



# MCME Musashino Center of Mathematical Engineering News Letter

第4号 (2019年3月発行)



## 02 大学院設立にあたって

〈武蔵野大学工学部数理工学科 教授 高石武史〉

## 03 ニュース

「第8回データビジネス創造コンテスト」で「最優秀賞」を受賞しました

## 04 活動報告

1 MCMEセミナー開催報告

2 MCMEシンポジウム開催報告

3 龍谷大学連携シンポジウム

数理工学センター紀要の発行

4 計算機サーバ利用講習会

EMaTの報告

5 数理工学コンテストの報告

## 09 センター員研究紹介

1 微分方程式または差分方程式による数理モデル

微分方程式の解の構造と離散化および超離散化 松家敬介

2 拡散のパラドックス

-自然に潜むパターンへの解明に向けてのある数学者の挑戦- 三村昌泰

## 11 センター員紹介／センター連絡先／編集後記

## 武蔵野大学大学院工学研究科数理工学専攻の 新規開設にあたって

専攻科長 高石武史

2015年4月に開設した武蔵野大学工学部数理工学専攻は今年度で完成年度を迎え、初めての卒業生を送り出すこととなりました。学科完成に合わせて、大学院工学研究科数理工学専攻修士課程の設置を申請していましたが、この度、無事に認可され、2019年4月より開設されることとなりました。

数理の力で社会基盤を支える人材の育成を進めている数理工学専攻では、かねてより大学院修士課程と連結した6年一貫教育を目指しており、大学院修士課程のスタートによりそのカリキュラムが完成することになりました。

大学院数理工学専攻では、自然現象、社会現象に対してその本質を見抜き、理解し、問題解決に役立てるために、モデル構築と解析を2つの柱とする数理工学の専門能力を身につけ、それらを実社会で活用できる人材の養成を目指しています。そのために、学生たちには次の3つの目標を持って、学んでもらいます。

1. モデル構築と解析に必要な最先端の数学、統計理論、コンピュータシミュレーションなどをコアとして、数理工学に関連する高度な専門知識・技術力を身につけていること。
2. 高度専門職業人や研究者を目指して数理工学を学んだ者として、広く現代社会に現れる諸問題の本質を明らかにし、未来を切り開く具体的な提言を与えることができる分野横断的思考能力を身につけていること。
3. 数理工学の高度な知識、技術を駆使することから、IT、金融、社会インフラなど現代社会に現れる諸問題に的確な指針を与えることができる、提言・問題解決能力を身につけていること。

このように数理工学専攻では、数理工学専攻の学部教育で得られた数理工学の知識に加え、現象の本質を見抜き、理解し、予測、指針、提言などで、実際の問題解決に役立つ力を育成します。学生たちは、大学

院修士課程の学びの中で、渋滞、金融リスク、パターン形成などモデリングのプロセスを学ぶ「モデル構築」と、モデルに含まれる微分方程式などを、数学、シミュレーション、データ解析等で予測・分析する「解析」の能力を高め、数理工学の専門知識と、コンピュータを思考の一部として高度に使いこなす力を身に付けていきます。カリキュラムは、数理工学分野の広がりや深みを知る「基盤科目」、コミュニケーションと分野横断的な思考を身に付ける「専門必修科目」、専門的な知識や技術を身に付ける「専門選択科目」、提言・問題解決できる力を身に付ける「研究指導科目」から構成されています。例えば、「専門選択科目」では、モデリングと解析を続けて学べる現象数理モデリング特論と現象数理解析特論、気象現象などの実例でスーパーコンピュータを利用した最先端の研究が学べるスーパーコンピューティング特論、人工衛星のパネルの折り畳みを幾何学で扱う構造数理工学、現実社会のネットワークを解析するネットワーク科学特論、ファイナンス理論を実現・検証する金融工学特論など、高度な専門知識を獲得する科目を開講し、「専門必修科目」では、工学に現れる最適化問題・逆問題をNative speakerの教員により英語で講義とセミナーを行う中で研究者としての実力アップを図るAdvanced Mathematical Engineeringや、教員、学生が一同に集まり、与えられた研究テーマに関する発表、質疑応答することで国際基準の数理工学を意識させながら学生のプレゼンテーション技術を高める数理工学発展コミュニケーションといった、学生の研究スキルを向上させる科目が開講されます。これらのカリキュラムにより、学部卒業レベルでは難しい企業の研究開発部門の研究者や、銀行の方針決定にかかわるフィナンシャルエンジニアなど、予測できない社会の急激な変化に柔軟に対応し、将来にわたって最前線で活躍できる人材を育成していこうと考えています。修了後の学生たちには、IT関連などでの高度な技術開発、金融機関などにおける統計データ解析、マーケティング等の他、中学校・高等学校の数学教諭（専修免許状が取得可能）などで活躍することが期待されていま



