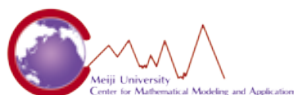


MIMS/CMMA News Letter



明治大学
先端数理科学インスティテュート (MIMS)
Meiji University, Meiji Institute
for Advanced Study of Mathematical Sciences (MIMS)



文部科学省 共同利用・共同研究拠点
「現象数理科学研究拠点」(CMMA)
MEXT Joint Usage / Research Center
"Center for Mathematical Modeling and Applications" (CMMA)

VOLUME

22

November
2025

発行者

明治大学 先端数理科学インスティテュート

〒164-8525 東京都中野区中野4-21-1 明治大学中野キャンパス 高層棟8階

Tel: 03-5343-8067 / FAX: 03-5343-8068

Web site: <http://www.mims.meiji.ac.jp/index.html>

Leader Message

総合数理学部&先端数理科学研究科: データサイエンスとAIの教育を強化

総合数理学部長／先端数理科学研究科長 荒川 薫

日本は諸外国と比べて理系学部の学位取得者が少ないと言われています。特に最近では人工知能 (AI) やデジタルトランスフォーメーション (DX) が社会に普及しだしていますが、2030年には、日本の先端IT人材が54.5万人不足するという調査結果が出されています。一方で、世界的な脱炭素化の潮流に向け、日本でもグリーン分野における人材が必要とされていますが、その人材確保も難航している状況です。このような背景から、文部科学省はデジタル・グリーンなどの成長分野をけん引する高度専門人材の育成に向けて、大学・高専機能強化支援事業を立ち上げ、2023年度より公募を開始しました。

明治大学総合数理学部は2024年度、この大学・高専機能強化支援事業の支援2 (高度情報専門人材の確保に向けた機能強化) に「明治大学数理データサイエンス人工知能エキスパート育成プログラム」を申請し、採択されました。支援2の大学 (一般枠) 採択数全26件のうち、私立大学は本学を含む5件だけでした。

このプログラムでは大学院の機能強化に伴い学部教育も強化され、2026年度より総合数理学部ではデータサイエンスとAIの教育体制が増強されます。大学院先端数理科学研究科では2030年度からこのエキスパート育成プログラムが始まりますが、

現象数理学専攻では統計科学の教育研究を明示的にするため、数理科学コースと統計科学コースが設置される予定です。そのうえで、AIやデータサイエンス分野の専門的な科目を増設し、実データ解析や企業・自治体との共同プロジェクトを

通じて、課題発見から解決までを体験的に学ぶPBL (Project Based Learning) 型教育を一層充実させます。

社会のあらゆる分野でデジタル化とAI活用が進む中、本プログラムでは理論と応用の両面から数理・情報科学を体系的に学び、データサイエンス・AIを使うだけのユーザーではなく、自ら新しい方式を生み出すことができるクリエイターの育成を行います。これにより、産業界や研究現場をけん引できる高度情報専門人材を輩出する予定です。

総合数理学部と先端数理科学研究科は、この取り組みにより、データサイエンス・AIを中核とする次世代の社会基盤を支える人材育成を行い、数理的思考を基盤とする教育研究をさらに深化させ、これからのデジタル時代をリードしていきます。



大阪・関西万博「いのちの遊び場 クラゲ館」ワークショップ開催報告

2025年 日本国際博覧会(大阪・関西万博)「いのちの遊び場 クラゲ館」において、5月と9月の2回、明治大学先端数理科学インスティテュート(MIMS)主催のワークショップを開催しました。

開催日 2025年5月8日

見て触って体験する立体錯視の世界 ～原理を知ればあなたにも作れる～

担当代表者 杉原厚吉 研究特別教授

このワークショップでは、立体錯視の原理を理解して自分でも作れるようになることを目的として、3Dプリント製の作品8点と紙製の作品4点を展示して来場者に立体錯視を体験してもらい、最後に希望者には紙製錯視立体工作キット（解説1枚、工作用展開図2枚、折り紙手順図2枚）を持ち帰ってもらいました。会場では来場者が自分のペースで作品を鑑賞することができ、適宜説明者の解説を聴きながら会場を回れるような参加形式をとりました。

