

# MIMS / CMMMA 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」(CMMMA)  
MEXT Joint Usage / Research Center  
“Center for Mathematical Modeling and Applications” (CMMMA)

VOLUME

15

March  
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

### 研究ブランディング事業「数理科学する明治大学」

明治大学先端数理科学インスティテュート副所長／研究ブランディング事業推進リーダー 山口智彦

2021年度のMIMSは三村昌泰・初代所長の急逝という激震で始まりました。胸つぶれる思いで発刊したNews Letter 追悼号(June, 2021)では三村先生の業績や思い出の数々を皆様にお届けしましたが、この紙面では三村先生が退職の際にMIMSに託された事業の一つ：“平成28年度文部科学省選定私立大学研究ブランディング事業「Math Everywhere：数理科学する明治大学-モデリングによる現象の解明-”をご紹介します。Math Everywhereは、「モデリングによる現象の解明」を目指す現象数学“の英語表記としてMIMSでしばしば用いられるもので、この長い事業名には三村先生の思いが凝縮されています。初年度採択40校の中で、数理科学をブランドに掲げているのは明治大学のみでした。

同事業はMIMSが推進母体となり、国際的にも発信力のある研究者のもとに明治大学全体から優れた研究者を結集して、社会的ニーズが高く「自己組織化」に関りのある5つの文理融合テーマに取り組みました。

- ① 生物、社会システムの形成と破綻現象 (チームリーダー：山口智彦)
- ② 錯覚現象の解明と利用 (チームリーダー：杉原厚吉)
- ③ 金融危機の解明 (子チームリーダー：田野倉葉子)
- ④ 産業イノベーションをもたらす折り紙工法 (チームリーダー：萩原一郎)
- ⑤ 機械学習に基づく感性モデルによる快適介護空間の構築 (チームリーダー：荒川薫)

これらの研究活動は多様な媒体を介して国内外へ発信され、その成果は本学総合数理学部の2019年受験者数2割増などにも結実しました。国際的には、台湾・故宮博物院の要請を受けて開催した立体錯視展示が450万人超の来場者を数え、ICIAM2019(スぺ

イン・バレンシア)ではプロモーションビデオが多数の視聴者数を獲得しました。

一方では、社会への浸透を図るため、「対話が誘う文理融合の世界」を副題とする公開シンポジウムを計5回開催しました。最終回のアンケートでは「数理科学は明治大学のブランドだと思う」という回答が7割に過半数を超えました。外部有識者による外部評価委員会では、ユニークな研究成果と広報課による強力な広報支援の協働が絶賛されました。課題としては、後継者の育成や学内諸事業・部局への展開などを指摘頂き、同事業は2020年度をもって終了しました。

現在、ブランディング広報は広報課が戦略的な学内展開を進めており、MIMSは「明治大学研究ブランディング事業：Math Ubiquitous」を立ち上げて「数理科学する明治大学」を継承しました。勢いのある若いチームリーダーを迎え、さらに横断テーマ「芸術と数理」部門(部門長：俣野博)を設定して、2025年大阪・関西万博へ向けた「数理科学する明治大学」の新しいステージが始まりました。

- ① ライフサイエンス (チームリーダー：西森拓)
- ② 錯覚・錯視 (チームリーダー：宮下芳名)
- ③ 集団スポーツ (チームリーダー：非公開)
- ④ 設計・折り紙 (チームリーダー：石田祥子)
- ⑤ 感性と知能 (チームリーダー：荒川薫)



## 国際会議報告

### International Conference on Mathematical Modeling and Applications (ICMMA) 2020 "Design of Comfortable Life using Mathematical Sciences"

「数理科学による快適生活のデザイン」を開催して

日時: 2021年3月22日~24日

Zoomによるオンライン開催

明治大学総合数理学部教授/総合数理学部長/MIMS所員 荒川 薫

MIMS/CMMAは、現象数理学の分野から主要なテーマをひとつ選んで国際会議を開催しています。2020年度は「数理科学による快適生活のデザイン」をテーマに掲げました。これは、MIMSの研究ブランディングプロジェクト「機械学習に基づく感性モデルによる快適介護空間の構築」のテーマに由来しています。一般に数理科学は定量的・客観的な問題の解決を目指しますが、この研究ブランディングプロジェクトは、人間の感覚や快適性といった定性的・主観的な問題を数理科学で解決しようというものです。これは非常にチャレンジングな分野ですが、その成果は私たちの生活にとって非常に重要で有益なものとなります。

本国際会議では、海外から6名、国内から8名の講師による14件の招待講演がなされました。講演のテーマは、人間の感覚を再現するVR/AR技術、脳解析による人に優しいシステムの実現、QOL向上のためのデザイン手法、および様々な分野におけるヒューマンファクターの数理モデル化・解析などです。例えば、Politecnico di MilanoのMonica Bordegoni氏は匂いが伴うVR/AR技術、明治大学の宮下芳明氏は味覚のVRについて話をされ、明治大学の小野弓絵氏、嶋田総太郎氏からはブレインマシンインタフェースや認識について、Tsinghua UniversityのPei-Luen Patrick Rau氏からは、スマートフォンによるQOL向上についての話がありました。芝浦工大の大倉典子氏からは、「かわいい」感性工学、University of BergamoのCaterina Rizzi氏からは、デジタル人間モデルの提唱、慶應義塾大学の福田取一氏からは直観に基づく判定への数理的アプローチの話がありました。

ポスターセッションでは、15件の発表があり、5件が優秀ポスターとして表彰されました。

COVID-19の関係でオンライン開催となりましたが、多くの聴衆を集めることができ、様々な研究者の間で実りある交流が行われました。本学会は、数理科学にヒューマンファクターを導入するという新たな研究領域の確立に貢献したと考えています。最後に、貴重なご講演をいただき、学際的な議論を展開された招待講演者の皆様、また本国際会議の運営にご協力いただいた全ての皆様に、心より感謝申し上げます。

