わり方を示していたのではないのでしょうか。

日常生活とは 別の視点から何かを問う

現代アートはなぜ難しいのか。それは問いを立てさせるためだと思います。何かの答えや気持ちよさを与える作品もありますが、それだけではなく、いったい何を意味しているのか、何がここで問われているのかといった問いを考えさせるのが現代アートの特徴です。答えを出すのではなく、問いを引き出して考えさせるから難しい。日常生活とは別の視点から何かを問うことができるのが現代アートです。現代アートのファンの中には、作品がもたらすひらめきや居心地の悪さや答えがすぐり出ないことなどを楽しんでいる人も多々います。ファンでなくとも、感性だけでなく知性に訴えるものを求めたい性分人にはあるのではないのでしょうか。

現代アートが苦手な人は、気持ちよくなるわけでもないものをさも価値があるように見せられて怒るのかもしれない。実は私も昔は苦手でした。感性的に楽しめるもののほうが好きで、ピカソのキュビズムの作品はピ

マルセル・デュシャン《花嫁は彼女の独身者達によって裸にされて、さえも》(通称《大ガラス》東京ヴァージョン)

フィラデルフィア美術館に収蔵されているオリジナルをもとにした複製が四つあり、その一つが駒場博物館に常設展示されています。高さ2m超の巨大オブジェの複製プロジェクトの詳細はこちらで読めます→



Q. 人は どうして 絵を描くの？

A. ギャップや対話が楽しいから、かも

絵を描くことは自分の内にあるものを外に出す行為ですが、その都度、自分の中にあったイメージとは少し違うものになるはず。自分のイメージと絵とのギャップが楽しいから、というのが私の一つの答えです。お絵かきする子どもが楽しそうなのはまさにそれ。頭にあった○のイメージを絵にしたら少しびつな○ができてたりして、ギャップが楽しい。そこにイメージと絵の対話生まれ、さらに、その絵を目にしたほかの人との対話も生まれます。自身との対話が生じ、ほかの人との対話の媒介にもなる。だから人は絵を描くのではないのでしょうか。難解な現代アートも様々な対話を生むと思います。

ンと来なかったんです。でも、作品を観てどうしてこの構造になったのかと考えるうちに、知的な興味は掻き立てられました。留学して外国語を使うことの難しさに直面したとき、それがキュビズムの絵を観たときの難しさに重なるように感じました。自分の問題と重なると、作品の難しさは特別な意味をもって迫ってきました。絵を観ているうちにふと問いが飛び込んできて、それが自分の問題とかぶさり、作品が寄り添ってくるような感じがしたんです。

自分の問題と重なれば 作品が近づく

アートがどの段階から難しくなったとか、どこから現代アートになるのかなどということは、本質的な問いではありません。美術館の中でも外でも、何か気になるものがあったら、それを大事にすることが一番よい体験になります。また、美術館に展示された作品すべてを理解するのが重要なわけではありません。一つでも自分に近い問題と感じられることのほうが重要だと

思います。

私はキュビズムを研究してきました。最近、昔から芸術家を取り入れてきた解剖学の知見がキュビズムの作品でも使われていたことを数行し、シュルレアリスムの作品で解剖学イメージがどう使われているかを調べています。60~70年代のコンセプチュアルアートにも刺激を受け、特に当時の女性芸術家が作者としてどう考えていたのかに興味があります。芸術の世界も男性本位でしたが、それに違和感をおぼえ、確立された価値基準を崩しながら男性中心のアートシーンや社会を問い直した女性アーティストもいました。特に注目するのはメアリー・ケリーの《産後資料》という作品です。出産をテーマに、使用済みのおむつとか子どもの落書きとか会話などの記録に自身のコメントを加えて展示したもので、母として、また芸術家としての葛藤が、緊張感をもって表されています。精神分析やフーコーの言説を取り入れているため、知識がない観客を寄せつけない作品だとの批判もありましたが、私にはやはり自分の問題と重なるものとして迫ってくるのです。



松井研究室に掛かっていたのは、紙に糸を貼り付ける独自の作風が特徴の現代アート作家・盛圭太さんの作品《Bug report》。「遠目だとドームの設計図のようですが、近づくと糸がモノとして見える。距離による視覚の変化が面白いです」



松井先生の本
『キュビズム芸術史』(名古屋大学出版会、2019年)
美術にとどまらない多面的な広がりを見せたキュビズムの展開を明らかにした、第32回和辻哲郎文化賞受賞作。

石川先生の研究室で飼育しているイトヨの稚魚たち。

Q.20 どうして海から離れても生きられる魚がいるの？

マグロなどは海だけで生きる一方、サケなど一部の魚は川や池に進出しています。なぜある特定の魚は淡水域でも生息できるのでしょうか。



A. 体作りに必要な脂肪酸を作ることができるから

回答者／石川麻乃 分子生態遺伝学
新領域創成科学研究科准教授
ISHIKAWA Asano

ドコサヘキサエン酸の合成能力がカギ

魚の成長や生存に必要な不可欠な脂肪酸を作る能力が違うことが理由の一つです。その脂肪酸は、ドコサヘキサエン酸(DHA)です。海には、DHAがたくさんあります。これは、DHAが海の小さな藻類に豊富に含まれ、それらを餌にするプランクトンや、さらにそれらを餌にする青魚にもDHAが含まれているからです。一方で、川の生態系にはDHAがあまり含まれていないため、川の魚たちはDHAを自ら作る必要があります。

私たちの研究から、DHAを合成できる魚は海から川に進出でき、そうでない魚は川に進出しにくいことが分かってきました。

このDHAの合成能力の違いは、魚の遺伝情報を解析することで分かりました。私が研究しているトゲウオ科のイトヨという小さな魚には、海から淡水域に進出できた種とできなかった種がいます。川や湖に進出してきたイトヨは、そうでないイトヨと比べて、DHAを作るのに必要な酵素であるFads2遺伝子の数が多かったのです。さらに、これまでにゲノム解読されている他の魚類も調べたところ、海の中に生息している魚はFads2遺伝子が少なく、淡水域に進出したサケやメダカといった魚はこの遺伝子の数が多いことも確認できま

