

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/>



2024.04



お茶の水女子大学は2025年に創立150周年を迎えます。

vol.04

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、「数学」と「歴史」を取り上げ、学問分野の共通点を探り、研究の発展について考えます。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 萩田 真理子先生〈組合せ論、離散数学〉
- #02 INNOVATOR 遠藤 みどり先生〈日本史学、歴史情報学〉
- #03 DIALOGUE 萩田 真理子先生 × 遠藤 みどり先生

INNOVATOR #01

〈組合せ論、離散数学〉

好きなこと、得意なことを

活かして活躍の場を見つけよう



PROFILE

Mariko Hagita

萩田 真理子 先生 | 理学部数学科

専門分野は組合せ論、離散数学。お茶の水女子大学理学部数学科中退(飛び級のため)、同大学院理学研究科数学専攻修士課程修了、慶應義塾大学大学院理工学研究科数理科学専攻博士課程修了。博士(理学)。慶應義塾大学環境情報学部講師、名古屋工業大学工学部講師を経て、2004年4月よりお茶の水女子大学助教授。2018年4月、同教授。



組合せ構造を情報科学分野に応用することで技術革新に貢献することを目指しています。数学がどのように使われているか、わかりやすく紹介していきたいと考えています。



こんなアイテムを使います！

それぞれ8つの絵がある55枚のカードを使用した、ダブルというカードゲームがあります。射影平面という数学のブロックデザインを用いて、カードの枚数を改良した例を授業で紹介しました。

QUESTION
1

現在の研究を始めたきっかけは？

数えることが好きで、組合せ論を専門にしました。応用上必要となる組合せ構造を、既存の知られているものを使うだけではなく、代数学を用いてより適したものを構成し、その存在条件を示すことで良い性質を持つことが保証された使い方を提案することを目指しています。たとえば7種類のドリンクを7台の自動販売機に3種類ずつ入れて売れ行きのデータを集めることができるときに、7種類全部同時に並べた場合の売り上げの比率を予測するにはどのようにすれば良いか、といった問題に取り組んでいます。

QUESTION
3

目指すイノベーションは？

情報科学分野への離散数学の応用のために必要となる組合せ構造の存在性に関わる離散数学研究を、代数学を用いて発展させることを目指しています。また、離散数学研究で得られた成果の応用先を広く開拓していきたいと考えています。特に、様々な情報が評価ベクトルとして与えられているデータの分析手法にグラフ理論やブロックデザインに代表される組合せ構造を取り入れることで、効率が良いことが数学的に証明できる方法を提案していきたいと考えています。

研究風景！

研究では机に向かって計算結果を眺めて考え込んでいる時間が長いと思います。研究室で学生とオンラインで話すこともあり、デジタルペーパーを画面共有して、式や図を書きながら説明しています。



QUESTION
2

研究を行う上での楽しさや面白さを教えて！

きっとこのようになるはず!と思って小さな例で試してみても、予想外の結果になったとき、その状況がどのような条件で起こるのか詳しく確認していくことで、意外性のある定理や面白い例を作れることがあります。次々に構造が明らかになって何かできそうな気配を感じたときや、考えてきたことと他の定理や予想との関係が深いことがわかったときなどに、研究の面白さを感じます。また、研究成果を他の分野の研究の中で役立ててもらえたときに嬉しく思います。

QUESTION
4

将来のイノベーターたちへメッセージ

組合せ論の研究は情報科学など様々な分野に役立っています。新しいテーマを設定したいときには、知っている理論が役に立ちそうな具体的な応用例を考えてみることで、知られている定理とは少し条件が異なる場合の状況が知りたくなることが多く、考えたい問題を設定することができます。専門分野とその周辺分野についての幅広い知識を身に着けるほど、選べる研究テーマの範囲が増えます。好きなこと、興味を持ったことに取り組んでみてください。みなさんがもたらすイノベーションを楽しみにしています。

INNOVATOR #02

〈日本史学、歴史情報学〉

過去を知ること世界が広がり、
新たな未来が拓かれる



MESSAGE
メッセージ

PROFILE

Midori Endo
遠藤 みどり 先生 | 共創工学部文化情報工学科
文教育学部人文科学科(兼任)

専門分野は日本史学、歴史情報学。東北大学文学部人文社会科学科卒業、同大学院文学研究科歴史科学専攻日本史専攻分野博士前期課程修了、同専攻博士後期課程修了。博士(文学)。宮城県公文書館専門調査員、日本学術振興会特別研究員PD・RPDなどを経て、2020年4月よりお茶の水女子大学助教。2024年4月、同准教授。