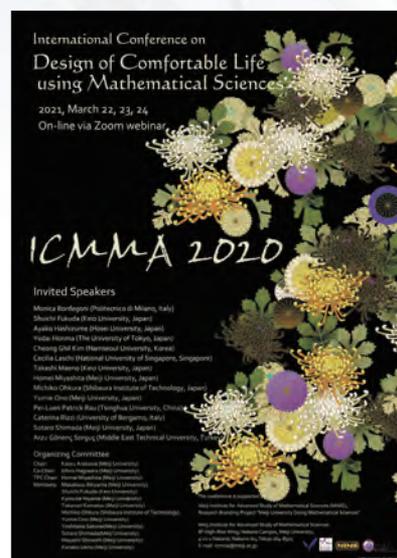
#### Invited Speakers

Monica Bordegoni (Politecnico di Milano, Italy)  
Shuichi Fukuda (慶應義塾大学)  
Ayako Hashizume (法政大学)  
Yudai Honma (東京大学)  
Cheong Ghil Kim (Namseoul University, Korea)  
Cecilia Laschi (National University of Singapore, Singapore)  
Takashi Maeno (慶應義塾大学)  
Homei Miyashita (明治大学)  
Michiko Ohkura (芝浦工業大学)  
Yumie Ono (明治大学)  
Pei-Luen Patrick Rau (Tsinghua University, China)  
Caterina Rizzi (University of Bergamo, Italy)  
Sotaro Shimada (明治大学)  
Arzu Gonenç Sorguç (Middle East Technical University, Turkey)

#### Organizing Committee

Chair: Kaoru Arakawa  
Co-Chair: Ichiro Hagiwara  
TPC Chair: Homei Miyashita  
Members:

Masakazu Akiyama, Shuichi Fukuda (慶應義塾大学), Kyosuke Hiyama, Takanori Komatsu, Michiko Ohkura (芝浦工業大学), Yumie Ono, Yoshitaka Sakurai, Sotaro Shimada, Masashi Shiraiishi, Kanako Ueno



# International Conference on "Emergence of Cooperation and Organization in Groups of Animals and Non-living Objects"

「生物及び無生物の集団における協調と組織化の創発」(ICMMA 2021)を開催して

日時:2022年1月11日~13日

Zoomによるオンライン開催

明治大学研究・知財戦略機構特任教授/MIMS副所長 西森 拓

MIMS/CMMA では、毎年、現象数理学に関連する重要テーマの一つを選んで、国際会議ICMMAを開催してきました。本年度のICMMA2021: Emergence of Cooperation and Organization in Groups of Animals and Non-living Objects (生物および無生物の集団における協調と組織化の創発) では、さまざまな動物の群れの協調行動の発現機構の解明にスポットを当て、実験や観測および行動データに基づく解析や数理モデリング、および、物理化学的作用で生き物のように自己駆動する要素集団の動態研究の研究を推進している国内外の先導的研究者を招待講演者として迎えました。

COVID-19の影響により、2020年度に引き続きオンライン形式となりました。オンライン国際会議においては時差の問題が避けられないことを鑑み、海外の招待講演者をヨーロッパの機関に所属する方に絞り、また、口頭講演を日本時間の夕方の時間帯、ヨーロッパの午前中としました。その結果、講演はすべてリアルタイムで行われ活発で内容の濃い質疑応答が行われました。会議初日には、Iain Couzin氏(Max-Planck Institute for Animal Behavior, Germany)が個体トラッキングやVR(バーチャルリアリティ)の最新技術を用いた行動実験や実データの解析に基づく動物の集団意思決定モデルを紹介し注目を集めました。2日目には、Yuko Ulrich氏(Max-Planck Institute for Chemical Ecology, Germany)がアリの集団行動に関して従来広く知られている数理モデル=反応閾値モデルでは不十分であることを綿密な実験で示し、また、Laurent Keller氏(Univ. of Lausanne, Switzerland)は、個々のアリのタスク分担の時間変化と作業空間の変化の相互関係についてQRコードを用いた長期実験やデータ解析から広く解説しました。最終日には、David Sumpter氏(Univ. of Uppsala, Sweden)が、動物の群れ行動のデータ解析や数理モデルによる近年の研究動向を解説した後、これらの成果の延長としての欧州サッカーの試合運びの解析例を示し聴衆の関心を集めました。国内の招待講演者の講演も非常にすばらしく、質疑応答時間や休憩時間が足りなくなるほど議論は自熱しました。また、若手を中心としたポスター講演では、初日のshort talkの後、ポスターを展示して頂きました。質疑応答はchat形式で行い、会議参加者全員が会議期間を通して随時視聴・書き込み可能としました。いずれのポスターもレベルが高く甲乙つけ難く、ベストポスター賞として2件を選ぶこととなりました。

本来は対面で行われるべきICMMAが2年連続でオンライン開催となったことは大変残念ではありますが、距離を超えてリアルタイムでの議論が盛り上がったこと、ヨーロッパやインドなど海外からの視聴があったことも特筆に値します。今後さらなるインターネットの進化が見込まれ、これらを積極的に利用した大小様々なオンライン会議の形を模索することも現象数理学拠点としてのMIMSの課題だと思われます。

最後に、招待講演者、ポスター講演者、座長の方々、本会議の運営にご協力いただいたすべての皆様に、組織委員一同より心から御礼申し上げます。

## Invited Speakers

Iain Couzin (Max Planck Institute of Animal Behavior, Germany)

Shigeto Dobata (東京大学)