す。例えば、数理工学の高度な知識及び手法に基づいた新しいITサービス・技術を社会の幅広い分野において創造・展開できる能力と、それらの基盤となるITシステムを高度な数理工学の知識に基づき運用する能力を持つ人材として今後活躍していくと考えています。

工学系では大学院進学者の比率が高いのですが、武蔵野大学数理工学専攻も大学院修士課程と合わせて6年一貫で学んでいける環境が出来上がりました。近年、数理的な考え方のできる学生に対する社会のニーズは高まっており、例えば、IT系の企業においても、単純なプログラミングの能力ではなく、本専攻の学びの中で高められる論理的思考や抽象的思考に対する能力が求められています。将来、大学院数理工学専攻を巣立っていく学生たちも、専門性の高い部署を活躍の場とする可能性が高まり、より一層社会基盤へ貢献できるようになっていくとともに、さまざまな分野の研究者と触れ合う機会が増えていく大学院生の教育研究にあたる数理工学センタースタッフもより一層研究活動を活性化していくことが期待されています。



## 「第8回データビジネス創造コンテスト」で 「最優秀賞」を受賞しました

慶應義塾大学SFC研究所データビジネス創造・ラボが主催する「第8回データビジネス創造コンテスト」の本選発表会が、2018年9月15日 慶應義塾大学三田キャンパスで開催されました。この発表会において、西川教授が指導するゼミ生のチーム MUST（川田瑛貴さん、榎本駿平さん、古矢泰之さん、田中崇啓さん、向後開斗さん、田寺凌太さん）の作品「本の時代再び～リアルとデジタルの融合～」が、東京大学や慶應義塾大学、筑波大学の大学院チームを含む53チームの中から見事、最優秀賞に選ばれました。

本プレゼンテーションでは、書籍販売や書店を復活させることを目標として、CCCマーケティング株式会社が提供する「蔦屋書店（TSUTAYA）」の書籍販売データを分析し、本を売るための提案を発表しました。チームは特に、週ごとの時系列変化に着目し、本の種類などによって時系列変化パターンが異なることや、売れている本の多くがツイッターなどを活用して情報発信していることを見出し、これらを活用して個人毎にアレンジして情報発信を行うことを提案しました。

審査は、慶應義塾大学政策・メディア研究科委員長の村井純教授を審査委員長として、総務省、文部科学省、慶應義塾大学、電通、ブレインパッド、NTTコム オンライン・マーケティング・ソリューション、アクセンチュア、CCCマーケティング、TSUTAYA BOOKカンパニー、Preferred Networksなど、産官学それぞれから参加した総勢13名の審査員によって行われました。審査委員長の村井純教授からは、「SNSとの関係やピークパターンの分析などデータ分析が良くできており、制約のあるデータから詳細な分析結果を良く導けたと思います。コンテストの趣旨及び今回のテーマの趣旨からも非常によくできており、文字通り最優秀賞でした。」と高い評価を受けました。



審査委員長の村井純教授(左)と最優秀賞のトロフィーを手にする発表メンバー(中央:川田瑛貴さん、右:田寺凌太さん)

== 受賞チーム・メンバー ==

川田瑛貴さん、田寺凌太さん（本選発表者）

榎本駿平さん、古矢泰之さん、田中崇啓さん、向後開斗さん

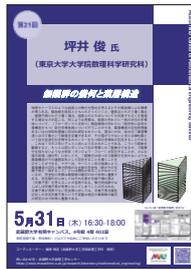
== 指導 ==

西川 哲夫 教授

## 数理工学セミナー (MCMEセミナー) を開催しました。

### ■第21回 MCME セミナー

日 時：2018年5月31日 (木)  
16:30-18:00  
場 所：武蔵野大学有明キャンパス、  
4号館4階403室  
講演者：坪井 俊 氏 (東京大学大学院数理  
科学研究科 / 理化学研究所数理論  
造プログラム)  
講演題目：無限群の幾何と葉層構造  
コーディネーター：薩摩順吉 (数理工学センター長)