した。

新しい環境に何度も適応する

もともと海に生息していたイトヨは、これまで繰り返し川や湖などに進出して新しい環境に適応し、生息域を拡大してきました。その過程のどのタイミングでFads2遺伝子の数が増えたのかは、まだ明らかになってはいません。私たちの研究室で飼育しているイトヨだけに関して言うと、およそ1万年前の最近の水河期よりも前にこの遺伝子が増えていたのではないかと分かってきました。水河期が終わると、新しい川や湖が生まれます。その淡水域に、すでにこの遺伝子が増えていたイトヨが進出していったのではないかと考えています。ただし、水河期はこれまでに何回もあったため、その前の水河期にこの遺伝子が増えた可能性もあります。

このように新しい環境に適応し、生息できる領域を拡大していくのは生物にとって大事なことです。例えば、川や湖は海に比べると栄養源は多くない一方で、敵やライバルがあまりいないため、卵を産んだり、稚魚が成長したりする場として適しています。サケも卵を産むときに海から川に遡上しますよね。

今後は、進化の過程で、生物がある遺伝子を獲得したり失ったりした結果、同じ生態系にいる他の生物にどう影響するのかも知りた

北海道厚岸町でイトヨ採取調査に向かう石川先生(中央)と共同研究者たち。ときどきヒグマを除けるために大きな声をあげながら調査するそうです。



イトヨは成長すると体長5~10センチほど。冷水を好む魚で、日本では本州の湧水域や東北・北海道の沿岸・川などに生息しています。撮影：秦康之

いと考えています。例えば、水槽などに魚と餌となる生物、さらにその生物の餌になるような落ち葉や水草など入れた小さな生態系のようなものを作って、その中でゲノムの進化を人工的に起こしたら、生態系全体はどうなるのでしょうか。夢みたいな実験ですが、やってみたいですね。



参考図書

『遺伝子から解き明かす魚の不思議な世界』(一色出版、2019年)
古代魚から淡水魚と海水魚、電気魚にいたるまで、謎の多い魚たちの世界を描き出す一冊。第7章「様々な淡水環境に適応進化したトゲウオたち」を石川先生が担当。

脳は己の世界観にあてはめて外界を見る

率直に言えば、答えるのが難しい質問です。ただ、この問題に関して脳科学が明らかになってきたこともたくさんあります。

脳がコンピュータと本質的に違うのは、自発活動をすることです。外から情報が入らなくてもずっと活動していて、そこには活動パターンのレパートリーがある。脳はいつもレパートリーのどれかを再生しています。そして、目からたとえば縦縞模様の情報が入ると、レパートリー内の縦縞に対応するパターンに固定される。それが目に見えるということです。重要なのは、目で見えていないときにも縦縞を見たときと同じ反応が出ること。自発活動で出るパターンは意識には上がりませんが、意識に上がる活動と上がらない活動は同じパターンなのに何が違うのか。心に大きく関わるとこの点が脳科学でわかりつつあります。

脳の表面を覆う大脳皮質は6層構造です。このうち奥にある第5層が鍵を握ります。目

から縦縞の情報が入ったときは2層が反応してから5層が反応し、自発活動のときは5層が反応してから2層が反応する。そして人間の5層はほかの動物より非常に大きい。人間の心の豊かさの解剖学的根拠はこの5層にありそうです。さらに、麻酔がかかると5層が乱れることが最近わかりました。5層が乱れると意識は消える。様々な状況証拠から、心が宿るのはここだと考えられます。

ではなぜ心が生じるのか。おそらく重要なのはレパートリーの多さです。マウスの脳は神経の数が少なく、人間の脳は多い。可能な組み合わせの数は桁違いです。神経科学者ジュリオ・トノーニの「意識の統合情報理論」では、神経同士のつながりの数に着目し、意識を統合情報量として数値化します。心とは取り得る状態の多さであり、いろいろな可能性をどれだけ持っているかが心を生み出す必要条件であり、この数値がある値より高いなら心があると決めればよい、という提案です。この理論とその後の脳科学の実験結果は多くの点で一致しています。

Q.21 なぜ脳から心が生じるの？

脳は物質でできていますが、心は物質とは違うものであるように感じられます。どうして心は物質である脳から生じるのでしょうか。



A. 脳の活動レパートリーが豊富だから

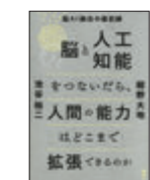
回答者／池谷裕二 脳科学
薬学系研究科教授
IKEGAYA Yuji

認知限界があるからこそ驚きと心がある!?

脳には認知限界があります。でも、人工知能を加えれば突破できます。人間の限られた脳だけではたどりつけない世界にも、AIの力をうまく足せば到達できる。マウスの実験では実際にそうなっています。単純なルールを繰り返すことで思いもよらない結果が生まれる「創発」も認知限界の話です。自然や数学の側からすれば、そのルールを与えればこうなるのは自明なのに、人間はそこまで計算できないから驚き、すごいと思う。創発は心と密接に関係します。創発がすごいのではなく、創発が存在すると勘違いする心がすごい。物質である脳から心が生じるのも創発の一つか

もしれません。心があると思っ込んでいただけで本当はないかもしれない。でも、心が存在しないなら脳から心がなぜ生まれるのかという問い自体も消える……。

そうした問題も含め、いままでも人間が理解できなかった真理、原理、法則にも、認知限界を超えれば到れるのではないかと。そう願って脳とAIの融合プロジェクトを進めています。



池谷先生の本

『脳と人工知能をつないだら、人間の能力はどこまで拡張できるのか』(講談社、2021年)
東大病院医師の紺野大地先生との共著。脳とAIをつないで「脳を改造」することで起こる近未来の姿を覗き見できる一冊。

この辺りで心が生じている!第5層

6層構造でできた大脳皮質の断面。「大脳皮質はレンガ作りのようなもの。人もマウスも同じレンガを使いますが、人は多くのレンガを使い、マウスは少ないレンガを使っています」

脳にAIを埋め込んだら何ができるのか、たくさんの脳をつなげたら心はどう変わるのか……。池谷先生はERATOのプロジェクトとBeyond AI 研究推進機構の両方で脳とAIの融合研究を進めています。
www.ikegaya.jp/ERATO/



