



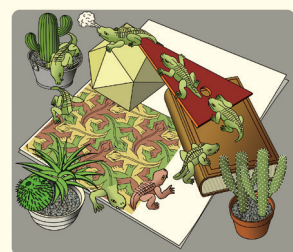
なるほど納得ゼミナール

本学で制作された数学教具等の新作品をひとつずつ本コラムにて紹介します。

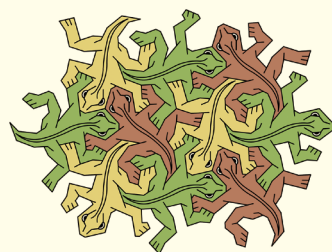
変化するタイル張り — エッシャーの作品に感銘を受けて —

エッシャーは、スペインのグラナダにあるアルハンブラ宮殿を訪れ、そこでムーア人のモザイク模様を見て深い感銘を受けたそうです。その旅行のあと、彼は研究を重ねながら、多くのタイル張り模様に基づいた作品を創作しました。

1943年の「爬虫類」というリトグラフの有名な作品があります。タイル張りされた平面状のトカゲの絵がスケッチブックに描かれていて、その中の一匹のトカゲが立体になって起き上がり、スケッチブックから抜け出して歩き回ります。そしてトカゲは立体模型の上によじ登り、そしてスケッチブックに飛び降りて、ふたたびタイル張りの絵の中に戻っていく、という作品です。この作品に触発され、サボテンの荒野をトカゲが歩き回することをイメージして、左下のような絵を描いてみました。今回は、変化するタイル張り作品の作り方を本稿で紹介しましょう。



作品「爬虫類」のイメージ図



トカゲのタイル張り

この作品の中に描かれている「トカゲのタイル張り」に注目してみましょう。

「1種類のタイルで平面をタイル張りしたとき、そのタイル張りが周期的ならば、その構造は17種類に分類される」という定理がありますが、このトカゲのタイル張りは、その17種類の中の1つのタイプのタイル張りです。このタイル張りの場合は、ある点（小黒点）に関して120°回転させるとタイル張りはピッタリ重なります。そして回転の中心点どうしを結ぶと正三角形になります（図1）。

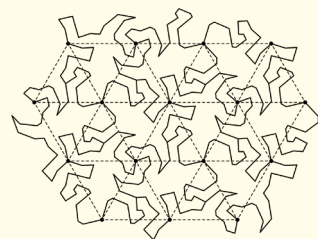


図1

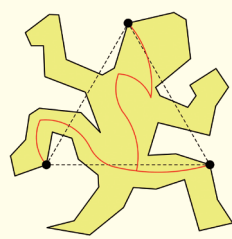


図2

さて、このトカゲの図形を基にして、タイル張りする別の図形を作ってみましょう。

例えば、図2のように、回転の中心点から成る正三角形の頂点を通り、1つのトカゲの図形が3つの断片に切り分けられるように赤線を描きます。赤線はトカゲの内部にあり、トカゲの境界とは交差しないようにします。この赤線を図1のトカゲのそれぞれにコピーすると図3のようになります。

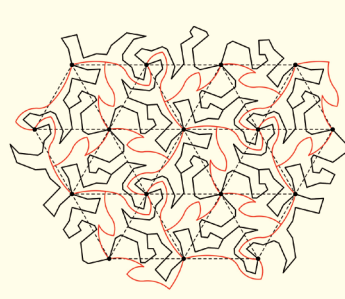


図3

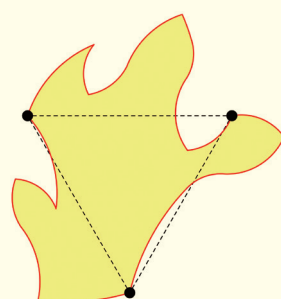


図4

そして赤線で描かれたものは、ある図形（この図形を仮にサボテン図形と呼びましょう（図4））のタイル張りになっています。このタイル張りは、トカゲのタイル張りと同じで中心点に関して120°回転すると重なります。このようにしてできたトカゲとサボテンの図形どうしは変身可能（変身ペア）になっています。