Shizuko Hiryu (同志社大学)

Laurent Keller (University of Lausanne, Switzerland)

Akiko Koto (産業技術総合研究所)

Nobuaki Mizumoto (沖縄科学技術大学院大学)

Satoshi Nakata (広島大学)

Chikatoshi Sugimoto (慶應義塾大学)

David Sumpter (Uppsala University, Sweden)

Yuko Ulrich (Max Planck Institute for Chemical Ecology, Germany)



## Organizing Committee

Chair: Hiraku Nishimori

TPC Chair: Masashi Shiraishi

Members: Kentaro Ito (法政大学), Akiko Koto (産業技術総合研究所), Hiroshi Matano, Hirokazu Ninomiya, Nobuhiko J. Suematsu, Tomohiko Yamaguchi, Takashi Yamamoto



# 私立大学研究ブランディング事業

明治大学研究・知財戦略機構特任教授/MIMS副所長  
ブランディング事業リーダー：山口智彦



Math Everywhere：数理科学する明治大学－モデリングによる現象の解明－

## 第5回(最終)公開シンポジウム「身の回りの?を数理の言葉で解き明かす」

時：2021年3月17日 所：オンライン開催

文部科学省平成28年度私立大学研究ブランディング事業に採択された「Math Everywhere：数理科学する明治大学-モデリングによる現象の解明-」の最終公開シンポジウムは新型コロナ蔓延のためオンライン開催となり、図らずも、全国の中高校生以上を対象とした初の公開シンポジウムとなりました。大六野耕作学長の開会挨拶（ライブ）に続いて5チームが成果報告を行いました：**自己組織化チーム**「生きものを時間と数理で考える」山口智彦/末松信彦；**錯視チーム**「錯覚の解明から生成へ - 視覚と味覚の数理 -」杉原厚吉/宮下芳明；**金融チーム**「データに基づいた数理モデルで捉えた日常生活の危機」田野倉葉子/浅井義裕；**折紙工学チーム**「畳む文化が育む折紙工学 -数理から産業イノベーションを！-」萩原一郎/奈良知恵；**機械学習チーム**「感性を考慮した機械学習による快適生活の実現」荒川薫/櫻井義尚。**特別講演**には、新型コロナ感染症の数理で著名な西浦博・京大教授と、昆虫（ハネカクシ）が翅を複雑に折り畳む仕組みを解明した斉藤一哉・九大講師のお二人をお招きし、**パネル討論**「対話が誘う文理融合の世界」（モデレーター：西森拓・侯野博）では参加者からの大変興味深い質問が取り上げられました。最後に荒川薫・総合数理学部学部長による明治大学の紹介があり、侯野博・MIMS所長の閉会挨拶で閉幕しました。（オンデマンド配信 <http://www.mims.meiji.ac.jp/publications/20210317.html>）



Math Ubiquitous：対話が誘う文理融合の世界

## 第6回 公開シンポジウム開催報告

「コンピュータグラフィックスとユーザインタフェースの数理」

時：2021年11月20日 所：オンライン開催

2021年度から新体制でスタートした明治大学研究ブランディング事業「Math Ubiquitous」の柿落しとなる本公開シンポジウムは、宮下芳明チームリーダー（総合数理学部教授・MIMS所員）がコーディネーションを担当しました。若く勢いのある4名の講演者が、コンピュータグラフィックスの「表現力」とソフトウェアにおけるユーザインタフェースの「使いやすさ」を支える数理科学について、高校生でもわかるレベルで楽しく解説しました：宮下芳明（明治大学総合数理学部）「表現の道具（インストルメント）のデザイン」；五十嵐悠紀（明治大学総合数理学部）「コンピュータを用いた手芸設計支援」；山中祥太（ヤフー株式会社）「ユーザインタフェース設計における数理」；金森由博（筑波大学）「デジタル・ヒューマンを支えるCGの数理」。学内から86名、学外からは中高生38名/大学生21名/社会人30名の参加者があり、「高度な数式に関する話が少なく適度にかみ砕かれていたので置いていかれることなく話が聞けた」「大学で学びたいと思っていた分野とばっちり合っていて、知らなかった情報を沢山吸収することができた」など多くのコメントが寄せられました。（オンデマンド配信 <http://www.mims.meiji.ac.jp/seminars/another/2021/20211120.html>）