史料に隠された女性の営みを拾い上げながら、既存の歴史像を描き直すことで、現代の常識が当たり前ではないことを、広く発信していきたい。



研究中の一場面！

日本古代史研究で欠かせない『大漢和辞典』のデジタル版です。全13巻分の情報をタブレットPCに入れて常に持ち歩けるので、思い立ったときにすぐ確認ができる優れものです。



研究風景！

研究室には基本的に本(史料・研究書等)しかありません(苦笑)。研究では、史料や先行研究とにらめっこしながら、あーでもないこーでもないと思いをめぐらせています。

QUESTION 1

現在の研究を始めたきっかけは？

日本古代の天皇制について研究をしています。天皇は現在まで続く制度ですが、その始まりは1300年以上前です。なぜ、こんなにも長く一つの制度が続いているのか、そして今後、天皇制はどうすべきなのか。それらを考えるためにも、天皇制の始まりを明らかにする必要があると思い、研究を進めています。始めたきっかけは卒業論文のテーマに「古代の女帝」を選んだことです。古代には6人8代の女帝がありますが、現在では女帝は制度的に否定されています。なぜ古代には女帝が多く出現したのか。そんな疑問を解消しようと研究を続け、現在に至っています。

QUESTION 2

研究を行う上での楽しさや面白さを教えて！

歴史学の醍醐味は、なんと言っても史料(歴史資料)を読むことです。史料というのは、過去の人びとが残した記録です。基本的に文字で書かれた記録を扱いますが、書かれた文字の内容だけでなく、その史料が作成された背景(誰が、いつ、どのように、どんな目的で書いたのか)を明らかにしていくことで、当時の人びとが、どのようなことを考え、何をしようとしたのかといったことが、具体的に浮かび上がってきます。現代とは異なることも多いですが、意外と共通する部分もあり、1000年以上も前の時代を生きた人びとを身近に感じることもしばしばです。

QUESTION 3

目指すイノベーションは？

歴史学の基本となる「史料に基づいて歴史を描く」という作業に変化はありませんが、元となる史料の形態は、各時代の技術革新にもなって変化し続けています。例えば、印刷・出版技術の発展によって、近代以降、史料に触れることができる人びとが増え、歴史学は進展してきました。現在は情報技術が発展し、史料のデジタル化が進んでいます。デジタル化された史料は、これまで以上に多くの人の目にとまり、災害・医療など歴史学を超えた分野への活用も容易になっています。情報科学を使って、より多くの人々が気軽に史料に触れ、利用できる環境を創り出したいと考えています。

QUESTION 4

将来のイノベーターたちへメッセージ

歴史学は、いわゆる“文系”の学問に大別されます。しかし、過去の人びとの営みには“文系”だけでなく、自然災害や医療などの“理系”分野も含んでいますし、そもそも文系・理系に峻別できるものでもありません。歴史学に限らないかもしれませんが、文・理にとらわれず、世界を読み解く広い視野が求められます。私は現在、歴史学に情報学の分析手法を取り入れる歴史情報学という新たな分野に挑戦中です。皆さんも既存の価値観にとらわれず、興味の赴くままに知識を吸収し、自分の道を切り拓いていってください。

INNOVATOR × INNOVATOR

DIALOGUE
対談



さまざまな分野に関わることで
数学は外に広がっていく学問

数学や情報科学とクロスすることで
歴史学は新たな段階へ進む

FACULTY



萩田 真理子 先生
グラフ理論、組合せ論、暗号と符号



遠藤 みどり 先生
日本史学、歴史情報学

#03 DIALOGUE

データサイエンスの発達が、文系と理系を融合させ、

イノベーションを生み出す！

01. 進路を決めたきっかけは？

萩田：遠藤先生と私の研究領域は、それぞれ日本史学と数学ですから、大学進学の際には「文系」、「理系」といった進路選択があったと思います。遠藤先生はどのようにして進路を決められましたか？

遠藤：私はもともと歴史が好きだったので、高校では進路選択を意識する前から漠然と大学では歴史を学びたいと考えていました。専門分野である日本古代の天皇制を研究するきっかけは、大学入学後に歴史学のゼミを選ぶ際に、古代史は女性の先輩も多く親しみやすかったことと、源氏物語などの古典文学を読むのも好きだったことが理由です。また、私が研究を始めたころ、女帝など古代の女性の政治的地位に関する歴史観が転換点を迎えていたこともあり、自分なりに研究をしていきたいと考えようになりました。

萩田：私は子どもの頃から「数」というものがとても好きでした。トランプの数字を眺めるだけでも楽しくなるような子どもで、小学校の算数の時間や中学校の数学の時間は、教科書の問題に対して、「こうしたらもっと簡単に解けるかもしれない」というように新しい解法をよく考えていました。ただ、そうした話題は友達と盛り上げられるものでもなく、周囲と共有する機会がありませんでした。そんな時に「数理の翼セミナー」という全国各地から数学好きな高校生が集まる合宿形式のセミナーに参加する機会がありました。数学好きな同世代の仲間とお互いの考えを披露したり、話し合ったりするのがとても楽しく、大学でも数学が好きなたちと一緒に学びたいと考え、進路を決めました。

02. 大学の学びは高校までの勉強とどう変わる?



