

東京都立大学 総合研究推進機構NEWS

Miyacology

首都学

ミヤコロジー

都立大の研究の今を伝える



Autumn
2022

12号

裏表紙からスタート!

ミヤコロンの
推しラボ vol. 1

システムデザイン学部
情報科学科
下川原准教授編

ミヤコロン™



Pick-up | Focal Point

“材料屋”として、安心・安全な舗装技術を
探究しています

都市環境学部 都市基盤環境学科
上野 敦

Close-Up | TMU Research

理学部 生命科学科 助教

立木 佑弥

数学で紐解く
生物の世界

健康福祉学部 放射線学科 准教授

畑 純一

MRIが医療の
未来を創造する



“材料屋”として、安心・安全な舗装技術を探究しています

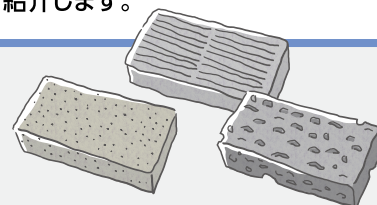
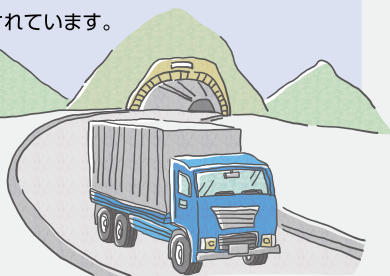
「いつでもどこにいても舗装のことをじっと観察してしまいます」と話すのは、都市環境学部都市基盤環境学科の上野敦准教授。世界屈指の精度を誇るという日本の道路舗装や、上野先生の研究内容について紹介します。

材料と施工方法によって 強度や耐久が大きく変わる道路舗装

私が研究する「舗装」は車道舗装と歩道舗装に大別され、舗装には主に黒い舗装と白い舗装があります。黒は高温に熱した熱可塑性樹脂で石の粒をつなぐ「アスファルトコンクリート」。車道舗装全体の約9割を占めますが、夏場の表面温度は都心で70℃近くまで上昇します。高温になると流動性が復活し、重い車が通って路面に轍ができれば走行安全性が低下します。一方の白は、セメントの粉と水で練った糊剤の化学反応を利用して石の粒をつなげる「セメントコンクリート」。温度の影響を受けず、高強度で高耐久である点が特長です。維持管理や補修、更新のスパンを長くでき、周辺環境への影響も小さいため、国土交通省でもセメントコンクリートへの移行を推奨しています。しかし高コストと化学反応を待つ時間がネックとなり、現状ではトンネル内や勾配の強い坂道のほか、地方都市で大型車の走行が多い幹線道路のバイパスなどに限定されています。

！ もっと詳しく

「トンネルや坂道でセメントコンクリートが使われている理由」はWebで公開中!



土木の魅力は習得した知識・技術を 多様なフィールドに活かせること

近年は、貝殻やプラスチックごみをはじめとする廃棄物や副産物などを利用した道路舗装や歩道舗装なども生まれています。ただし、再利用できれば何でも混ぜればいいわけではない、と私は考えています。プラスチックには、舗装以外にも再利用できる方法はあるはず。材料の特性に合った再利用方法であるかどうかを十分に検討することが必要でしょう。コンクリートに混ぜるよりも、社会にとってもっとプラスになるリユース方法があるかもしれないのです。

また、私はセメントコンクリートのさらなる高付加価値化に向けて研究していますが、どんなに高強度で高耐久でも、事故が起きてしまっただけでは意味がありません。大切にしているのは「事故を未然に防ぐための研究」という視点です。これは土木界全体のプライドでもあり、人々が安全・安心に暮らしていくための「市民工学(Civil Engineering)」として土木に携わる際の覚悟でもあります。

そんな土木の最大の特徴は、カバー範囲の広さ。ビルや橋などの建造物から道路舗装や歩道舗装、さらには材料開発まで、興味関心に応じて活躍のフィールドは豊富です。大学で土木を学ぶと、幅広い分野で知識や技術を活かすチャンスが広がっていきます。ぜひ挑戦してみてください。

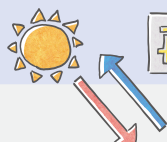


熱対策や透水性、保水性の向上など 多様化・多機能化する舗装ブロック

セメントコンクリートの道路舗装では施工後にブラシをかけ、数ミリ程度の浅い溝をつくるのが一般的です。路面に水膜ができなくなることによって滑りにくなり、安全性が高まるからです。ただし、交通量に応じて徐々に路面はすり減るもの。そこで私は、浅い溝が残り続け、当初の滑り止め効果が持続するための工夫として、新たな材料構成を検討しています。