# 数学・数理科学5研究拠点合同市民講演会

## 「故きを温ねて新しきを知る」を開催

時:2021年11月6日

所:京都大学数理解析研究所本館420大講演室

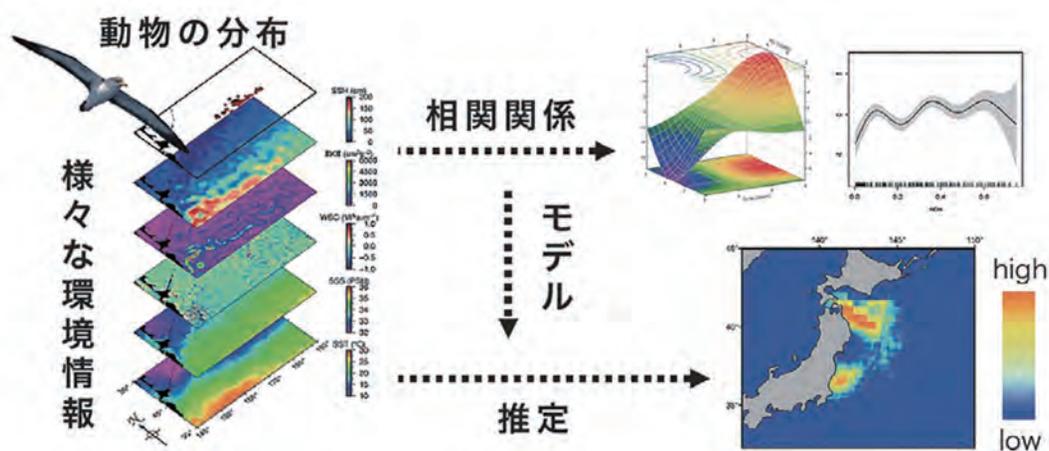
明治大学 研究・知財戦略機構特任准教授/MIMS研究員 山本蒼士

数学・数理科学5研究拠点合同市民講演会（以下、市民講演会）は、数学・数理科学の5研究拠点（京都大学数理解析研究所、統計数理研究所、九州大学マス・フォア・インダストリ研究所、大阪市立大学数学研究所、明治大学先端数理科学インスティテュート）から選ばれた講師が、社会と数学・数理科学の係わり合い及びその重要性や面白さについて、市民に向けてわかりやすく伝えることを目的とした講演会です。市民講演会は2015年から合同で運営しており（2020年度から大阪市立大学が新たに加わりました）、第7回目となる2021年度は京都大学数理解析研究所において、「故きを温ねて新しきを知る」をテーマに開催されました。新型コロナウイルス感染症の拡大防止のため、今年度は会場とオンラインのハイブリッド形式で実施されました。当日は会場19名とオンライン115名、また10代から70代まで幅広い世代の多くの方々が参加されました。

講演内容は、源氏香を例にしたクラスタリング、しゃぼん膜の数理モデル、結び目の数学、平面曲線における特異点解消など、Math Everywhereが示すように、社会や私達の身近な事象について数学・数理科学の多岐にわたる研究が紹介されました（<https://cscenter.co.jp/kyoten2021/>）。一方、私は動物生態学における統計数理の活用についてお話しさせていただきました。動物生態学は、野外で泥だらけになりながら動物を観察してデータを得ることが基本の研究分野です。そのため、数学・数理科学とは無縁そうな印象を受けるかもしれませんが、観察によって知ることができるのはほんの一部であり（標本）、全体（母集団）の特徴を捉えるためには、統計数理手法は必要不可欠です。例えば、動物がどれくらい生息しているのかを知るため、標識個体の再発見数から検出率を求めることで個体数を推定することができます。また、観察データから動物が生息している環境の特徴（相関関係）を捉えることで、彼らの生息分布の確率推定や環境変化による影響評価を広域でおこなうことが可能になります。生物多様性保全はSDGsの一端を成しており、数学・数理科学を用いることで、人と動物や自然が共生できる社会の実現にどう貢献できるのか、さらに故き（野外での泥臭い調査）と新しき（数学・数理の手法）の両面から捉えることの重要性について説明させていただきました。

講演内容は、源氏香を例にしたクラスタリング、しゃぼん膜の数理モデル、結び目の数学、平面曲線における特異点解消など、Math Everywhereが示すように、社会や私達の身近な事象について数学・数理科学の多岐にわたる研究が紹介されました（<https://cscenter.co.jp/kyoten2021/>）。一方、私は動物生態学における統計数理の活用についてお話しさせていただきました。動物生態学は、野外で泥だらけになりながら動物を観察してデータを得ることが基本の研究分野です。そのため、数学・数理科学とは無縁そうな印象を受けるかもしれませんが、観察によって知ることができるのはほんの一部であり（標本）、全体（母集団）の特徴を捉えるためには、統計数理手法は必要不可欠です。例えば、動物がどれくらい生息しているのかを知るため、標識個体の再発見数から検出率を求めることで個体数を推定することができます。また、観察データから動物が生息している環境の特徴（相関関係）を捉えることで、彼らの生息分布の確率推定や環境変化による影響評価を広域でおこなうことが可能になります。生物多様性保全はSDGsの一端を成しており、数学・数理科学を用いることで、人と動物や自然が共生できる社会の実現にどう貢献できるのか、さらに故き（野外での泥臭い調査）と新しき（数学・数理の手法）の両面から捉えることの重要性について説明させていただきました。

ハイブリッド形式で開催された今年度の市民講演会でしたが、各講演後には会場やリモートから多くの質問や意見が寄せられ、事後のアンケートからも数学・数理科学に対する参加者のさらなる興味関心に繋がったことが感じられました。また、私自身も数学・数理科学の汎用性を改めて認識するとともに、その可能性にワクワクしました。市民講演会のバトンは来年度へと引き継がれ、次回は大阪市立大学数学研究所の幹事で開催される予定です。



動物生態学における数学・数理科学の例:動物の環境利用の特徴から彼らの空間分布・密度を推定。

## 2021年12月11日・オンライン開催

明治大学先端数理科学インスティテュート (MIMS) は、文部科学省から共同利用・共同研究拠点としての認定を受け、「現象数理学」研究の拠点として活動していますが、その活動の一環として2017年に「現象数理学三村賞」を創設しました。この賞は、数理モデルの構築・解析を通して自然や社会に現れるさまざまな現象に潜む謎を解き明かし、自然や社会を深く理解する枠組みとしての数理的視点の重要性を広く世間に伝える活動で顕著な業績をあげている研究者を表彰し、現象数理学の更なる発展を図ることを目的としています。毎年、若干名の受賞者を選び、授賞式と受賞者による記念講演会を催しています。

なお、2021年度より、三村賞の中に奨励賞を新設しました。「現象数理学三村賞」は、長年にわたる顕著な業績により当該分野の研究の流れに大きな影響を与えている方を対象としており、「現象数理学三村賞奨励賞」は、現象数理学の分野で極めて優れた成果をあげた概ね40歳以下の研究者で将来さらなる研究の発展が期待される方を対象としております。



