

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

16

September
2022

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

トポロジーの拡がりとは現象数理科学

トポロジーの工学・生命科学への応用に関する融合研究プロジェクトリーダー 総合数理学部教授 河野俊文

MIMSでは2021年度から「トポロジーの工学・生命科学への応用に関する融合研究プロジェクト」を実施している。その一環として、「トポロジーとその応用融合研究セミナー」を開催している。この融合研究プロジェクトでは、結び目理論のDNAへの応用、位相的データ解析の物質科学への応用などの研究を進めている。また、ICMMA2022「トポロジーとその工学、生命科学への応用」の開催を準備している。「科学」(岩波書店8月号)に「トポロジー×科学：数学・生物・データ解析・物理」という特集が組まれ、私の「トポロジーの起源とその展開」という記事とともに、上で紹介したセミナーの講演者である下川航也氏の「DNAトポロジー」、平岡裕章氏の「トポロジカルデータ解析」が掲載されているのでご参照いただきたい。

古代バビロニア、エジプトに遡る幾何学(geometry)に比べるとトポロジー(topology)は比較的新しい分野である。トポロジーの起りは1730年代のオイラーの研究であるといわれている。オイラーは有名な「七橋の問題」をグラフの一筆書きの問題として解決する過程において、これが「位置の幾何学」(geometria situs)の問題であるという認識を示している。この用語はライブニッツによるが、現代のトポロジーに繋がる考え方をオイラーが示したといえる。ガウスは電磁気学の研究において、絡み数を積分表示し、これが位置の幾何学に関わることに言及している。トポロジーとい

う用語はガウスの弟子による著書Listing“Vorstudien zur Topologie”(1847)で初めて提唱された。ここでは、空間対称性や運動の研究もトポロジーに属するとし、形態学や結晶学へのトポロジーの応用が述べられている。このように、トポロジーはその初期の段階から現象の記述と深く結びついていたのである。これはポアンカレの1881年の論文に現れる、定性的な幾何学(géométrie qualitative)の概念によって鮮明になっていく。トポロジーの考え方は、図形に計量を入れて長さや角度を考える幾何学とは、相入れないように思えるが、20世紀後半から、サーストンらにより、与えられた図形に対して、ふさわしい計量を持ったモデルを考える理論が発展し、大きなパラダイムシフトが生じる。トポロジーと幾何学は現象数理科学への一つのアプローチであり、このような切り口からの研究を進めていきたいと考えている。



第7回公開シンポジウム開催報告

「あやなすことわり」

時:2022年7月28日(木) 所:オンライン開催

研究ブランディング事業推進リーダー MIMS副所長 山口智彦

文理融合という語の中で「文」は柔らかなことわり、
「理」は直線的なことを象しています。研究ブランディング事業「数理科学する明治大学」の活動をお伝えする第7回公開シンポジウムは「あやなすことわり」と題して7月28日(木)に開催し、文と理を大きく包むMIMSの世界観“Math Ubiquitous”を全国に向けてZoom Webinarで配信しました。

第一部:ジャズな鼎談「ゆらぐ世界に生きる」(30分)は、大六野耕作・明治大学学長、中島さち子・(株)steAm代表、西森拓・MIMS副所長による鼎談の録画配信で、鼎談は7月11日(火)に明治大学リパティタワーの貴賓室で行われました。

中島氏はジャズピアニスト、数学研究者、大阪・関西万博テーマ事業プロデューサー、STEAM教育者などの多才な活動で著名であり、大六野学長はラグビー部の前部長で現在は本学トップとして教育改革や国際連携などを牽引しています。西森副所長は進行役も務め、1時間の座談の中で、芸術、スポーツ、集団行動、あそび、ゆらぎ、自己組織化、大阪・関西万博2025など多くの話題を取り上げ、数理科学のすそ野の広がるその先を垣間見せてくれました。

