

INNOVATION

国立大学法人

お茶の水女子大学 理系女性育成啓発研究所

〒112-8610 東京都文京区大塚 2-1-1
TEL:03-5978-5825 FAX:03-5978-2650
<http://www-w.cf.ocha.ac.jp/cos/>



2025.01



お茶の水女子大学は2025年に創立150周年を迎えます。



研究者たちの挑戦

女子中高生のための
イノベーション入門

INNOVATION

お茶の水女子大学 理系女性育成啓発研究所

研究者たちの挑戦

女子中高生のための イノベーション入門

イノベーションは新しいアイデアを活用し、具現化することです。イノベーションはさまざまなモノ、しくみ、サービス、技術などの組み合わせから始まり、社会的に新しい価値を創造します。今回の特集では、大学での学びの先にある他分野との共創とイノベーションについて考えます。この冊子を手にとった皆さまがイノベーションの広がりを理解し、やがて、イノベーターとして活躍する日が来ることを願っています。

INNOVATION

CONTENTS

挑戦するイノベーターからのメッセージ & 対談！

- #01 INNOVATOR 岩崎 貴也先生〈植物生態学、生物地理学〉
- #02 INNOVATOR 黒木 菜保子先生〈計算化学、溶液物理化学〉
- #03 DIALOGUE 岩崎 貴也先生 × 黒木 菜保子先生



INNOVATOR
#01

〈植物生態学、生物地理学〉

視野を広げ、いろいろな目線から、
本質に迫る



PROFILE

Takaya Iwasaki

岩崎 貴也 先生

理学部生物学科

専門分野は、植物生態学、生物地理学。京都大学理学部卒業、同大学院理学研究科修士課程修了後、首都大学東京大学院理工学研究科博士後期課程を修了し、博士(理学)取得。大学院修了後、千葉大学、東京大学、京都大学での研究員、神奈川大学での特別助教を経て、2021年4月にお茶の水女子大学に講師として着任。



生物多様性が形成された歴史や維持される仕組みを研究で明らかにしていくことで、ネイチャーポジティブ(自然再興)という世界的な社会目標に貢献することを目指しています。



研究室紹介・研究風景紹介

野外調査で採集したサンプルからDNAを抽出し、サーマルサイクラーという装置で増幅します。増幅したDNAの塩基配列を調べることで生物間の共通性や違いを探し、そこから生物の辿ってきた歴史を明らかにします。

QUESTION 1 現在の研究を始めたきっかけをお教えてください。

学部生時代に琉球列島における爬虫類の分化に関する研究を講義で聞き、島間の地理的分化や氷期間氷期の気候変動といった地史的要素と、それぞれの島での生物の進化という生物学的要素の間の関係に興味を持ったことが最初のきっかけです。子どもの頃から植物が好きだったので、卒業研究から植物の進化に関する研究室に所属し、複雑な地形と気候を有する日本列島で、いつ、どのようにして植物が分化してきたのかを解明する研究を始めました。最近では日本にしかない種(固有種)にも着目し、それらがどのようなプロセスで進化してきたのかについても明らかにしようとしています。

QUESTION 3 今後目指していきたいイノベーションをお教えてください。

一般的によく使われるイノベーションとは少し違うかもしれませんが、生物多様性研究の成果の普及によって、社会における価値観のイノベーションを目指したいと考えています。「生物多様性を大切と考えるのは生物が好きの人だけ」では、ネイチャーポジティブ(自然再興)の実現は不可能です。私たちが持続可能な社会を目指すためには、その社会を支えるさまざまな生態系サービス、そしてその生態系サービスを支える生物多様性の理解と再興が必須であり、その重要性を多くの人に理解してもらえるよう、面白い研究成果を社会に広く伝えていきたいと考えています。

アイテム紹介

野外調査ではGPSを使って生物やサンプルの場所情報を記録しています。写真のGPSはお茶大に来てからの調査で主に使っているものですが、3年半で既に1000地点ほどの調査記録が入っています。



QUESTION 2 研究を行う上での楽しさや面白さをお教えてください。

生物多様性には、まだ解き明かされていない謎がたくさんあります。何気ない身近な生物にも、実は驚くべき秘密やロマンあふれる歴史が隠されていることに気づくと、身の回りの世界が全く違って見えてきます。研究の最大の魅力は、自分が世界で初めてその「面白さ」に気づけることです。そして、その発見をほかの人に伝えることで、自分が得た感動をさらに広げられるのも、とても楽しいです。私の研究では、さまざまな地域を訪れて調査を行うため、そこで出会う生物はもちろん、地域ごとの歴史や文化(食べ物を含む)の違いを実際に体験できるのも、大きな魅力です。