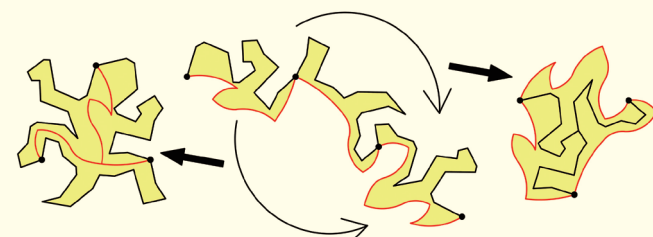


図5

すなわち、図5のように、トカゲの図形を赤線に沿って3つの断片に切り分けて、これらの断片をヒンジでつなぎ、鎖を作ります。上端を固定し、下端を時計廻りに回転させるとサボテン、反時計廻りに回転させるとトカゲに変身します。

このような操作を施すことによって、Xのタイル張りからYのタイル張りを作ると、XとYは互いに変身図形のペアになっています。この事実に基づき、ヒトデから魚へ変身していく作品を紹介しましょう（図6）。



図6 ヒトデから魚へ

（文責・制作 数学体験館 山口康之）

●お問合せ先

東京理科大学 理数教育研究センター（事務局：学務部 学務課）

〒162-8601 東京都新宿区神楽坂1-3

TEL. 03-5228-7329 FAX. 03-5228-7330

理数教育研究センターホームページ <https://www.tus.ac.jp/mse/>

数学体験館ホームページ <https://www.tus.ac.jp/mse/taikenkan/>

その34

理数教育フォーラム

Renovate Math & Science Education

第34号

2021.6

発行：理数教育研究センター

Contents

1 近代科学資料館リニューアルオープンと物理学校のDNA

2 2021 年度 坊っちゃん講座 第1回 (4/24)開催報告

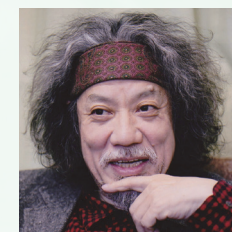
坊っちゃん講座とは

3 研究・教育活動紹介⑭⑮

4 なるほど納得ゼミナール 変化するタイル張り

近代科学資料館リニューアルオープンと物理学校のDNA

特任副学長
理数教育研究センター長
秋山 仁



既にご存知のことと思いますが、本学は今年、創立140周年を迎えます。この節目の年に、広く多くの人々に本学の迎ってきた栄光と艱難辛苦の軌跡を知っていただくことを目的として、近代科学資料館（二村記念館）がリニューアルオープンしました。沢山の映像やタッチパネル解説付きで展示を楽しむことができます。

21人の創始者と交流のあった人々との人物相関図、理科大のあゆみ（年表）とゆかりの品々、西洋の科学技術を早く取り入れ普及させた創始者たちの偉業、歴代学長、教員の業績や活動の記録、歴代の卒業アルバム、当時の実験器具、日本の科学技術を牽引した物理学校雑誌628巻、日本の科学教育の黎明期の足跡と各時代の教科書、現在、本学で活発に進められている最先端の研究の紹介など、本学の各キャンパスの原風景と学生の活動の様子などなど。