また、舗装面の温度を下げる研究にも取り組んでいます。近年は、宇宙船に使われる特殊塗料で舗装面を加工するようなケースもありますが、私が主に進めてきたのは太陽光対策。熱源となる近赤外線だけを反射させて逃すコンクリートブロックなどを開発してきました。ブロックの表面に複数の丸い窪みをつけるディンプル加工を施し、太陽光の角度が変わっても高い再帰反射率を実現させました。

さらには、地下水の復活に向けた透水性の高い舗装ブロックや、車道舗装用に保水性や排水性を向上させたブロックも開発。水が蒸発する際に熱を奪う気化熱による冷却効果を高めたブロックなど、場所や目的に応じた多彩なブロック開発を進めています。



再帰反射

！ もっと詳しく

「再帰反射」の詳しい説明をWebで公開中!

私の研究室では「教員と教え子」という関係性ではなく、チームメイトとして学生に接し、個々の発想を活かした研究を進めています。土木構造物に限らず、何か気になったら「ま、いいか」とスルーせずに「なぜだろう?」と考え、とことん調べてみる大切さは伝えています。

PROFILE

都市環境学部 都市基盤環境学科

上野 敦准教授 Atsushi Ueno

博士(工学)。東京都立大学工学部土木工学科卒業後、東京都立大学工学部助手などを経て2007年より現職。専門はコンクリート工学、コンクリートにおける材料科学など。環境負荷低減型コンクリートの実用化や、コンクリート用副産材料の特性評価などを精力的に進めている。



数学で紐解く生物の世界

生物の進化とは、特定の遺伝子型が集団全体に蔓延し、
集団全体に共通する形質の変化が見られるようになること。

この進化のロジックを解明しようとする進化生態学の研究に、
数理生物学の知見を活かしてアプローチする

理学部生命科学科の立木佑弥助教に研究内容をお聞きました。

人間以外の生き物も 「美しさ」を感じている

私の専門は進化生態学。学生時代に数学を使って生物を理解する数理生物学に出会い、「美しさを感じるのは人間だけか」といった問いに向き合ったりしてきました。例えば、オスのクジャクの飾り羽は、羽の枚数が多いほどメスから交配相手として選ばれやすくなります。つまりメスには性的な魅力として映っているはずで、美しさを認識する力は、他の生物も持っているのです。

数理生物学は、こうした生物の増減や形態の変化など、多様な生命現象に共通する特徴的なデータを帰納的に抽出し、解釈を考えることからスタートします。目的は、生物の「なぜ？」を解き明かすこと。現象に潜むロジックを仮説として設定し、単純化された方程式に落とし込む「モデル化」を経て、シミュレーションで検証を重ねます。私はフィールド調査を重

視しながら、「データ駆動型モデリング」による「数理モデル」の確立を目指しています。



理学部 生命科学科

立木 佑弥 助教

TACHIKI Yuuya

九州大学理学部生物学科卒業後、同大学院システム生命科学府にて博士号取得(理学)。日本学術振興会特別研究員PDや、京都大学ウイルス研究所ウイルス病態研究領域特定研究員などを経て、2018年より現職。専門は進化生態学、数理生物学。2019年には第13回日本数理生物学会研究奨励賞を受賞した。



生物の生涯を左右する 意思決定プロセスの謎に迫る

ニジマス、ヤマメといったサケ科の魚類には、川で生まれた後、成長とともに川にとどまるか海に向かうかを定めるものがあります。川に残れば毎年繁殖できますが、海では厳しい環境にさらされます。それでも、例えばヤマメの場合、子どものときに体が大きいと川に残ってヤマメとして生きる選択を行う一方、小さい個体は海を目指し、サクラマスへと成長を遂げて川に戻ってくるのです。そこで私の研究では、ヤマメの子どもが自らの大きさを判断する基準や、意思決定プロセスの解明に挑んでいます。

また、オタマジャクシがカエルになる「変態」のタイミングも研究しています。体が大きいオタマジャクシは早くカエルになり、小さいと遅くなる傾向がありますが、大きさと環境条件の掛け合わせによる最適なタイミングがあると考えられています。これは「リアクションノーム」と呼ばれ、実際の飼育データと数理モデルを組み合わせ、サイズとタイミングとの関係を探っています。



驚異の体内時計！ タケの120年周期開花説を検証

私の研究対象には植物の進化も含まれており、そのひとつが60年周期や120年周期で開花する「タケ」です。海外から日本に移植したタケが、元々の生息地と同じタイミングで開花した事例もあり、温度をはじめとする自然環境の条件に左右されない精巧な体内時計を持つことがわかっています。私が目指すのは、120年の開花周期が最適解だといえる決定的な要因を突き止め、種によって開花周期が異なる必然性を明らかにしていきます。長周期での作用をリアルタイムで追い続けることは容易ではありませんので、数理的な手法を駆使したシミュレーションが果たす役割は大きいといえます。