QUESTION 4 将来のイノベーター(中高生)たちへ向けたメッセージをお願いいたします。

自分の身の回りの自然に目を向けてみませんか?街路樹の種類から始まり、自分が住んでいる地域の生物多様性の特徴や歴史、遠く離れた地域との関連性などを知るだけで、普段何気なく見ている世界が大きく変わります。生物多様性の損失を止め、回復軌道に乗せるネイチャーポジティブ(自然再興)が世界的な社会目標となっていますが、都市では生物多様性と離れた生活になりがちで、それではこの目標を達成するようなイノベーションの創出は望めません。豊かな文化を維持し、成熟した社会を形成するために、ぜひ視野を広げ、いろいろな目線から世界を見つめてみてください。

INNOVATOR
#02

〈計算化学、溶液物理化学〉

感性を大切に、

好きなことをなんでも選んでみる



PROFILE

Nahoko Kuroki
黒木 菜保子 先生 | 理学部化学科

専門分野は計算化学、溶液物理化学。お茶の水女子大学理学部化学科卒業、同大学大学院人間文化創成科学研究科理学専攻博士前期課程・博士後期課程修了、博士(理学)取得。中央大学理工学研究所専任研究員(JST戦略的創造研究推進事業ACT-I情報と未来)、同大学理工学部助教を経て、2024年4月にお茶の水女子大学に助教として着任。



化学現象を支える溶液の性質を、分子レベルで理解するための新しいシミュレーション技術を開発し、産業に貢献することを目指しています。



アイテム紹介

大規模なシミュレーションには、スーパーコンピュータを使います。本学の文理融合AI・データサイエンスセンターにも、スパコン「茶園」が設置されています。

研究室紹介・研究風景紹介

プログラムを書いたり、結果を可視化したり。議論もコンピュータの画面を見ながら行います。机上の空論にならないように、実験環境を知ることも大切にしています。



MESSAGE
メッセージ

QUESTION 1 現在の研究を始めたきっかけをお教えてください。

化学現象の多くは、目に見えないほど微細なスケールで起こります。この詳細を実際に観察することは難しく、釈然としない気持ちを抱えていました。そのような中、計算化学の講義を受講したことがきっかけで、コンピュータシミュレーションと出会いました。シミュレーションを用いると、分子の動きや相互作用を視覚的に捉えることができます。この明快さに惹かれ、計算化学分野に足を踏み入れました。現在は、環境化学や生命科学を支える現象の説明や新材料の開発を目指して、溶液中の分子の間に働く相互作用について研究しています。

QUESTION 2 研究を行う上での楽しさや面白さをお教えてください。

私たちの身の回りには、たくさんの溶液があります。生体の大部分は水ですが、これは水分子だけから構成される純水ではなく、複数の化学種が溶け合わさった水溶液です。その中では、水分子は水分子だけではなく、イオンやアミノ酸とも相互作用をしています。この複雑な相互作用のネットワークは、時間に対してゆらぎながら絶えず動いているという事実、神秘を感じています。コンピュータの画面の中で動く分子と睨めっこしながら、試行錯誤を繰り返すことも多くあります。その分、稀に得られる小さな発見の喜びはひとしおです。

QUESTION 3 今後目指していきたいイノベーションをお教えてください。

機能を持った新しい溶液の開発を進めるには、溶液の性質を知ることが必要です。例えば、陽イオンと陰イオンの組から構成されるイオン液体は、CO₂吸収液や電池電解液としての活用が期待されています。しかし、分子イオンの組は天文学的な数で存在するため、すべてを実験することはできません。そこでシミュレーションが求められるのですが、あらゆる溶液の性質を高精度に予測する技術は確立していませんでした。新しいシミュレーション法や解析技術を開発することで、計算化学・溶液物理化学という基礎科学の立場から、産業へ貢献したいと考えています。

QUESTION 4 将来のイノベーター(中高生)たちへ向けたメッセージをお願いいたします。

化学科に入学しましたが、選択科目では宇宙学から被服・栄養学まで幅広く学びました。その時に好きだと思ったことを気の向くままに選んできましたが、振り返ってみると、すべての経験は今の研究の道しるべとなっている気がします。研究対象が同じでも、アプローチが異なれば、違う展開が広がることはよくあります。科学を豊かにするのは、みなさん一人ひとりのみずみずしい感性や、多様な経験に基づく洞察力だと思います。世界には、まだ解明されていないことがたくさんあります。未来のイノベーションを楽しみに、今を大切に過ごしてほしいなと思います。