作品に触れることを許可していたので、自由に手に取って詳しく見たり、説明者に質問したりする場面も多くみられました。会場には人が途切れることなく来場し、希望者に持ち帰ってもらった工作キットの数は計269部になりました。工作キットを持ち帰った希望者の多くは、家族で参加して子供のために持ち帰る、というパターンが典型的で、実際に会場を訪れた人の総数はこの数のおおよそ2～3倍でした。天候にも恵まれ、屋外の展示に支障もなく、ワークショップは順調に実施することができました。



開催日 2025年9月10日

「いきもの」とうごく「モノ」～見て、比べて、測って、楽しもう～

担当代表者 西森 拓 MIMS所長

このワークショップでは、身近な生き物の代表であるアリや、無生物である樟脳(しょうのう)船の自発的な動きを、直接観察して頂くとともに、小型カメラと無料のソフトウェアを使ってデータ化してみました。学校や、自宅でもできる「手のひらサイエンス」を楽しむ手法と視点を共有したいと考え開催しました。

準備は大変であったものの、小さい子供はアリや樟脳船の動きそのものに惹かれたようです。また、中高生以上の参加者には、アリの効率的な集団採餌を支える「シクミ」や樟脳船が自ら動き出す「カラクリ」、それらを表す「数理の言葉」や「多様性」という概念にも多少なりとも興味を持ってもらえたようで、我々にとっても充実した時間となりました。

子供だけではなく、色々な年代の大人も目を輝かせていたこと、説明の途中でも、しっかり「ツッコミ」を入れてくれた方がたくさんいたこと等、終始愉しく進行することができました。自然に拍手が起きたことや、ワークショップの各回が終わっても場を離れずに、熱心に質問をし、自分で考えたことを話してくれる参加者が多くいたことも印象的でした。



どうしても左を向きたがる矢印

どう回しても、いつでも、左を向く不思議なオブジェ。パビリオン「いのちの遊び場 クラゲ館」の地上フロア回避式通路に、杉原厚吉教授の立体錯視アート作品「どうしても左を向きたがる矢印」が常設展示されていました。

右:いのちの遊び場クラゲ館中島さち子プロデューサー (MIMS研究員)
左:杉原厚吉研究特別教授

明治大学の研究成果が大学入学共通テスト「情報I」に出題！

第10回公開シンポジウム「IT時代のユーザーインタフェース(UI)デザイン」開催報告

2025年5月29日(木) 所:明治大学中野キャンパス



← 講演動画オンデマンド配信中

2025年5月29日(木)、明治大学中野キャンパスにて、研究ブランディング事業 第10回公開シンポジウム「IT時代のユーザーインタフェース(UI)デザイン」が開催され、満席の会場で90分の濃密な議論が行われた。ファシリテータは宮下芳明教授と西森拓MIMS所長。

「IT企業でインタフェースデザインの研究をする価値とは? - 大学入学共通テスト『情報I』のUIデザイン問題を例にして -」と題する講演に立ったのは、LINEヤフー株式会社 LINEヤフー研究所で上席研究員を務める山中祥太氏。本学で宮下研究室に在籍し、2016年に博士号(工学)を取得した本学OBである。博士号取得後も宮下教授との共同研究を継続し、研究者として世界的な注目を受けている、まさに本学の研究を体現する一人である。このように明治大学、宮下研究室と取り組んできた研究成果が、2025年1月に実施された大学入学共通テスト「情報I」において、実際の問題として出題されたという「快挙」が報告された。

共通テスト「情報I」に出題された、マウス操作におけるターゲット(ボタンなど)のクリック時間に関する問題。その背景にある「フィッツの法則」や、特に「画面の隅や端は実質的に無限大のサイズを持つため、最速で操作できる」という概念こそ、山中氏が宮下教授と取り組んできた研究であった。