ヒトの男女比が1対1に 近いのはなぜか？

ヒトの男女比がほぼ1:1であることも、実はとても不思議なことです。生物はメスが多ければ、それだけ子孫を多く残し、数が増えやすくなります。しかし、実際にはその比率にはならず、私たちの出生性比は男性がわずかに多い程度です。他の生物の例では、オス同士がメスを奪い合うことで、オスが繁殖に至るまでに死亡する確率が高く、オス同士の争いに勝つために体を大きくしようとする分、無理が生じて病気で早死にすることもあります。そのため、生まれた時点ではオスの方がわずかに多くなり、繁殖する頃にほぼ1:1になっていくと考えられるのです。では、ヒ



トもその他の生物も、どのようにこの合理的な最適値を導き出しているのか。生物の不思議は尽きません。

生物は不思議がいっぱい だからこそ探究したい

クジャクには派手な羽がありますが、クジャクに非常に近い種でも派手な羽を持たない種が存在するように、生物には多様な可能性があります。多様なロジックが複雑に絡み合うため予測は困難を極めます。

それでも、何が特徴や形質を分かつ境界線になっているかを解明するために、数理モデルを構築していくことが研究の醍醐味。クジャクならば、羽を美しくする要因となるデータに目星をつけ、実際に美しい羽への進化をもたらす関数の答え合わせまで行います。

研究手法の王道は、まずシンプルでスタンダードな関数を当てはめた上で、生物ごとの特徴を加えていくこと。「さもありなん」の方程式を考えることが数理モデルの基本であり、変数や条件、パラメーターを設定してシミュレーションへと移行していきます。生物には例外も多く、生態は単純ではない非線形性を示しますが、引き続き生命現象を説明するシンプルで美しい方程式を追いかけていきます。

MRIが医療の未来を創造する

医療機関における検査機器として知られるMRIは、
磁気共鳴画像法(Magnetic Resonance Imaging)によって
生体内情報を可視化する技術のこと。
実用化から半世紀以上が経過する中、MRIの高度化に向けた
技術開発と生命メカニズムの解明に挑む
健康福祉学部の畑純一准教授に研究内容をお聞きました。

生物、化学、物理、数学を バランスよく学んでほしい

研究室には、放射線技師となって臨床での活躍を目指す学生もいれば、研究者を志す学生もいます。どちらにも共通するのは、とことん考え、試行錯誤する大切さです。望ましい検査手法の確立であれ、MRIの高度化であれ、必要なのは学び続ける姿勢です。また、医療機関での日々の検査業務にも研究的な要素はあり、より鮮明でわかりやすい撮像に向けて努力するからこそ、技術は進歩するもの。常に同じ方法ですべての患者さんに対応できるわけでもなく、失敗から学び、克服していく習慣づけも大切です。そして、放射線技師の仕事は、あくまでも装置ではなく患者さんという人間が相手。短時間で効率的に、苦痛を感じさせることなく検査を行うための工夫が必要になります。

最後に、お伝えしたいのは、学生時代に勉強する生物や化学、物理、数学は、すべてつながりがあるということです。これらを融合させたものが生命科学であり医学ですので、ぜひバランスよく勉強しておいてください。

健康福祉学部 放射線学科

畑 純一 准教授

HATA Junichi

首都大学東京(現東京都立大学)にて博士号(放射線学)取得後、東京大学医学部附属病院放射線部、理化学研究所脳神経科学研究センター、東京慈恵会医科大学再生医学研究部などを経て2021年より現職。専門は量子生命科学、磁気共鳴医学、ネットワーク神経科学、医用システムエンジニアリング。



コモンマーモセットを使い 脳で起こる変化を分析

研究で特に興味を持ったのは、指令系を司る臓器である脳。MRIで脳のネットワークや機能を解析できれば、人間の病気や行動に関するあらゆる情報を把握できると考えました。脳の神経ネットワークは言わば道路。いくつもの道路からなる地図の上を、脳からの信号が自動車のように動き回ります。この信号、すなわち神経活動を解析することを「脳コネクトーム解析」といい、睡眠中に見る“夢”を再現しようと励む研究者もいるほどです。

私が着目したのは、小型霊長類であるコモンマーモセット。元気なときと病気になった後の脳のネットワーク状態を調べ、罹患に伴って脳で何がどう変化するのかを解明したいのです。人間のパーキンソン病やアルツハイマー病は治療法が確立されていませんが、脳のどの部分に変化が生じるのかがわかれば、新たな治療法が見えてくる可能性が高まります。また、ガンをはじめとする疾病の早期発見によって、完治につながられる可能性も高まるのです。

