



# MCME Musashino Center of Mathematical Engineering News Letter

武蔵野大学  
数理工学センター

第9号(2024年3月発行)

## CONTENTS

### 02 数理工学の拠点として 〈数理工学センター長 時弘 哲治〉

### 03 ニュース

- ・ デジタル庁主催「e-Gov\*データコンテスト」にて、数理工学科西川研究室の4年生濱田一輝さんが最優秀賞を受賞
- ・ 工学研究科数理工学専攻の大学院生が The 13th Taiwan-Japan Workshop for Young Scholars in Applied Mathematicsにて口頭発表・受賞
- ・ 米国で開催された国際研究集会(NCUR)に数理工学科の学生の研究成果が採択され、発表を行いました
- ・ 大学院生・学部生計5名がg-RIPS-Sendai 2023(東北大)へ参加しました

### 05 活動報告

- 1 MCMEセミナー開催報告
- 2 第8回 龍谷大学武蔵野大学連携シンポジウム  
2023年度 龍谷大学武蔵野大学学生交流会
- 3 MCMEシンポジウム2023開催報告
- 4 EMaTの報告  
2023年度 大学院修士3名(第04期生)修了  
研究集会を九州大学IMIと共催  
OLIS-武蔵野大学保険フォーラム開催
- 5 第9回数理工学コンテストの報告

### 10 センター員研究紹介

- 1 血管新生とパターン形成 由良 文孝
- 2 「線分の平均」と材料科学 児玉 大樹

### 12 センター員紹介／センター連絡先／編集後記



## 数理工学の拠点として

数理工学センター長 時弘 哲治



2023年4月に武蔵野大学数理工学センター長を、坪井俊センター長から引き継ぎました。初代センター長が薩摩順吉先生、2代目が坪井先生で私で3代目となります。薩摩先生、坪井先生が築き多大な実績を残してこられたこの数理工学の拠点を維持し一層発展させる所存です。今後ともどうぞよろしくお願ひ申し上げます。

2023年は、COVID-19の影響も徐々に薄れ、研究交流も活発になってきました。8月20日

から25日まで、国際機関であるICIAM (International Council for Industrial and Applied Mathematics) が4年に一度開催する国際研究集会 ICIAM2023が、早稲田大学の早稲田キャンパスにおいて日本で初めて開催されました。約100の国・地域から5,500名(オンライン1,500名を含む)が参加し、盛況のうちに終わりました。武蔵野大学数理工学センターのセンター員や数理工学科の学生も運営に協力し、高石先生が招聘されたPierre Jolivet氏や佐々木先生が招聘されたHatem Zaag氏らを招き、武蔵野大学でサテライトミーティングも開催されました。今後、海外の研究機関との連携がますます広がることと期待されます。

10月には、社会からの要請に数学コミュニティ全体で応え、総合知構築を実現するオールジャパン体制のプラットフォームとして、MfIP (Math for Industry Platform) が九州大学のマス・フォア・インダストリ研究所に設立されました。全国の数学研究機関との間でネットワークを構築し、数学コミュニティ全体で社会・産業・諸科学分野からのニーズにワンストップサービスで応える体制を構築するものです。武蔵野大学数理工学センターもMfIPの17の連携機関の一つに加わりました。企業からのインターンシップによる連携、研究者データベースへの参加や中高生へのアウトリーチ活動などで協力し、日本における数理工学の拠点としての役割を果たしてゆくこととなります。

昨年度、浄泉寺住職上山先生の全面的な支援のもと、山口県長門市油谷の浄泉寺および楊貴館で開催された武蔵野大学数理工学センター長門研究集会の後継となる研究集会が、今年度は佐々木先生を研究代表者とする九州大学マス・フォア・インダストリ研究所の共同利用一般研究集会(武蔵野大学数理工学センター共催)として開催されました。企業を含めいくつかの他機関の研究者と数理工学科の先生方が様々なトピックスについて講演し研究討論する合宿型の研究集会です。数理工学科の大学院生9名と学部4年生3名も参加し、九大はじめ他大学の先生方と活発に意見交換を行い、前回同様たいへん有意義な研究集会でした。今後、継続してゆきたいと考えています。

数理工学センターのメインの行事である数理工学シンポジウムは11月15日16日に有明キャンパスの会場とzoomでのオンラインを同時に用いるハイブリッド形式で行われました。

数理工学シンポジウムは、毎回素晴らしい講演者に来ていただいているおかげで、シンポジウム後のアンケートでも好評で、広い数理工学の世界の動向がわかると高い評価をいただいています。今年度もハイブリッドということで、会場とオンラインを合わせて100名をこえる参加をいただきました。

毎年行われている龍谷大学との連携シンポジウムは、今年度は龍谷大学で2024年2月22日から3日間の予定で行われます。この連携シンポジウムでは教員の研究発表とともに学生院生の研究報告が行われています。数理工学科からは、大学院生4名と学部4年生1名の講演が決まっています。来年度は武蔵野大学がホストになります。夏休み期間中に行われる龍谷武蔵野大学学生交流会とともに、貴重な学生の交流の場として継続して行きます。学生院生の意識も高まっており、コンテスト等への応募とともに応用数学会やTaiwan-Japan joint workshopなどの研究集会で研究発表をおこなっています。2023年3月に台北で行われたThe 13th Taiwan-Japan Workshop for Young Scholars in Applied Mathematicsでは、修士1年(当時)の鈴木舞羽さんがExcellent Presentation Awardを受賞しました。

内外の研究者に最先端の研究トピックについてお話いただき、数理工学分野のすそ野を広げ、学際的な研究連携の促進を目的とした数理工学(MCME)セミナーは、今年度は第56回から第69回まで合計14回の開催となりました。有明の会場とzoomでのオンラインのハイブリッド開催をおこなっており、対面での直接の情報交流とともに、多様な内容のセミナーにオンラインで容易に参加できる場を提供しています。

今年度で10回目となる数理工学コンテストは、身の回りの事項や社会的な問題を数理の力を使って探求し解き明かすレポートを大学入学前の生徒から募り表彰するものです。第9回の授賞式は2023年3月25日にオンラインで行われました。

その他にも、6月にOLIS - 武蔵野大学保険フォーラムが数理工学センターの共催で開催され、g-RIPS-Sendai 参加メンバーに修士1年生2名と学部4年生2名が選ばれ、デジタル庁主催e-Govデータコンテストで学部4年生 濱田一輝さんが最優秀賞を受賞するなど大きなニュースが続きました。詳細については本ニュースレターの記事をご参照ください。

関係者の異動につきましては、今年度由良文孝先生が着任され現在は12名のセンター員、11名の客員研究員というメンバーで研究活動をおこなっております。また児玉大樹さんが数理工学センターの特別研究員とされました。

これからも当センターは数理工学からの社会貢献のために積極的に活動してまいりますので、皆様のご支援をよろしくお願いいたします。

## デジタル庁主催「e-Gov\*データコンテスト」にて、 数理工学科西川研究室の4年生濱田一輝さんが最優秀賞を受賞

デジタル庁主催の「e-Govデータコンテスト」で、工学部数理工学科西川研究室4年生の濱田一輝さんが最優秀賞を受賞し、12月10日（日）にデジタル庁で開催された表彰式で、河野太郎デジタル大臣から表彰を受けた。 \*総務省管轄の行政情報のポータルサイト