うら話を少々。学長と中島氏は旧知ながら初対面ということで、お会いするなり堰を切ったように会話が始まり、準備中のスタッフを大いに慌てさせました。「異質性・違和感」など含蓄の深い対話を配信できなかったのも残念でした。

第二部:「Math Ubiquitous」(90分)では研究成果をライブで配信しました。荒川薫 総合数理学部長(同教授)は「美顔を数理科学する」と題して、顔画像を美観化する数理科学的方法とその現実的な活用方法について詳解しました。萩原一郎 研究・知財戦略機構研究特別教授は、「日本文化が育んだ折紙・扇面の数理」と題する講演を行い、日本でだけ折畳み扇となり世界を驚嘆させた扇面には、二次元からの三次元化に伴う美しい数理が存在すると解説しました。杉原厚吉 研究・知財戦略機構研究特別教授は「人が錯視を起こすのは、生きるため」と題し、錯視は目で見えた情報を脳が正しい加減に処理するために起こると思われがちだが、決してそうではなく、人が生きるために脳がほぼ最善の選択をしている結果として起こるのだと論じました。

一見、数学とは関係のなさそうなモノやコトが、実は数学の言葉によってさらに輝きを増し、素敵な応用技術にもつながる— 斯界の第一人者が専門的な知見も織り交ぜながら分かりやすく解説し、質疑応答にも応えた第二部でした。



2022年度現在 オンデマンド配信
<https://www.meiji.ac.jp/research/mathubiquitous/symposium2022-07.html>

国際会議報告

Gordon Research Conference – Oscillations and Dynamic Instabilities in Chemical Systems

July 17 - 22, 2022. Stonehill College (USA)

総合数理学部教授 末松 J. 信彦

GRCは対面参加のみの完全非公開型国際会議で、様々なテーマのミーティングが開かれています。表題のミーティングは自己組織化現象と関連が深く、MIMSのテーマと親和性の高い会議です。今回、コロナ禍という困難な状況の中、4年ぶりに開催されました。20件の招待講演と8件のショートトーク、およびポスター発表が行われ、約8割が実験、2割が理論の研究で、両方を含むものも多くありました。テーマはリズムやパターン形成が半分を占める一方、生き物を扱った研究や自律運動の研究がそれぞれ6件ほどあり、半分の占めたことは今回の特徴でした。これは議長を務めた中田聡（広島大学）教授が、これらのテーマの横断的な研究が重要であることを示された結果と解釈できます。MIMSからは西森副所長と末松が招待講演を、山口副所長と朝倉客員教授がDiscussion Leaderを、久世研究員がポスター発表を行い、会議に貢献しました。理論と実験の両方を理解し、生物と無生物の垣根を越えて議論が展開される、魅力的な国際会議でした。



Interfacial Phenomena in Reaction-Diffusion Systems

July 31 to August 05, 2022, Banff International Research Station

先端数理科学インスティテュート所長 俣野 博

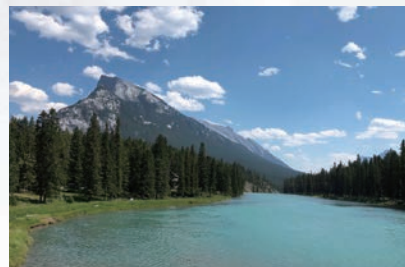
本年7月31日から8月5日までカナダ・アルベルタ州のバンフで開かれた国際研究会“Interfacial Phenomena in Reaction-Diffusion Systems”（「反応拡散系に現れる界面現象」）に代表世話人として参加しました。世話人は私の他に、二宮広和総合数理学部教授と、米国人1名、イタリア人1名が務めました。

この研究会は、バンフ国際研究ステーションが毎年数多く主催する公募型研究会の一環として開催されたものです。会場はバンフセンターと呼ばれる滞在型研修施設のキャンパス内にあり、眼下にバンフの町を見下ろし、周囲をバンフ国立公園の山々に囲まれた素晴らしい環境です。