## 2021 年度受賞者の紹介

### 現象数理学三村賞受賞

#### ◆稲葉 寿氏 (東京大学大学院数理科学研究科・教授)

記念講演「人口と感染症の数理40年」

##### 略歴

1982年 3月 京都大学理学部数学系卒  
 1982年 4月 厚生省人口問題研究所・研究員  
 1988年 7月 ライデン大学理論生物学研究所および数学・コンピュータ科学研究所・訪問研究員  
 1989年 11月 ライデン大学Ph.D.取得  
 1992年 4月 厚生省人口問題研究所・主任研究官  
 1993年 11月 厚生省人口問題研究所・世帯構造研究室長  
 1996年 4月 東京大学大学院数理科学研究科・助教授  
 2007年 4月 東京大学大学院数理科学研究科・准教授  
 2014年 4月 東京大学大学院数理科学研究科・教授  
 現在に至る



##### 研究分野・受賞など

人口学と感染症疫学における年齢構造化個体群ダイナミクスモデルの数理解析を専門とする。人口数理モデルの関数解析的研究をおこない、人口学の基本定理の現代数学的な研究に対して日本人口学会研究奨励賞を受賞(1988年)。その後、新たな学問分野としての数理人口学の形成・創出に努め、我が国で初の数理人口学テキストを出版、日本人口学会より学会賞を受賞(2004年)。また我が国において研究が立ち後れていた感染症数理モデルの研究・普及にも注力して、年齢構造化感染症モデルにおける閾値現象・分岐現象の解明、変動環境における基本再生産数の一般理論の提唱等をおこなってきた。2019年1月より2020年12月まで日本数理生物学会会長を務める。

##### 受賞理由

稲葉寿氏は、人口学、理論生物学、感染症疫学等における数理モデル、とくに微分方程式を用いた構造化個体群モデル(structured population dynamics models)の開発と理論的解析の分野で我が国を代表する研究者である。理論的研究のみならず、若手の育成や社会への情報発信に精力的に取り組み、強いリーダーシップを発揮している。

稲葉氏は、1982年から厚生省(当時)の人口問題研究所に勤務し、その後、1996年に東京大学に移って現在に至っている。厚生省勤務時代から構造化個体群モデルや感染症モデルの課題に取り組み、オランダのライデン大学で、この分野の世界的な権威であるOdo Diekmann教授の下で学位を取得した。

新型コロナウイルスの世界的蔓延により今日広く知られるようになったSIR感染症モデルは、KermackとMcKendrickが1927年の論文で提唱したが、感染拡大の閾値に光をあてたこの先駆的な研究の重要性は長らく理解されなかった。ようやく1970年代後半から欧米でKermack-McKendrickの仕事の深い視点から見直す動きが始まり、個体の異質性を考慮した一般的な基本再生産数の概念を導入した画期的な論文がDiekmann, Heesterbeek, Metzによって1990年に発表された。同じ年、稲葉氏は、年齢構造をもつホスト集団に対する感染症の基本再生産数を定義した論文を発表した。この稲葉氏の研究成果は、その後の欧米における感染症モデルの研究に大きな影響を与えた。当時、我が国では感染症数理モデルに対する関心は薄く、基本再生産数の概念を知る人間は、一般社会はおろか、厚生省の内部でも皆無に近かった時代である。そうした環境の中で、稲葉氏が感染症モデルについて国際的に注目される先進的研究を行っていたのは特筆に値する。また、稲葉氏は2012年に、非一様な環境における基本再生産数の概念を確立し、上述のDiekmann, Heesterbeek, Metzの理論を拡張することに成功した。この成果も国際的に大変注目されている。

稲葉氏は、研究論文だけでなく、多くの入門書・専門書を執筆し、数理人口学や感染症数理モデルの分野における若手研究者の育成に多大な貢献している。昨今のCOVID-19の感染拡大を受けて、我が国でも感染症数理モデル研究の機運が高まっているが、それらの研究の先頭に立つ人々の中に稲葉氏の薫陶を受けた人は少なくない。また、感染症モデルに対する社会的関心が高まる中で、ややもすれば誤解されかねない感染症モデルの人々が正しく理解できるよう、西浦博氏(現京都大学教授)らとともに、社会に対する情報発信を精力的に行っている。これらの活動は、学問的にも社会的にも非常に高く評価されるものである。

### 現象数理学三村賞奨励賞受賞

#### ◆石本健太氏 (京都大学数理解析研究所・准教授)

記念講演「細胞たちの遊泳術、そしてその数理」

##### 略歴

2010年 3月 京都大学理学部卒業  
 2012年 3月 京都大学大学院理学研究科修士課程修了  
 2015年 3月 京都大学大学院理学研究科博士後期課程修了  
 2015年 4月 京都大学白眉センター・特定助教  
 2018年 4月 東京大学大学院数理科学研究科・特任助教  
 2019年 8月 京都大学数理解析研究所・准教授  
 現在に至る



##### 研究分野・受賞など

研究分野は応用数学・流体力学・数理生物学(生物流体力学)。細胞スケールの流体力学の理論解析、大規模数値計算、及び生物データ解析を駆使して、複雑な流体現象・生命現象の解明に取り組んでいる。オックスフォード大学数学研究所・日本学術振興会海外特別研究員(2017年4月～2019年2月)、JSTさきがけ研究者(数理構造活用領域、2019年10月～現在)。主な受賞歴に、日本流体力学会論文賞(2014年)、日本物理学会若手奨励賞(2016年)、日本数学会応用数学研究奨励賞(2021年)、文部科学大臣表彰若手科学者賞(2021年)など。