### ■第25回 MCME セミナー

日 時：2018年11月21日 (水)  
16:30-18:00  
場 所：武蔵野大学有明キャンパス、  
4号館4階403室  
講演者：Thamizharasi Tamizhmani 氏  
(VIT University, India)  
講演題目：Discrete Integrability -  
Blending Nevanlinna Theory and Singularity  
Confinement  
コーディネーター：薩摩順吉 (数理工学センター長)



### ■第22回 MCME セミナー

日 時：2018年7月27日 (金)  
16:30-18:00  
場 所：武蔵野大学有明キャンパス、  
4号館3階305室  
講演者：牛島 健夫 氏  
(東京理科大学理工学部)  
講演題目：スケール変換不変性を利用した  
複雑な爆発レートの数値的推定  
コーディネーター：友枝明保 (数理工学センター員)



### ■第26回 MCME セミナー (Part1)

日 時：2018年12月21日 (金)  
16:30-17:15  
場 所：武蔵野大学有明キャンパス、  
4号館4階403室  
講演者：杉原 厚吉 氏 (明治大学 研究・知  
財戦略機構 先端数理科学インス  
ティテュート)  
講演題目：不可能立体の数理  
コーディネーター：友枝明保 (数理工学センター員)



### ■第23回 MCME セミナー

日 時：2018年10月17日 (水)  
16:30-18:00  
場 所：武蔵野大学武蔵野キャンパス、  
1号館1203教室  
講演者：三村 昌泰 氏  
(武蔵野大学工学部数理工学科)  
講演題目：脳や情報処理を持たない細胞の  
インテリジェンス  
コーディネーター：薩摩順吉 (数理工学センター長)



### ■第26回 MCME セミナー (Part2)

日 時：2018年12月21日 (金)  
17:15-18:00  
場 所：武蔵野大学有明キャンパス、  
4号館4階403室  
講演者：森口 昌樹 氏 (明治大学 研究・知  
財戦略機構 先端数理科学インス  
ティテュート)  
講演題目：鏡映合成型の錯視立体  
コーディネーター：友枝明保 (数理工学センター員)



### ■第24回 MCME セミナー

日 時：2018年11月1日 (木)  
16:30-18:00  
場 所：武蔵野大学有明キャンパス、  
4号館4階403室  
講演者：岡本 和夫 氏  
(大学改革支援・学位授与機構)  
講演題目：数学のエスプリと教育数学の試  
み  
コーディネーター：薩摩順吉 (数理工学センター長)



### ■第27回 MCME セミナー

日 時：2019年1月21日 (月)  
16:30-18:00  
場 所：武蔵野大学有明キャンパス、  
4号館4階403室  
講演者：Kabir Muhammad Humayun 氏  
(Jahangirnagar University,  
Bangladesh)  
講演題目：Modeling of farmers and hunter-gatherers in  
the Neolithic transition of Europe  
コーディネーター：三村昌泰 (数理工学センター員)





## 第3回龍谷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3回目となる本シンポジウムは龍谷大学の瀬田キャンパスで行いました。龍谷大学からは修士の学生からの積極的な研究発表もあり、有意義な連携シンポジウムとなりました。

た。なお、この研究集会は龍谷大学科学技術共同研究センター 2017年度研究プロジェクト「局在パターン生成・伝播と交差拡散・非局所効果の数理的研究」(代表:四ツ谷晶二)の支援を受けています。

日時: 2018年2月9日(金)~2月11日(日)

場所: 龍谷大学瀬田キャンパス

【講演タイトル】

八島亮子 (武蔵野大学) 「生活史によって型づくられる, 脊椎動物の遺伝的多様性と集団構造」

三村昌泰 (武蔵野大学) 「Traveling waves in Neolithic transition of farmers and hunter-gatherers in Europe」