今回、本事業に携わり、物理学校から本学に引き継がれた精神や信条、DNAについて以下に示す多くのことを学ぶことができました。

1. ノブレスオブリージュの精神

先端の学問を受けた者としての責務、すなわち、率先して困難な仕事をやり遂げようという信念に燃えていたこと。

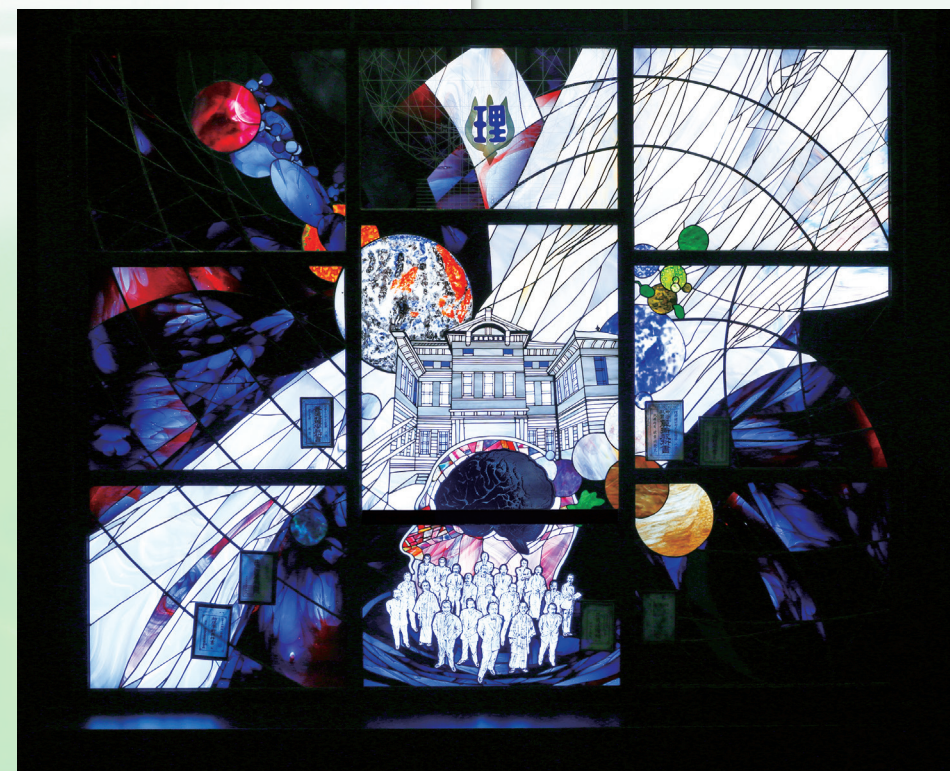
2. 科学に対する先見の明と進取の気性

当時は、法学や政治学、経済学や実業、語学等の学問にのみ重きが置かれていた時代の中で、日本が独立した国家であるためには科学の普及が基本であると、未来を見据えていたこと。

3. 科学的思考と実力主義

日本を発展させるためには、自然や社会の事象を科学的な眼で観察し、未見の原理や本質を見抜き、応用する実力を備えた人材を育成することが大切であると考えていたこと。また、実力がついた者だけを社会に輩出する責任を全うすること。

物理学校のDNAを引き継ぎ、皆様方と力を合わせ、創立150周年に向けて東京理科大学を発展させていきましょう。



建学の精神「理学の普及を以て国運発展の基礎とする」を象徴するステンドグラス（制作：山口一城氏）

2021年度坊っちゃん講座 第1回(4/24)開催報告



理学部第一部 化学科 教授

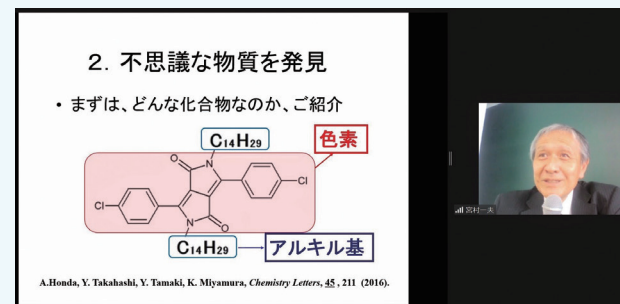
宮村一夫

今年度最初の坊っちゃん講座で、「冷結晶化 ～冷やしても固まらず、温めると固まる化合物」と題した講演を行った。通常の結晶、例えば氷は加温すると液体の水になり、冷やすと結晶の氷に戻る。しかし、ある種の化合物では、液体になった後、冷やしても結晶に戻らず、逆に加温すると結晶化する現象、冷結晶化を起こすことを見出した。今回の講演では、この新しい性質を示す化合物の発見に至る経緯を例にとりて、探索研究の世界を解説した。