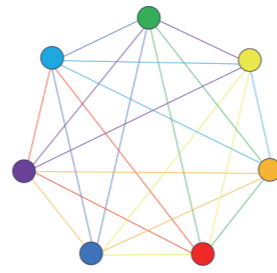
遠藤：私は理数系の科目も好きでしたが、萩田先生のように教科書の解き方以外を考えたことはありませんでした。大学で数学科の友人から、「動物の模様を数式で表すことができる」と聞いて驚いたことがあるのですが、大学の数学はどのようなことを学ぶのですか？

萩田：簡単にいえば、高校までの数学で問題を解くために使っていた定理などについて、なぜそれが成り立つのか、その定理はどこから来たのかといったことを考えていきます。そのためには「線形代数学」や「微分積分学」といった数学のさまざまな科目を学び、幅広い知識と俯瞰的な視点を養う必要があるため、慣れるまではハードに感じる学生もいます。そんな時は、完全に理解できない部分があっても受け入れて、全体を見通せるころまでは進むようにアドバイスをしています。広く知識を得てから振り返れば、理解できることもたくさんありますから。私の場合は、中高生のころからの「こうしたらうまく解ける気がする」と漠然と考えつつうまく説明できなかったもやもやが、代数の分野を学ぶことで理論としてきれいに説明がつき、とても嬉しかったですね。動物の模様も、微分積分学を学ぶと、反応拡散方程式と呼ばれる偏微分方程式のパラメータや初期値を変えてシミュレーションすることで、さまざまな動物のような模様が形成される様子を観察することができます。

遠藤：数学は、まず全体を俯瞰できるように広く学ぶことが大切なんですね。歴史学は深掘りしていくことが基本なので逆かもしれません。大学からは高校までに歴史の全体像を学んでいることを前提として、教科書に書かれた内容を疑ってみようというアプローチが研究の第一歩です。歴史のような人文社会分野は自然科学分野とは異なり、100%正しいと証明できることはありません。過去のできごとなので、不明点があることはもちろんですが、現代社会の政策であっても、立場によっては是非かの評価は異なります。歴史的な事象は複数の見方がある中で、各々の歴史家がどのような視点や文脈で読み解いているかを考えていく必要があるのです。学生には、まず好きなテーマを深掘りしていくように勧めま

萩田先生：

7種類のドリンクを各色の3角形の頂点に対応する3種類ずつ7つの自動販売機で販売すると、どの2種類も一回ずつ同時に比較できます。その比較結果から7種類全体を並べた場合の販売数の比率を予測できるようにしたいと考えています。



す。すると、きっと「あれ?」と今までの通説に疑問を持つことができます。そこで徹底的に史料や先行研究をあたると、別の視点に気づくことができるのです。一度、そうした経験をすると、どんどん新たな視点を見出すことができます。さらに複数の視点を得たのちに歴史を俯瞰すると、見えてくる歴史像も大きく変わっています。

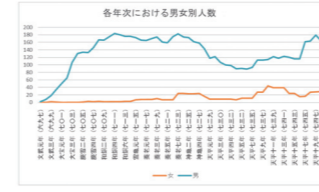
萩田：数学の場合は、高校までの教科書に載っている定理が変わることはないと思いますが、そもそも定理とは数学的に正しいと証明できるものことですから、その証明のための方法は1つとは限らず、別の分野の定理を使うとより簡単にできることもあります。また、よく知られた定理でも、実はもっと広い範囲で同じことがいえるようになる可能性もあります。証明については、いくらでも考えていくことができます。

遠藤：高校までの教科書をベースに、さらにその先を考えていくのが大学での研究であるという点では、数学も歴史学も同じということですね。深く掘り下げることと俯瞰的に見ることの両方をくり返す大切さは、本質的にどの学問も変わらないのではないのでしょうか。

03. 数学と歴史学は結びつく?