##### 受賞理由

石本健太氏は細胞レベルの微小生物の遊泳ダイナミクスに関する数理モデルを構築し、斬新かつ先駆的な研究を行ってきた。微小レベルの流体力学では、低レイノルズ数の場合に対応して、極めて粘性の高い媒質内の運動を示し、日常スケールの流体力学とは大きく異なった現象が現れる。例えば、精子遊泳などの現象において、高精度の数理モデリングの手法を展開することにより、従来知ることのできなかった受精ダイナミクスを再現することに成功した。また、実際の生物画像データの解析やデータ駆動型数理モデリング、および流体力学に基づいた新たなデータ活用法の研究も推進した。

微生物などの微小物体の周りの流体はストークス方程式でよく記述されるが、方程式の時間反転対称性によって、生物の運動は強く制限を受ける。系の最も基本的な定理の一つである「軌立定数」に対して、山田道夫氏との共同研究により厳密な証明を与え、慣性を含む場合や非ニュートン流体への拡張を行った。また、軸対称物体の非線形周期運動を表すジェフリーの解を、多くの微生物遊泳を含む「螺旋物体」のクラスに拡張するなど、流体中の運動に基づく物体形状の分類理論を発展させた。生態系内では、しばしば壁面境界の存在によって微生物が壁面付近に凝縮するが、このような現象が系の力学系の構造で理解できることを示した。特に、流れが2次元である場合は系の背後にハミルトン構造が存在することを発見した。

さらに、生物画像データの解析と数理モデリングについても卓越した成果を挙げている。ヒト精子等の高速撮影顕微鏡画像から鞭毛波形を抽出し、データから得られた複雑な流れパターンに対して主成分分析を行うことにより、流れ場がストークス方程式の少数の基本解の線形結合で記述できることを明らかにした。この次元圧縮の手法を用いて、粘弾性流体中の精子遊泳の特徴づけや精子集団ダイナミクスのデータ駆動型数理モデルの構築を行った。

石本健太氏は低レイノルズ数流れの流体力学、複雑流体、ソフトマター・アクティブマターに関する流体力学、微生物の遊泳運動、および関連する数学解析で顕著な成果を挙げた。これらの研究は、基礎生物学・生理学などの分野や医学、工学への応用も見込まれている。以上、石本健太氏の業績は、現象数理学の形成と発展に深く寄与するものであり、その多大な貢献をここに高く評価する。

# MIMS / CMMAトポロジーとその応用融合研究セミナー開催報告

明治大学総合数理学部教授/MIMS所員 河野俊丈

本セミナーはMIMS「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」の活動の一環として、2021年度から定期的で開催されている。現在、トポロジーは工学におけるセンサーネットワーク、ロボティクス、モーションプランニング、生命科学におけるタンパク質などの複雑な分子の構造解析などに応用され、横断的な研究が進んでいる。セミナーでは、パーシステント・ホモロジー理論などに代表される位相的データ解析、結び目理論の遺伝子研究への応用などをテーマとして、多彩な分野の研究者が参加して開催され、分野の枠を超えた活発な議論が行われている。これまでに開催されたセミナーは次の通りである。

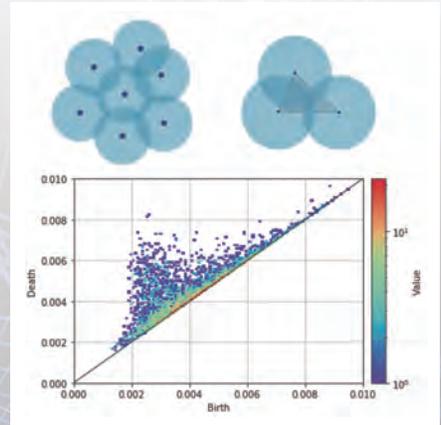
- 2021年5月27日 下川 航也 (埼玉大学)「DNA組換え酵素の結び目理論的考察」
- 2021年6月17日 坪井 俊 (武蔵野大学)「平坦トーラスと折り紙」
- 2021年7月29日 平岡 裕章 (京都大学)「パーシステントホモロジーのマルチパラメータ化に向けて」
- 2021年11月18日 鍛冶 静雄 (九州大学)「離散構造の幾何学的表示」
- 2022年1月27日 金 英子 (大阪大学)「組ひも群の応用: 平面  $2n$  体問題の周期解と黄金比の仲間たち」

全て Zoom によるオンライン開催



セミナーのウェブページ

<http://www.mims.meiji.ac.jp/seminars/Topology/index.html>



データの形を表すパーシステント・ホモロジー

## 第1回 高校生のための現象数理学入門講座と研究発表会開催報告

日時:2021年10月9日(土)、10日(日) Zoomによるオンライン開催

明治大学研究・知財戦略機構特任教授/MIMS所長 俣野 博

MIMSは2011年から「高校生による現象数理学研究発表会」を毎年10月に開催していましたが、2019年の第9回は台風のため直前に中止となり、2020年は新型コロナウイルス感染症の拡大により開催できませんでした。2021年は、従来のプログラムを大幅に見直した新企画として、「第1回高校生のための現象数理学入門講座と研究発表会」をZoomウェビナーによるオンライン形式で開催しました。このプログラムは二部構成で、第一部の現象数理学入門講座では、2名の講師に数理的視点を自然や社会の理解に活用する面白さを語っていただきました。第二部の高校生による研究発表会には25件の応募がありました。その中から事前審査で選んだ優秀賞2件と奨励賞2件の授賞式を行い、受賞した4件の研究発表動画をZoom画面上に流しました。また、発表会終了後に高校生、高校教師、審査員らによるインフォーマルな懇談の場を設けて、自由な意見交換を行いました。

今回の応募研究の中には意欲的で水準の高い研究が数多くあり、審査員も驚くほどでした。これらの若い才能を、今後もしっかり伸ばして欲しいと思います。入門講座と研究発表会は、事前登録すれば誰でも視聴できるようにしたので、多くの方に情報発信できたのはオンラインのメリットでした。