表彰式にて。向かって左から順に、河野太郎デジタル大臣、濱田一輝さん、波辺美智子審査員（立正大学教授）、石戸奈々子審査委員（慶應義塾大学教授）

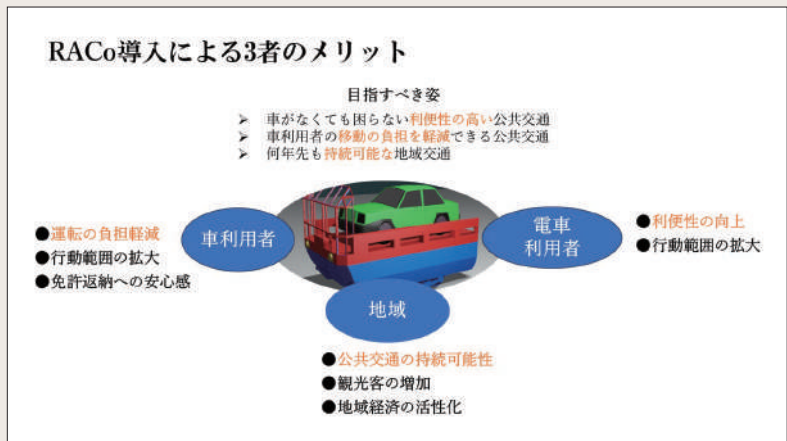
### 「e-Govデータコンテスト」について

魅力をアピールしたい地域を選定し、その地域が抱える課題に対してe-Govデータポータルのオープンデータを使用した原因分析をもとに解決策を提言する作品を募集し、審査・表彰するコンテストである。2023年9月26日～11月6日まで作品の募集が行われ、45チーム・104名の方から作品の応募があった。濱田さんの作品はその中から最優秀賞に選ばれた。

### 受賞作品「北海道における新しい鉄道のあり方」

北海道富良野市を通る鉄道は赤字となっている。バスの運転士不足で将来バスを増やすことによる解決も難しい状況であり、移動弱者が拡大する懸念がある。鉄道と車の利便性を向上させることによって、住民と観光客による潜在的な鉄道需要が喚起されると考えられることから、車と人を乗せて線路を走行する電動台車、未来型鉄道RACo(Railway - Auto - Container)を提案した。

RACoは、半デマンド型運行管理と自動運転により、人手とコストをかけずに、需要の変動にも対応可能な自動運行が可能である。RACoの利用は、電車利用者の利便性向上、車利用者の負担軽減によって、生活、観光の行動範囲の拡大に繋げることができ、ひいては、公共交通（鉄道）の持続可能性、観光客の増加、地域経済の活性化に貢献するものと期待される。



### 濱田一輝さんのコメント

この度は、e-Govデータコンテストで最優秀賞を受賞し、大変光栄に思います。このアイデアは、大学2年生の時のプロジェクト授業で生まれたものです。その時は受賞には至りませんでしたが、そこから得た学びを活かし、更にアイデアを磨いて今回のコンテストに挑みました。作品では、多角的な視点からのデータ分析を行うことで、説得力を高められたと思います。また、提案内容には、システム設計の概要や費用試算、既存案との比較も含めることで具体性のある提案になりました。

今回の受賞は、武蔵野大学での4年間の学びの成果だと思います。データ分析の基礎となる線形代数や統計学はもともと、プロジェクトやプログラミング演習など実践的な学習に1年生から取り組めたことが私にとって意義がとて大きく、それによって分析ツールを活用した課題発見や課題解決の面白さを味わえるようになりました。特に、私の所属する西川研究室の西川哲夫教授の指導は、2年生のプロジェクトの時から大きな支えとなっており、深く感謝しています。今後も努力を続け、さらに成長していきたいと思っています。

### 西川哲夫教授のコメント

本学数理工学科西川研究室では、データサイエンスの考え方や技術を身に付けるために、この数年間様々なコンテストにチャレンジしてきました。コンテストでは、通常、課題発見と課題解決のための提案の2つが求められます。本研究室では、課題の発見のためには、常に様々な分野の先端的な話題をウォッチし、個別のデータに至るまで徹底的に分析することを心掛け、課題解決のためには、背景の本質的な理解に基づいて、発想の転換と新しい技術の導入を組み合わせることによって、インパクトのある解決方法を目指しています。

濱田一輝さんは、当初から志が高くアイデアが豊富で、時間を惜しまず上記のような活動を実践してきた一人です。今回の作品では、富良野市の状況へ元々関心があり、鉄道の廃線問題と車移動の状況調査をするうちに湧いたインパクトのあるアイデアを、単なるアイデアに終わらせず、新しい半デマンド型の運行方式や、最近の潮流であるフォグコンピューティング（クラウドと機能分散の組合せ）を用いた自動運転にまで展開することができており、実現性を期待させる提案になっていると思います。

今後の研究では、これまで以上に独創性の高い、内容的にインパクトのある研究を期待しています。

### 関連リンク

- 国のオープンデータを活用して地域課題に取り組む学生向けのコンテスト「e-Govデータコンテスト」を実施しました  
[https://www.digital.go.jp/news/04e9d926-d0ba-4572-9d28-ecc0f1fea425?fbclid=IwAR3Pg5AZY9S03w\\_QyHdgf4\\_zbZ-543XjWLRcivOQpq1Fkd2wHW#grand-prize](https://www.digital.go.jp/news/04e9d926-d0ba-4572-9d28-ecc0f1fea425?fbclid=IwAR3Pg5AZY9S03w_QyHdgf4_zbZ-543XjWLRcivOQpq1Fkd2wHW#grand-prize)
- 河野大臣記者会見（令和5年12月12日）【e-Govデータコンテストの受賞結果】  
<https://www.digital.go.jp/speech/minister-231212-01>

## 工学研究科数理工学専攻の大学院生がThe 13th Taiwan-Japan Workshop for Young Scholars in Applied Mathematicsにて口頭発表・受賞

工学研究科数理工学専攻では3/1-3に台北のNCTS（国立台湾大学内）で開催された“The 13th Taiwan-Japan Workshop for Young Scholars in Applied Mathematics”に参加し、修士1年の鈴木舞波さんが口頭発表を行い、Excellent Presentation Awardを受賞しました。鈴木さんはまばたきの数値モデルという、身近ではありますが未開拓なテーマに取り組んでいます。

この研究発表交流会では、発表はすべて英語で行われ数理学に関係する幅広い分野の若手研究者が一堂に集まり交流することで、他分野の海外研究者に対しても自分の研究内容を上手く説明できる発信力の高い研究者の育成を目指しており、これまでの受賞者の中からは大学教員も育っております。

Excellent Presentation Award

鈴木舞羽（工学研究科数理工学専攻修士1年）

発表タイトル：Mathematical model of eye blinking

鈴木舞羽さんコメント

私は、今回が初めての国際研究集会への参加となりました。英語でのプレゼンであったため、事前にスライドの準備や発表練習をして臨みました。他の人の研究内容については英語で少し分からなかった部分もありましたが、数式やシミュレーション結果を提示していただいたおかげで、理解の促進に繋がりました。本研究集会では様々な学生と研究について議論を交わし、また、賞を受賞することができて大変貴重な経験をする事ができました。今回の経験を活かして、自身の研究促進に努めていきます。



## 米国で開催された国際研究集会(NCUR)に数理工学科の学生の研究成果が採択され、発表を行いました

2023年4月13日～4月15日に米国のウィスコンシン大学オー・クリア校にて開催された国際学会National Conference on Undergraduate Research (NCUR 2023)での研究成果発表において、数理工学科3年生（3名）が英語で発表を行いました。※NCUR：学部学生の研究促進を目的として1987年に設立された米国の学会