今回の研究会は、当初は対面で開く予定でしたが、コロナ禍が収まらないため、対面とZoomのハイブリッド形式に変更され、対面で12名、オンラインで30名が参加しました。オンライン参加者が世界各地に散らばっていて時間帯が大きく異なるため、プログラムの作成に苦労しました。しかし蓋を開けてみると、思いのほかスムーズに会議を進めることができました。

バンフの会議場はハイブリッド用の先進的なシステムを導入しており、数台のカメラとマイク、スピーカーが設置されていて、一部のカメラは動き回る講演者の姿を自動で追うように設定されていました。今後コロナが収まった後もハイブリッド形式の研究会が数多く開かれる可能性が高いことを考えると、明治大学にも先進的なハイブリッド会議システムが早く導入されることを願う次第です。

バンフでの会議が終わり、カルガリー空港で帰国前のPCR検査を受けました。幸い、結果は陰性でしたので、無事に日本行きの飛行機に乗ることができました。



概日リズムの研究
「からだのリズムを知って活用する」

中村孝博
明治大学農学部教授／MIMS研究員



私たちは、自転し太陽の周りを公転する地球の上に住んでいます。月を代表とする他の惑星も自転・公転を繰り返しています。そのため、私たちは様々な惑星運動に伴う周期的な変動の影響を受けながらこの地球上に生活しています。地球が誕生してから約46億年、生物が誕生してから約38億年と言われていますが、その間、生物はそれらの周期性（リズム）にうまく適応できるように進化してきました。現在、地球上に住むほとんどすべての生物の機能や行動には、何らかのリズムが認められます。言い換えると、リズムを持たない生物は地球環境に適応できず淘汰されたと考えられます。

そのリズムの中でも、私たちの体に最も強い影響を与えているのは、地球の自転の周期、すなわち1日のリズムです。「一日一回、寝て起きる」を繰り返していることは、そのリズムを感じる事ができる行動・生理機能の一つですが、その他にも私たちの体は、生理機能や行動を1日の周期で変動させ、決まった時刻にベストパフォーマンスを発揮できるように規定されています。例えば、心臓を中心とした循環系の機能では、朝起きる前から血圧を上昇させ、起床直後から活動できるようにします。血圧リズムは夕方ピークを迎え、就寝前から下がってきます。この1日のリズムは概日（サーカディアン）リズムと呼ばれ、私たちの体内にはこのリズムを駆動する体内時計が存在し、様々な生理機能や行動に約24時間のリズムをもたらしています。

概日リズムの研究は、これまでに盛んに行われてきており、2017年に米国の3人の研究者が「概日リズムの分子機構の解明」という理由でノーベル生理学・医学賞を受賞しました。現在では、ヒトにおいても、細胞内に時計遺伝子と呼ばれる遺伝子群の転写・翻訳フィードバックループが存在し細胞内で24時間が作られることが分かってきました。しかしながら、その細胞内で生成された24時間は、どのように生理機能や行動に影響しているのかなど、まだまだ分かっていないことが多く研究が進められています。私の研究室においても、「からだのリズムを知って活用する」をスローガンに哺乳類の概日リズムの研究を進めています。



図1 ヒトの生理機能の日内リズム

一周24時間の時計にヒトの生理機能のピーク時刻を記している。多くの生理機能に日内リズムが認められる。例えば、成長ホルモンは午前2時にピークを持つ日内リズムが認められる。

