

生物科学専攻

BIOLOGICAL SCIENCES

生物科学専攻について ▶

研究紹介

動物生態学

曾田貞滋 教授 ▶

植物生理学

長谷あきら 教授 ▶

環境応答遺伝子科学

秋山秋梅 准教授 ▶

卒業生 interview

旭化成株式会社 新事業本部 研究開発センター研究員
館 佳耶さん ▶

生物科学専攻 修士課程

湊原圭一郎さん ▶



098

biological science



いま、生物多様性の 起源を紐解く—— 多様なアプローチで 生物の謎に挑む 生物科学専攻

地球上に暮らす数え切れない種類の生物——どんな構造と機能を持っているのか。多様な構造と機能がいかに進化したのか。そして、多様な種がいかに進化し、生物同士がどのように共存しているのか。さまざまな謎に、多様なアプローチで迫っているのが、生物科学専攻です。生物学の研究は、分析技術の発展とともに、急速な変化をとげつつあります。たとえば生物のあらゆる性質を決めている遺伝子の研究では、野外の生物種の全ゲノムが簡単に調べられ、生物の設計図の多様性に直接迫る時代が来ようとしています。一方で、生物多様性の崩壊の危機が叫ばれる中、自然界の生物を対象とした研究もますます重要になってきていますが、遺伝子解析技術の進歩を背景に、フィールド研究とラボでの分析を合わせた生態、進化、保全の研究は、ますます盛んになってきています。生物科学専攻は、フィールドからゲノムまで、さまざまな生物の研究課題に取り組んでいる、多彩な研究者の集団です。



● フィールドワークからゲノム研究まで—動物の多様性を探究する「動物学教室」

動物学教室には自然史学、人類学、動物科学の3つの大講座があります。自然史学は、動物系統学、動物行動学、動物生態学の3研究室で構成され、多様な脊椎動物、無脊椎動物を対象にして、系統、行動、生理、生態、進化に関する研究を行っています。人類学には2つの研究室があります。自然人類学では、「サルから人へ」をテーマに初期人類の化石を研究しています。人類進化論では、ゴリラ、チンパンジー、ニホンザルなど、霊長類の行動と生態を研究しています。自然史学大講座と人類学大講座は、日本各地のみならず、世界各国で動物の多様性を探求する大規模で集中的なフィールドワークを展開してきた伝統があります。とくにアフリカで行われてきた類人猿の生態研究、化石人類発掘、タンガニイカ湖の魚類群集研究は、教室の看板ともいえるフィールドワークです。その伝統を受け継ぎながらも、分子生物学の手法に基づく分子系統学や分子生態学のアプローチを取り入れ、学際的な生物多様性研究を展開しています。

動物科学大講座には、発生ゲノム科学、環境応答遺伝子科学の2つの研究室があります。発生ゲノム科学では、ホヤのゲノムを解読して、発生過程で働く遺伝子を解明しています。また、カエルの精子の形態と運動の進化の研究にも取り組んでいます。環

生物科学専攻



境応答遺伝子科学では、大腸菌、線虫、ヒト細胞を用いて、活性酸素などの環境ストレスに対して生物がどのように応答し、対抗システムを進化させてきたのかを、分子レベルで研究しています。

このように、フィールドワークから分子を扱う室内実験まで、幅広い視点から研究を進めているのがこの動物学教室の特色であり、強みであるといえましょう。また、基礎科学としての生物学の主要テーマである、「進化」にさまざまな側面から取り組んでいる点で、他の大学には類を見ないユニークな存在です。



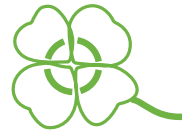


● 5億年の進化の歴史をたどってきた多様な植物の生き様を分子のレベルで解き明かす「植物学教室」

植物学教室には、進化植物科学講座と分子植物科学講座の2つの講座があります。前者は植物系統分類学の研究を行い、後者は、植物生理学、形態統御学、植物分子細胞生物学、植物分子遺伝学の研究を行っています。このように分子から進化に至るまでの幅広い分野で植物科学の研究を展開している教室は全国的にも珍しいものです。植物の歴史は、その祖先がいまから約5億年前に陸上への進出に成功したことにはじまります。現在、地球上に存在する植物は30万種以上と推定されていますが、はっきりしていません。進化植物科学講座では、未知の種の発見とともに、地球上のすべての種の戸籍を調べ、それぞれの種がどのように進化し、子孫を残す工夫をしているか、そのしくみの解明をめざしています。

植物は、根を下ろしてしまうと動くことができません。そのために、劣悪な環境下でも生き抜く技を進化の過程で獲得してきました。この巧みな技をさまざまな角度から解き明かそうとしているのが分子植物科学講座です。環境因子として、光、重力、CO₂、重金属イオン、病原体などに注目して、光情報の感知とそのシグナル伝達の機構、光合成のための光エネルギーの利用機構、昼と夜の変化(概日リズム)の認識機構、外敵から身を守るための生体防御機構

などの解明に取り組んでいます。個体としては動けない植物ですが、細胞の中では原形質流動という活発な運動が起こっています。この細胞内運動の機構や、多細胞生物としての形作りの機構、そして特殊な細胞の分化の機構にも注目しています。植物学教室では、長い進化の歴史をもつ植物に魅せられた研究者が植物の生き方に学びながら日夜研究に没頭しています。そして、多面的な最先端の研究を通して、植物科学の分野の発展に大きく貢献しています。