今回の発表のテーマは「最適化」です。最適化とは数々の候補の中から「最も良いもの」を求めることです。例えば、トラックの積載量の上限や到着時間などを考慮した、移動距離が最短になるトラックの運送経路の取得、予算を考慮しながら、リスクを最小限にする資産の組み合わせの取得など、最適化問題は物流、金融、防災、創薬、広告など、様々な分野の意思決定の場にあられます。

日本では、業種・分野を問わずデジタルトランスフォーメーション（以下、DX）化が推進されていますが、最適化問題を解く作業は、まだまだアナログ作業が多く、多くのコストがかかっています。このため、最適化問題を解く作業のDX化による業務の効率化は多くの業界に恩恵をもたらすと期待されています。近年、最適化問題を解くのに特化した量子コンピュータも登場し、最適化問題のDX化がさらにたくさんの関心を集めるようになりました。本研究では、物流業界にあられる最適化問題を対象に、この問題の解を求めるアルゴリズムの開発を行っています。

山川さんは、ポートフォリオ最適化問題と呼ばれる問題をコンピュータ解き、考察を行いました。できるだけ安定した収益を得ながら、リスクが低くなるような銘柄の組み合わせを求める問題をポートフォリオ最適化問題と呼びます。株式投資などを行う際に用いられる最適化問題ですが、この問題に対し、コロナ禍前、コロナ禍中、コロナ禍後の実際の財務データを用いてポートフォリオ最適化問題を解き、考察を行いました。

平松さんは、福岡空港における誘導経路と航空機の発着スケジュールの最適化問題について考察を行いました。誘導経路の距離データを取得し、それをもとにダイクストラ法と待ち行列理論を用いて誘導経路最短ルートを求め、一定の間隔を保ちながら空いた滑走路に向かうプログラムを構築し、搭乗ゲートに航空機が離れる時間、遅延時間の算出に加え離着陸機に対しての新たな時刻表を提示することを可能としました。

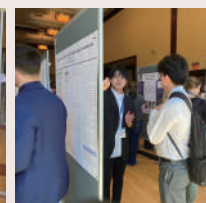
正木さんは、天候などによる航空機の遅延が発生した際、どのようにスケジュールを組み直すのがよいか、最適化問題を定式化し、新しいスケジュールを求めました。

NCURでは、上記の内容についてポスター発表を行いました。

引用 1：News & Events <https://www.musashino-u.ac.jp/news/20230526-03.html> 2：武蔵野大学しあわせ研究所通信 Vol.104 [https://www.musashino-u.ac.jp/research/laboratory/happiness\\_incubation.html](https://www.musashino-u.ac.jp/research/laboratory/happiness_incubation.html)



数理工学科3年生  
山川祥さんの発表の様子



数理工学科3年生  
正木歩さんの発表の様子



数理工学科3年生  
平松勇紀さんの発表の様子

## 大学院生・学部生計5名がg-RIPS-Sendai 2023(東北大)へ参加しました

g-RIPS-Sendai 2023は、アメリカの学生と日本の学生がパートナー企業から提供された課題に取り組み、8週間にわたり解決に至る道筋を学ぶ国際的なインターンシッププログラムです。東北大学が主催となり、理研のiTHEMS、UCLAのIPAMが共催しています。

今年度の開催期間は、2023年6月19日から8月8日までで、本学大学院数理工学専攻および総理工学から合計5名の大学院生と学部生が参加しました。本学学生は3つのグループに分かれ、富士通、IHI、NECの各パートナー企業が提供した数値課題「AIの説明可能性の強化」、「車流・神流データの軌跡外挿によるリアルタイム交通管制」、「AI交渉エージェントによるサプライチェーンマネジメント」に、アメリカの研究大学の学生と協力して精力的に取り組み、一定の成果を達成しました。8週間にわたり英語を用いてアメリカの学生と円滑にコミュニケーションをとり、共同で一定の成果を出したことは、学生たちの未来のリーダーとしての潜在的な可能性を示すものであり、社会への積極的な貢献と今後の世界での活躍に期待が寄せられます。

各グループの成果が掲載されているWebPage (g-RIPS Sendai 2023)

<https://www.mccs.tohoku.ac.jp/g-rips/g-rips2023.html>



## 数理工学セミナー(MCMEセミナー)を開催しました。

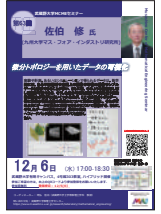
### ■第56回MCMEセミナー

日 時：2023年4月19日(水) 17:00～18:30  
 場 所：武蔵野大学有明キャンパス4号館412教室、ハイブリッド開催  
 講演者：大田 佳宏 氏 (Arithmer 株式会社)  
 上坂 正晃 氏 (Arithmer 株式会社)  
 講演題目：社会問題に貢献する数理工学  
 コーディネーター：坪井 俊 (武蔵野大学工学部数理工学 教授)



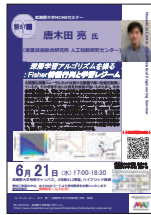
### ■第63回MCMEセミナー

日 時：2023年12月6日(水) 17:00～18:30  
 場 所：武蔵野大学有明キャンパス4号館303教室、ハイブリッド開催  
 講演者：佐伯 修 氏 (九州大学マス・フォア・インダストリ研究所)  
 講演題目：微分トポロジーを用いたデータの可視化  
 コーディネーター：時弘 哲治 (武蔵野大学工学部数理工学 教授)



### ■第57回MCMEセミナー

日 時：2023年6月21日(水) 17:00～18:30  
 場 所：武蔵野大学有明キャンパス4号館412教室、ハイブリッド開催  
 講演者：唐木 亮 氏 (産業技術総合研究所 人工知能研究センター)  
 講演題目：深層学習アルゴリズムを操る：Fisher 情報行列と学習レジーム  
 コーディネーター：木下 修一 (武蔵野大学工学部数理工学 教授)



### ■第64回MCMEセミナー

日 時：2024年1月17日(水) 17:00～18:30  
 場 所：武蔵野大学有明キャンパス4号館303教室、ハイブリッド開催  
 講演者：田中 一成 氏 (早稲田大学 理工学術院 国際理工学センター)  
 講演題目：クラウド教育システムCES-Alphaは教育と研究にどう貢献するか?  
 コーディネーター：坪井 俊 (武蔵野大学工学部数理工学 教授)



### ■第58回MCMEセミナー

日 時：2023年7月5日(水) 17:00～18:30  
 場 所：武蔵野大学有明キャンパス4号館412教室、ハイブリッド開催  
 講演者：木村 芳文 氏 (名古屋大学 大学院多元数理科学研究科)  
 講演題目：渦運動と流体方程式の特異性—トポロジカル流体力学の展開  
 コーディネーター：坪井 俊 (武蔵野大学工学部数理工学 教授)



### ■第65回MCMEセミナー

日 時：2024年2月13日(火) 17:00～18:30  
 場 所：武蔵野大学有明キャンパス4号館411教室、ハイブリッド開催  
 講演者：篠崎 菜穂子 氏 (フリーアナウンサー / 数学コミュニケーター)  
 講演題目：数学と社会をつなげるアウトリーチの方法  
 コーディネーター：坪井 俊 (武蔵野大学工学部数理工学 教授)



### ■第59回MCMEセミナー

日 時：2023年7月12日(水) 17:00～18:30  
 場 所：武蔵野大学有明キャンパス4号館412教室、ハイブリッド開催  
 講演者：井元 隆史 氏 (産業技術総合研究所 新原理コンピューティング研究センター)  
 講演題目：D-Wave マシンを用いた 量子アニーリングの励起状態探索  
 コーディネーター：佐々木 多希子 (武蔵野大学工学部数理工学 講師)