動物から得られた知見を 人の治療に活かしていく

コモンマーモセットでの研究は、動物の研究で得られた工学や生命科学、医学の知見を人間の治療に活かすための研究領域であり、「前臨床研究」や「トランスレーショナルリサーチ」と呼ばれます。日本では霊長類研究が進んでおり、この「前臨床研究」でも数多くの実績があります。重要なことは、第一に物理的な情報や機械的な情報をシステム化した上で、情報科学的に検証を行い、生命科学や医学につなげていくことです。水分量や体温、代謝量といった生体反応に関わる新しい情報を導き出すためには、コモンマーモセットに適したパルスシーケンス開発も必要ですし、MRI自体の改良や高度化も重要になります。



コモンマーモセットの脳活動

国内屈指の研究環境を活かし 再生医療分野にも貢献したい

都立大の放射線学科は3テスラという高磁場のMRIを備え、設備面でも研究実績でも国内トップクラス。さらには、研究室の学生とともに理化学研究所を訪れ、世界に数台しかない超高磁場9.4テスラのMRIに触れる機会もあるほか、附属病院を持つ他大学との共同研究も進めており、深く生命科学や基礎医学を探究することができます。

今後に向けては、分子生物学分野との連携にも興味があり、MRIによる細胞レベルの評価を実現させたいと考えています。

ある細胞を体内に入れた際に、その細胞がどう動いてどう分布するかなど、iPS細胞の活用をはじめとする再生医療に向けた評価技術を確立したいのです。



MRI本体

脳内活動の可視化に向けた 解析技術を開発

私が放射線医療の世界に進んだきっかけは、医療への興味に加え、機械を駆使する放射線技師に適性を感じたからです。そして、大学院で博士号まで取得したのは、純粋に研究が楽しかったからです。具体的には、MRIによる体の断面の撮像だけでなく、水分量や温度、タンパク質の量、エネルギー代謝率など、従来のMRIでは解読できなかった生体内の情報を可視化する研究です。これは「パルスシーケンス開発」と呼ばれ、MRIが搭載する磁場や電波の使うタイミングなど、電磁気学に基づいた撮像時の工夫が不可欠。体内における水分子の移動距離や移動時間、さらには電波が共鳴して返ってくる際の周波数などを計測・解析し、生体反応に関わる数値を割り出します。例えば、ヘモグロビンの量的な変化から脳や神経の活動を把握することもでき、医療の進歩にもつながる研究です。

Web版でもっと詳しく解説中!

MRIとは

トンネル状の装置の中で強力な磁石と電波を使い、頭部や心臓、消化器など、診断したい部分の鮮明な断面画像を、縦、横、斜め方向から自由に取得できる精密検査です。放射線による被ばくがなく、安心して検査を受けられるほか、正常な組織とがん細胞などを画像上で区別しやすいメリットがあります。

マンガは裏表紙からスタートしています

ウラから読んでね



もっと詳しく
さらに詳しい
情報が掲載
されている
インタビュー
記事をWebで
公開しています!



PROFILE
システムデザイン学部 情報科学科
下川原 英理 准教授
Eri Shimokawara
東京都立科学技術大学 (現東京都立大学) 大学院工学研究科システム基礎工学専攻博士後期課程修了。博士(工学)。東京都立大学システムデザイン学部情報科学科助教を経て現職。専門は知能情報処理、知的エージェント、ヒューマン・コンピュータ・インタラクション。

この分野に興味がある方は、ひとつの技術だけでなく、ぜひその周辺知識の習得も目指してみてください。例えばは深層学習に興味を持ったのであれば、そもそも深層学習に必要な大量のデータはどのような技術を使うと入手でき、その後どのように活用されているのかなども注目してみてください。私も学生に負けないように新たな知識を吸収し続けていきますので、みなさんと研究室で知恵を出し合って、さまざまなロボットを開発していきたいですね。

この分野を目指す方への
メッセージ



総合研究推進機構からのご案内

Twitterでは、各学科の教員が取り組む研究に関する情報や、「牧野標本館」の所蔵標本を紹介しています。ぜひご覧ください。



東京都立大学 総合研究推進機構NEWS Miyacology [首都学 (ミヤコロジー)]

第12号 2022年 Autumn 2022年9月16日発行 企画・制作・発行: 東京都立大学 総合研究推進機構



TOKYO METROPOLITAN UNIVERSITY
東京都立大学

© 2020 TOKYO METROPOLITAN UNIVERSITY

〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1
東京都立大学 南大沢キャンパス内 プロジェクト研究棟2階
TEL 042-677-2728 / FAX 042-677-5640
mail ragroup@mj.tmu.ac.jp

<https://tmu-rao.jp>