森田善久 (龍谷大学) 「境界で物質移動のある拡散系のチューリング不安定性」

上山大信 (武蔵野大学) 「生物個体群に見られる比率調整機構の数理的考察」

松家敬介 (武蔵野大学) 「Gray-Scottモデルの離散化および超離散化の時空パターンと平衡解の安定性について」

薩摩順吉 (武蔵野大学) 「ある非局所非線形発展方程式の差分化」

助國晟也 (龍谷大学) 「SKT交差拡散定常極限方程式の解の多重度について」

松原 久 (龍谷大学) 「SKT交差拡散定常極限方程式の解の一意性とその数学的証明」

廣瀬翔太 (龍谷大学) 「細胞極性モデルに対する定常極限問題の2次分岐点について」

野田康矢 (龍谷大学) 「空間非一様な被食者・捕食者拡散モデルにおいて個体数に与える拡散の影響」

丸山亮祐 (龍谷大学) 「生物種の生存のための最適資源配置について~楕円型境界値問題の主固有値の最小化~」

山岸義和 (龍谷大学) 「アルキメデス螺旋格子上のポロノイタイリング」

山中 卓 (武蔵野大学) 「受注や利益の変動に注目した企業の信用リスク評価モデル」

## 数理工学センター紀要第4号の刊行

例年通り、平成31年3月、武蔵野大学数理工学センターより武蔵野大学数理工学センター紀要第4号を刊行致しました。本紀要は、武蔵野大学数理工学センター員等による研究成果等を年1回公表することを目的としています。掲載される記事は、数理工学および数理工学にまつわる数理科学、数理物理学などに関連するものとなっており、第4号に掲載される記事のタイトルの一覧は以下の通りです。

- ・災害時に避難時間を短縮し犠牲者をなくすためには何をすればよいのか?— 建物火災の場合 —
- ・重力勾配下の長尺衛星の配向
- ・ある視点から撮影したフットサル選手の動きを平面上へ復元する方法の実践
- ・パターン形成FEMシミュレーションにおける数値解の誤差評価
- ・交通流を記述する新しい非線形離散モデルについて
- ・反応拡散系の減算のない離散化と平衡解の安定性について
- ・観測可能および観測不可能なリスク要因を反映した確率的細分化モデルとその信用リスク評価への応用可能性について(順不同)

武蔵野大学数理工学センター紀要の記事はバックナンバーも併せて武蔵野大学の学術機関リポジトリから閲覧できます。

## 数理工学科3,4年生向け、計算サーバ利用講習会の実施

2018年12月3日、及び17日に、数理工学科初めての4年生の卒業研究に合わせ、数理工学科では、卒業研究で計算サーバの利用を希望する学生に対し、利用申請を兼ねた、「計算サーバ利用講習会」を開催しました。

この講習会では、数理工学科の教育用として導入されている計算サーバの概要説明の後、各自のPCを用いて、計算サーバへのリモートログイン、ファイルの編集・コピー等

の基本的な unix コマンドによるファイルの操作、そして、Python や C を用いた簡単なプログラムを実際に実行してみることで、学生たちに計算サーバの利用方法を知ってもらいました。2回実施されたこの講習会には約30人の学生が参加し、その後の卒業研究では計算サーバが活発に利用されていました。次年度以降も年2回程度開催していく予定です。

```

TQUG6_20181215-master -- python3.6 -- 107x35
:StudyNote  $ mkdir -p Sto
:StudyNote  $ cd Sto
:Stock      $ ls
:Stock      $ jupyter notebook
[I 10:30:55.468 NotebookApp] Serving notebooks from local directory: /Users/.../s/Desktop/StudyNote/Stc
[I 10:30:55.468 NotebookApp] The Jupyter Notebook is running at:
[I 10:30:55.469 NotebookApp] http://localhost:8888/?token=33746ed257dc2e044e0eedb9c45fcf82bd2e2786d578136
[I 10:30:55.469 NotebookApp] Use Control-C to stop this server and shut down all kernels (twice to skip con
firmation).
[C 10:30:55.470 NotebookApp]

Copy/paste this URL into your browser when you connect for the first time,
to login with a token:
http://localhost:8888/?token=33746ed257dc2e044e0eedb9c45fcf82bd2e2786d578136
[I 10:30:56.122 NotebookApp] Accepting one-time-token-authenticated connection from ::1
[I 10:31:18.439 NotebookApp] Creating new notebook in
[I 10:31:22.386 NotebookApp] Kernel started: 78d8c798-8f6d-4bb2-bbad-2918378be6e4
[I 10:31:23.367 NotebookApp] Adapting to protocol v5.1 for kernel 78d8c798-8f6d-4bb2-bbad-2918378be6e4
[I 10:33:31.429 NotebookApp] Saving file at /Untitled.ipynb
[W 10:37:40.185 NotebookApp] Notebook Technical.ipynb is not trusted
[I 10:37:44.968 NotebookApp] Kernel started: 96e2b584-e8ca-45e4-8cf9-55d988de2c4e
[I 10:37:46.121 NotebookApp] Adapting to protocol v5.1 for kernel 96e2b584-e8ca-45e4-8cf9-55d988de2c4e
[I 10:39:44.252 NotebookApp] Saving file at /Technical.ipynb
[W 10:39:44.254 NotebookApp] Notebook Technical.ipynb is not trusted
[I 10:41:44.235 NotebookApp] Saving file at /Technical.ipynb
[W 10:41:44.238 NotebookApp] Notebook Technical.ipynb is not trusted
[I 10:43:44.290 NotebookApp] Saving file at /Technical.ipynb
[W 10:43:44.292 NotebookApp] Notebook Technical.ipynb is not trusted
[I 10:45:44.287 NotebookApp] Saving file at /Technical.ipynb
[W 10:45:44.218 NotebookApp] Notebook Technical.ipynb is not trusted
[I 10:47:44.246 NotebookApp] Saving file at /Technical.ipynb
[W 10:47:44.248 NotebookApp] Notebook Technical.ipynb is not trusted
[I 10:49:44.191 NotebookApp] Saving file at /Technical.ipynb
[W 10:49:44.193 NotebookApp] Notebook Technical.ipynb is not trusted
    
```