### ■第66回MCMEセミナー

日 時：2024年2月19日(月) 17:00～18:30  
 場 所：武蔵野大学有明キャンパス4号館411教室、ハイブリッド開催  
 講演者：松尾 宇泰 氏 (東京大学大学院 情報理工学系研究科)  
 講演題目：最適化・力学系・数値解析～連続最適化への数値解析的アプローチ～  
 コーディネーター：高石 武史 (武蔵野大学工学部数理工学 教授)



### ■第60回記念MCMEセミナー

日 時：2023年8月28日(月) 13:30～16:40  
 場 所：武蔵野大学有明キャンパス5号館401教室、ハイブリッド開催  
 講演者：Takeshi Takaishi (Musashino Univ.)  
 Atsushi Suzuki (Osaka Univ. / RIKEN)  
 Pierre Jolivet (CNRS)  
 講演題目：FreeFEM - now and in the future  
 コーディネーター：高石 武史 (武蔵野大学工学部数理工学 教授)



### ■第67回拡大MCMEセミナー

日 時：2024年2月21日(水) 11:00～17:30  
 場 所：武蔵野大学有明キャンパス4号館411教室、ハイブリッド開催  
 講演者：東 康平 氏 (東京大学大学院数理学研究科 博士課程)  
 竹井 優美子 氏 (茨城工業高等専門学校 国際創造工学科)  
 高安 亮紀 氏 (筑波大学 システム情報系)  
 清水 千晶 (武蔵野大工M1)  
 楊 家宝 (武蔵野大工M1)  
 セミナータイトル：One day workshop on differential equations in the complex domain  
 コーディネーター：高石 武史 (武蔵野大学工学部数理工学 教授)



### ■第61回MCMEセミナー

日 時：2023年8月30日(水) 16:00～17:30  
 場 所：武蔵野大学有明キャンパス5号館401教室、ハイブリッド開催  
 講演者：Hatem Zaag (CNRS/University of Paris North)  
 講演題目：Solution to the semilinear wave equation with a stylized pyramid shaped blow-up set  
 コーディネーター：佐々木 多希子 (武蔵野大学工学部数理工学 講師)



### ■第68回MCMEセミナー

日 時：2024年3月1日(金) 17:00～18:30  
 場 所：武蔵野大学有明キャンパス4号館411教室、ハイブリッド開催  
 講演者：篠崎 裕司 氏 (日本銀行 金融研究所 経済ファイナンス研究課)  
 講演題目：数理ファイナンスの考え方：実務と学術における最近の問題意識を交えて  
 コーディネーター：時弘 哲治 (武蔵野大学工学部数理工学 教授)



### ■第62回MCMEセミナー

日 時：2023年10月25日(水) 17:00～18:30  
 場 所：武蔵野大学有明キャンパス4号館411教室、ハイブリッド開催  
 講演者：齊木 吉隆 氏 (一橋大学 経営管理研究科)  
 講演題目：高次元カオスのミニマルモデルについて  
 コーディネーター：木下 修一 (武蔵野大学工学部数理工学 教授)



### ■第69回MCMEセミナー

日 時：2024年3月11日(月) 17:00～18:30  
 場 所：武蔵野大学有明キャンパス4号館411教室、ハイブリッド開催  
 講演者：長 康雄 氏 (東北大学 未来科学技術共同研究センター)  
 講演題目：走査型プローブ顕微鏡が切り開く表面科学と電子デバイス応用への展開～走査型非線形誘電率顕微鏡を中心として～  
 コーディネーター：時弘 哲治 (武蔵野大学工学部数理工学 教授)



## 第8回 龍谷大学武蔵野大学連携シンポジウム

本年度も龍谷大学との連携シンポジウムを開催いたしました。第8回目となる本シンポジウムは武蔵野大学 有明キャンパスにて対面形式で開催いたしました。対面形式での開催

は3年ぶりとなります。本シンポジウムでは、様々な分野のトピックについて多数の研究発表があり、学生同士の活発な交流がなされた有意義なシンポジウムとなりました。

日時: 2023年2月10日(金)~2月12日(土) 場所: 武蔵野大学 有明キャンパス 4号館412教室

【講演タイトル】(講演順)

「Onset of pulse generator by heterogeneity in coupled excitable elements」	櫻井 建成 (武蔵野大学 教授)
「グループ分けされた闘争環境における社会階層の自己組織化」	小暮 真愛 (武蔵野大学 M2)
「サッカーのイベントデータを用いたデータ解析」	佐藤 直哉 (武蔵野大学 M2)
「HRTFと加速度センサーを用いたリアルタイム空間オーディオ」	渋谷 朋暉 (龍谷大学 B4)
「スロースタート効果を含む交通流モデルにおけるクラスター分布」	飯田 晋司 (龍谷大学 教授)
「ランダムウォークと確率微分方程式」	合田 宗矢 (龍谷大学 B4)
「Poisson 方程式に対する有限要素法の誤差評価」	坪田 凌輔 (武蔵野大学 B4)
「個体群の運動とその性質に関する数理的な研究」	中山 涼也 (武蔵野大学 M2)
「非整数階時間微分を含むFast diffusion equationの質量保存則と解の存在性」	亀高 樹弥 (龍谷大学 M2)
「野球ボールの軌跡の数値計算」	大川 航平 (龍谷大学 M1)
「アリの巣作りモデルについて」	中久喜 玲 (武蔵野大学 M1)
「保存量をもつ反応拡散系の話」	森田 善久 (龍谷大学 教授)

## 2023年度 龍谷大学武蔵野大学学生交流会

龍谷大学武蔵野大学学生交流会をZOOMを用いたオンライン形式で開催いたしました。交流会では龍谷大学・本学の学生同士が自身の興味があることについて発表し、同世代な

らでの自由な議論がなされました。学生同士でセッションを高めあうよい交流会となりました。

日時: 2023年8月4日(金) 場所: オンライン開催(zoom)

【講演タイトル】(講演順)

「レイティング・ランキングの数理」	宮本 利之 (武蔵野大学 M1)
「BSSにおける人間行動の統計則と数理モデル」	板東 佑弥 (武蔵野大学 B4)
「確率論: 確率過程までの概要」	合田 宗矢 (龍谷大学 M1)
「フェンシング・フルール種目における有効突き判定装置の研究開発」	藤田 海渡 (武蔵野大学 M1)
「機械学習による慣性式モーションキャプチャからの姿勢推定」	渋谷 朋暉 (龍谷大学 M1)
「連続最適化アルゴリズムの解析」	楊 家宝 (武蔵野大学 M1)
「テキストマイニングとRNNを用いた企業倒産予測」	堀越 裕人 (武蔵野大学 B4)
「非線形Klein-Gordon方程式の数値解析」	清水 千晶 (武蔵野大学 M1)
「免疫反応の数理解析研究と免疫疾患への応用」	福井 隆史 (龍谷大学 M1)

## 武蔵野大学数理工学シンポジウム2023が開催されました (2023年11月15日、16日) ハイブリッド開催

2023年11月15日、16日、「武蔵野大学数理工学シンポジウム2023」は多くの方にご参加いただけるよう、武蔵野大学有明キャンパス会場とZOOM会場を使うハイブリッド形式で開催されました。今回、第9回をむかえた本シンポジウムは、諸分野の著名な先生方に数理工学の魅力や最先端の研究等について講演していただき、数理工学に関する様々な