多様性が尊重される共生社会の実現に向けて 東京大学D&I宣言を 制定しました

本年6月、東京大学はダイバーシティ&インクルージョン宣言を制定しました。

本宣言は、昨年公表した基本方針「UTokyo Compass 多様性の海へ：対話が創造する未来」に基づき、東京大学が学術における卓越を達成し、知のイノベーションを生み出し、グローバルに活躍する人材を輩出するためには、ダイバーシティとインクルージョンの推進が重要であるとの認識に立ち、策定したものです。本宣言とともに、世界の誰もが来なくなるキャンパスの実現を目指す取り組みが全学で始まっています。

東京大学ダイバーシティ&インクルージョン宣言

東京大学は、多様性が尊重され包摂される公正な共生社会の実現を促していけるよう、東京大学の活動に関わるすべての方々にお伝えしたい指針¹として、「東京大学ダイバーシティ&インクルージョン宣言」を定めます。東京大学は、この宣言とともに、「東京大学憲章」で謳われている多様性尊重の理念を再確認し、新たな段階へと深化させてまいります。

1. ダイバーシティ(多様性)の尊重

東京大学が基本的人権を尊重し、学術における卓越を実現するためには、多様な構成員によるたゆまぬ対話の実践が不可欠です。東京大学は、すべての構成員が人種、民族²、国籍、性別、性自認、性的指向³、年齢、言語、宗教、信条、政治上その他の意見、出身、財産、門地その他の地位、婚姻の状況、家族関係⁴、ライフスタイル⁵、障害⁶、疾患、経歴等の事由によって差別されることのないことを保障します。

2. インクルージョン(包摂性)の推進

東京大学は、インクルージョンの精神を尊び、大学のすべての活動において、構成員の多様な視点が反映されるように努めます。多様な構成員が、意思決定プロセスを含む東京大学のあらゆる活動において、様々な属性や背景を理由に不当に⁷排除されることなく参画の機会を有することを保障します。そして、東京大学の構成員のみならず、一緒に活動するすべての方々が尊重され、また、その方々に、この宣言の考え方を共有するコミュニティの一員であるとの意識を抱いてもらえるよう努めます。

1 この宣言は、構成員にとどまらず本学に関わるすべての方々の本学の姿勢を知っていただくためのものでもあります。2 東京大学憲章前文の多様性を尊重するという記述部分に「人種」と「民族」の概念を加えました。今日でもこれらを事由とした差別が後を絶たないからです。3 近年のダイバーシティに対する問題意識を反映させるため、

東京大学憲章前文の記述に「性自認」と「性的指向」を加えました。4 東京大学憲章前文では「婚姻上の地位」「家庭における地位」の記述がありました。これをパートナーとの関係について広く捉えることができる「婚姻の状況」、旧来的な家族の概念に囚われない多様な家族的あり方全般を示す「家族関係」という表現に改めています。

5 価値観が多様化し、自らの働き方や生き方を選択する時代になってきていることを受け、「ライフスタイル」も多様性の事由として加えました。6 障害は個人の側に帰属するものではなく、マジョリティに有利なように設計された社会環境によってマイノリティ性をもつ人々が不利益を被っている状況にこそあるという「社会モデル」を採

っているため、「障害」や「障がい」ではなく「障害」の表記となっています(東京大学憲章とも共通)。7 1.の最後の文には「不当に」が入っているのは、2.で示された参画機会の保障は構成員ごとの適格性に依拠したものとするからです。詳細はこちらから<https://www.u-tokyo.ac.jp/ja/about/actions/di01.html>

機械翻訳による事務文書の多言語化を支援
情報基盤センター

女性特任研究員を支援する制度を実施
新領域創成科学研究科

10の言語によるウェブサイト発信
人文社会系研究科

ユニバーサルトイレやパウダールームを設置
生産技術研究所

車椅子の学生の分子細胞生物学研究を支援
薬学系研究科

在宅勤務を通じた障害者雇用を推進
経済学研究科

働き方改革アクションプランを公表
工学系研究科

医学のダイバーシティ教育研究センターを設置
医学系研究科

病児ベビーシッター(派遣型病児保育)制度を実施
医学部附属病院

越境する学びをテーマにした多様な卒業生との議論
情報学環

物性科学のD&Iを考えるWomen's Weekを開催
物性研究所

週15分からの超短時間雇用モデルを開発
先端科学技術研究センター

社会人向けインクルーシブデザインスクールを設置
先端科学技術研究センター

ヨガ・ピラティスのオンラインエクササイズを実施
相談支援研究開発センター

駒場SaferSpace(KOSS)の活動が進展
総合文化研究科

アンコンシャスバイアス・トレーニングを実施
未来ビジョン研究センター

留学生に日本を知ってもらう見学旅行を実施
農学生命科学研究科

国際女性デーのシリーズイベントを実施
東京カレッジ

紙の読書が困難な人に資料電子化サービスを提供
附属図書館

UTokyo Diversity&Inclusion

東京大学のD&I推進アクションの数々

全学から寄せられたアクションのごく一部を紹介。
詳細はこちらから<https://www.u-tokyo.ac.jp/ja/about/actions/diversity-inclusion.html>



御殿下グラウンドの人工芝張替工事が完了

本郷の御殿下グラウンドで行ってきた人工芝張替の改修工事が完了しました。3月31日には、藤垣裕子理事（学生支援担当）、大久保達也理事（施設担当）、津田敦社会連携本部長の出席のもと、グラウンドを利用する運動部の学生たちとともに、お披露目見学会を開催し、新しい芝の具合を体感しました。サッカーのほか、アメリカンフットボールとラクロスの競技ラインが敷設されています。環境に配慮し、表面温度抑制効果があるカラーチップを使用しているのも特徴です。

3/31



東大基金に頂戴したご支援も一部活用させていただきました。

東京六大学野球の始球式で総長が一投

東京六大学野球春季リーグの開幕を受け、第1試合（東大vs慶大）の開始前に行われた始球式で、藤井輝夫総長が投手を務めました。硬式野球部のユニホームを着用し東大カラーである淡青色のグローブを装着した総長は力強い一球を投じました。5月末まで行われた春季リーグでは残念ながら勝ち点を上げられませんが、対早大戦では2試合で引き分けるなど、コロナ禍の下で工夫しながら培ってきた実力の一端を見せてくれました。秋季リーグは9月10日から29年ぶりに9週制で行われます。野球部の活躍にご期待ください。