● 日本の生命科学研究をリードしてきた「生物物理学教室」

生物物理学教室は1967年に開設されました。その独特な教室名からも、生物科学専攻のなかだけでなく、全国の大学のなかでもひとときユニークな教室であることがわかります。この教室へは、従来の生物学や物理学の枠に収まりきれない研究者たちが集まり、「さまざまな生命現象を分子から細胞レベルで物理科学的に理解すること」に挑んで生命科学の最前線を形成してきました。このフロンティア精神は、現在も脈々と受け継がれ、3講座6分野(構造生理学、ゲノム情報発現学、神経生物学、理論生物物理学、生体情報学、分子発生学)の体制で研究を行っています。さらにその





精神は、生物物理学教室出身の研究者を通じて日本全国へ広がり、現在では世界の生命科学分野の発展に多大な貢献をしています。

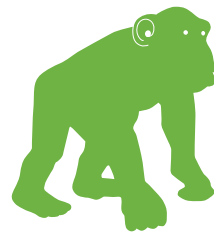
多細胞体制の特性解明(再生や形態形成など)、細胞膜タンパク質の構造・機能解析、光受容の分子メカニズム解明、理論生物学などは、方法論やメンバーは変われども、設立当初から一貫したテーマとして扱われてきました。また、近年においては、神経細胞の可塑性の分子基盤やタンパク質の品質管理メカニズムの解明なども大きな研究テーマとして扱われています。

従来 of 学問分野の枠に収まりきれない個性ある研究者を育む精神性が、教室として大きく飛躍する要因となったことは間違いありません。また、科学の最前線としてあり続けるために、新しいサイエンスを取り入れるだけでなく、伝統の上にたったオリジナルな研究を大切にしてきたこともひとつの特色といえます。この一見相容れないふたつの側面をバランスよく保ってきたことが教室の要だったといえるでしょう。

● 日本が世界に誇る霊長類学と野生動物の総合的研究を進める「霊長類学・野生動物系」

霊長類学・野生動物系は、愛知県犬山市にある霊長類研究所と、京都にある野生動物研究センターから構成されています。霊長類研究所は、進化系統(進化形態、ゲノム多様性、系統発生)、社会生態(生態保

全、社会進化)、行動神経(思考言語、認知学習、高次脳機能)、分子生理(統合脳システム、ポストゲノム科学)という4つの研究部門(括弧内は分科名)と、比較認知発達(ベネッセコーポレーション)とボノボ(林原)という2つの寄附研究部門、および人類進化モデル研究センター(実験動物科学)と国際共同先端研究センター(CICASP)という2つの附属研究施設から構成されます。ゲノムからフィールドワークによる生態研究まで、幅広い視点からヒトを含む霊長類を研究し、人間の本性とその進化的基盤を明らかにするための研究を推進しています。野生動物研究センターでは、遺伝子から認知・行動・生態・保全まで多様な視点から、野生動物を対象とした研究を総合的に推進しています。動物園との共同研究や、屋久島・幸島をはじめ世界各地の研究拠点で活動を行っています。霊長類学・野生動物系の院生には、ITP-HOPEやAS-HOPEプロジェクトの資金援助により、海外調査や国際共同研究への積極的な参加を推奨しています。





動物生態学 曾田貞滋 教授

profile

1957年島根県生まれ。1986年京都大学農学博士。佐賀医科大学医学部助手、信州大学理学部助教授などを経て2009年より現職。昆虫を対象に、適応と種分化、種多様性維持機構などを研究。



生物の多様性を もたらす「種分化」 のしくみに迫る

ある生物個体のDNAに突然変異が起こり、姿や性質(形質)が変わることがある。その変化が環境に適応しており、生き残りや繁殖に有利だった場合、変異した個体はより多くの子孫を残せる。その変異が子孫に遺伝するものであれば、子孫も有利に繁殖できる。このようにして生物は環境に「適応」し、進化した——これが進化論の中心である「自然選択」のあらましです。

適応の方法はひとつではなく、他グループとは異なる適応の結果、元の種とは別の種になる「種分化」も起こります。こうしてさまざまな種が誕生し、他の種と共存し続けることが、生物種の多様性をもたらしています。

主に昆虫を対象に、こうした生物進化・種分化のより具体的なしくみを研究しているのが曾田貞滋教授です。ダーウィンが『種の起源』を著し、進化を説明する「自然選択」と「性選択」という2つの説を提唱してからおよそ150年。その検証はどこまで進み、どんな知見が新たに得られたのでしょうか。





昆虫は生物多様性の宝庫

生物多様性に全世界の注目が集まる現在。そもそも地球に存在する多様な種はどのようにして生まれ、またそれぞれの種同士は、どのように共存しているのだろうか。その問いに、近年発展したDNA分析をはじめとする分子生態学の手法と、フィールドワークによる調査の両面から、アプローチを続けているのが曾田貞滋教授だ。「現在知られている全世界の生物種は約190万ですが、そのうち約100万種は昆虫。種の多様化のメカニズムを探る上で、昆虫の進化研究はとても重要なんです」。さまざまな昆虫を対象にするなかで、曾田教授がとくに長年テーマにしているのがオサムシだ。オサムシは一部の例外を除いて飛べないため、地域ごとの種の分布や形態の変化が多彩で、昆虫ファンの人気を集めている。小さい頃から昆虫少年だった曾田教授も、学生時代は単純に「好きだから」という理由で、オサムシの生活史を研究し