情報・知見・知識を共有することを目的としています。対面・リモート併せて100名を超える多数のご参加をいただき、分野横断的な活発な議論が行われました。参加者からは様々な分野の発展・実用的内容が分野外の研究者にもわかりやすく提供される貴重な場であると好評でした。



= プログラム =

11月15日(水)

- 9:50 オープニング
- 10:00 - 11:10 澤井 哲 (東京大学 大学院総合文化研究科)  
「動く細胞のパターン形成から考える多細胞システムの進化」
- 11:20 - 12:30 足立 景亮 (理化学研究所 数理創造プログラム, 生命機能科学研究センター)  
「群れの物理学: 動くものがたくさん集まると何が起ころ?」
- 13:30 - 14:40 矢久保 考介 (北海道大学大学院 工学研究院)  
「複雑ネットワークの構造相関とダイナミクス」
- 14:50 - 16:00 石村 直之 (中央大学 商学部)  
「感染症による損害に対する保険の設計について」
- 16:20 - 17:30 國府 寛司 (京都大学 理学研究科・理学部)  
「力学系のリザーバー計算」
- 18:00 情報交換会

11月16日(木)

- 10:00 - 11:10 本郷 優 (理化学研究所 数理創造プログラム, 新潟大学 理学部)  
「極限状態の量子多体問題: クォーク・ハドロンから原子核まで」
- 11:20 - 12:30 門脇 正史 (デンソー, 産業総合研究所 G-QuAT)  
「Quantum CAE: 科学の自動化と量子コンピュータ」
- 13:30 - 14:40 出原 浩史 (宮崎大学 工学教育研究部)  
「2成分反応拡散系と時空間パターン」
- 14:50 - 16:00 佐々田 槇子 (東京大学大学院 数理科学研究科)  
「確率論と離散可積分系の出会い」
- 16:20 - 17:30 齊藤 宣一 (東京大学大学院 数理科学研究科)  
「時間発展方程式の数値解析における最近の話題」
- 17:30 クロージング

**2023年度 武蔵野大学 数理工学シンポジウム**  
**MCME SYMPOSIUM 2023**  
於: 武蔵野大学 有明キャンパス 5号館3階301教室 (ハイブリッド開催)

**11/15 Wed.**

- 9:50 オープニング
- 10:00 - 11:10 澤井 哲 (東京大学 大学院総合文化研究科)  
「動く細胞のパターン形成から考える多細胞システムの進化」
- 11:20 - 12:30 足立 景亮 (理化学研究所 数理創造プログラム, 生命機能科学研究センター)  
「群れの物理学: 動くものがたくさん集まると何が起ころ?」
- 13:30 - 14:40 矢久保 考介 (北海道大学大学院 工学研究院)  
「複雑ネットワークの構造相関とダイナミクス」
- 14:50 - 16:00 石村 直之 (中央大学 商学部)  
「感染症による損害に対する保険の設計について」
- 16:20 - 17:30 國府 寛司 (京都大学 理学研究科・理学部)  
「力学系のリザーバー計算」
- 18:00 情報交換会

**11/16 Thu.**

- 10:00 - 11:10 本郷 優 (理化学研究所 数理創造プログラム, 新潟大学 理学部)  
「極限状態の量子多体問題: クォーク・ハドロンから原子核まで」
- 11:20 - 12:30 門脇 正史 (デンソー, 産業総合研究所 G-QuAT)  
「Quantum CAE: 科学の自動化と量子コンピュータ」
- 13:30 - 14:40 出原 浩史 (宮崎大学 工学教育研究部)  
「2成分反応拡散系と時空間パターン」
- 14:50 - 16:00 佐々田 槇子 (東京大学大学院 数理科学研究科)  
「確率論と離散可積分系の出会い」
- 16:20 - 17:30 齊藤 宣一 (東京大学大学院 数理科学研究科)  
「時間発展方程式の数値解析における最近の話題」
- 17:30 クロージング

**参加費無料・要参加登録、一般の方もご参加いただけます。**  
**参加登録は右のQRコードから11月14日までお願いします。**

主催: 武蔵野大学 数理工学センター 共催: 武蔵野大学 数理工学センター  
協賛: 理化学研究所 数理創造プログラム 産総研 G-QuAT 産業総合研究所 産業総合研究所 G-QuAT  
後援: 東京大学 数理工学センター 東京大学 数理工学センター 東京大学 数理工学センター 東京大学 数理工学センター  
協賛: 理化学研究所 数理創造プログラム 産総研 G-QuAT 産業総合研究所 産業総合研究所 G-QuAT  
後援: 東京大学 数理工学センター 東京大学 数理工学センター 東京大学 数理工学センター 東京大学 数理工学センター

## 数理工学科2年次、3年次の学生を対象にEMaT 工学系数学統一試験を2023年12月9日に実施いたしました。

EMaT 工学統一試験(以下、EMaT と記載します)は工学系の数学に焦点を当て、全国の工学系学部生・高専生を対象とした試験です。工学系の数学基礎学力の底上げを目的し、自己啓発、コアカリキュラムの確立と共有、学力が保証された人材の育成と確保、大学教育における授業効果測定、自己点検・評価機能などが期待されています。試験範囲は、工学系カリキュラムの中でも出現回数が多い「微分積分」、「線形代数」、「常微分方程式」、「確率・統計」です([1])。2020年度、2021年度は新型コロナウイルス感染拡大に伴い、本

学科では実施を見送っていましたが、2022年度に2年ぶりに再開しました。2023年度も、多くの2年次と3年次の学生が参加しました。EMaTの実施により、学生が自身の数学の理解度や全国の中で自分がどの位置にいるのかを確認し、これからの大学生活で時間をどのように使うか、判断基準の一つになれば幸いです。

[1] EMaT工学系数学統一試験、実施理由と目的など  
<http://www.aemat.jp/exam12/purpose.shtml>

## 2023年度 大学院修士3名(第04期生)修了

今年度は、武蔵野大学大学院工学研究科数理工学専攻の修士課程3名(第04期生)が修了しました。大学院生は国内研究集会(九大)や国際会議(台湾)での発表など他大学の

研究者とも研究交流を深め、数理工学の専門性を高めた研究成果を修士論文としてまとめました。

- 2市場の価格変動における両市場に関わるディーラーの役割
- 聴覚刺激を加えた自発性瞬目の実験研究およびFokker-Planck方程式を用いたIBI分布の連続表現
- 集合知による機能的構造物の構築に関する数理的な研究

## 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所、武蔵野大学数理工学センターの共催で 研究集会「機械学習と数理モデルの融合と理論の深化」を開催しました

2023年9月6日(水)～2023年9月8日(金)に九州大学 伊都キャンパス ウエスト1号館 D棟 4階 IMIオーデトリウムにて、九州大学マス・フォア・インダストリ研究所と武蔵野大学数理工学センターの共催でIMI研究集会「機械学習と数理モデルの融合と理論の深化」を開催いたしました。

参加者は48名で、3日間の充実した研究交流を行う事ができました。本研究集会は、「機械学習と数理モデルの融合」に焦点を当て、理論と実装の両面から議論をし、新しい課題の認識と分野を横断した研究協力体制の構築を目的としたものです。近年、病気の診断や発症の予測、自然災害の予測や被害状況の把握、ECサイトにおける推薦システムの最適化、交通流の渋滞解消など、多岐にわたる分野で機械学習が活用されています。一方、このような社会問題の解決には、従来、微分方程式や離散力学系などで数理モデルを構築し、数学的な解析及び数値的なシミュレーションを行うことが有効に用いられてきました。本研究集会では、機械学習と数理モデルの専門家が一堂に会して互いに補完しうる点等を議論し、社会課題を解決する新たな融合モデル構築の可能性を探索することを目指したものです。機械学習を活用する企業と、トポロジー、ネットワーク理論、数値解析など多岐の分野にわたる研究者や大学院生が集まり議論することで、機械学習技術の様々な分野への応用と実装、共同研究体制の構築に対して大きな可能性が生まれたと考えています。また、関数解析など、数学理論に精通する研究者も参加し、機械学習の基礎理論の整備につながる有意義な議論を行うこともできました。さらに、武蔵野大学 数理工学科及び大学院 数理工学専攻の学生 11名が研究発表を行い、様々な分野の研究者と交流しました。この研究集会に参加したことにより、今後、一層充実した研究活動ができると期待されます。