東大球場での事前練習を経て見事なノーバウンド投球を披露した総長。

4/9

メタバース上でサークル新歓活動を実施

バーチャルリアリティ教育研究センター（VRセンター）は、学生サークルの新生歓迎オリエンテーションをメタバース空間で行うプロジェクトを実施しました。既存の「バーチャル東大」データをもとに東京大学をメタバース空間として再現。教養学部オリエンテーション委員会を通じて募った18サークルの立て看板を銀杏並木沿いに設置し、クリックすると詳細情報に進む仕組み。なかには立て看板からVR部屋へ誘導して新生と交流するサークルも。VRセンターは大学の活動にメタバースを活用する試みを続けています。

4/10~



今回のメタバースは、特別なアプリを使用せず気軽にアクセスできるものでした。

洋弓部が2部リーグで完全優勝し1部に昇格

夢の島公園アーチェリー場で開催された関東学生アーチェリーのリーグ戦。本学洋弓部は男子2部リーグで完全優勝を果たし、1部昇格を果たしました。創立50周年の節目に成し遂げた快挙です。アーチェリーは、弓で数十メートル離れた的の中心を狙って得点を競うスポーツ。津島彰悟主将は「大学に練習場を持たず、スポーツ推薦もない東大が、上位校に引けを取らない点数を取り、関東トップの座に返り咲いたことには大きな意味があると思います」とコメントしました。



リーグ戦で的に狙いを定める本学洋弓部員たち。

4/16~24

海洋プラスチックごみ対策事業の研究成果を発表

東京大学と日本財団は、海洋プラスチックごみ（以下、海洋プラスチックごみ）の問題に関する科学的知見の充実を目的に2019年に開始した共同プロジェクトの研究成果についての記者発表会を4月19日に開催しました。発表したのは、データやエビデンスが不足しているマイクロプラスチックやナノサイズのプラスチックに関する「海域における実態把握」「生体への影響」「海洋プラスチックごみの発生・フロー・解明と削減管理方策」の3テーマに係る研究成果や、結果から示唆される対策や可能性についてなど。たとえば、日本周辺から北太平洋の海域での実態把握では、1950~1980年代に10年で10倍のペースで海洋プラスチックごみが増えていたこと、

1950年代から最近まで徐々に大きさ5mm以下のプラスチックの割合が増えていることなどが判明しました。こうした研究成果を踏まえ、さらに実態や影響について解明し効果的な対策に結び付けるため、3年間事業を継続することとなりました。



左から京都大学の浅利美鈴准教授、本学の津田敦執行役・副学長、藤井輝夫総長、日本財団の笹川陽平会長、同財団の海野光行常務理事（写真提供：日本財団）

4/19

4/21

ウクライナの研究者・学生の受け入れが始まる

東京大学は、ロシアによるウクライナへの武力侵攻により学ぶ場や研究する場を確保できなくなった学生及び研究者を一時的に受け入れて教育・研究環境を提供する「学生・研究者の特別受け入れプログラム」を3月30日に開始しました。避難民の受入・支援に各国政府や自治体、企業、団体等も取り組む中、本プログラムの実施は、本学が「世界の公共性に奉仕する大学」として何ができるのかを検

討した結果です。プログラムの発表以降、多くの皆さんから問い合わせをいただき、各々の専門と希望に合ったプログラムが提供できるかの確認や審査を丁寧に進めてきました。4月15日にウクライナ国籍の研究者2名の受け入れが決定し、うちお一人は4月21日に受け入れ先である東京カレッジにて研究活動を開始しました。その後も問い合わせいただいた方々について、各々の事情に応じた教育・研究環境が提供できるかなどを丁寧に確認をしながら受け入れを進めています。



受け入れ第一号となったイリーナ・ペトリチェンコさんと、東京カレッジ長の羽田正先生。

キャンパス散歩 第40回

12頭の馬と馬術部員と猫も暮らす三鷹馬場

三鷹馬場は、本郷・駒場の両キャンパスから少し離れた東京都三鷹市大沢に位置する東京大学運動会馬術部の練習場です。三鷹馬場周辺は、都内でありながらも閑静で自然豊かな場所となっており、馬術部員と馬たちは、落ち着いた環境で日々練習に臨むことができます。三鷹馬場のすぐそばには野川という川が流れており、春には川岸の桜並木が満開となり、大変美しい景色を眺めることができます。

三鷹馬場には、12頭の馬が過ごす厩舎、馬が運動する大馬場、調馬索練習や放牧に使うポニーリンクなどの練習用設備と部員用の部室があります。現在は馬術部の練習場としての利用のほか、年に2回東京大学運動会主催による馬術講習会の開催により、一般学生・教職員も利用することが可能です。

三鷹馬場は、東京大学運動会馬術部の練習地として昭和40年3月に竣工されました。もともと同部の施設は旧・東京高校の跡地（現・三鷹寮）の一角に立地していましたが、昭和40年3月に、東京天文台（当時は本学附属研究所）の一部であった現在地を本学学生部が借用し、馬場および厩舎を全面的に移転しました。その後、昭和62年に同地内に学生用施設

（部室）を設置、さらに平成16年4月の本学法人化にともない、東京大学所有の課外活動施設となり、現在に至ります。

現在、三鷹馬場には12頭の馬が飼育されており、毎日欠かさず部員が面倒を見て、馬術の練習に励んでいます。時には馬術部員以外の一般の方とふれあう機会もあります。五月祭・駒場祭では、三鷹馬場から各キャンパスに馬たちを連れていき、乗馬体験や餌やり体験を実施しています。また、地元の自治体である三鷹市と本学馬術部とが協力して、親子向けの地域イベント「三鷹ふれあい乗馬体験」を開催しています。乗馬体験や餌やり体験はもちろんのこと、部員や外部講師による馬についてのレクチャーや、部員による馬術競技の実演など、様々なイベントを通して馬に親しんでもらうことを目指しています。

最後になりますが、三鷹馬場で活動する東大馬術部のほか、多くの運動部を支援するため、本学では「東大スポーツ振興基金」を立ち上げており、これまでも皆様から多大なご支援を頂戴しております。引き続き、本学運動部へのご支援・ご声援を賜りますようお願いいたします。