映像資料提供：曾田貞滋教授



台湾でのオサムシの採集風景

はじめた。やがて、同じような生態を持つオサムシがさらに異なる種に分化していることや、自然環境のなかで共存している様子に触れるうちに「なぜ、どのようにして種分化が起こったのか」という系統進化的側面への興味を持つようになったという。

「種」とは生殖隔離なり

生物種の分化・共存を方向づける要素としては、「棲み分け」や「食い分け」が思い浮かぶ。住む場所や活動する季節、食べ物を違えて分化した生物は、種間競争を避けて共存できる。また、こうして地理や時間などで隔てられた生物群の間では、交配＝DNAの交換がない「生殖隔離」が成立する。このことも、進化がさらに独自の方向へ進んだり、分化後の種が融合せず、別種として共存できる理由となる。曾田教授は、とくにこの生殖隔離が成立する過程に着目し、オサムシの進化と分化の道筋をたどっている。曾田教授によるとオサムシの場合、体サイズの違いが生殖隔離の一要因になっているそう

だ。オサムシの交尾は、体サイズが異なると難しくなるからだ。実際に、峻険な山地に暮らすシコクオサムシを調査したときの結果からは、体サイズの違いが原因で種分化のはじまる様子がみられるという。

「冷涼な高地で暮らすシコクオサムシのグループは体が小さ





く、温暖な低地で暮らすグループは体が大きい。これ自体は環境適応による一般的な現象ですが、その副産物として、高地グループと低地グループの間では交尾が行われなくなります。DNA解析によって、高地グループと低地グループは実際に、遺伝的にも別のグループに分かれつつあることがわかってきました」。



オサムシの異種間交尾の様子

映像資料提供：奥崎稔博士

性選択がもたらす種分化

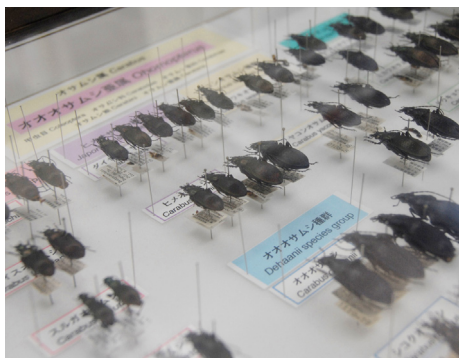
もうひとつ、オサムシに特徴的な生殖隔離に交尾器の違いによるものがある。シコクオサムシが含まれる日本特産のオオオサムシ亜属では、交尾器の形が雄雌間で対応しながら多様に発達している。異なる種間でも交尾が起こることはあるが、交尾器が異なるため、互いに損傷を受けたり精子の送り込みがうまくいかなかったりと、繁殖に結びつくことは少ないようだ。つまり交尾器の違いが、生殖隔離をもたらし、種の維持に役立っていることになる。

「種の交雑実験やDNA解析を行い、交尾器の大きさを決める遺伝子の数や位置を推定

していく研究のなかから、この交尾器の進化は集団内の性選択の結果だろうということがわかってきました」。

ダーウィンが提唱して以来、性選択は進化の方向性に影響を与える二次的なもので、もともとの種分化に影響をおよぼしているかどうかはわからないといわれてきた。しかしオサムシの例でみられるように、地理的に分離されやすい生物の場合、雄間の競争や、雌雄間の相互作用による性選択が主要な進化要因となるのではないかと曾田教授は言う。

ゲノム解析が普及・高速化したことで、今後はモデル生物以外の生物種についても、遺伝子レベルの研究が広がっていくだろう。適応や種分化の点で興味深い生物を観察するマクロなフィールドワークと、遺伝子というミクロな要素を同時に扱う研究から、「新しい進化の物語」が発見できる時代が近づいているのかもしれない。



日本特産のオオオサムシ亜属の標本。日本各地に見られるが、体サイズと交尾器形態の変異が大きく、種分化のしくみを調べるのに格好の対象





植物生理学 長谷あきら教授

profile

1956年東京都生まれ。1984年東京大学理学博士。理化学研究所フロンティア研究員、東京大学助教授を経て1999年より現職。主な研究内容は植物の光受容体のシグナル伝達機構について。



光を活用し尽くし
柔軟に生きる
植物の生命の神秘

一度芽を出し根を下ろせば、動物とは違って、自分では移動できない植物。そのため私たちは、植物は静止しているものだという印象を抱きがちです。でも実際には植物は、根や茎、枝を伸ばしたり、あるいは曲げたり、葉を広げたり、花や実を付けたりとあらゆる箇所を多彩に動かして、周囲の環境に対応しながら生きているのです。植物は光を利用し、光合成によって自らが生きるためのエネルギーを作り出していますが、このとき同時に光から、環境を知る手がかりも得ています。光には、さまざまな情報が含まれているのです。波長(色)や強さ、方向、日周変化(昼と夜)、日長変化(季節)……こうした情報を巧みに捉え、自らの生理や発生分化を制御する植物の機構を「光応答」と呼びます。