## OLIS-武蔵野大学保険フォーラムの開催

本年度は初めて「保険フォーラム」が2023年6月7日(土)に武蔵野大学有明キャンパスで本学西本照真学長にご挨拶いただき開催されました。OLISはアジア諸国における生命保険に関する知見の深化と人材の育成を通じ、相互理解を深めることによって、生命保険事業の健全な発展に広く寄与することを目的としており、年に数回大学と連携して保険フォーラムを開催しております。

2023年度のテーマは「機械学習とアクチュアリー学」でした。近年発展著しい機械学習がアクチュアリーの実務に活用される様子などについて、この分野のリーダーの専門家が一堂に会し実りある意見交換が行われました。





## 2022年度第9回数理工学コンテストの開催

### 【はじめに】

武蔵野大学工学部数理工学科では、数理工学の普及や数理工学教育の発展に貢献することを目指して、2014年度の第1回以来、数理工学コンテストを毎年開催している。今回、2022年度第9回数理工学コンテストを開催した。本コンテストにおいて、本学数理工学科の数理工学教育方針に沿った形で、1) 数理的な考え方による数式化と2) 統計的なデータ分析の二つのテーマ設定で募集を行った結果、全国各地の中学生、高校生から60作品の応募を得た。

### 【募集要項】

以下のようなテーマを設定した。  
身の回りの事項や社会的な問題に対して、  
1) 数学や物理などの数理的な考え方をを用いてモデル化を行い、対象や問題の性質を説明する。  
2) 統計的なデータ分析を行い、問題を解決するための有益な情報を取り出す。あるいは興味深い解析結果を導く。  
応募資格としては、中学生・高校生・大学受験生の個人、もしくはグループとし、A4判縦長用紙に横書きで8枚以内とした。応募期間としては、2022年11月1日～2023年1月31日とした。レポートの実例をテーマ1とテーマ2それぞれについて作成して示した（テーマ1：「ランダムウォークを利用した蟻の帰巣メカニズムの検証」、テーマ2：「大相撲の決まり手の数と力士の体重の相関についての分析」）。

### 【応募状況と受賞作品】

最優秀賞作品は、「天空の城から舞い降りるパラシュート」である。パラシュートの降下実験によって、どのような形状の十字型パラシュートがズレにくく、かつ降下速度が小さいのかを明らかにした作品である。風洞を使った予備実験の後、3階から落下させた実験を行うことで、最適な形状を見出している。優秀賞作品には、災害時の気象データから自動作曲する「防災音楽てんでんこ」の研究、稽古の不成立を未然に回避する合気道の掛かり稽古のモデル化の研究、及び「黒板の反射を無くすには？」と題した、カーテン、黒板上の位置、席の位置を最適化した研究が選ばれた。他に、「フードコートのご飯が食べたい!」、「スポーツ選手における相対年齢効果 ～早生まれは不利なのか～」、「ごみのリサイクル率を上げるには？」など、発想が多様で興味深い作品が多くあった。

アドバイスとしては、研究の様々な場面で、調査を徹底的に行うということが挙げられる。テーマを決める際や分析を進めていく際に調査を十分やっていけば、既存研究の上にオリジナルな成果を積み上げることができるであろう。全体的にレポートとしてのレベルが高く、審査では大変苦労した。

受賞作品選考は西本照真武蔵野大学学長を始めとする7名の

選考委員によって行われ、最優秀賞が1作品、優秀賞が3作品、奨励賞が5作品、選考委員賞が4作品、ジュニア奨励賞が4作品選考され、ホームページで公開された。  
([https://www.musashino-u.ac.jp/academics/faculty/engineering/mathematical\\_engineering/mathematical\\_engineering\\_contest.html#TOP](https://www.musashino-u.ac.jp/academics/faculty/engineering/mathematical_engineering/mathematical_engineering_contest.html#TOP))



表に受賞作品のリストを示す。  
最優秀賞作品と優秀賞作品はPDF 第9回数理工学コンテストちらしファイルで公開した。授賞式は、2022年3月25日(土)にオンラインで開催された。

### 【2023年度数理工学コンテストの募集について】

2023年度も、2022年度と同じテーマで数理工学コンテストを開催した。(2023年6月13日募集要領公開、11月1日募集開始、2024年1月31日募集締め切り)。

### 表 受賞作品のリスト

#### 最優秀賞(1作品)

作品名	作者名 (○は代表者)	学校名・学年
天空の城から舞い降りるパラシュート	○植田成美、神崎さくら、大賀鈴矢、草野実咲	岡山県立倉敷天城高等学校2年

#### 優秀賞(3作品)

作品名	作者名 (○は代表者)	学校名・学年
災害時の気象データを活用した「防災音楽てんでんこ」自動生成処理の設計	○横内敬文	成田高等学校1年
稽古の不成立を未然に回避!一掛かり稽古のモデル化と一般化	○外山みちる	東京学芸大学附属国際中等教育学校2年
黒板の反射を無くすには?	○齋藤葉々子、鶴田美緒	光塩女子学院中学校3年

#### 奨励賞(5作品)

作品名	作者名 (○は代表者)	学校名・学年
慣性モーメントが変化するフライホイールを用いた風力発電	○村上晴文、森星七翔、神野翔音、橋原采留	愛媛県立松山南高等学校2年
大洲の霧・飯川を流れる霧・飯川あらし	○矢野愛華、中岡千花子	愛媛県立大洲高等学校2年
横断歩道・信号機の特徴と信号無視の関係～信号無視をさせないために～	○一瀬祥、大澤凛々	光塩女子学院中学校1年
フードコートのご飯が食べたい!	○岩野碧、井上和奏、岩崎帆音、中村汐里	広尾学園中学校3年
高校野球における最速打順と一般的なイメージの差異	○豊田陸人、悦喜政真、数藤優樹、田中雄勝	広島大学附属高等学校3年

#### 選考委員賞(4作品)

作品名	作者名 (○は代表者)	学校名・学年
エレベーターの移動方法の効率化について	○関下教輝	明治大学付属明治高等学校2年
スポーツ選手における相対年齢効果 ～早生まれは不利なのか～	○大野美蓮	田園調布学園高等部2年
弓道競技における射技向上のための分析	○荒井優紀	田園調布学園高等部1年
睡眠の統計的データ分析による翌日の体調への影響の検討	○近藤澄香、磯邊和佳菜、鈴藤喜久乃	広島大学附属高等学校3年

#### ジュニア奨励賞(4作品)

作品名	作者名 (○は代表者)	学校名・学年
感染症モデルによるヒット現象の解析	○下村美鈴、西面晴花	広尾学園中学校3年
洗剤の液性と水の温度による 食器の効果的な油污の落とし方	○大石萌音、小林紗弥	光塩女子学院中学校1年
ごみのリサイクル率を上げるには?	○川島結花	光塩女子学院中学校3年
ラグビーワールドカップ2019から導く日本代表チームの強さ～決勝トーナメントで勝ち進むためには～	○佐藤優姫	光塩女子学院中学校1年