## EMaT(イーマツト, Engineering Mathematics Test, 工学系数学統一試験)を2018年12月8日(土)に実施しました。

EMaTとは、主に全国の工学系学部生を対象にしたマークシート方式の数学の試験のことです。試験範囲は、工学系数学の4分野である、微分積分、線形代数、常微分方程式、確率・統計における基礎的必須項目となっており、これらの基礎的必須項目を理解し、使う力が身に付いているかどうかをチェックするのが試験の目的となっています。この試験を、今年度も、数理工学科2年生が受験しました。

昨年度(2017年)には、武蔵野大学工学部数理工学科の学生も含め32大学、6高等専門学校、2173名の学生がEMaTを受験しました。EMaTは、一部の大学が大学院入試にも利用をしており、高学年の学生も多く受験しています。そのようななかで、数理工学科の学生は2年生にもかかわらず、受験をした4分野(微分積分、線形代数、常微分方程式、確率・統計)のいずれにおいても、少なくない学生たちが、全国の受験生の中で上位に入る好成績をおさめました。このような優秀な成績をおさめた学生たちに対して数理工学科では表彰を行い奨励賞として賞状と記念品を授与しました。

一般に、学生たちは、学年があがるにつれて自らの進路やキャリア形成をより意識するようになります。そのような中で、EMaTの受験は、日頃の学習成果を客観的に判断するよ

い機会だと思われます。武蔵野大学工学部数理工学科の学生一人ひとりが、自信をもって自らの進路を切り開いていけるように、数理工学科で行っているこのような機会を積極的に活用して欲しいと願っています。

## 2017年度第4回数理工学コンテストの開催

### 【はじめに】

武蔵野大学数理工学科では、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年度から通算して、第4回目の数理工学コンテストを開催しました。本コンテストでは、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いました。結果、全国各地から197作品の応募がありました。

### 【募集要項】

身の回りの事項や社会的な問題に対して、以下のテーマを設定しています。

- 1) 数学や物理などの数理的な考え方をを用いて数式化を行い、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枚以内としました。(応募期間:2017年9月1日～2018年1月31日) 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ました(テーマ1:「行列の最適な並び方とは?」、テーマ2:「大相撲の決まり手の数と力士の体重の関連についての分析」)。

### 【応募状況と受賞作品】

全197作品の応募のうち、テーマ別では、数理モデルのテーマ1が132作品、統計のテーマ2が65作品でした。今回は、数理モデルのテーマが多い傾向にありました。

分析の対象としては、ドローンの最適化や奨学金の危険性など時流に乗った需要の高いテーマや、シャボン玉や花瓶などの回転曲面など日常生活に潜む数理に迫るテーマ、校歌やカキツバタの美しさなど文化的なテーマなど幅広いテーマが見られました。方法としても、数理モデリングやシミュレーションでは本格的にjava言語で書いたもの、統計分析では多変量解析を駆使したものなど段々高度化してきています。また、データ取得としては、測定やアンケート、ネットからの取得と共に、テキストからの取得が数件ありました。テキストマイニングの近年の発展に伴い、今後増えてくるものと思われます。レポートとしてのまとまりも、例年どおり、よくまとまっている作品が多く、発想も面白い作品が増えてきました。全体的にレベルの高い作品が多く、審査では大変苦労しました。

受賞作品の選考は、西本照真武蔵野大学学長を始めとする5名の選考委員による話し合いによって行われ、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3作品選ばれました。受賞結果お