山中氏は、宮下研在籍時の論文「無限大のサイズをもつターゲットのポインティングに関する調査」(情報処理学会論文誌, 2016)や、その後の共同研究「画面角と画面端のターゲット配置が操作時間に与える影響」(情報処理学会研究報告, 2022)を提示。これらの一連の研究が、共通テストの問題設計の基礎となっていることを示した。

本学の研究室で生まれた知見が、全国の高校生が挑む共通テストの問題として結実したことは、この研究の質と先見性を証明するものであり、明治大学にとっても誇るべき快挙である。

さらに講演では、UIデザインにおいて数理科学がいかに重要であるかが浮き彫りにされた。UIデザインは単なる感覚的な見た目の世界ではなく、数理モデルで操作時間を予測・分析し、最適解を導き出す数理科学であると山中氏は強調したうえで、企業での実装事例(タップ成功率推定ツール“Tappy”など)を示した。こうした科学的アプローチは、LINEヤフーのようなIT企業の最前線でも不可欠であり、より快適なサービス設計に直結している。

本シンポジウムは、教育(共通テスト)から実社会(企業プロダクト)に至るまで、明治大学の研究が広範かつ強力な影響を与えていることを具体的に示した。本学が「Math Ubiquitous(数理科学する明治大学)」の理念にもとづき、今後もUI/UXを数理的に支援する拠点となることを強く印象づけるシンポジウムとなった。

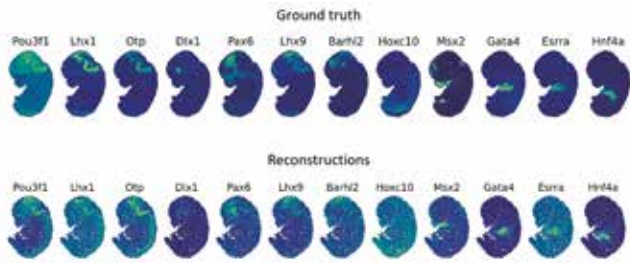


最適輸送理論による
遺伝子発現の時空間再構成

岡本 潤
明治大学 特任講師 / MIMS所員



私の専門は「変分問題」である。変分問題とは、関数や形状などがなす無限次元空間から実数空間への写像である「汎関数」の最適化を扱う分野であり、物理学や幾何学、データ解析など多くの場面で現れる基盤的な理論である。その起源は古く、古代ローマの伝説『アエネイス』に由来する「周長一定の形状の中で、面積が最大のものは何か?」というDidoの問題に端を発する。私はこれまで、結び目に対して定義されるエネルギーの最小化問題や、結晶方位を考慮した多結晶構造の数理モデルなど、幾何学的・物理的構造に対する変分問題を扱ってきたが、近年はその延長として、最適輸送理論に基づくデータ解析に取り組んでいる。最適輸送理論は、確率分布間の距離だけではなく、「どのような対応付けで分布を移すと輸送コストが最小になるか」という最適マッチングを変分問題として定式化する枠組みであり、データ間の比較や補間などの様々なデータ解析へ応用されている。生命科学の分野においても例外ではなく、細胞集団や組織構造を「分布」として捉えることで、最適輸送理論は生命科学データの比較や時間発展の推定に有効な枠組みを提供している。特に私の現在の主な関心は、遺伝子発現の時空間パターンをデータ駆動的に明らかにすることである。多細胞組織の形態形成は、時空間的な遺伝子発現パターンを示す遺伝子によって制御されている。これらの制御構造の解明を目的として、私たちは最適輸送理論に基づき、時系列のscRNA-seqデータおよび多細胞組織の画像データから遺伝子発現の時空間ダイナミクスを再構築する手法を開発した。scRNA-seqデータは、一細胞ごとの全RNA発現量を与えるデータであるが、観測は離散的な時点に限られる。私たちの手法は、複数時刻で取得されたscRNA-seqデータと、その時刻に対応する組織画像データを最適輸送の枠組みで結びつけることで、中間時刻における遺伝子発現パターンを推定し、すべての遺伝子の「時間連続的な発現アニメーション」を再構築することができる。この手法により、従来の解析では得られなかった、時空間構造そのものが機能として重要となる新規遺伝子の発見に期待できる。