では具体的に、どのような光の受容・伝達システムが、植物の光応答を実現しているのでしょうか。そのしくみを、分子レベル・遺伝子レベルで研究しているのが長谷あきら教授です。



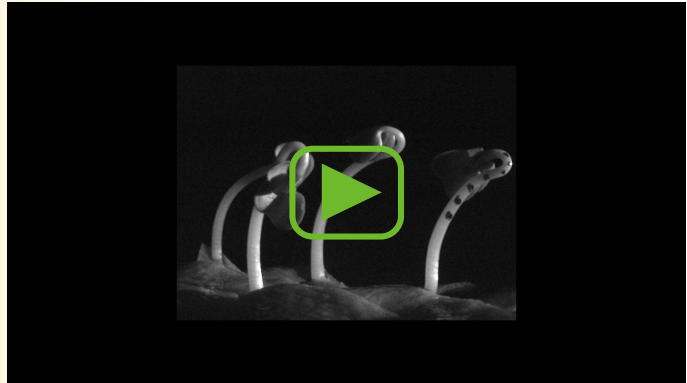


植物は 光を感じて動く

植物の生活を観察していると、実に敏感に、正確に光を感受し、その姿をダイナミックに変化させる様子に驚かされる。芽生えた植物が暗い場所では葉緑体を作らずに茎を伸ばす「黄化芽生え」や、光が当たると緑化して光合

成をはじめ「脱黄化」。光の方向に茎を曲げる「光屈性」、他の植物の影になることを避けて茎を伸ばす「避陰反応」……これらは、日常生活の中でも観察できる光応答反応の例だ。植物によっては、種子に光が当たると発芽が促進される「光発芽」や、日長の変化に反応して花を付ける「花芽形成」を行うものもある。

こうした現象自体は100年以上前から知られており、その働きのもとになっている「光受容体」と呼ばれる感光性タンパク質も、1959年に「フィトクロム」が、1990年代に入って「クリプトクロム」と「フォトリピン」が発見されている。しかしそれが具体的に「光を受けた」というシグナルをどこへ、どのように伝え、形態形成を誘導するのは、まだ明らかにされていない。長谷教授は、こうした光受容体のシグナル伝達機構を、分子レベルで明らかにしようと研究を進めている。



植物の光応答を赤外線カメラで撮影

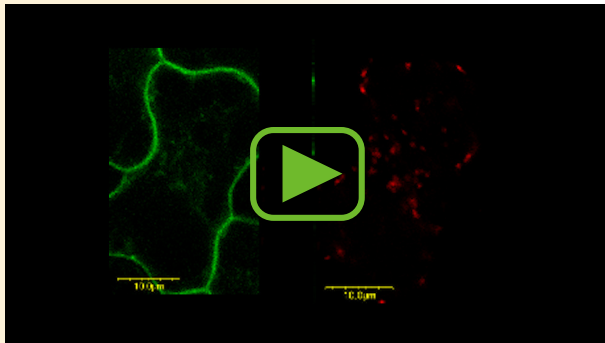
映像資料提供：長谷あきら教授

遺伝子操作が可能にした発見

「1980年代になり、植物学分野でも分子生物学的手法が盛んに取り入れられるようになって、それまで別のものだった生理学と遺伝学が結びつけられるようになりました。そこから生まれた新しい実験手法は、植物学全体にインパクトを与えています」。具体的な研究には、モデル植物を用い、DNAを直接操作したり、突然変異体を利用する分子遺伝学的手法を取る。たとえば、遺伝子操作を行って様々な変異体を作り、そのなかから特定の表現型をもった個体を選んで原因遺伝子を明らかにすれば、その遺伝子が作り出しているタンパク質の動きがわかるといった具合だ。こうした実験のなかから長谷教授は、具体的なフィトクロムのシグナル伝達機構を明らかにするなどの大きな成果を上げている。

「**マーカー遺伝子**を融合させたフィトクロ





フォトリピンの細胞内での働き

映像資料提供：長谷あきら教授

ムを用いることで、光を受け活性型になったフィトクロムが核の中へ入っていき、DNAに直接働きかける様子を明らかにしました。フィトクロムは水溶性のため、長い間細胞質で働いていると考えられてきたのです。それと異なる現象を発見したときは本当に大きな驚きでした。

その後アメリカの研究チームにより、核に入ったフィトクロムは特定の転写因子と結合し、光応答に関連する遺伝子の発現を決めていることまでがわかってきた。しかし、まだまだ分からないこと、知りたいことは山積みだと長谷教授は言う。

植物の「なぜ」は山積み

「たとえば葉で感じた日長の変化によって花芽が形成されるように、光応答反応は、光を浴びた箇所だけで起こる局所的なものではありません。脳を持たない植物が、どのようにして個体全体の情報を統合してい

るのか？ これを調べてみると、フィトクロムの働きだけでは説明できないことがわかってきました。こうした伝達に関係する新たな機構や遺伝子を見つけられないかと、研究を進めています」。