理学部の研究は、調査・探索→発見→解明→予測の順に進む。科学者が望遠鏡や顕微鏡を覗いたり、深海や密林を探索したりするのも、そこに未知が眠る可能性が高いから。化学では、新しい性質をもつ化合物を見出すには、様々な化合物を丹念に調査し、探索するしかない。では、どんな化合物を調査すればよいだろう。当たり前だが、「異常」を求め、気付くためには、正常

を知り尽くしていなければならない。化学の基礎知識を基に深く考察し、異常を示すかもしれない化合物群を絞り込む。やみくもに望遠鏡を覗いても、簡単には「異常」に遭遇しない。

さらに、「異常」の証拠が必要だ。講演では、中高生にはわかりづらいことは承知の上で、実験データに基づいて異常を証明し、その要因を解明する手法を解説した。理学(サイエンス)の世界では、誰もが納得する根拠(エビデンス)に基づいて議論しなければならない。根拠の薄弱な議論が蔓延し、フェイクと呼ばれる時代。ニュース番組も、天気予報になると急に信憑性が上がるように感じないだろうか。未知の探索と根拠に基づく議論。本学が建学の理念に掲げる「理学の普及」に貢献できていれば幸いである。



2021年4月24日(土)オンラインにて開催

◆「東京理科大学 坊っちゃん講座」とは◆

世界にはまだ未解明の謎がたくさんあります。謎として認識されていないことも多いでしょう。そして、その謎の解明に挑むことから新しい科学的発見や技術的発明が生まれて来たことを歴史が示しています。

本学では、これらの謎の解明やその応用展開において世界をリードしている研究者が、高校生・中学生向けにわかりやすく研究内容と自らが歩んできた道を語る「東京理科大学 坊っちゃん講座」を無料で開講しています。



今後の開催日程 ※Zoomウェビナーによるオンラインでの開催を予定しています。

今後の新型コロナウイルスの感染/収束状況により、対面とオンライン併用のハイフレックス型による開催も検討しています。

	日程	講師	タイトル
第5回	7月17日(土) 14:00～15:30	中川 充 氏(大阪産業技術研究所 研究員) ※工学部工業化学科卒業生 理窓博士会(同窓会)第14回学術奨励賞(2020年表彰)受賞	石けんからはじまるナノテクノロジー ～私の研究の脱線と発展～
第6回	9月18日(土) 14:00～15:30	Mark Sadgrove 准教授(理学部第一部物理学科)	ナノ粒子とナノ光の世界
第7回	10月23日(土) 14:00～15:30	定家 真人 准教授(理工学部応用生物科学科)	がん細胞に抗がん剤さがしを手伝ってもら
第8回	11月6日(土) 14:00～15:30	安元 加奈未 講師(薬学部薬学科)	自然は薬の宝箱 ～くすりの種を探したい!
第9回	11月27日(土) 14:00～15:30	勝又 健一 准教授(先進工学部マテリアル創成工学科)	光を利用した環境浄化 ～地上から宇宙まで～
第10回	12月18日(土) 14:00～15:30	小野田 淳人 氏(山口東京理科大学薬学部薬学科 助教) ※薬学部生命創薬科学科卒業生 理窓博士会(同窓会)第13回学術奨励賞(2019年表彰)受賞	薬が創られ届くまで ー脳発達障害の幹細胞研究を例にー
第11回	1月22日(土) 14:00～15:30	長谷川 幹雄 教授(工学部電気工学科)	5G, IoT×AI ー無線通信技術ー
第12回	3月12日(土) 14:00～15:30	竹内 司 助教(理学部第二部数学科)	大学生になったつもりで 連立1次方程式を解いてみよう