# 研究活動

【セミナーイベントリスト】敬称略

## ●ICMMA 2021 International Conference on

"Emergence of Cooperation and Organization in Groups of Animals and Non-living Objects"

「生物及び無生物の集団における協働と組織化の創発」

2022年11月11日～13日 オンライン開催

Invited Speakers

Iain Couzin (Max Planck Institute of Animal Behavior, Germany)

土畑重人(東京大学)

飛龍志津子(同志社大学)

Laurent Keller (University of Lausanne, Switzerland)

古藤日子(産業技術総合研究所)

水元惟晴(沖縄科学技術大学院大学)

中田 聡(広島大学)

杉本親要(慶應義塾大学)

David Sumpter (Uppsala University, Sweden)

Yuko Ulrich (Max Planck Institute for Chemical Ecology, Germany)

Organizing Committee

西森 拓(明治大学)

白石允梓(明治大学)

伊藤賢太郎(法政大学)

古藤日子(産業技術総合研究所)

俣野 博(明治大学)

二宮広和(明治大学)

末松信彦(明治大学)

山口智彦(明治大学)

山本誓士(明治大学)

## ●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6回公開シンポジウム

Math Ubiquitous 対話が誘う文理融合の世界

「コンピュータグラフィックスとユーザーインターフェースの数理」

日時: 2021年11月20日 オンライン開催

開会挨拶 明治大学 学長 大六野 耕作

講演

「表現の道具(インストゥルメント)のデザイン」

宮下芳明(明治大学総合数理学部)

「コンピュータを用いた手芸設計支援」

五十嵐悠紀(明治大学総合数理学部)

特別講演

「ユーザーインターフェース設計における数理」

山中祥太(ヤフー株式会社 サイエンス統括本部Yahoo! JAPAN研究所)

「デジタル・ヒューマンを支えるCGの数理」

金森由博(筑波大学 システム情報系)

閉会挨拶 明治大学MIMS所長 俣野博

## ●現象数理学三村賞 記念講演会

日時: 2021年12月11日 オンライン開催

授賞式・記念講演

現象数理学三村賞受賞 稲葉 寿(東京大学)

「人口と感染症の数理40年」

現象数理学三村賞奨励賞受賞 石本健太(京都大学)

「細胞たちの遊泳術、そしてその数理」

## ●数学・数理科学5研究拠点合同市民講演会

「故きを温ねて新しきを知る」

日時: 2021年11月6日

会場: 京都大学数理解析研究所本館420大講演室

開会の挨拶 熊谷 隆(京都大学数理解析研究所 所長)

ご挨拶 植木 誠(文部科学省研究振興局学術機関課長)

時任宣博(京都大学研究・評価・産官学連携担当理事/副学長)

講演

「源氏香はクラスタリング〜ヘル数とその周辺〜」

間野修平(情報・システム研究機構 統計数理研究所)

「統計数理で明らかにする動物の行動」

山本誓士(明治大学先端数理科学インスティテュート)

「しゃぼん膜の数学と応用」

小磯深幸(九州大学マス・フォア・インダストリ研究所)

「結び目の科学と数学」

河内明夫(大阪市立大学数学研究所)

「代数多様体と特異点」

並河良典(京都大学数理解析研究所)

閉会の挨拶: 大仁田 義裕(大阪市立大学数学研究所 所長)

## ●第1回 高校生のための現象数理学入門講座と研究発表会

日時: 2021年10月9日、10日 オンライン開催

第1部: 現象数理学入門講座

「現象数理学おもしろ講座1, 2」

矢崎成俊(明治大学 理工学部 教授)

「トポロジーで探る対称性と周期性1, 2」

河野俊丈(明治大学 総合数理学部 教授)

第2部: 高校生による研究発表会

## ●第2回MIMS現象数理学拠点リモートセミナー

「サッカーにおけるスペース評価の新たな枠組み

〜スポーツのデータ分析入門〜

日時: 2021年9月10日 オンライン開催

講師: 成塚拓真(立正大学)

## ●MIMS現象数理学研究拠点オンラインチュートリアルシリーズ

オンライン開催

「Pythonによるデータ解析と数値計算入門」

講師: 白石允梓(明治大学)

第一回: 12月2日

「Pythonによるデータの取り扱いと可視化・ライブラリを用いたクラスタリング」

第二回: 12月23日

「Pythonによるライブラリを用いた数理モデル化と非線形現象の数値解析」

## ●Web Assembly講習会

日時: 2021年5月20日 オンライン開催

講師: 高田悠(明治大学MIMS)

## ●明治非線型数理セミナー

「非定数係数を持つペルトラミ場の剛性」

日時: 2021年9月28日 オンライン開催

講演者: 阿部 健(大阪市立大学)

## ●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1回「DNA組換え酵素の結び目理論的考察」

日時: 2021年5月27日

講演者: 下川航也(埼玉大学)

第2回「平坦トラスと折り紙」

日時: 2021年6月17日

講演者: 坪井 俊(武蔵野大学)

第3回「パーシテントホモロジーのマルチパラメータ化に向けて」

日時: 2021年7月29日

講演者: 平岡裕章(京都大学高等研究院)

第4回「離散構造の幾何的表示」

日時: 2021年11月18日

講演者: 鎌治静雄(九州大学マス・フォア・インダストリ研究所)

第5回「組ひも群の応用: 平面2n体問題の周期解と黄金比の仲間たち」

日時: 2022年1月27日

講演者: 金 英子(大阪大学)

## ●MIMS現象数理学カフェセミナー

オンライン開催

「Invariants for 3-manifolds by the Kauffman bracket」

日時: 2021年5月17日

講演者: 辻 俊輔(明治大学)