ほかにも、たとえば近年では、フィトクロムには別々の遺伝子にコードされた複数種が存在することがわ

かっており、長谷教授の研究室でも変異体を作ってそれぞれの性質を調べている。とくに、種子植物がシダとの分岐直後に持つようになったと考えられるフィトクロムAは、ごく弱い光を感受するという特殊な性質を持っており、どの遺伝子配列が決定的な影響をおよぼしているのかが目下の関心事だそうだ。さらに最近では、別の光受容体であるフォトリピンのシグナル伝達機構にも取り組み始めた。

「ゲノムプロジェクトが進み、多くの生物の全塩基配列が解読されているといっても、どの部分が何に働いている遺伝子なのか、あるいは生物の細胞の中で具体的に何が起こっているのかは、遺伝子配列だけではわかりません。そこから『なぜ、どのように』という、生物が生きている『しくみ』を研究する生理学の出番なのです」。

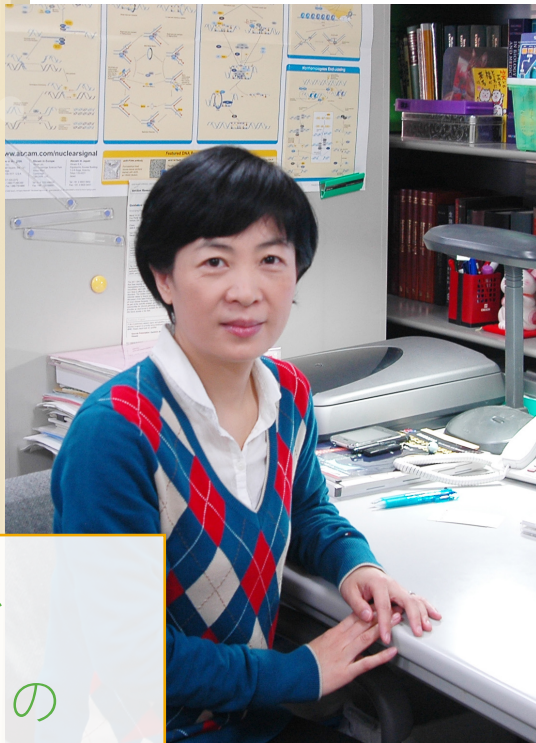




環境応答遺伝子科学 秋山秋梅准教授

profile

1963年中国河北省邯郸市生まれ。河北医科大学生物学教室を経て、1994年京都大学博士(理学)。2007年より現職。細胞のDNA修復機構を研究。



損傷と修復を 繰り返すDNAの 「ミクロの手術」

私たちヒトを含め、あらゆる生物種の細胞内にある遺伝子。これらは生殖の際に遺伝情報を子孫に伝えるだけでなく、生きて活動している生物の中で発現し、さまざまなタンパク質を誘導して生物の構造や機能を作り上げています。ところが生体内のDNAは、実は、X線や γ 線をはじめとする電離放射線や紫外線、活性酸素などによって絶えず傷を受けているのです。

DNAが受けた損傷は突然変異の原因ともなり、生物進化の大きな要因となりますが、それ以上に、細胞死やがん化など、その生物が生き続けるのを妨げる原因にもなります。しかし実際には、DNAが受けた傷のほとんどは細胞内で修復され、遺伝情報の安定性が保たれています。もちろん、このような修復のしくみを担っているのもまたDNAの中の遺伝子です。どんな遺伝子が、どのようにこれらの修復を行っているのか……。そんな「ミクロの手術」の様子を明らかにしようとしているのが秋山秋梅准教授です。





紫外線によるDNA損傷を実験で確認

DNAには「修復」が必須

DNAは遺伝情報を伝える大切なものだが、日々損傷の危機にもさらされている。たとえばほ乳類では、DNAが受ける損傷の数は、細胞1つあたり24時間で1万～2万になるという研究もある。修復されなければ突然変異や細胞死、がん化などの原因となるが、生体に備わる**DNA修復機構**により、実際にはその多くが修復される。

学部生時代に読んだ論文で、滅多にないと思っていた**DNAの損傷**が日々起こっていることを知って驚き、その修復機構に興味を持つようになったという秋山准教授。縁あって、その論文の著者がいた京大理学研究科へ入学し、そこで修復と損傷について学ぶうち、とくに活性酸素と生物の応答反応に着目するようになった。

DNAに損傷を与えるものは各種の**電離放射線**や電磁波、紫外線など多様だが、最大の原因となるのが活性酸素だ。活性酸素とは

簡単にいえば、エネルギー的に不安定な状態のため、他の分子から電子を奪う、つまり酸化する力が強い酸素分子のこと。放射線による遺伝子損傷の原因のうち、直接損傷は20～30%なのに対し、放射線を浴びることで生成される活性酸素による損傷は60～70%にものぼるといふ。しかもこの活性酸素は、生体外からの影響で発生だけでなく、細胞、とくに**ミトコンドリア**の代謝の過程でも多く作られることがわかっている。つまり活性酸素は、酸素を利用する生物(好気性生物)が生きている以上、逃れることのできない副産物でもあるのだ。