荒浪航洋

本部学生支援課
体育チーム一般職員

	2	3	4
1	5	6	
	7	8	9

- 12頭の馬が日々暮らす厩舎
- 厩舎から顔を出す馬の様子
- 三鷹馬場で練習する本学馬術部員
- 三鷹馬場で行われている体験乗馬会の様子
- 散歩中の犬に興味津々なスマートコーラス(馬)
- 猫とも仲良しなバズドリーム(馬)
- 試合に臨む本学馬術部員
- 試合に臨む本学馬術部員
- シルバーボーイ(馬)と本学馬術部員



◀東京大学
馬術部支援基金は
こちらから

Kavli IPMU 15周年記念 シンポジウムを開催

シンポジウム「世界トップレベル研究拠点プログラム WPI Kavli IPMUの15年の成果と展望——数学者・物理学者・天文学者・探究の旅路」が安田講堂で開催されました。2007年から数学・物理・天文分野の融合研究の成果を多数生み出してきたKavli IPMUが、WPI拠点としての15年間を終えてWPIアカデミーへ移行するにあたり、これまでの成果紹介と、恒久研究機構としての未来を歩むことの報告を目的としたもの。関係者のみが安田講堂に参集し、一般の方はオンライン配信を視聴する形で開催され、約1020名の参加がありました。

シンポジウムでは、藤井輝夫総長、文部科学省の池田貴城研究振

興局長、日本学術振興会の宇川彰WPIプログラムディレクターが挨拶し、大栗博司機構長が総合講演を行いました。高田昌広教授は「すばるで探るダーク成分」、伊藤由佳理教授は「特異点に秘められた謎」、マーク・ヴェイギンス教授は「もう待たない! 超新星ニュートリノ」と題してそれぞれ講演しました。



ステージに並んだ登壇者たち。シンポジウムでは横山広美副機構長が司会を務め、相原博昭理事・副学長が閉会挨拶を行いました。

4/24

5/24

東京大学 丸和 柏FUSIONフィールドがオープン

5月24日、柏FUSIONフィールドの開所式・施設見学会が開催されました。柏図書館メディアホールで行われた開所式では、スポーツ先端科学連携研究機構 (UTSSI) の中澤公孝機構長と中村仁彦工学系研究科上席研究員が、本郷・駒場・柏のFUSIONフィールド構想、株式会社丸和運輸機関 (以下、丸和) との共同研究について紹介。各種センサーを備えたフィールドで選手の運動データをリアルタイムで取得し分析する試みが始まったことを報告しました。FUSIONフィ

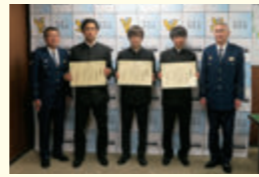
ールドの実現に多大な支援を賜った丸和の佐和見勝代表取締役社長への感謝状贈呈、記念撮影の後は、柏キャンパス北東部にあるフィールドに移動し、クラブハウスやトレーニング機器、UTSSIの研究拠点となる研究室、人工芝が整備されたラグビー場などを見学しました。健康・スポーツ科学研究の拠点として、また本学構成員の福利厚生施設としても利用される柏FUSIONフィールド。今秋には天然芝のラグビー場も整備される予定です。

フィールド内6ヶ所のボールに40台からなるカメラシステムを設置。選手たちの動きを自動取得したデータをもとに研究が進みます。



硬式野球部員が窃盗犯逮捕に貢献

本学硬式野球部の投手3名 (青木麟太郎さん、小高峯頌大さん、松島司樹さん) が、4月23日の練習時、弥生キャンパスにある東大球場の観客席から財布が入った部員の荷物を持ち去ろうとした男に気づいて取り押さえました。大学施設を狙う窃盗の常習者と見られます。5月13日には、警視庁本富士署より、学生3名に対して感謝状が贈呈されました。本富士署長からは、常習の窃盗犯の逮捕は今後起こるかもしれない犯罪を防ぐことにもなり、勇気のある行動に大変感謝したいという言葉が贈られました。



本富士署にて感謝状を授与された3選手(左から小高峯さん、青木さん、松島さん)。

5/13

五月祭をハイブリッド形式で開催

第95回五月祭が5月14～15日に行われました。コロナ禍で2年続けてオンラインのみの開催でしたが、今回は来場者数を制限し飲食の出店を禁止した上でのハイブリッド開催となりました。今回のテーマは「汽祭域」。淡水と海水が混在する汽水域のように、出展者と来場者、現地とオンラインが混じって価値を生む、との思いがこもっていました。研究成果の展示、音楽演奏、趣向を凝らした各種パフォーマンス等、268件の企画が行われました。

5/14～15



五月祭マスコットが愛嬌を振りまきながら正赤通りをにじり進む「めいちゃんパレード」の様子。

国際数学連合が中島啓教授を総裁に選出

国際数学連合 (IMU) は、カプリ数物連携宇宙研究機構の中島啓教授を次期総裁に選出しました。アジア圏の選出は、2015年から総裁を務めた森重文氏以来2人目となります。80以上の団体が加盟し、フィールズ賞を授与することで知られるIMU。今回の選出について中島教授は「国際的な交流を今後どのように進めていくのか難しい時期に大役を仰せつかり、大きな責任を感じています。世界各国の数学者と協力しながら、運営を進めて行きたいと思います」と話しています。



中島教授は2023年からIMU総裁に就任し、4年間その任にあたる予定です。

7/4

文京区と基本構想の手交式を実施

文京シビックセンター (文京区役所) にて、「東京大学と周辺地域の連携による東京大学本郷地区キャンパスエリア活性化に向けた基本構想」を成澤廣修文京区長へお渡しする手交式を行いました。この構想は、昨年公表した基本方針「UTokyo Compass」の目標実現に向け、キャンパスと周辺地域を含めた「本郷地区キャンパスエリア」の活性化を図るもの。本学にふさわしい教育研究環境を整備し、地域の発展を推進し、地域との連携強化を図ることを目的に策定されました。