よび最優秀賞作品と優秀賞作品は数理工学センターのホームページにて公開されています。(https://www.musashino-u.ac.jp/admission/event/mathematical\_engineering\_contest.html)。受賞作品のリストは表の通りです。授賞式は2017年3月24日に武蔵野大学有明キャンパスにて実施されました。

### 【2018年度の数理工学コンテストの募集について】

2018年度も、2017年度と同じテーマで数理工学コンテストを開催した(2019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
『ドローンによる効率的な被災者の探索のシミュレーション』	○志垣 理久 秋山 久遠 遠藤 拓斗 國本 純希	広島大学附属高等学校 3年生

#### 優秀賞(3作品)

作品名	作者名 (○は代表者)	学校名・学年
シャボン玉のパチンコを徹底解析～割れる時間と膜厚の相関について～	○神田 華	文京学院大学女子高等学校 3年生
花瓶の製作一回転曲面の展開および画像貼り付け	○小橋口 純 宮崎 悠人 小川 佳菜	大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎 2年生
映画館の快適な座席はどこか?	○水戸岡 拓海	明治大学付属明治高等学校 3年生

#### 奨励賞(5作品)

作品名	作者名 (○は代表者)	学校名・学年
星型正n角形n点飛ばしにおける面積の一般化公式を導く	○高柳 茜	文京学院大学女子高等学校 2年生
校歌の表現特性	○内田 隆文 狩野 考論	島根県立松江南高等学校 3年生
家庭用太陽光発電パネルの発電量と気温の関係についての研究	○石川 奏太	愛媛県立吉田高等学校 2年生
夏季における気候変化と人々の服装変化	○戸水 空	東京都立戸山高等学校 2年生
奨学金の罠	○外山 海仁 紙屋 涼太 西郷 龍登 福本 恵汰	奈良県立青翔高等学校 2年生

#### 審査員賞(4作品)

作品名	作者名 (○は代表者)	学校名・学年
エクセルを利用した簡易洗滞シミュレーションの開発とその利用	○中川 匠	熊本県立熊本西高等学校 3年生
いずれアヤマカカキツバタ～カキツバタの美しさはどこにあるのか～	○細見夏樹 横尾 萌 梶野 捺津子 酒井 花梨	愛知教育大学附属高等学校 3年生
動摩擦について、身近なもので調べてみた。	○関 すおみ	明治大学付属明治高等学校 3年生
血液型の割合の研究	○古澤 聖太	久留米工業高等専門学校 2年生

#### ジュニア奨励賞(3作品)

作品名	作者名 (○は代表者)	学校名・学年
急いでいるのにエレベーターが…階段の方が早い!?	○中桐 幸多朗	明治大学付属明治中学校 3年生
力持ち選手権	○藤原 里紗 吉永 有希 吉川 歌織	筑紫女学園中学校 3年生
駅まで一度も信号に引っ掛からないとき	○木村 望春	明治大学付属明治中学校 3年生



## 微分方程式または差分方程式による数理モデル 微分方程式の解の構造と離散化および超離散化

松家 敬介 (MATSUYA, Keisuke)

所属:工学部数理工学科 講師  
専門:数学解析、数学基礎・応用数学  
学位:博士(数理科学)

所属学会:一般社団法人日本応用数理学会  
学歴:東京大学 数理科学研究科 数理科学専攻  
職歴:東京大学/特任研究員を経て2015年4月より現職

生命動態などをはじめとする自然現象を理解する代表的な手法として、実際の現象もしくは実験によるデータの取得および解析が挙げられます。また、高速道路などにおける交通流といった社会現象にいたっては、実験を行うことが困難なため、実際の交通流を観測して得られるデータが現象を理解する手掛りとなります。

実際の現象を観測したり、実験を行ったりすることは、観測機器等の準備に金銭的な問題や倫理的問題などから困難となる場合も少なくありません。そこで、実際の現象の観測や実験の実施によるデータの解析の代わりに、現象を理解する手法として、現象を数理モデル化し、計算機による数値計算をはじめとする解析を行うものが挙げられます。この現象の数理モデル化と数理モデルの解析について私は研究しています。特に、微分方程式や差分方程式による現象の数理モデル化と数理モデルに由来する微分方程式や差分方程式の解析を行っています。例えば、生体内で新しい血管ができる血管新生における血管内皮細胞の運動の数理モデル化および解析(図1)を行ってきました。