参加申込方法 理数教育研究センターホームページよりお申込みください。

<https://www.tus.ac.jp/event/entry/pr/bocchan2021/>

※上記URLへアクセスいただくか、「坊っちゃん講座 申込」でWeb検索してください。

※参加申込は、各回開催日の概ね1ヵ月前より開始いたします。



研究・教育活動紹介⑭



工学部 情報工学科 教授

赤倉貴子

私の専門は元々は教育工学で、学部時代からずっと教育工学の研究を行ってきました。最初の卒論、修論、博論は全て教育工学なのですが、実は、学位は3つ持っており(工学、法学、人間科学)、教育工学だけでなく、法工学という分野にも強い興味を持っています。

このように言うと、専門性が低く、レベルの低いバラバラなことをやっているのではないかと思われるかもしれませんが、私の中では全てつながっています。子どもの頃から物づくりが大好きで、小学校高学年頃からは電子工作に興味を持ち、アマチュア無線なども始めました(無線局免許は5年ごとに更新しているので、現在も有効な局免を所持しています)。大学生になって家庭教師などを始めて、子どもに電子工作した教材を使って指導したら非常に効果があり、これに感動してそれを自分の研究分野としてしまったという次第です。ただ、ちょうど私が大学生の頃に家庭にもどんどんPCが普及し、電子

工作などしなくても、プログラミングで同等な教材がいくらでも作成できることに関心が向いていきました。また、PCの計算能力は、教育・学習データの分析を高度に行うことを可能にしたことから、データ解析の魅力に取り付かれるようになりました。私が学生時代は人工知能の第二次ブームの頃であって、教育工学研究では、知的CAI(Computer Assisted Instruction) がもてはやされるようになりました。その過程で法律エキスパートシステムの研究に興味を持ち、法律エキスパートシステムを研究するのに、法律そのものを碌に知らないのはおかしいと思い、法律も基礎から学んでみようと思い、それがそのまま法律の条文を述語論理で書く研究などにつながっています。

こうした背景から、現在の赤倉研究室の学生の研究は多様です。教育工学研究の中でも新しい情報技術を利用した学習支援システムの開発研究が最も多いのですが、最近ではVR、AR、MRなどの技術を用いたシステム開発、アイトラッカーなどを使った学習時の学習データの分析などが多くなっています。また、筆記情報や顔情報を用いたeテストングでの受験者認証技術の開発などのほか、法律条文などの自然言語処理とそれを機械学習を用いて自動的に分類するというような研究も行っています。教員としては、学生の興味に応じて広くいろいろな研究ができるような環境を整えるため、様々な外部資金の獲得に努力しています。

研究・教育活動紹介⑮

理学部第一部 応用数学科
特別講師

川崎玉恵

私の専門分野は統計学です。その中でも、複数の変数を持つデータについて考える「多変量解析」を中心に、数学を使った数理的な理論の研究をしています。統計的な分析手法や教科書などで扱われているデータの多くは、理論上扱いやすい性質を仮定しています。しかし現実にあるデータは、そのような仮定を満たす扱いやすいものではありません。私は、そのようなデータに対しても分析が行えるようにするための理論の研究をしています。特に、欠測値を含むデータや、2つの母集団の等分散性が崩れたデータについての研究をしています。前者の研究は、何かしらの要因でデータの一部が取得できな

かった場合でも統計的仮説検定が行えるような理論の開発をしています。後者の研究は、このようなデータのもとで平均に関する統計的仮説検定を行うことはベールン・フィッシャー問題とよばれ、難しい問題として知られています。この問題の解決につながるよう、分布の議論などを行っています。

また、研究・教育活動の一環として、2019年には東京理科大学の在外研究員制度を利用し、アメリカ合衆国のハワイ大学に滞在しました。ハワイ大学では心理学科でお世話になり、実際に統計学を分析ツールとして使う側の研究者の方々や学生さんたちと議論して研究したり、統計学の授業見学もさせていただいたり、様々な交流を通じて多くのことを学ぶことができました。

統計学は、昨今注目されている「データサイエンス」の中でも重要な分野のひとつです。データがあふれ、様々な分析が容易にできるようになった世の中だからこそ、その理論から知ることには重要なことだと思います。海外での貴重な経験とともに、これからも研究と人材育成に励んでまいりたいと思います。