萩田：遠藤先生が取り組まれている「歴史情報学」では、具体的にどういった研究をされているのですか？

遠藤：歴史の研究は、残された史料を読み解いていくことが基本です。江戸時代など近い時代であれば、古文書のような形で残された豊富な一次史料(その時代に、その場で、その人が書いたもの)がありますが、私が専門とする古代は文字として残されている史料は非常に限られています。法律や歴史書のような中央の支配層による記録のほか、考古学的な遺物や遺跡も含めたさまざまな史料から、証拠を集めて形にしていきます。そうした中で、私の研究テーマである、古代の女性の政治的・社会的地位の変遷を考える材料として、律令制度下での男女それぞれの官位(官職および位階と呼ばれる身分)を統計的なデータにする試みをしています。具体的には、現代の人事管理ソフトのようなイメージで、何年に誰がどんな位階でどんな官職についていたかを機械的にデータ化し、一人ひとりの官僚の職歴ファイルを何千と作っています。官僚全体の数や男女比の変遷が



遠藤先生：

697～747年の約50年分の人事記録から、5位以上の人数を男女別に積算したものを。男女比はおよそ9:1ですが、当時の宮廷で数十人規模の女性有位者が活躍していたことがわかります。

簡単に数値化できますし、今後さらに入力する項目などを増やすなどして、より研究に役立つ形を模索していきたいですね。たとえば歴史上の有名な人物が、どのような職歴を辿ってきたのが一目でわかるようになれば、歴史の新たな側面に気づききっかけになるかもしれません。希望する情報ツールをつくるためには、プログラミングなど情報工学分野との協力が欠かせません。

萩田：近年は、情報科学の発達でビッグデータと呼ばれる膨大なデータを処理することが可能になり、学問分野を問わず、データサイエンスの手法が研究に取り入れられるようになっていきましたね。私の取り組む数学の研究は、そうした分析手法や大きなデータを効率よく扱う方法を考えることに役立つと思います。たとえば、以前に本学の情報科学科の伊藤貴之先生*たちと共同で、大量の写真の中からバランスの取れた写真を選んで自動でアルバムをつくる方法を研究しました。1万枚の写真の中から100枚を選びたい時、人間が目で見えて選んでは非常に時間がかかります。そこで、明るさやピント、構図など評価要素にして合計値が高い写真を選ぶようにする方法が考えられますが、それだけでは同じ場面の連写が選ばれてしまう可能性があります。そこで、各要素をベクトルにしてそれぞれの写真を点で表し、隣り合う点は別の色で塗り分けるといった法則で処理した上で、同じ色の点から評価の高いものを100枚選ぶようにすると、バランスのよい写真が自動選出できるという手法です。この手法は、写真だけではなく、大量のデータから代表例を選出するために使えると思います。

遠藤：確かに、歴史研究でも活用できそうな手法ですね。理論的部分まではなかなかわからないのですが、具体的な使い方の提案があれば、自分たちの研究分野での活かし方への想像が広がります。



萩田：ほかにも人物の評価をベクトルとして線形代数を用いて扱う研究にも取り組んだことがあります。一定数のデータが集まるとこの人はどういう時にどんな評価をするか行列を用いて表すことができます。もし、歴史上の人物がこのタイプの人物にはこういう評価をするというデータが必要数あれば、歴史上は出会っていない人物同士が出会った時の評価を知ることできるかもしれません。

遠藤：想像するだけでワクワクしますね。今、世界各国のさまざまな時代の史料のデータベース化が進んでいます。デジタル化することで貴重な史料を後世に残していくとともに、誰もが地域や時代を超えた研究ができる環境が生まれています。さらに、数学や情報科学とクロスしていくことで、歴史学は新たな段階に進めると思います。

萩田：数学はさまざまな分野と深く関わる学問です。ほかの分野へ応用していくことで、どんどん外側に広がっていくことができますね。

04. 歴史学/数学は、ココがおもしろい!

遠藤：歴史学は、自分と同じようにこの地球上で生きて生活してきた過去の人たちを研究し、時代や地域の差による相違点や共通点を見出すことに醍醐味があるのではないかと考えています。史料を分析し、論理を組み立てて導き出す過去の人々の営み。そして、それを通じて、自分を含む現代を生きる人や現代社会を再発見するのが、歴史学のおもしろさ、楽しさです。先ほどの話にもあったように、数学や情報科学から歴史学に取り組むという新たな分野も拓けています。文系理系の枠を超えて学んでいってください。

萩田：好きな定理や理論があったら、とても小さなものでいいので、具体的な対象についてそれらを使ってみた時にどのように成り立っているのかということを考えてみてください。自分の手を動かしてわくわく調べていくと、今まで知られていない新しい性質に気づくかもしれません。さらにその小さな新しい発見を、一般的にいえることなのか、条件があればいえることなのかを考えていくと、新しい定理ができる可能性があります。そんなふうはまだ誰にも知られていない数学の定理を自分でつくりだせるのが、数学の大きな魅力です。また、データサイエンスの進化とともに、数学の可能性も広がりました。自分の好きな定理を使って、新たな分野の研究を開拓していくことにも、ぜひチャレンジしてください。

既刊の女子中高生のためのイノベーション入門はこちら



*伊藤貴之先生のご紹介は女子中高生のためのイノベーション入門 VOL.03 (お茶の水女子大学理系女性育成啓発研究所 2023年発行)をご覧ください。