7/25



文京区の成澤廣修区長に構想を渡す藤井総長。

卒業生インタビュー

スタイルは無限 舞台は多種多様な世界

2022年6月、東京大学は誰もが生き生きと活躍できる魅力あるインクルーシブキャンパスの実現を目指すため、「ダイバーシティ&インクルージョン宣言」を制定しました。まさに今回は感染症疫学の研究に取り組む若手研究者、金融機関から異業種のIT業界などキャリアを重ねるビジネスリーダーの登場です。チャレンジし続ける姿勢の大切さ、バイタリティーの秘密について伺いました。

東大で自分の進む道が 明確になった

小学生4年から6年までの3年間、父の仕事の関係で南アフリカ共和国・ヨハネスブルクに住んでいました。野生動物と触れ合ったり、公衆衛生の環境が全く違う生活で、漠然とですが将来は国際機関で働きたい、獣医師になりたい、という夢を抱いていました。その後東大の農学部医学専攻に進学し、公衆衛生学や疫学の講義を受け、WHO (世界保健機構) やOIE (国際獣疫事務局) で働いている方の話を伺う機会を得、「世界を舞台に働いている獣医師がいる。自分がやりたい道はこれだ!」と気づき、

疫学者として感染症対策に貢献できる人材になろうと進路を決めました。さらに視野を広げたいと考え、海外留学を目標にしました。

現場で学んだこと

6年生の冬に欧米の大学院に複数出願し、最終的にエモリー公衆

衛生大学院に留学が決まり、公衆衛生学修士号を取得。米国疾病管理予防センターで感染症疫学者として2年間勤務しました。感染症の発生状況変化を監視するシステム設置や疫学調査を重ねる中で、「集められた

データをより効果的に使いたい」「統計的・数理的解析法を学びたい」と考え、次のステップ、イエール大学の博士課程に進学を決めました。

感染症研究と 変わる未来

2020年8月にイエール大学を修了してすぐ、エモリー大学では2つのラボに採用されました。現在住んでいるコネチカット州ニューヘイブンからジョージア州アトランタでの

仕事をリモートワークで行っています。函館に住みながら、福岡の大学の仕事をしているイメージです。

2つの研究チームのひとつでは、新型コロナウイルス感染症の研究を行っており、「アメリカ各州で新型コロナウイルスに何人感染したのかを正確に推定する」研究をしています。

そこで私は抗体価の減少を調整した上でより正確に累計感染者数を推定

「羽ばたく女性研究者賞奨励賞」賞状。ハレの舞台で代理で受け取ってくれた両親に親孝行できたような気持ち。



できるモデルを開発しました。その結果、現在、アメリカ全土および各州ではこのモデルを用いて累計感染者数を推定しています。

もうひとつは「ワンヘルス」という人獣共通感染症のプロジェクトです。衛生管理のよくないマーケットでさばかれた食肉が、サルモネラ菌やカンピロバクターに汚染されて持ち込まれる状況を数理モデルにし、いかに効率的に解決できるか、シミュレーションを通して提案しています。

ひとりの研究者として

アメリカに住んで今年で10年目を迎えました。留学当初はトラブルの連続でチャレンジの繰り返しでしたが2019年に第一子を、2021年に第二子を出産しました。パンデミックで孤立し仕事を続ける中、子どもの保育園は休園を繰り返し、満身に仕事ができない状態が続き、実質50%以下しか稼働できない日々だったと思います。

そんな中、2022年5月に「第一回羽ばたく女性研究者奨励賞 (マリア・スクウォドフスカ=キュリー賞)」※を受賞しました。帰国はできませんでしたが、父母が代理で授賞式に参加しました。子どもや職場にストレスをかけてまで仕事する意味はあるのか悩んでいましたが「今はそれでもいい、研究者として頑張り続けていいんだよ」と言われたように感じています。



イエール大学の卒業式は子どもたちと一緒に。

多々苦戦しながらも研究を続けている人間がいると伝えられたら、何かのきっかけや手助けになるかもしれないと思っています。今回の受賞は、研究者、母、人として成長し、人間と動物の健康に貢献できるような、精進していこうと新たなエネルギーをもらいました。様々なバックグラウンドの人たちが安心して快く仕事や生活ができるよう、これからもアカデミアの環境改善に努めていきたいと思っています。

Profile

エモリー大学疫学者、WHO統計コンサルタント。専門分野は感染症疫学。2012年東京大学農学部獣医学専攻卒業。米国エモリー大学で公衆衛生学修士号を取得。その後米国疾病管理予防センターにてエボラウイルスなどの疫学研究、アウトブレイク対応を担当。16年秋からイエール大学の博士課程にて数理モデルを用いた感染症動態の研究に取り組み、20年修了。

※ 国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST) と駐日ポーランド大使館が日本の女性研究者のより一層の活躍推進に貢献することを目的に国際的に活躍が期待される若手女性研究者を表彰。

スタイルは無限 舞台は多種多様な世界

映画に携わる仕事をしたい。 一転して経済学部

古典芸能が好きだった祖母と映画好きの母の影響から表象文化を学びたいと考え、東大に進学。ところが実際に蓮實重彦先生の全学ゼミで映画について学び始めると、学問として追究していきたいのか自信が持てなくなりました。では何がしたいのか。我が家には小さい頃から経済誌や会社四季報があり、金融マーケットに関する興味も人一倍あったので、結果、経済学部を選びました。

経験をリンクさせて

若い方からよく「秋田さんのようにステップアップするにはどうしたらいいですか?」と聞かれます。プロフィールから見ると、上昇志向があり、戦略的にステップアップをして今があるように思わ

れがちですが、実際はライフイベントの中で思いがけない選択を余儀なくされる経験を繰り返してきました。

大学を卒業後メガバンクに就職し、その後転職。結婚と時を同じくして、夫のアメリカ留学が決まりました。当時の勤務先に休職制度はなく、留学に同行した場合、私のキャリアはどうなるのだろうという不安がありまし

たが、悩んだ末に夫と同じビジネススクールに進むことを決めました。

悪戦苦闘しながらもTOEFLやGMATのスコアを上げ、働きながら出願の準備をし、自費で留学するために奨学金を獲得するなど、色々苦労しました。そこで培っ

たノウハウを、必要としている誰かに伝えたい。その思いから個人のウェブサイトを立てました。ユーザーだった私がその20年後、使用ツールのITソフト企業で働くとは知る由もありませんでした。が……。