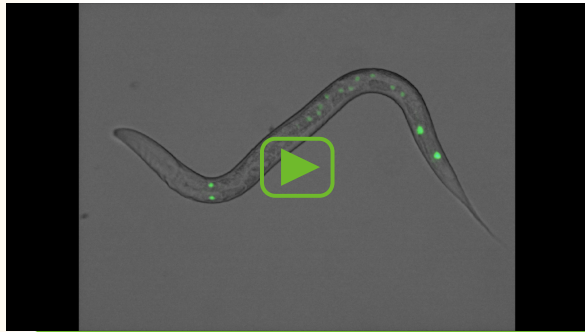
恵みにも毒にもなる「酸素」

「地球の大気に酸素が登場したのは、およそ30億年前と推測されています。それ以来生物は進化により、酸素を利用して効率よくエネルギーを得るしくみを獲得してきました。しかしその一方で、酸化は、生体





や細胞を傷つける最大の脅威でもあります。そのため生物は、酸素の『益と害』の相反する関係の中で生き抜く知恵を獲得しました。それが、活性酸素に対する高度な制御システムと防御システムです」。好気性生物の細胞には、活性酸素を還元する酵素（酸化還元酵素）が普段から存在し、活性酸素の生成と消去は絶妙なバランスで保たれている。しかし環境や内因性の要因で活性酸素の濃度が增大すると、そのバランスが崩れ、細胞成分の酸化が始まってしまう。これを「酸化ストレス」と呼ぶ。こうなると細胞はストレスに応答し、核にシグナルを伝達して必要な遺伝子の発現誘導を促し、多くの還元酵素が作り出されて防御系を増強する。防御しきれない場合はDNA修復酵素の出番となる。「このとき、DNA中のどの遺伝子が発現し、どんな酸化還元酵素が作られているのか。活性酸素の多いミトコンドリアと核の間で、酸化ストレスのシグナルを伝達している因子は何か。また、DNAの修復の場面で働く酵素の構造や機能はどうなっているのか。また、こうしたDNA修復酵素は微生物からヒトに至るさまざまな生物種のなかで、どのように進化してきたのか……。研究の裾野は広がっています。また、修復の機構がわかれば逆に修復を阻害する方法もわかることになりますから、たとえばそれが、がん細胞を効果的に死滅さ



DNAを修復するタンパク質の生体内分布

映像資料提供：秋山秋梅准教授

せるような応用研究に生かされるかもしれません。

「予想外」がわくわくの源

実際の研究は、たとえば特定の塩基だけが損傷（酸化）されたヌクレオチド（DNAやRNAを構成する分子）を合成し、その修復に関わる酵素を同定するといった生化学的な手法と、モデル生物の特定の遺伝子を不活性化させ、酸化ストレスを与えて観察するといった生理学的手法の両方を用いて進められている。

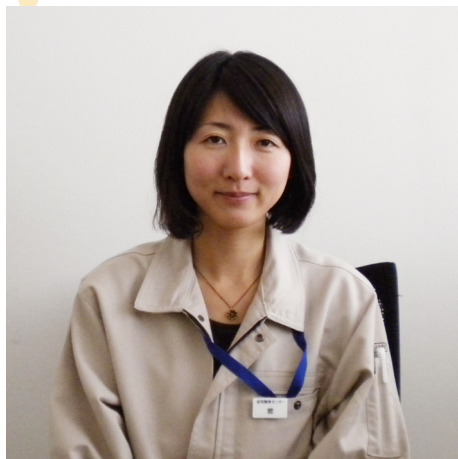
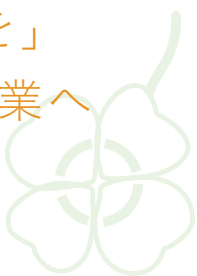
「研究の過程は、どちらかといえば大変だったり思い通りにならないことのほうが多いです。でも、求めていた結果が出たときはもちろん、予想外のことが起こったときのわくわく感は何にもまさります。わかっているつもりで研究をはじめても、生物はやはりまだまだ多くの謎を秘めています。そうした新しい出来事との出会いが、研究の一番の原動力ですね」。





卒業生 interview

「研究を通じて、
問題解決を」
大学から企業へ
飛び出す



館 佳耶さん

旭化成株式会社 新事業本部
研究開発センター 研究員

profile

1982年大阪府生まれ、兵庫県宝塚育ち。2010年3月京都大学大学院理学研究科博士課程単位取得退学、2011年3月京都大学博士号(理学)取得。理学部進学のきっかけは高校時代の恩師の勧め。

博士課程から社会人1年生へ

Q:2010年に就職されたばかりの館さん。現在のお仕事はどんなものですか？理学部での経験はどう生かされていますか？

A:現在は研究職に就き、バイオリファイナー技術に関連する基礎研究を行っています。ひとくちに言えば、これまで石油から造ってきた燃料やプラスチックなどを、生物由来の再生可能な資源から造るような

技術ですね。具体的には、大腸菌や酵母などさまざまな微生物の発酵作用で、植物の糖から製品を造ることをめざしています。大学で所属していた研究室は、簡単にいうと、細胞などの膜にあるタンパク質が研究対象。私はそのなかでもとくに、細胞への水の取り込みに関係しているアクアポリンというタンパク質の機能解析を行っていました。現在の研究と内容はまったく異なりますが、同じバイオ分野ではあるので、技術や操作を教わらなくてもわかる点は助