INNOVATOR × INNOVATOR



誰も知らない世界の
秘密を世界で最初に
明らかにする楽しさ

ほかの人と理解し合う
ことで、新たな研究の
可能性が開ける

DIALOGUE
対談

FACULTY



岩崎 貴也 先生
植物生態学、生物地理学



黒木 菜保子 先生
計算化学、溶液物理化学

#03 DIALOGUE

いくつもの学問領域の研究者が共創することで

きっと新たなイノベーションが生まれる！

01. 地球規模の課題解決に向けて

岩崎：今回の対談のテーマは「大学の学びの先へ」ということで、少しスケールの大きな話になりますが、黒木先生や私の研究が地球規模の課題解決とどのように関わっているのかをまずは紹介していきたいです。私の研究する植物生態学や生物地理学では、さまざまな生物が、いつ、どこで生まれて、どのように移動し、今の場所でどうやって生きているのかを明らかにし、その面白さを探っています。生物多様性が維持されるしくみを解明することで、世界中で多くの生物が絶滅の危機に瀕している状況を食い止めることを目指しています。環境問題というと、化学物質やリサイクルといったテーマが注目を浴びることが多いのですが、私たちの生活の基盤をさまざまな面から支えている生物多様性を守ることも欠かせません。現在進む地球温暖化は、私たち人間を含む生物に大きな影響を与えています。その影響をどうすれば解消できるのか。生物へのダメージを軽減するにはどうすればいいのかということも主要な研究テーマとなっています。

黒木：残暑が厳しい今年は、キャンパス内を歩いていると、黄葉する前に銀杏の実が落ちているイチチョウも見受けられますが、これも温暖化の影響なのでしょう？

岩崎：植物が季節によって花を咲かせたり紅葉したりするには、1日の気温の変化だけではなく、長期的な変化の蓄積が影響しています。今年は秋になっても暑さが続いたので、イチチョウが「黄葉の時期だ」と判断するには、寒さが足りていなかったのだと思います。温暖化の影響の一つかもしれません。温暖化の話でよく「温暖化が進めば、生物もその変化に対してうまく適応するのではないかと？」と言われるのですが、新しい環境に適した突然変異が現れ、それがその生物の新しい特徴として獲得される（＝適応進化が起きる）という変化は1世代では起こりません。短期間で世代交代する大腸菌のような生物なら別ですが、自然界の大部分の生物は1世代の寿命が長く、人間によって引き起こされた急激な環境変化には対応できないことがほとんどです。だからこそ、温暖化によって我々人間もふくめた生物がどうなるのか。どのように対応していけばよいか大きな研究課題となっています。



黒木: 私は計算化学の研究手法を用いて、身近な溶液の物理化学を扱っています。私たち人間を含む生物の身体はいろいろなものが溶け込んだ水——つまり溶液が大部分を占めていますし、産業の発展を支える科学現象の多くは溶液の中で起きています。例えば環境負荷を減らして産業を発展させたいとなったら、それが可能な溶液の性質を分子や原子の観点から明らかにする必要があります。コンピュータシミュレーションなどを用いて、そうした溶液の性質を実験に先立って予測することは、地球規模の課題解決につながっていると思います。実際に、排出されたCO₂を効率よく吸収する新しい溶液の探索にも取り組みました。

岩崎: 化学は本当に幅広い分野と関わっていますよね。私の研究分野でも、例えばDNAの抽出などにはさまざまな溶液を試薬として使っています。細胞壁を壊し、多糖類など不要な成分を除去しつつ、DNAは傷つけないといった試薬なども、溶液物理化学の分野だと思います。黒木先生はシミュレーションなど理論面からのアプローチが中心ですか？