また、微分方程式を計算機で計算するには微分方程式を離散化する必要があり、離散化の手法の一つとして差分法が挙げられます。差分法とは、極限操作で元の微分方程式が得ら

れる差分方程式を得る手法で、このような差分方程式は一つの微分方程式に対して様々なものがあります。ただ、離散化で得られた差分方程式と元の微分方程式の解の構造が、離散化の誤差などによって、異なっている場合もあります。元の微分方程式の解の構造を保存する離散化はどういうものか(図2)、離散化で得られる差分方程式の解の構造は元の微分方程式のそれとどのように変化するかについても興味をもちています。

さらに、差分方程式に対して超離散化と呼ばれる極限操作を施すことで新たな差分方程式が得られます。離散化は微分方程式の独立変数を離散的なものにする操作と見なせば、超離散化は従属変数を離散的なものにする操作とも見なせます。超離散化で得られた差分方程式はセルオートマトンと呼ばれる有限個の状態をもつ離散力学系を解にもつことがあり、微分方程式の解の構造を理解する手がかりとなることが期待され、微分方程式の解の構造を保存する超離散化の構成(図3)も私の研究テーマの一つであり、現象の理解につなげていきたいと考えています。

参考文献: K. Matsuya, F. Yura, J. Mada, H. Kurihara and T. Tokihiro, SIAM J. Appl. Math., 76 (2016) 2243-2259.  
K. Matsuya and M. Murata, Spatial pattern of discrete and ultradiscrete Gray-Scott model, Discrete Continuous Dyn. Syst. Ser. B, 20 (2015), 173-187.

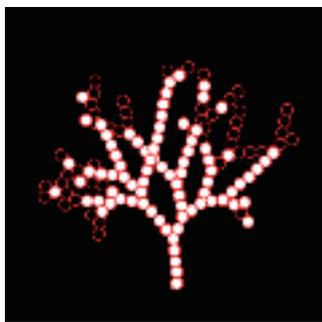


図1:血管新生における細胞の運動を差分方程式で数理モデル化し、シミュレーションしたもの (○:細胞, ●:出来かけの血管)

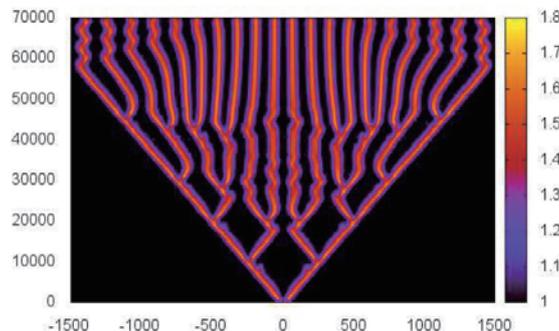


図2:反応拡散系であるGray-Scottモデルを離散化し、数値計算で得られる時空間パターンの一例(横軸:空間、縦軸:時間)

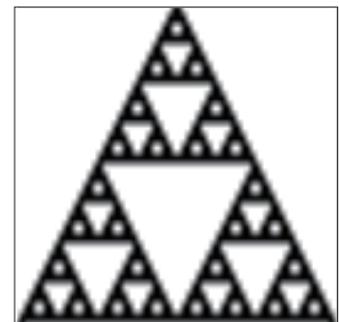


図3:Gray-Scottモデルを離散化および超離散化し、数値計算で得られる時空間パターンの一例(横軸:空間、縦軸:時間)



## 拡散のパラドックス —自然に潜むパターンの解明に向けてのある数学者の挑戦—

三村 昌泰 (MIMURA, Masayasu)

所属:工学部 数理工学科 特任教授  
 専門:現象数理学  
 学位:工学博士(京都大学)

所属学会:日本応用数学会フェロー, 日本数理生物学会名誉会員  
 学歴:京都大学大学院 工学研究科数理工学専攻博士後期課程退学(単位修得)  
 職歴:明治大学研究・知財戦略機構特任教授を経て2017年4月より現職

「拡散」という言葉を、私の手元にある辞書で引くと、「粒子や熱が拡がって行き、やがて一様になって行く物理現象」と書かれている。例えば、インクを水に滴下したときの広がりや、煙が空気中に拡がる様子は良く見かける拡散現象であるが、最近では、「原発事故による放射性物質の拡散」、「ネット選挙のデマ拡散」、「ウイルスの拡散」等の言葉が日常的に使われているように、拡散は「一様に拡がっていく」という単純な振る舞いを説明する言葉として我々の日常生活でよく使われている。