かっています。それから大学で、研究分野や興味の対象、物の考え方が異なるさまざまな人と出会い、幅広い交流ができたのも良かったことのひとつ。現在の職場にもさまざまな分野の人が集まっているので、そこでのコミュニケーションに活かされていると思います。

テニスと学習塾の学部時代

Q: 京大の理学部には、個性的な人が集まるといわれていますからね。舘さん自身はどんな学生時代を過ごしたのですか？

A: 私もある意味で「個性派」のひとりだったかもしれません。というのも、とくに学部時代は体育会硬式テニス部に所属していて、女子部の主将を務めるほど熱心に活動していましたから。学業のほうは、ほとんど単位を取るだけという4年間でした(笑)。また学部3年生から博士課程の1年目まで、学習塾の講師のアルバイトも続けていました。単に教科を教えるのではなく、子どもたちが自己実現できるように手助けするという理念で運営されている、個性的な塾です。真っ直ぐな子どもたちを相手に真剣勝負で臨む授業から、私自身もさまざまなことを学び、刺激を受けました。

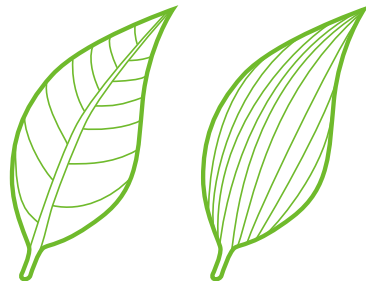
モチベーションを追求して

Q: 部活動にもアルバイトにも熱心に取り組む一方で、博士課程まで研究も続けたんですね。うらやましい充実ぶりです。

A: いえ……自分ではむしろ、目の前に見えているものに夢中で、自分が世の中にどう関わっていくかを考えていなかったなあと、反省しているんですよ。

生物の研究には時間がかかるので、「大学院に進学するなら、当然博士課程まで続けたい」と思っていました。でも実際に進学してから、研究のモチベーションについて考えるようになり……。やがて自分は、純粋な学問的興味というより、研究を通じて社会の問題解決に貢献したり、誰かをサポートすることに興味があると気づき、就職を考えるようになったんです。

博士課程からの就職は門戸が狭く分野も限られているので、決して簡単ではありませんでした。でも何とか最終的に、目標通りの環境バイオ分野で就職することができました。就職活動を快諾して下さった、研究室の藤吉好則教授にも感謝しています。同じ「研究」とはいても、企業では製品化という目的があり、ニーズやコストといった視点も必要になります。今後は、大学とはまた違った環境の中で力を磨き、夢や目標を実現していきたいと思います。





卒業生 interview

しくみを探求する
研究者をめざして
「今では実験が
趣味です」



ツール作りも研究者の仕事

Q: 研究者をめざし、博士課程に進学された湊原さん。具体的にはどんなことをしているのですか？

A: 僕がめざしているのは、脳の神経細胞ネットワークができるメカニズムを、分子のレベルで理解することです。とくに、神経細胞がつながり合うときに細胞膜で働くタンパク質「接着分子」に注目して研究しています。具体的には、調べたい接着分子を



湊原圭一郎さん

京都大学大学院理学研究科
生物科学専攻 修士課程

profile

1985年大阪府生まれ。2011年3月に京都大学大学院理学研究科修士課程修了、博士課程に入学。刺激を受けたのは「人間の意識や個性を分子レベルで理解したい」という教授の言葉。

コードしている遺伝子が欠損したマウスを作り、その脳細胞の動きや機能を、生きた細胞で顕微鏡観察するような仕事を中心です。

研究は、仮説を立てて、それを実証するために実験をして、仮説を立てて……の繰り返しです。また実証のためのツールがない場合は、それを自分で考えて作るのも仕事のうちですね。たとえば僕が所属している構造生理学分科の藤吉好則教授の場合、タンパク質の立体構造を解析する研究のなか





で、タンパク質分子を撮影する極低温電子顕微鏡システムまで開発されているんですよ。

「ノートを取らずに考えなさい」

Q: 京大理学部を志望したきっかけは何ですか？ 実際に入學してみて、イメージ通りの大学でしたか？

A: 高校生の頃から研究に興味があり、漠然と「研究といえば京大」というイメージを持っていました。教科書に載っているような法則も、もとはといえば誰かが発見したものですよね。そんな発見を自分もできたらと思っていたんです。そんなとき、京大理学部のウェブサイトにならされていた「理学は原理や法則を探求する学問」という言葉を読んで共感を覚えました。

入學して驚いたことのひとつが、学部生でも独創性やディスカッションする力、論理的に考える力を求められることです。たとえば学部1年生のとき、講義中にみんながノートを取っていたら「ノートなんか取らずに考えなさい」と教授に注意されたことがあるんですよ。講義の最中に「君はどう思う？」と問いかける教授も多いです。高校の生物は「暗記」というイメージが強いのですが、そうではなく「なぜ？」と考えられる人が、京大理学部には向いている気がします。

マクロからミクロまで仲良く

Q: 研究以外では、どんな学生生活を過ごしているんですか？

A: 普段は「研究が趣味」という生活なので、時々研究室のみんなでイベントを楽しむのが息抜きです。ソフトボールの試合をしたり、八瀬の川で泳いでサンマを焼く「サンマパーティー」を企画したり。研究室以外でも、僕たちの学年は生物科学専攻全体でとても仲が良く、定期的に遊んだり飲み会をしたりしています。