## 血管新生とパターン形成

由良 文孝 (YURA, Fumitaka)

所属:工学部 数理工学科 教授

専門:応用数学

学位:博士(工学)東京大学

所属学会:日本応用数学会、日本物理学会、電子情報通信学会

学歴:東京大学工学部物理工学科を卒業後、東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻博士課程を修了

職歴:東京大学大学院数理工学研究科特別研究員(PD1)、科学技術振興機構ERATO今井量子計算機構プロジェクト研究員、公立はこだて未来大学システム情報科学部複雑系知能学科講師、同准教授、同教授を経て、2023年4月より現職。

誰も目にするように、木の枝は先の分枝へいくほど細くなっています。500年ほど前には既に、木の枝の分岐の前では断面積が保存することが知られていたようです(レオナルド・ダ・ビンチの法則)。もちろん厳密な保存則ではありませんが、ある種の普遍性をその時代に捉えようとした彼の慧眼というべきでしょう。

自然界には無機物や生物に様々な不思議な形が現れますが、枝分かれの構造として身近なものの一つに、我々の体内を巡る血管網が挙げられます。私たちのグループでは、東京大学医学部の栗原裕基先生の研究室と共同で、遺伝子制御などを用いた内皮細胞動態の実験に基づき、離散力学系による数理モデルの構築や血管新生の原理解明に取り組んでいます。組織や階層的な血管網がどのように構築されていくのかという問題は基本的かつ重要な問題です。血管網の形成の初期段階は「血管新生」と呼ばれ、怪我の治癒や赤ちゃんのための胎盤形成に欠かせない過程です。またこの仕組みは癌細胞が増殖する過程にも密接に関連しています。癌細胞は内皮細胞増殖因子を分泌して癌組織へ新しい血管網を生じさせ、酸素と栄養を吸収して増殖、さらにはその血管を通じて体内の他の臓器へ癌

細胞を転移させることが知られており、血管新生の原理や解明は癌治療や血管に起因する病気を扱う医療への応用が期待されます。さらには再生医療で注目される人工臓器においても、血管網の適切な構築が重要課題だと言われています。

樹状構造は古くより(例えば500年前)力学的な視点から興味を持って調べられてきています。そしてまた血管網の形成に関しても多くの数理モデルが提案されてきています。私たちのグループでは、近年の計測技術の発展により血管内皮細胞のタイムラプスイメージングや、細胞動態に関わる遺伝子制御が可能となったことに伴い、従来よりも微視的な視点から血管網構築へのボトムアップなアプローチを目指しています。細胞は細胞膜で仕切られた個体であり、糸状仮足を伸ばしアメーバ状に形態を変化させて移動したり、分裂時には中心からくびれを生じたりするなど、アクチン骨格が細胞の形態に大きく影響していることが知られています。また細胞膜上の接着性分子は運動を制御しているだけではなく、センサーの役割を持ち糸状仮足を通して他の細胞や細胞外基質と情報のやり取りを行うことも知られてきています。私たちのグループでは、血管が新生される最初期の段階に相当する *in vitro* 実験で血

管内皮細胞が遊走し、マトリゲルを溶かしつつその樹状領域を往復運動(セルミキシング)することを詳細に測定し、細胞動態のモデル化を行いました。重心運動について重回帰分析を行った結果からは、細胞の運動方向(速度ベクトルの向き)に対し、前方および後方では数十 $\mu\text{m}$ の範囲で引力が有意に観測されるのに対し、側面方向には近距離での斥力のみが得られました。つまり細胞は前方に伸ばした糸状仮足などを通して何らかの情報を獲得し、その向きへ運動を促進することがデータより示唆されました。そこで我々は、細胞はそれぞれ一つにしても大変複雑な系ですが質量を持った楕円あるいは楕円体と単純化した上で、近傍の他細胞との距離に応じた以下の3種類の2体間相互作用のみを取り入れた物理的なモデルを提案しました(図1)。2次元面内でのシミュレーション結果を図2に示します。細胞形状が円の場合は回転対称性から各細胞は向きを持ちませんが、楕円の場合はその扁平率に応じて各細胞が運動方向を獲得し全体として樹状構造を生成することがわかりました。これは実際の現象を単純化し過ぎたToyモデルかもしれませんが、現象と数理を結びつける面白さと普遍性が隠れているように思います。

参考文献)

T Hayashi, F Yura, J Mada, H Kurihara and T Tokihiro, "Pattern formation of elliptic particles by two-body interactions: A model for dynamics of endothelial cells in angiogenesis". *J Theor Biol* 555, 111300 (2022). doi: 10.1016/j.jtbi.2022.111300.

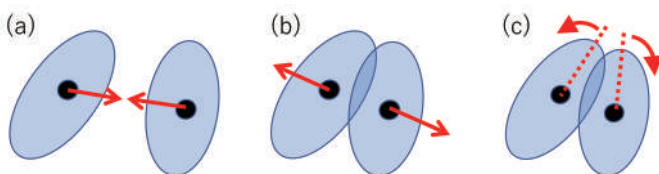


図1:細胞間の2体相互作用。(a)細胞間引力:接着性分子による効果、(b)排除体積効果による近距離斥力:物質が空間を占有する効果、(c)接触による回転:重なりを避ける向きへの回転

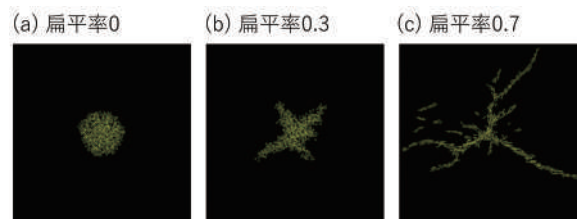


図2:血管網形状の楕円扁平率依存性



## 「線分の平均」と材料科学

児玉 大樹 (KODAMA, Hiroki)

所属: 数理工学センター特別研究員  
 専門: 位相幾何学  
 学位: 博士(数理学)(東京大学)  
 所属学会: 日本数学会

学歴: 東京大学理学部数学科を卒業後、東京大学大学院数理科学研究科修士課程、同研究科博士課程を修了  
 職歴: 東京大学大学院数理科学研究科拠点形成特任研究員、IHES(EPDI)-JSPS Fellow、東京大学大学院数理科学研究科拠点形成特任研究員、同特任助教、同特任准教授、Arithmer株式会社研究開発本部長、東北大学材料科学高等研究所プロジェクト助教を経て2023年4月より現職。

我々人類は、複数の数値を同時に扱うことが苦手であり、それらを代表する特徴量を用いる。最も一般的な特徴量は平均値だろう。花巻東高校の2013年卒業生の平均年収が4千万円を超えてしまうといった不具合もごくたまに発生するが、様々なケースにおいて平均値は有効だ。私は幾何学者なので図形についても平均を取りたいと考えた。ベクトルは足して割るだけで平均を求めることができるが、向きについていない線分はどうだろう？

そんな疑問を心の隅に抱えながら、2018年10月に私は東北大学に雇われた。私の研究内容はTPEというゴムの代替品の弾性の数学的モデルである。TPEは図1に見られるように、A...AB...BA...Aという形のポリマーの、Aたちの部分が集まって球状のドメイン構造を形成し、間をBで出来た鎖がつながり立体構造をしている。ドメインを頂点、鎖を辺とみなせば三次元空間内に描かれたグラフである。TPEを少し引っ張ると線形に変形するがグラフとしてのトポロジーに変化はない。しかしより強い力で引っ張るとドメインが分裂し、破片同士