黒木: 分子レベルで新しい溶液を開発するには、成分を緻密に最適化するためのシミュレーションが欠かせませんが、可能なものは合成をして実証実験をすることもあります。

02. 理系研究者／教員までのさまざまな道のり

岩崎: 私は今、生物学科の教員ですが、中高時代は理科だけでなく国語や歴史も好きだったので、高校での文理選択ではかなり悩ん



だ記憶があります。結局、理系コースを選び、特に物理が好きになりましたが、大学では理系分野の中で何を学んだらいいのかははっきりせず、理学部理学科（入学時に学科が分かれていない）がある京都大学に進みました。大学では最初は物理をやりましたが、高校物理との違いに挫折し、次に化学をやりましたが難しかった。そして、地学の巡検で野外に出てフィールドワークを楽しんでいるうちに生物に興味に移り、一年半かけてやっと生物を研究しようと気持ちが定まりました。植物生態学を選んだのは、子どものころ自然豊かな環境でのびのびと遊んで過ごしたこと、野生植物を対象にフィールドと実験と半々くらいで研究できそうで、ちょうどいいと思ったからです。京大の研究室はほぼ全ての学生が大学院の修士課程に進み、さらにそのうちの多くの学生が博士課程まで進学します。私も実際にやってみた研究が楽しかったこともあって、そのまま博士に進み、さらには自分のやりたい研究をもっと自由にやるため、大学の教員になりました。

黒木: 私は子どものころ、もっぱら家で絵を描いたりパズルを解いたりものづくりをしたりしていました。集中して黙々と作業するのが好きだったんです。特に美術が好きで、専門的に学ぶことのできる高校に進もうか悩みました。結局、普通科に進学して総合的に学ぶうちに、数学が好きになり理系を選択しました。でも、将来の選択肢を絞りきれず、工学部、農学部、理学部…大学で何を学ぶか迷いました。理学部化学科に決めたのは、選択肢の中でもっとも苦手だったからです。得意ではないからこそ、勉強した方がいいだろうと考えたのですが、案の定受験勉強は大変でした。大学入学後は、化学に限らず興味のある授業をなんでも受講しました。いろいろとやってみた結果、研究に興味を持ったのですが、残念ながら私は不器用だったので、コンピュータシミュレーションで化学にアプローチしていく研究分野を選びました。

岩崎: 私も黒木先生も、かなり迷ったり回り道をしたりしつつ、現在の研究分野に行き着いたという点が似ていますね。今、進路に悩んでいる高校生の方がいたら、「大学に入ってからでも自分のやりたいことを探ることができるんだ」と安心してもらえたら嬉しいです。ゴールの決まっている高校までのカリキュラムと違って、大学は自分で何を学ぶのか決めることができます。存分に試行錯誤して、やりたいことを見つけ、突き詰めていってほしいと思います。

03. 理学研究の面白さとやりがい

黒木: 理系の、特に理学系の研究発表は、世界中でまだ自分しか知らない新しい研究成果をほかの人に伝えて、いかに面白いと思ってもらえるかが勝負のようなところがあると思うんです。プレゼンテーションやディスカッションの中で質問をいただいて初めて気づくこともありますし、自分では失敗だと思ったこともほかの人の視点からだと新たな価値が見つかったりもする。それが刺激的で、研究に夢中になっていきました。教員になってからは、学生さんが新しいことや好きなことを見つける瞬間に立ち会えることが嬉しくて、ディスカッションに限らずコミュニケーションをとる時間を大切にしています。

岩崎: 誰も知らないことを自分が世界で最初に明らかにする喜びは、私にとっても研究の一番の魅力であり、やりがいですね。学生さんにもその喜びをぜひ体験してほしいと思っていて、研究室ではできるだけコミュニケーションをとり、そのような発見ができる手助けをすることを心掛けています。どちらかといえば社会に役立つことに重きをおく工学系や農学系と違い、理学系は社会で今すぐに役立つかどうかにこだわらない研究者が多いのではないでしょ

うか。真理の探究は人類の知恵に貢献できますし、いつかきっと社会の役に立ちます。それが早いかずっと先になるかの違いです。

黒木: この世界にはまだ解き明かされていない謎がたくさんあります。その多くは既に誰かが研究に取り組んでいるものの、まだ解明できていない謎です。研究を通して、会ったこともない過去の研究者とつながることができることも面白さだと思います。私自身が研究をできる期間は50年あるかないかですが、自分の研究が過去や未来ともつながっていく可能性にはロマンを感じます。また、研究によってはまったく違う分野で同じことをやっている研究者がいるのも面白いですね。