折紙の可能性と工学応用

石田祥子
明治大学理工学部准教授／MIMS所員



折紙は単なる遊びや趣味ではなく、折紙の形状やその特徴を正しく理解することによって、人の役に立つ技術さらには人を幸せにする技術につながっていく可能性を秘めています。折紙の技術は主に宇宙工学の分野で、ソーラーセイルやアンテナ等、形を変化させる構造の設計に活用されてきました。しかし、宇宙の分野だけに使うのはもったいない。形の変化は、私達にもっと身近な製品にも応用できるはず。折りたたみ椅子や折りたたみ家具はもちろん、自動車のエアバッグや救命器具、災害時のテント等、必要な時に瞬時に大きくなることが求められる製品にも使えますし、ハニカムコア(図1)のように硬さを活かした製品もあります。さらに、折紙の形の変化をばねの伸び縮みと捉え、その特徴的なばね特性を利用して防振機構(図2)へ応用する研究も行っています。この研究は、折紙に形の変化以外の価値を創造する研究として注目されています。折紙を折紙として捉えているだけでは、折紙の良さを活かすことはできません。昔からある折紙であっても、異なる視点で見ると構造設計のアイデアが生まれてきます。

折紙は紙でつくるものと思われがちですが、折紙の良さを活かした製品は紙でつくることにこだわる必要はありません。上述のハニカムコアや防振機構も紙で作っていても耐久性に問題があり、適用範囲が限られてしまいます。ここで大切なのは、紙を使う事ではなく、折紙を数理的に解釈することによって新たな構造を設計したり、折紙に新機能を付加できるということです。紙の代わりにプラスチックやゴム、金属を使えば、さらに硬い構造になり、重荷重を支える部品として私達の生活を支えることができます。

既存の考え方や方針に従っているだけでは、課題が生じた際や大きな変革が求められる際に対応できないのが世の常です。人々のつながりにおいても、異なるバックグラウンドを持つ人々を受け入れ、多様性を確保することが新たな道を切り開くためには必須であるように、折紙という少し変わった切り口から生まれるおもしろいアイデアで既存の技術に対するプレイクスルーを実現したいと考えています。

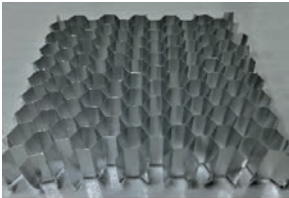


図1 アルミ製ハニカムコア[1]

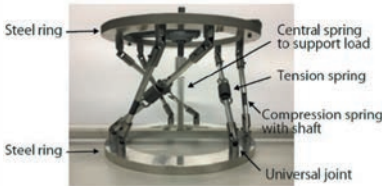


図2 折紙のばね特性を利用した防振機構[2]

[1] 石田祥子, 折紙によるハニカムコア設計と機械的特性, 日本試験機工業会技術情報誌 TEST, Vol. 63 (2022), pp. 3-6.
[2] Ishida, S., Suzuki, K. and Shimosaka, H., Design and Experimental Analysis of Origami-inspired Vibration Isolator with Quasi-zero-stiffness Characteristic, ASME Journal of Vibration and Acoustics, Vol. 139, No. 5 (2017), p. 051004.

錯視と安全

研究・知財戦略機構研究特別教授 杉原厚吉

私たちが考え、判断し、行動のための決断をしているところは脳と呼ばれる。だから、脳は自分のもの、脳と自分は一体不可分のものと思いがちではないだろうか。しかし、錯視を研究していると、脳の少なくとも一部は自分とは別のところにあることを思い知らされる。

例えば図1に示したのは、鏡に映すと姿が違って見える私の錯視作品「家族四人」であるが、左側の立体を鏡に映した右側の姿は、鏡像として期待されるものからかけ離れている。これを作る時には、左側の姿をシルエットに持つ立体の方程式と、右側の姿をシルエットに持つ立体の方程式を連立させて解き、その解を3Dプリンターにかけるのであるが、出来上がる前にはどんな形になるのか私には全く想像できない。出来上がった立体を手にとって“変な形”であることを理性で確認したあとでも、図1の姿勢に置いて見ると、立体の本当の形は知覚できず、また親子の姿が見えてしまう。手品の種とは違って、本当のことを知っても錯視は消えない。網膜像から立体を知覚する脳の活動は、私の理性の及ばないところで勝手に行われていると言わざるを得ない。