2年後にMBAを取得し帰国。仕事が波に乗っている頃、妊娠がわかり長男を出産して復職するも、新たに夫の海外赴任が決まり退職することに。赴任先のNYで、夜間大学に通ってマーケティングを学び直すなど、自分のスキルアップ、インプット期間にしました。思いがけない岐路をどう捉えるのかは、考え次第ではないでしょうか。

ポジティブ・ 達成欲・社交性・ 戦略性・着想力

外資系金融機関に務めていた30代の頃、上司からは「あなたのリーダーシップは線が細い」とマッチョなリーダーシップを求められた時期があります。私はチームのよい部分を引き出して、一緒に成功できれば嬉しい。サポートすることに喜

びを感じるタイプです。葛藤しましたが、自分らしいスタイルはサーバントリーダーシップだと気づき、40代では肩の力を抜くようになりました。

自分を客観的に判断することは大事です。自分の強みを診断できる「ストレングスファインダー」



次世代の人にバトンを渡すような気持ちで何事にも全力で取り組んでいる。

※で自己分析をしたところ、34の資質のうち、第一は「ポジティブ」。エネルギーにあふれていて誰とでも仲良くなれる才能があり、頼りにされることを幸せに感じる資質だそうです。2つ目は「達成欲」で、身体的・心理的にスタミナが豊富であり、さらなる挑戦に向かい前進する資質。3つ目は「社交性」で、知らない人とすぐに打ち解けて相手の話を聞くことに喜びを感じ、人間が好きなのだそう。4つ目は「戦略性」で、最後は「着想（新しいアイデアを考えるのが大好き）」という結果です。自分を形づくる要素に、なるほど納得しました。

自分の持ち味は周囲の人を元気づけ、活力を与えることだと改めて認識しました。50代は、あふれるポジティブなエネルギーを周囲のためにもっと使いたいと思っています。

好奇心に蓋をしない。 いつかチャンスに 結びつく可能性も

アドビに転職したのは40代半ば。留学時代はいちユーザーにすぎませんでしたが、20年後にお声がけいただいた時に迷いはありませんでした。いくつになっても、

どんな立場になっても、学び続ける姿勢を忘れてはいけないと思っています。常にアンテナを広く張って、自分が少しでも興味があることには飛び込むこと、好奇心に蓋をしないことが大切です。すぐに仕事に直結しないとしても、時を経て、点と点が結びつき、思いがけないチャン

スをもたらすかもしれないからです。

今春、みずほFGに入社して3カ月が経ちました。私同様、経験豊富な人材が社外からも多く登用されています。それぞれの知見を持ち寄り、仲間たちと意見交換し、〈みずほ〉の変革やめざすべき将来像などについて、多様な視点から日々議論しています。

入社前は、外部から加わることに若干の不安もあり、受け入れてもらえるだろうかと思いましたが、そんな心配は杞憂に終わりました。実際に入社してトップから現場のメンバーに至るまで共通して感じるのは、改革への強烈なパッションです。支店をはじめ現場に足繁く通って対話を繰り返し、多様なコミュニケーションを通じて、〈みずほ〉の仲間たちと変革に取り組む毎日に、大いにやり甲斐を感じています。

Profile

みずほフィナンシャルグループ執行役員人事グループ副グループ長。1994年経済学部卒業。米ノースウェスタン大学ケロッグ経営大学院でMBAを取得。HSBC、マスターカード等を経て、17年ITソフトのアドビシステムズ入社。18年副社長就任。22年5月より現職。18歳を筆頭に、9歳、6歳と3人のお子さんがある。

第21回 東京大学ホームカミングデー

東京大学のホームカミングデーは毎年10月の第三土曜日に開催しています。本学の卒業生や修了生をはじめ、そのご家族、東大ファン、近隣の方々がキャンパスに集う1日です。2020年～2021年は新型コロナ感染状況の影響により、全面オンライン開催といたしました。今年も、「対面」「ライブ配信」「オンデマンド」と、複数の形式でご参加いただけるように準備しています。今回復活する懐徳館庭園の一般公開、安田講堂自由見学等、事前申込不要のプログラムもあります。詳細はウェブサイトをご覧ください。

新型コロナ感染状況により、変更になる場合があります。詳細は随時ウェブサイトでお知らせいたします。



2022年10月15日(土)
開催!

メインプログラム

周年祝賀式典

2022年のホームカミングデーでは卒業・修了後の節目を迎える方々を大学にご招待し、安田講堂で祝賀式典を催します。50周年、40周年、30周年、20周年、10周年の対象となる方々は以下の通りです。周年の対象者はウェブサイトからお申し込みください。



東大hcd



【日時】

2022年10月15日(土) 11:30～12:45
※受付/10:30～ 開場/10:50を予定

【会場】

安田講堂

【次第】

藤井輝夫 東京大学総長式辞
宗岡正二 東京大学校友会会長祝辞
歓迎プログラム

対象

▶50周年学年会

【対象】1968年入学/1972年卒業、1974年医学部卒業、1972年院入学/1974年修了

▶40周年学年会

【対象】1978年入学/1982年卒業、1984年医学部卒業、1982年院入学/1984年修了

▶30周年学年会

【対象】1988年入学/1992年卒業、1994年医学部・農学部獣医学専攻卒業、1992年院入学/1994年修了

▶20周年学年会

【対象】1998年入学/2002年卒業、2004年医学部・農学部獣医学専攻卒業、2002年院入学/2004年修了

▶10周年学年会

【対象】2008年入学/2012年卒業、2014年医学部・農学部獣医学専攻・薬学部薬学科卒業、2012年院入学/2014年修了

参加形式



1 キャンパス(対面)で参加

「定員制で要事前申込み」「定員はないが要事前申込み」「申込み不要」のプログラムに分かれています。



2 ライブをオンラインで視聴

キャンパス内で開催するプログラムを、リアルタイムで中継します。



3 オンデマンドをオンラインで視聴

「事前収録」もしくは「リアルタイム配信をアーカイブ化」したプログラムを、一定期間視聴できます。

東京大学校友会 役員会報告

左から藤吉泰晴校友会副会長、宗岡正二校友会会長、藤井輝夫名誉会長（東京大学総長）



ご協力をお願いいたします



東京大学アラムナイ「東京大学校友会の会費について」



「東京大学校友会支援基金」

2022年度東京大学校友会役員会報告

東京大学校友会事務局長 神澤俊介(1978年法学部卒)