04. 他分野との協働・共創に必要な力

岩崎: 「大学の学びの先へ」ということで、そうした過去や未来とのつながり、冒頭に述べた地球規模の課題に取り組むような社会とのつながりについて改めて考えていきたいと思います。黒木先生はCO₂吸着溶液の開発に取り組まれていましたが、実際に「地球温暖化を止めよう」となった時に、誰か一人の研究者の努力だけでは難しいですよね。探索や開発をする人、自然界への影響を調べる人、製品化を進める人とさまざまな立場の人が一緒になって取り組む必要がある。もしも、そうした大きなプロジェクトを実行するとしたら、協働や共創のために何が大切だと考えますか？

黒木: 同じくらいの歩幅で進んでいくことが大切だと感じています。最終的なゴールが同じであることも必要です。カーボンニュートラルに向けて、私はCO₂を液体に吸収させてリユースしたいと考えていますが、同じ化学分野でもCO₂を固体に吸着させる研究をする人もいれば、CO₂を膜で分離する研究をしている人もいます。ほかにもバイオマス活用やメタネーションなど、多種多様な手法があると思います。そうした異なる技術をどのように連携していくかは課題ですね。

岩崎: 地球の未来を見据えたと、温暖化を止めるという同じ目標を向いている人たちと、どうやって情報共有していくかという点はぜひ考えていきたいです。

黒木: 一つのアンサーとしては、専門分野だけでなく広い分野へ目を向けることでしょうか。専門分野を持つ研究者になったからこそ、もっと視野を広げていく必要はあると思います。

岩崎: その通りで、自分自身の専門分野を深く突き詰めることも、広い分野に目を向けて視野を広げて連携することもどちらも大事ですね。大学では専門分野を深く突き詰める方向に行きがちですが、せっかくだらぬいろいろな専門分野をもつ研究者が同じ場所に集まっているので、意識して視野を広げていきたいところですね。私自身、研究者としても意識していくべきですし、大

学の教員としても学生に連携の必要性を伝えていきたいですね。研究室にとどまらず、ほかの学生がどんな専門を振り下げているのかを知る機会をもっと設けていきたい。それが学問分野の枠を超えた協働や共創、そしてイノベーションにも結びついていくのではないかと期待します。

黒木: 私自身の経験ですが、同じ理系でも専門分野が異なると、使う用語も異なってきます。そうした時に、高校で学んだ用語が共通言語として通用しました。化学分野の「カチオン」という言葉はなかなか通じませんが、「陽イオン」と言えば、少なくとも理系分野の人たちには通じるといった具合です。受験に必要な科目以外もしっかり学んでおくと、きっと役に立つと思います。



岩崎: 今の高校の教科書は内容がとても充実しているので、高校で勉強をしっかりやっておくと、大学での研究のための基礎がしっかりとできますね。大学では高校の学びの地盤の上に、自分で好きな建造物を建てるようなイメージです。ちなみに、もし高校でできなくても大学に入ってから取り戻すこともできますから、諦めなくても大丈夫です。実のところ、私は物理・化学で大学受験をしたので生物はほとんどやっていなかったのですが、大学で生物分野の研究に進むにあたり、自分で高校の教科書レベルから学び直しました。逆に言えば、そのくらい、高校の勉強は大事ということですね。

黒木: その点では、文理問わず国語はおろそかにしてはいけないと思います。論理的に話す力やわかりやすく説明する力は、どの学問分野でも必要になります。研究者は一人で黙々と実験に取り組むようなイメージがあるかもしれませんが、研究成果が自分の中にあるだけでは意味がありません。アウトプットし、ほかの人に共感してもらうことで、新たな価値が生まれ、協働や共創が始まるのだと思います。

将来に向けて取り組みたいこと



岩崎先生

これは今すぐというわけではありませんが、講義をしていて、同じテーマであっても教員によって重視する部分や話の進め方などが大きく違うと感じます。大学生に植物生態学や生物地理学の分野で学んでほしい内容がまとまったら、私がベストだと思う大学生向けの教科書を作りたいなと思っています。そのために講義は毎年アップデートをしていますが、毎年新しい発見があってまだまだかかりそうです。ほかに楽しいものとしては、植物の多様性を身近に感じることができるゲーム作りなどにも関わることができればいいですね。



黒木先生

ゲームをするような感覚で、気軽に化学のシミュレーションができるアプリの開発です。若い世代が、知りたい、やってみたい、と思った時に、スマートフォンやタブレット端末等ですぐに実践できる環境を作りたいです。ほかにも、例えば化学反応実験では、溶液を混ぜたり加熱したりして反応を促進させるのですが、その時にフラスコの中で起こっている現象を、分子や原子そして電子の動きとしてその場で可視化できるようなツールの開発にも興味があります。