このような拡散という現象に対して、イギリスの数学者であり、計算機科学のパイオニアそして人工知能の創始者であると言われるアラン・チューリングは、1952年、拡散は「必ずしも一様に拡がらずに、逆に集中化させる」性質があるというパラドックスを簡単な方程式を用いて、数学と計算機シミュレーションから拡散パラドックスを説明すると共に、それが生物において重要なイベントである形態形成の仕組みの本質ではないかと主張したのである。しかしながら、チューリングの考えは1950年代の生物界においてはまったく認められず、数学者の机上の空論であると片付けられたのであった。というのもこの時期は、これまで未知であった遺伝子の役割が明らかになることから、生物界には分子生物学や分子遺伝学等新しい学問分野が誕生し、「生物が持つ遺伝情報を理解することができれば、生命系が解明できる」という遺伝子決定論が広がっていたからであろう。その他に決定的であったのは、彼が数学者であり、彼の考えは生物現象を記述するモデルから説明したのではなく、数学を使って説明したにすぎないと判断されたことからであろう。その2年後の1954年、チューリングは厳しい批判に答えることなく、41歳の若さで、帰らぬ人となったのである。もしも彼がもう少し強い意志で生きていたならば、生物界にどのよう

な反論をいただけるか？チューリングの提唱した拡散パラドックスは本当に机上の空論なのだろうか？あるいは現実の系、特に生物系に現れるのであろうか？20年後に化学の世界で、ある酸化還元反応で拡散パラドックス拡散パラドックスが確認された。更に、その10年後イギリスの応用数学者であり、数理生物学者であるジム・マレーは、動物の模様はどのようにして出来上がるのかという問題を取り上げ、「ヒョウの斑点はどのように決まるか？」を発表した。彼はチューリングの考えに基づいて、先ず化学物質である形態因子によって模様パターンが作られ、その場所にメラニン色素が沈着して模様を形成するかの可能性を述べた。以後徐々にあるが、拡散パラドックスが生物系にも現れてきている。

チューリングは42年間で彼の人生を閉じた。人生に悩み、苦しみそして社会を恨んだことが彼の死を早めたことはまちがいないだろう。しかしながら、彼の研究はわずか20年足らずであったが、それらは多くの並外れた業績を残した。数学者としてはもちろん、暗号解読者、計算機科学者そして数理生物学者としてそれぞれの分野においてその名を残したのである。暗号解読機のチューリングボンベ、コンピュータの原型となるチューリングマシン、人工知能を判定するチューリングテスト、今回取り上げたチューリングパターン、そしてコンピュータサイエンス分野のノーベル賞とも言える「チューリング賞」がその一例である。このようにチューリングは20世紀の数学者であるとともに科学者として大きな足跡を残した。興味深いことに、21世紀に入り、彼のこれまでの業績の引用件数は確実に多くなっている。この意味で、彼は常に我々より先に進んでいた天才科学者であり、“21世紀”の最も優秀な数理科学者であると言ってよいのではなかろうか。

# 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



**薩摩 順吉** (武蔵野大学工学部数理工学科 教授)  
専門分野: 応用数理、非線形可積分系

## センター員



**三村 昌泰** (武蔵野大学工学部数理工学科 教授)  
専門分野: 現象数理学



**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



**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



**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



**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



**渡辺 知規** (武蔵野大学工学部数理工学科 教授)  
専門分野: 応用数理、数理科学、機械工学



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



**友枝 明保** (武蔵野大学工学部数理工学科 准教授)  
専門分野: 渋滞学、計算錯覚学



**山中 卓** (武蔵野大学工学部数理工学科 准教授)  
専門分野: 金融工学、数理ファイナンス



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



**八島 亮子** (武蔵野大学工学部数理工学科 助教)  
専門分野: 生命情報学(遺伝学)、進化生物学



**Sushma Kumari** (武蔵野大学工学部数理工学科 助教)  
専門分野: 機械学習 / ランダム行列理論

## 事務スタッフ

(嘱託職員) **佐藤 紀志雄**

## 客員スタッフ

(客員研究員) **竹内 康博** (青山学院大学理工学部 教授)

(客員研究員) **室田 一雄** (首都大学東京経済経営学部 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数理情報学専攻 准教授)

## 【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)

編集後記: 大学院も設置され、いよいよ研究活動が本格化して参りました。本年度をもって News Letter を担当するのが最後になりますが、今後とも武蔵野大学数理工の活動を楽しみにしております。

編集委員: 八島 亮子