去る7月1日、本郷キャンパス本部棟に於いて東京大学校友会役員会が開催されました。宗岡正二会長、藤井輝夫名誉会長（東京大学総長）を始め22名の役員が出席し、会長再任（任期2年）、2021年度決算・22年度活動計画・予算、会則改正（含む英文版）、個人代議員41名選出、代議員会付議案3件を審議・承認しました。

21年度決算は、東大校友会プロパーの初決算でした。昨年末以降の団体会員、

個人会員宛て会費納入の呼びかけに即応頂いた94団体及び3,349名からの会費収入3,443万円を計上し、会費納入関係費用との収支差額（正味財産）は3,307万円に達しました。これを受け、役員会では、大学拠出済みの卒業生部門経費中、ホームカミングデイ経費の半額、校友会会報発行費用及び校友会事務局人件費の合計525万円を大学宛て還元（振込）することを議決しました。

一方、即日施行された会則改正では、

ガバナンス強化のため代議員会の機能が拡充されると共に、家族会員（個人会員配偶者、在学生保護者）が新設されました。今後の代議員会は、団体会員から選出された団体代議員及び会費納入済み個人会員から選出された個人代議員が構成し、役員委嘱案や会則改正案を審議決定します。来る10月15日開催予定の代議員会では、来年度より3年毎に実施予定の個人代議員選挙を控え、個人代議員選挙規則及び選挙管理委員が議決されます。

2年間の会則改正ワーキングを終えて

東京大学校友会副会長兼幹事長 藤吉泰晴(1981年法学部卒)

2020年夏、幹事会の下、神澤事務局長のご提案により、江口夏郎幹事（89年農学部卒）、吉田晃浩幹事（07年医学部卒）、宮崎寛卒業生部門長（84年法学部卒）、神澤事務局長、長崎新一地域同窓会本部長（65年法学部卒）及び私の6名から成る会則改正ワーキンググループ（WG）が設置されました。同年8月から毎月1回オンラインでWGを開催し、2021年度会則改正案、会計細則案、22年度会則改正案、同英文版ドラフト、個人代議員選挙規則案、代議員会運営規則案等を細かく検討、策定し、幹事会及び

役員会に付議して参りました。

昨年7月の役員会で承認・即日施行された2021年度会則改正は、目的・事業に「大学への支援」を明記し、会費規定を新設するなど画期的なものとなりました。1年経ち、本年7月の役員会で承認・即日施行された2022年度会則改正も、代議員会の機能を拡充し校友会を新たな段階にステップアップさせる歴史的意義を有すると思います。

会則改正WGは本年6月、23回目であり一旦終了致します。2年間のワーキングが関係各位のご協力のもと、会則改正等を

通じて校友会の組織、財政基盤の強化・拡充に貢献できたことを嬉しく感じると共に、WG及び幹事会の皆様のご協力ご支援に対し改めて感謝申し上げます。最後になりますが、来春の個人代議員選挙に向けて、卒業・修了生のみならず、在学生、教職員の一人でも多くの方が会費を納入され、個人代議員の選挙権を享受するV会員（voting member）になって頂く一方、会費納入（1回きり1万円）とは別に、東京大学校友会支援基金へのご寄付（税制特典あり）についても、引き続きご協力を賜れば幸甚に存じます。

東京大学校友会登録団体数

(2022年8月現在)

学部学科同窓会	49
地域同窓会(日本国内)	54
運動部・サークル同窓会	48
職域特定分野同窓会	44
クラス会(学科)	11
クラス会(駒場)	45
海外同窓会	57

現在東京大学校友会に登録している団体は308団体で、大きく7つに分けられます。今後の校友会活動や卒業生ネットワーク拡大にご協力ください。

新しいV会員専用の ウェブサイトがオープンしました。

V通信が送られているメールアドレスがあれば、登録ができます！



東京大学校友会は、校友会会費の納入を広く呼びかけていますが、このほど納入済み会員専用の新たなウェブサイト「V会員サイト」を立ち上げました。サイト閲覧にはご登録が必要になります。多くの方の登録をお待ちしています。

COLUMN

東大校友会主催

安田講堂でフジコ・ヘミング 演奏会を開催

6月17日、安田講堂でフジコ・ヘミングさんのピアノ演奏会が行われました（共催：社会連携本部・農学生命科学研究科、後援：株式会社グッドソイルグループ、一般財団法人フジコ・ヘミング財団）。昨年度まで農学生命科学研究科に在籍した田之倉優先生が共同研究を進めていたグッドソイルグループとフジコさんとのご縁、そして何より、コロナ禍で勉学に励む本学の学生を、将来の期待を込めて応援したいというフジコさんのあたたかいご厚情があり、実現した企画です。

演奏会は約900人の学生が会場で、観覧できなかった学生、教職員、卒業生など2,500人がオンラ

インでクラシックピアノの偉才による名演奏に耳を傾けました。演奏後、学生代表がフジコさんに感謝の花束と校友会からの記念品を贈呈し、津田敦執行役・副学長（社会連携担当）が「魂のピアニスト」と関係各位へ謝辞を述べました。



偉大なピアニストの前に緊張の面持ちの学生代表。

当日の演奏プログラム

- F. シューベルト
 - ◆ 即興曲 第3番 変ト長調 4つの即興曲 作品90 (D.899)
- F. ショパン
 - ◆ ノクターン 変ホ長調 作品9-2
 - ◆ エチュード 変ト長調 作品10-5 「黒鍵」
 - ◆ エチュード ホ長調 作品10-3 「別れの曲」
 - ◆ エチュード 変ト長調 作品25-1 「エオリアンハーブ」
 - ◆ エチュード ハ短調 作品10-12 「革命」
- C.A.ドビュッシー
 - ◆ 月の光 「ベルガマスク組曲」より第3曲
- F. リスト
 - ◆ ハンガリー狂詩曲 第2番 嬰ハ短調 作品244
 - ◆ 3つの演奏会用練習曲 第3番 「ため息」 作品144
 - ◆ バガニーニによる大練習曲 第3番 嬰ト短調 「ラ・カンパネラ」 作品141より
 - アンコール：R. シューマン 「子供の情景」より「トロイメライ」