マウス胚における各遺伝子の中間時刻での真の遺伝子発現パターン(上段)
隣接時刻のデータから本手法により時空間再構成した遺伝子発現パターン(下段)の比較。

動くパターンを理解したい

栄 伸一郎
城西大学特任教授 / MIMS研究員



動くパターンといった場合、皆さんは何を想像するでしょうか。アニメーションのような動画を想像するかもしれません。しかしアニメーションは最初から最後まで、あるストーリーの下で人為的に構成されたものであり、自然発生したものではありません。ところが自然界にはストーリーがあるかないかわからず、ただ行き当たりばったりに進行しているように見えるのに、最終的に大変秩序だった形態ができあがってくる例が多くあります。何人か知を超えた存在が作成したストーリーがあって、それに沿って物事が進行しているかのようです。よく例に挙げられるのは、動物の表皮模様や結晶成長などでしょうか。あまりなじみがないかもしれませんが、沈殿現象でもそうした秩序だった構造が現れることがあります。図1は、私がまだ横浜市立大学に所属していた頃、隣の化学科研究室で粘度の高い溶液(どのような組成であったかは今となっては不明)の入った試験管を洗浄し忘れて数日放置しておいたところ、溶液が完全に蒸発し、試験管の底に図のような構造物ができあがっていたのです。何らかのメカニズムに沿って物事が進行した結果なのですが、その具体的なメカニズムは今でもよくわかっていません。そのメカニズムをストーリーと呼ぶならば、それは自然の法則に沿って紡がれたストーリーであり、そのストーリーを読み解くことが、まさに自然科学ということができるでしょう。



図1: 試験管の底に現れた、らせん状の沈殿物

さて、現象があるメカニズムに沿って進行するということは、時間の経過とともに現象が変化し、最終形状に近づくということです。このことから、最終形状を理解するためには、途中の動きを調べることが重要であろうと想像されます。例えば液体の凝固現象では、雪の結晶に代表されるようにさまざまな形状を表しますが、最初の小さな雪片からどのように氷の領域が広がってきたのか、途中の時間発展の様子を解析することにより、最終的な形状を理解することができます。こうしたことを踏まえて、私の研究では自然界に現れる様々なパターンの動的メカニズムを明らかにする、ということを目指しています。

動的パターンの典型例は局在した状態で進行する波です。例えば神経繊維上を伝搬する神経インパルスや交通流における各車両などを挙げることができます。こうした局在したパターン(よくパルス状局在パターンなどといいます)の運動を調べることにより、どのように情報が伝達されていくのかを知ることができます。理論的には、神経繊維あるいは道路が均一で無限に長いと思って、まずは動的なパルス状局在パターンを、一定の形状と速度で進行していると仮定して構成します。この状況のパルス状局在パターンは進行パルスと呼ばれます。こうした理想化は理論ではよく行われます。そのあと、この理想化された状況で構成された進行パルスが有限の大きさの領域に存在するときの領域との相互作用を調べるといった順で解析を進めています。

一方、動的パターンの背後にあるストーリーの解明にも挑戦しています。生命系では非常に複雑な代謝系やシグナル系を通して動的パターンが生み出されることが多いのですが、そのストーリーを少数の関数形に帰着しようという方法を最近試んでいます。例えば自発的なパターン形成のメカニズムの一つとして知られているチューリングパターンですが、その本質は局所活性化-長距離抑制であることがわかっています。詳細を一切省いてその対応する関数形を書くと図2のようなメキシカンハット型の関数形(A)、(B)になると考えられています。何となく原点に近いところの正値性が局所活性化で原点から離れたところの負値性が長距離抑制に対応するといった感じです。イメージできましたでしょうか。(C)はそれを元に行った数値シミュレーションで、動的パターンのある瞬間を切り取ったパターンを表しています。この例では(C)のような動的パターンがメキシカンハット型の関数に従って進行していくわけですから、この関数形がまさにストーリーそのものであると考えます。この考えをもっと現実的で複雑な生命系に応用して、ストーリーの一端を関数形として抜き出そうというアイデアで研究を進めているところです。