1枚の網膜像には奥行き情報は無い。それと同じに見える立体を数学で探すと無限の可能性がある。普段の生活では、物を見たときその形を正しく理解できると感じるが、それは無限の可能性の中の一つを脳が想像し、それがたまたま当たっていたということに過ぎない。つまり脳は決め打ちで一つの立体を思い浮かべてしまう。たいていの場合にそれがあっていることのほうが奇跡なのだ。無限の可能性を調べていては判断が遅れてしまうから、危険を避けなければならない場面では致命傷となる。すべての可能性を調べることはあきらめて、決め打ちで素早く行動に移るという戦略を選択した脳が進化の過程で生き残ってきたのであろう。

しかし決め打ちは常に正しいわけではない。間違えることもある。そのとき錯視が起きる。例えば脳は、車の運転席から見える前方のカーブの曲率を決め打ちで判断したり、走行中の坂道の傾斜を決め打ちで判断したりしてしまう。本当の曲率や本当の傾斜を知識として知っていても、知覚はそれを無視して決め打ちし、その結果を運転行動につなげてしまう。この傾向は運転に慣れている人ほど強いであろう。だから、前方不注意という言葉で事故当事者に責任を押し付けるだけでなく、錯視を起こす脳の仕組みを明らかにし、決め打ちが正しい知覚に近づくように道路の構造とその周りの環境を整備することが、交通安全のための新しい対策となるはずである。そこへの貢献をMIMSは目指している。



図1.鏡に映すと姿が変わる変身立体「家族四人」

【受賞】2021年度

◆地引佳乃1,土井栄祐2, 二宮洸太3,4, 佐々木貴規1, 藤原豊史
日本人類遺伝学会第66回大会/第28回日本遺伝子診療学会大会 ポスター賞

◆小野隼、友枝明保

蝶の新種「十四色蝶」、第13回錯視・錯聴コンテスト 入賞 (日本基礎心理学会第40回大会)、2021年12月5日

◆石田祥子

第18回(令和3年度)日本学術振興会賞、折紙に基づく展開構造の設計と力学的機能に関する研究、日本学術振興会

◆萩原一郎

日本計算力学連合(JACM)名誉員に推挙、2021年7月29日

◆Kokichi Sugihara

“Rising object illusion”, Best Showtime Presentation, 43rd European Conference on Visual Perception, August 27, 2021.

◆Kokichi Sugihara

“Modeling of Ambiguous Tiling for Mold Casting”, 芸術科学会論文誌論文賞、第19巻、第4号、pp. 59-66

◆Kokichi Sugihara

“Rising Object Illusion”, Best Ten Finalist of the Best Illusion of the Year Contest 2021.

◆Kokichi Sugihara

“True Views from Depth-Exaggerated Images”, IDW'21 Best Paper Award, International Display Workshop 2021, Paper No.: AIS3/VHF1-3, 2021年12月24日

◆杉原厚吉

超不可能立体「同心3円と交差3円」、日本図学会第13回デジタルモデリングコンテスト審査員特別賞

◆鍛冶慶亘、宮下芳明

ベストプレゼンテーション賞、「TasteSynth:電気味覚のための刺激波形デザインシステム」、エンタテインメントコンピューティングシンポジウム2021論文集、Vol. 2021, pp. 266-275, 2021. 2021年8月30日

◆宮下芳明

ブロンズ賞、「味わうテレビ TTTV」,ACC TOKYO CREATIVITY AWARDS, 2021年10月27日

◆宮下芳明

Innovative Technologies 2021 Special Prize - Taste -、「味覚ディスプレイ」、デジタルコンテンツEXPO2021、一般財団法人デジタルコンテンツ協会、2021年11月17日-19日

◆宮下芳明

第5回羽倉賞 奨励賞、「味わうテレビ TTTV」最先端表現技術利用推進協会、2021年11月18日

◆宮下芳明、青木秀憲

WISS2021対話発表賞、「Ha & Fu : スマートフォンに息を吹きかけるポイントティングインタフェース」、第29回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ(WISS2021)論文集、2021年12月10日