他研究室の同級生と親しくなったのは、修士課程入學直後の、他教室の研究内容を学ぶ「インターラボ」という講座の影響が大きかったです。そこで犬山の霊長類研究所や白浜の瀬戸臨海実験所など、普段接点のないマクロ系の研究施設も見学できました。グローバルCOEのフィールド科学実習も、普段室内で実験している僕にとってはとても新鮮な体験でした。

マクロからミクロまで幅広い研究に触れることで、生物学全体のなかで自分の研究の位置づけを知り、より広い視点から客観的に考えられるのも京大理学部ならではの良さだと思います。あれ、いつの間にか研究の話になってしまってますね！？





・ 用 ・ 語 ・ 解 ・ 説 ・

■ 生物多様性 [>>> 戻る](#)

ひとつの種のなかでの個体の多様性、種そのものの多様性、生態系の多様性を合わせた、さまざまな性質をもった異なる生物が存在する有り様をいう。近年、絶滅危惧種の増加により、この語が注目を集めている。

■ オサムシ [>>> 戻る](#)

約4万種からなる甲虫目の大群、オサムシ科の昆虫のうち、オサムシ亜科(上族)に属する種を、一般に「オサムシ」と呼んでいる。大型で、一群を除いて羽(後翅)が退化しており、飛べない。ユーラシアの温帯域を中心に、世界各地から1000種以上が知られている。

■ 生殖隔離 [>>> 戻る](#)

複数の生物集団が同じ場所に生息していても、互いの間で交雑が起こらないことをいう。生殖隔離は、交尾の前、交尾中、卵と精子の接合の後など異なる場面において、さまざまなしくみで生じうる。生殖隔離によって他と交配することがない集団を「種」とする考えを、生物学的種概念という。

■ フォトリポピン [>>> 戻る](#)

光受容体のひとつで、クリプトクロムと同じく青色の光を受容するタンパク質。phot1とphot2の2種類が存在し、phot1は弱い光に、phot2は強い光に対する光受容体として働いている。主に光屈性や気孔の開口に関わっている。

■ 分子生態学 [>>> 戻る](#)

生態と進化に関わる多様な研究課題に、DNAの塩基配列、遺伝子、ゲノムなどを対象とする分子生物学的アプローチで取り組む研究分野。1990年代から、DNA分析技術の普及とともに急速に発展してきた。

■ 種分化 [>>> 戻る](#)

ひとつの生物学的な種から分かれて新しい種が誕生する、進化のプロセス。2つの種が再び接触しても、遺伝子を交換できないほどの差異ができていれば、それらは種分化したといえる。

■ フィトクロム [>>> 戻る](#)

光受容体のひとつで、主に赤色光と遠赤色光を吸収するタンパク質。花芽形成や光発芽、避陰反応など多くの光応答に関わっている。暗所で働くphyAと、明暗に関わらず働くphyBの2種類が存在する。

■ クリプトクロム [>>> 戻る](#)

光受容体のひとつで、青色の光を受容するタンパク質。cry1とcry2の2種類があり、cry1は脱黄化などに関わる。cry2は花芽形成を促進する。

■ マーカー遺伝子 [>>> 戻る](#)

遺伝子の組み換えを行うとき、組み換えに成功した生体や細胞を見つけられるよう、目印として導入する遺伝子。





・ 用 ・ 語 ・ 解 ・ 説 ・

■ ゲノムプロジェクト [>>> 戻る](#)

生物のゲノム（遺伝情報）の全塩基配列を解読しようとするプロジェクト。ヒトやモデル生物を主な対象としていたが、いまでは多くの生物種に対象が拡大している。

■ DNAの損傷 [>>> 戻る](#)

代謝に伴う活性酸素の発生や、電磁波、放射線、紫外線への曝露などの要因により、DNAは損傷を受ける。1つの細胞につき、1日で最大数万～数十万回の損傷が発生している。

■ ミトコンドリア [>>> 戻る](#)

ほぼすべての生物の細胞に含まれている細胞内小器官で、糖や脂肪を代謝してエネルギーを生産している。

■ RNA [>>> 戻る](#)

リボ核酸のこと。生体内でタンパク質を合成する際に機能する。核酸塩基としてアデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)、ウラシル(U)を有する。タンパク質を合成するとき特定のアミノ酸を運搬するもの(運搬RNA)やタンパク質合成部位であるリボソームにDNAの情報を伝えるもの(メッセンジャーRNA)など、さまざまな役割をもつものがある。

■ DNA修復機構 [>>> 戻る](#)

生物細胞に備わっている、DNAの損傷を修復するためのメカニズム。

細胞が老化すると、損傷の頻度に修復速度が追いつかなくなり、細胞自体が損傷を受け、死滅する。

■ 電離放射線 [>>> 戻る](#)

原子を陽イオンと電子に分離する作用をもつ粒子線のこと。レントゲンなどに使われるX線やγ線などがこれに含まれる。

■ ヌクレオチド [>>> 戻る](#)

有機塩基と糖とが結合してできた化合物であるヌクレオシドに、リン酸基が結合したものの。DNAやRNAを構成する単位。