が集まって新たなドメインを作る。つまりグラフがトポロジ的に変化する。

分子動力学の実験結果を見ながら、グラフのトポロジーの変化のモデルを作成していたのだが、一つの不満を感じるようになった。TPEのゴムの弾性は、立体構造のトポロジーに由来するものではない。弱い力で引っ張ってグラフのトポロジーに変化が生じていない段階でも、応力は生じている。具体例を見よう。図2aと図2bのグラフのトポジカルな構造は同じである。しかし、図2aは等方的に見えるのに対して、図2bは右上-左下方向に引っ張られている形跡がある。そのことを数学的に表記する方法はないか？

ある日、たまたま聴いていた生物学のセミナーの内容-細胞壁にかかっている力学的負荷を推定する方法-に着想を得て、図2aと図2bの違いを定量的に説明できるようになった。図4に示すように、グラフの各辺に向きを決めてベクトル  $v$  だと思い、テンソル積を考える。自分自身との積をとっているの、向きの曖昧さはキャンセルされる。テンソル積は行列なので、相加平均を取ることが

できる。その平均をテンションテンソルと呼ぶ。二次元の場合、 $2 \times 2$  行列は図4の一番下の式により可視化できる。図3aと図3bに赤い線で図示した。図3aでは真円になっているのでどの方向にも力が働いていないことがわかり、図3bでは楕円の長径方向に引っ張られていることがわかる。その後、理想的な条件の下にテンションテンソルがコーシー応力テンソルという力学的量に対応することを吉田健一さんと共に示した。

私がやったことはグラフの辺を線分とみなしてある種の平均をとったことに他ならない。線分たちの平均を取る方法を思索していたことが役に立ったのかどうかは今となってはわからないが、とにかく清々しい気分である。

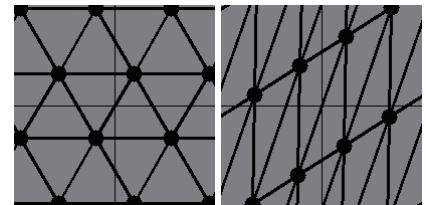


図2a

図2b

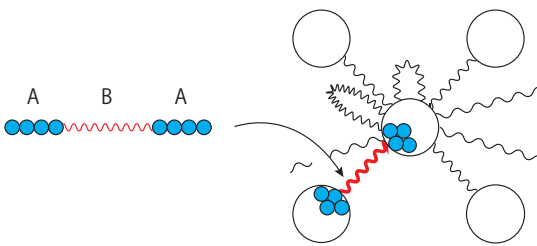


図1 TPEの構造

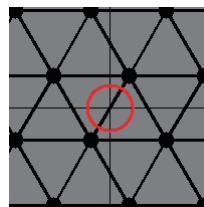


図3a 等方的なグラフ

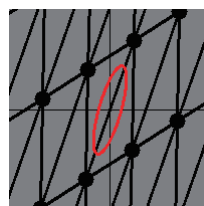


図3b 斜め方向に引っ張られたグラフ

$$TT := \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i \otimes v_i.$$

但し、 $\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} a^2 & ab \\ ab & b^2 \end{pmatrix}$  とする。

TTの可視化:  $\begin{pmatrix} x & y \end{pmatrix} TT^{-1} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = 1$

図4 テンションテンソルの定義と可視化

# 武蔵野大学数理工学センター センター員の紹介

## センター長



**時弘 哲治** (武蔵野大学工学部数理工学科 教授)  
専門分野: 応用数学

## センター員



**阿部 修治** (武蔵野大学工学部数理工学科 教授)  
専門分野: 材料科学/システム工学



**上山 大信** (武蔵野大学工学部数理工学科 教授)  
専門分野: パターン形成/シミュレーション



**木下 修一** (武蔵野大学工学部数理工学科 教授)  
専門分野: 統計物理学/ネットワーク科学



**櫻井 健成** (武蔵野大学工学部数理工学科 教授)  
専門分野: 非線形科学/非平衡開放系物理学



**高石 武史** (武蔵野大学工学部数理工学科 教授)  
専門分野: 数値シミュレーション/数理モデル



**坪井 俊** (武蔵野大学工学部数理工学科 教授)  
専門分野: 幾何学/トポロジー



**西川 哲夫** (武蔵野大学工学部数理工学科 教授)  
専門分野: 生命情報科学/ゲノム科学



**由良 文孝** (武蔵野大学工学部数理工学科 教授)  
専門分野: 応用数学



**松家 敬介** (武蔵野大学工学部数理工学科 准教授)  
専門分野: 数学解析/数学基礎・応用数学



**佐々木 多希子** (武蔵野大学工学部数理工学科 講師)  
専門分野: 偏微分方程式



**森 竜樹** (武蔵野大学工学部数理工学科 講師)  
専門分野: 応用数学/計算機援用数学



**児玉 大樹** (武蔵野大学数理工学センター 特別研究員)  
専門分野: 位相幾何学

## 事務スタッフ

(嘱託職員)

岩本 久美、大井 史絵

## 客員スタッフ

(客員研究員)

薩摩 順吉(東京大学 名誉教授、武蔵野大学 名誉教授)

(客員研究員)

神谷 亮(神奈川工科大学教育開発センター 講師)

(客員研究員)

竹内 康博(青山学院大学理工学部 客員教授)

(客員研究員)

田中 健一郎(東京大学大学院情報理工学系研究科 准教授)

(客員研究員)

辻川 亨(宮崎大学 名誉教授)

(客員研究員)

友枝 明保(関西大学総合情報学部 教授)

(客員研究員)

間田 潤(日本大学生産工学部 教授)

(客員研究員)

松木平 淳太(龍谷大学理工学部数理情報学科 教授)

(客員研究員)

森田 善久(龍谷大学 名誉教授)

(客員研究員)

山中 卓(青山学院大学理工学部 准教授)

(客員研究員)

四ツ谷 晶二(龍谷大学 名誉教授)

## 【問い合わせ先】

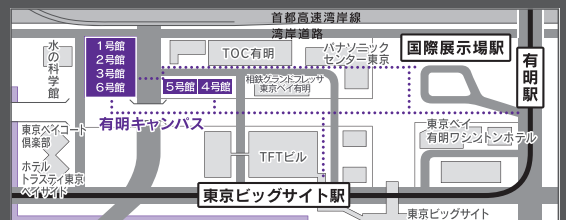
武蔵野大学 数理工学センター

住所: 〒 135-8181 東京都江東区有明 3-3-3

武蔵野大学有明キャンパス 4号館 404 室

Tel: 03-5530-7333 (代表)

Web site: [http://www.musashino-u.ac.jp/facilities/mathematical\\_engineering.html](http://www.musashino-u.ac.jp/facilities/mathematical_engineering.html)



毎年この時期が来ると、あっという間に一年が経ったと実感します。約 25 年前に研究者としてのキャリアをスタートさせたところが、まるでつい最近のこのように思えます。私は昭和 45 年生まれなので、その 25 年前は終戦の年であったのだと先日記が付き、少々驚きました。これからの 25 年、世界はどんな変貌を遂げるのでしょうか。今が重要な分岐点であると感じています。DU / ニュース欄、活動報告欄を見て頂くと分かるように今年度は数理工学センターの活動が大変活発に行われ、学生の活動・活躍が目立った年となりました。発行にあたってスケジュールがタイトとなった点に関しては反省点です。なお、私事ですが来年度は 1 年間海外で研究活動に専念させて頂きます。この貴重な機会を十分に活かしたいと考えています。SK