◆宮下芳明

最優秀発表賞(一般)、「液体噴霧混合式の味ディスプレイの試作」、第29回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ(WISS2021)論文集、2021年12月10日

◆阪部響季、中田洋平

FIT奨励賞、「バスケットボールにおける最適なドリブルルートの算出法」、第20回 情報科学技術フォーラム(FIT2021)、2021年8月27日受賞

◆向殿政男

瑞宝中綬章 2021年 春の叙勲、2021年4月29日

◆向殿政男

論文賞受賞、バイオメディカル・ファジィ・システム学会、2021年6月

【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7回公開シンポジウム

Math Ubiquitous 対話が誘う文理融合の世界

「あやなすことわり」

オンライン開催 Zoom: Webinar機能利用

日時:2022年7月28日

開会挨拶 明治大学MIMS所長 俣野博

第一部 ジャズな鼎談「ゆらぐ世界に生きる」

明治大学学長 大六野耕作

(株)steAm代表取締役 中島さち子

MIMS副所長 西森拓

第二部 Math Ubiquitous

講演1 「美顔を数理科学する」

荒川薫(総合数理学部長、同教授)

講演2 「日本文化が育んだ折紙・扇面の数理」

萩原一郎(研究・知財戦略機構 研究特別教授)

講演3 「人が錯視を起こすのは、生きるため」

杉原厚吉(研究・知財戦略機構 研究特別教授)

閉会挨拶 明治大学総合数理学部長 荒川薫

●CMMA Colloquium (現象数理学コロキウム)

オンライン Webコロキウム(Zoom: Webinar機能利用)

第46回「時間学 ～自然と人間の時間を理解する～」

日時:2022年5月27日

講師:藤澤健太(山口大学)

●明治非線型数理セミナー

オンライン開催

第11回 "Sharp discontinuous traveling waves in a hyperbolic Keller-Segel equation."

日時:2022年7月14日

講演者:Quentin GRIETTE(ボルドー大学)

第10回「熱方程式における動的特異性について」

日時:2022年7月4日

講演者:柳田英二(明治大学・東京大学)

第9回「曲率により駆動される伝播パターン」

日時:2022年4月18日

講演者:西出亮介(東京大学)

第8回 日時:2022年3月25日

「微分方程式の無限遠ダイナミクスとその応用」

講演者:市田 優(明治大学大学院)

「複素Ginzburg-Landau方程式における時空間カオスの制御」

講演者:伊藤 隼(明治大学大学院)

「基本解近似解法と移動境界問題に対するその応用」

講演者:下地優作(明治大学大学院)

「非局所反応拡散方程式の不連続定常解」

講演者:藤原 瑠(明治大学大学院)

●MIMS/CMMA トポロジーとその応用融合研究セミナー

オンライン開催

第6回 "Stable volumes for persistent

homology"

日付:2022年6月2日

講演者:大林一平(岡山大学)

●MIMS現象数理カフェセミナー

オンライン開催、またはラウンジとZoomのハイブリッド形式

"Various systems of cooperative transport in ants"

日付:2022年7月20日

講演者:久本峻平(明治大学)

"Seasonal changes in diving and flying activities of rhinoceros auklets throughout the non-breeding period"

日付:2022年7月6日

講演者:鳥袋羽衣(明治大学)

"Spatio-temporal pattern formation on spherical microbeads in the Belousov-Zhabotinsky reaction"

日付:2022年6月22日

講演者:久世雅和(明治大学)

講演者:久世雅和(明治大学)

"Reservoir computing and its universality"

日付:2022年6月8日

講演者:中野直人(明治大学)

"Lotka-Volterra competition-diffusion system"

日付:2022年5月25日

講演者:XIAO Dongyuan (明治大学)