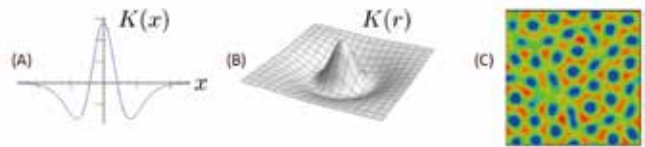


図2: メキシカンハット型の関数形と生み出されるパターン

杉原厚吉研究特別教授の錯覚アート作品が2025年二科展に入選

杉原厚吉研究特別教授（研究・知財戦略機構所属）の錯覚アート作品がこのほど、2025年第109回二科美術展覧会彫刻部に入選しました。杉原厚吉研究特別教授の作品は2022年第106回二科展から4年連続の入選となります。

■第109回 二科展彫刻部入選作品

「真っ向勝負」鏡に映すと姿が変わる変身立体錯視の応用。

「半身から蘇る」半身を表す立体2個から全身像4つが生まれて向きがそろった輪になります。

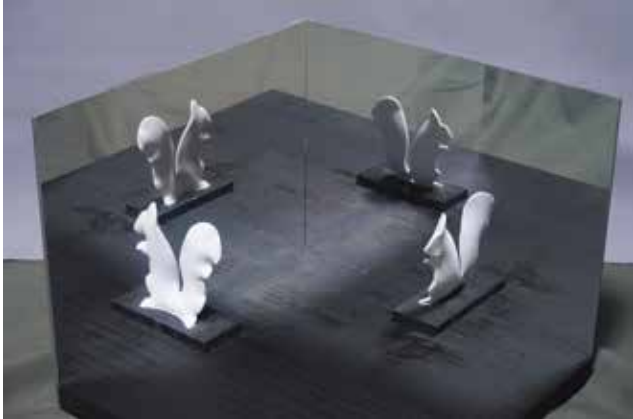
■杉原厚吉教授のWebページ

他にもいろいろな作品の写真が掲載されています。こちらをご覧ください。

<https://www.isc.meiji.ac.jp/~kokichis/Welcomej.html>



「真っ向勝負」



「半身から蘇る」

「高校生のための現象数学入門講座と研究発表会 2025」開催報告

明治大学先端数理科学インスティテュート（MIMS）では、高校生の皆様に現象数学への興味・関心を持っていただくとともに、自然や社会の理解に数理的視点を活用する面白さを知っていただくため、2011年度より、現象数学に関する高校生向けの研究発表の場を提供しています。

今年度も引き続き、活気あふれる「高校生のための現象数学入門講座と研究発表会」が開催されました。

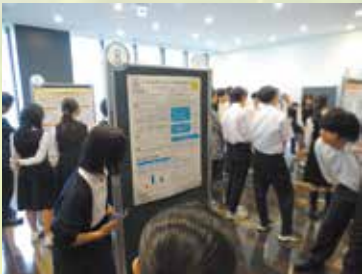
第1部：高校生による研究発表会

発表全19組を対象に審査を行い、「最優秀賞」1組、「優秀賞」5組を表彰しました。

第2部：現象数学入門講座

「偶数と奇数の判定から点を一様に分布させる先端研究へ」

講師 矢崎成俊（明治大学理工学部数学科 教授）



研究活動

【セミナーイベントリスト】敬称略

●私立大学研究ブランディング事業

研究ブランディング事業 第10回公開シンポジウム

Math Ubiquitous 対話が誘う文理融合の世界

日時: 2025年5月29日

「IT時代のユーザーインターフェース(UI)デザイン」

ー 大学入学共通テスト『情報Ⅰ』のUIデザイン問題を例にして ー

講演者:山中祥太 氏

LINEヤフー研究所 上席研究員、

Human-Computer Interactionチームリーダー

●第6回MIMS現象数理学拠点リモートセミナー

「生命のネットワークシステムを数理で解く」

日付:2025年9月11日 オンライン開催

講師:望月敦史

(京都大学医生物学研究所 生命システム研究部門 数理生物学分野 教授)