「Vectorial prescribed mean curvature problem」

日時: 2021年6月21日

講演者: 塚本悠暉(明治大学)

「Breeding and statistical modelling」

日時: 2021年7月19日

講演者: 山本英司(明治大学)

「Quorum sensing in self-propelled droplets of the Belousov-Zhabotinsky reaction」

日時: 2021年9月29日

講演者: 末松 J. 信彦(明治大学)

「Recent advancements of phylogenetic method.」

日時: 2021年11月22日

講演者: 大久保祐作(統計数理研究所)

「Approximation methods for surface constrained PDE」

日時: 2022年2月1日

講演者: Elliott Ginder (明治大学)

「A regularity of a mean curvature flow」

日時: 2022年3月17日

講演者: 森 龍之介(明治大学)

## ●共同利用・共同研究拠点MIMS 現象数理学拠点 共同研究会

○研究会会型

◆折り紙の科学を基盤とする

アート・数理 および工学への応用研究II

日時: 2021年12月2日、3日 オンライン開催

組織委員: 奈良知恵(明治大学)、萩原一郎(明治大学)、三谷純(筑波大学)、上原隆平(JAIST)、館知宏(東京大学)、俣野博(明治大学)

## ◆幾何学・連続体力学・情報科学の交差領域の探索(II)

一 視点をかえてみるカー

日時: 2021年12月3日、4日 オンラインと対面でのハイブリッド形式

組織委員: 田中良巳(横浜国立大学)、山口哲生(東京大学)、佐藤勝彦(北海道大学)、住野豊(東京理科大学)、和田浩史(立命館大学)、

木村正人(金沢大学)、山口智彦(明治大学)

## ◆AIを用いた医療画像解析の現状と課題

日時: 2022年1月14日 オンラインと対面でのハイブリッド形式

組織委員: 中根和昭(大阪大学)、萩原一郎(明治大学)、ルイスディゴ(明治大学)

## ◆現象と数理モデル〜数理モデリング学の形成に向けて〜

日時: 2022年1月24日、25日 中野キャンパス研究セミナー室 非公開

組織委員: 岩本真裕子(同志社大学)、中村和幸(明治大学)、物部治徳(岡山大学)、出原浩史(宮崎大学)、小田切健太(専修大学)、田中

吉太郎(はこだて未来大学)

## ◆アクティブマター研究会2022 Active Matter Workshop 2022

日時: 2022年1月28日、29日 オンラインと対面でのハイブリッド形式

組織委員: 北畑裕之(千葉大学)、江端宏之(九州大学)、末松 J 信彦(明治大学)、多羅間充輔(理化学研究所)

## ◆錯覚の解明・創作・応用への諸アプローチ

第16回 錯覚ワークショップ

日時: 2022年3月2日、3日 オンライン開催

組織委員: 杉原厚吉(明治大学)山口智彦(明治大学)、宮下芳明(明治大学)、北岡明佳(立命館大学)、一川誠(千葉大学)、尾加民雄(東

亜大学)、近藤信太郎(岐阜大学)、森口昌樹(中央大学)、須志

田隆道(サレジオ工業高等専門学校)

## ◆Data-driven Mathematical Science: 経済物理学とその周辺

日時: 2022年3月2日、3日

組織委員: 田中美栄子(明治大学)、守真太朗(弘前大学)、石川温(金沢学院大学)、山中雅則(日本大学)、水野貴之(情報システム研究機

構国立情報学研究所)、増川純一(成城大学)、村井淨信(岡山

大学)、乾孝治(明治大学)、田野倉葉子(明治大学)

## ◆高度な自動運転を実現するための数理の現状と課題

日時: 2022年3月11日

組織委員: 萩原一郎(明治大学)、内田博志(福山大学)、岸則政(東京大

学)、谷口隆晴(神戸大学)、古川修(芝浦工業大学)、岡村 宏

(芝浦工業大学)、ルイスディゴ(明治大学)、安部博枝(明治

大学)、南畑淳史(中央大学)、俣野 博(明治大学)

## ◆社会物理学とその周辺

日時: 2022年3月26日 オンライン開催

組織委員: 藤江 遼(神奈川大学)、小田垣孝(科学教育総合研究所株式

会社)、山崎義弘(早稲田大学)、山本健(琉球大学)、佐野幸恵

(筑波大学)、田中美栄子(明治大学)、守真太郎(弘前大学)、

國仲寛人(三重大学)、石崎龍二(福岡県立大学)、渡邊幸史(金

沢大学)、西森拓(明治大学)、田村義保(統計数理研究所)、佐

藤彰洋(横浜国立大学)、黒田正明(明治学院大学)、森史(九

州大学)、石川温(金沢学院大学)、松下貢(中央大学)、前野義晴

(明治大学)、高石哲弥(広島経済大学)、飯沼邦彦(RGAリン

ジュアランスカンパニー)

## ○共同研究型

◆植物の「カタチ」と「チカラ」を解き明かす

日時: 2021年11月8日～10日 オンライン 非公開

組織委員: 島 弘幸(山梨大学教授)、山口智彦(明治大学特任教授)

◆折紙構造・折紙式プリンター・層構造の工学的芸術的アプローチ

日時: 2022年3月18日

組織委員: 萩原一郎(明治大学)、内田博志(福山大学)、奈良知恵(明治

大学)、寺田耕輔(明星大学)、ルイスディゴ(明治大学)、趙希

祿(埼玉工業大学)、安部博枝(明治大学)、戸倉直((株)トクラ

シミュレーションリサーチ)、楊陽(明治大学)、阿部鏡(明治大

学)、俣野 博(明治大学)