●CMMA Colloquium (現象数理学コロキウム)

第51回「Tetrahedral Liquids: From a Tale of Two Liquids to a Tale of Topology」

日付:2025年8月19日

会場:明治大学中野キャンパス

講師:Dwaipayan Chakrabarti

(バーミンガム大学, 英国 / WPI-SKCM2, 広島大学 客員准教授)

●明治非線型数理セミナー

会場:明治大学中野キャンパス

第31回 “Random walk models for heterogeneous diffusion”

日付:2025年4月1日

講演者:Yong Jung Kim (KAIST)

第32回 “Dynamics of Phase-Locked Solutions in Coupled Oscillators”

日付:2025年5月21日

講演者:Kuan-Wei Chen (National Center for Theoretical Sciences)

第33回 “Bistable wavefronts of three-species competition-diffusion systems”

日付:2025年7月16日

講演者:Chueh-Hsin Chang (National Chung Cheng University)

第34回「最適輸送理論を用いた遺伝子発現ダイナミクスの時空間再構成」

日付:2025年7月28日

講演者:岡本 潤 (明治大学)

第35回「確率的反応拡散系におけるチューリングパターン」

日付:2025年10月30日

講演者:柳澤優介 (京都大学)

第36回 "Refined behavior and structural universality of the blow-up profile for semilinear heat equations with non scale invariant nonlinearities"

日付:2025年11月6日

講演者:Philippe Souplet (Université Sorbonne Paris Nord)

● MIMS / CMMAトボロジーとその応用融合研究セミナー

オンライン開催

第10回「マグニチュードとマグニチュードホモロジー」

2025年2月27日

浅尾泰彦 (福岡大学)

第11回 「強非周期タイル集合とスツルム列」

2025年5月22日

秋山茂樹 (筑波大学)

●MIMS現象数理カフェセミナー

会場:中野キャンパス8F談話室

"Sand influx effect on barchan dynamics using crest line model"

日付:2025年6月25日

講演者:Sofia Navarro Yabe (明治大学大学院)

"Physical Interpretation of Galactic Dark-Matter-Effect: Combined Action of Gravity and Fluid-Lorentz-Force"

日付:2025年7月30日

講演者:神部勉 (明治大学)

"When it pays to teach: an optimal population structure for dedicated teaching"

日付:2025年9月3日

講演者:後藤大亮 (明治大学)

"Gelation-Induced Dynamics of an Injected Fluid: Effects of Embedded Structures"

日付:2025年10月29日

講演者 乙黒康次郎 (明治大学)

● 高校生のための現象数理学入門講座と研究発表会2025

日付:2025年10月12日

会場:明治大学中野キャンパス

現象数理学入門講座

「偶数と奇数の判定から点を一様に分布させる先端研究へ」

矢崎成俊 (明治大学理工学部 教授)

●共同利用・共同研究拠点MIMS 現象数理学拠点 共同研究会

○研究会集型

◆Data-driven mathematical Sciences:経済物理学とその周辺 2025

日付:2025年9月26日 オンラインと対面でのハイブリッド形式

会場:明治大学中野キャンパス

組織委員:守真太朗 (弘前大学)

田中美栄子 (金沢学院大学)、石川 温 (金沢学院大学)、有賀裕二 (京都先端科学大学)

石崎龍二 (福岡県立大学)、増川純一 (成城大学)、藤本祥二 (金沢学院大学)

家富 洋 (立正大学)、水野貴之 (国立情報学研究所)、西森 拓 (明治大学)