武蔵野大学
数理工学センター

MCME News Letter

Musashino Center of Mathematical Engineering

第5号（2020年3月発行）

02　センター開設から５年を経て
＜数理工学センター長　薩摩 順吉＞

03　ニュース
「総務省主催2019年度統計データ分析コンペティション」で、
統計活用奨励賞(統計協会賞)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
4 EMaTの報告
　数理工学センター紀要第５号刊行
5 数理工学コンテストの報告

09　センター員研究紹介
1 幾何学と数学の応用
　微分同相群の研究から幾何モデルによる現象の理解へ　坪井 俊
2 Random Projection for kNN: A theoretical Investigation!　Sushma Kumari

11　センター員紹介／センター連絡先／編集後記

センター開設から5年を経て

数理工学センター長　薩摩 順吉

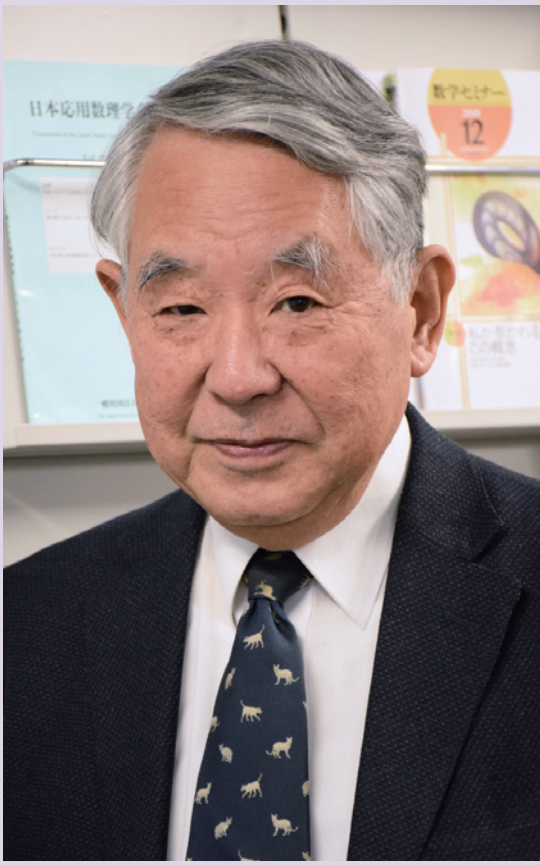
2015年4月、武蔵野大学工学部数理工学科開設と合わせて、数理工学センター（略称：MCME）が立ち上がり、まもなく5周年を迎えようとしています。母体である数理工学科は昨年卒業生を初めて出すとともに、大学院修士課程にもそのうち1/3以上が進学しました。

就職状況もよく、良い船出ができたと思っております。数理工学センターも、たくさんの方々のご支援により、活発な活動を行うことができました。ここでは、これまでのいくつかの活動内容を紹介します。なお、今年度の活動の詳細につきましては、本号の各報告をご覧ください。

数理工学センターの重要な取り組みの一つが数理工学シンポジウムです。第5回を迎えた昨年は10月11,12日の開催予定でしたが、台風接近の影響で、11日のみに行い、7名の研究者にご講演いただきました。講演者はすべて数理工学の各分野で最先端の研究を行っておられる第一線の研究者であり、質疑応答で大きな盛り上がりを見せました。大学院生、学部生の参加も少なからずあり、今後の数理工学研究のモチベーションを高めるのに役だったと考えています。また、学外からも多くの聴衆が参加されました。数理工学シンポジウムは、センターが目指す日本のみならず世界の数理工学研究の中心拠点となることに近づく役割を果たしました。

センターのもう一つの柱が、数理工学センター（MCME）セミナーです。本年度は通算で第28回から第34回まで開催しました。数理工学科が対象としている現象数理、構造数理、統計数理の三つのテーマについて最新の研究成果を発表していただき、大きな刺激を得ることができました。毎回、講演後の懇親会も大きく盛り上がります。より広い範囲の方々がご参加してくださることを期待します。また是非話してみたいと考えておられる方は、ご遠慮なくセンター員までご連絡ください。

数理工学研究では研究者同士が活発な議論を行うというスタイルが重要な要素となります。上の二つの活動に加えて、龍谷大学との連携シンポジウムも開催しています。昨年度は武蔵野大学で開催しましたが、本年度は龍谷大学で開催しました。龍谷大学理工学部数理情報学科は我が国における応用数理の一大拠点ですが、そこに所属する研究者と連携することにより、数理工学センターの研究レベルを高めていけることを期待しています。また将来、本学の大学院生と龍谷大学の大学院生との研究交流を活発に行うことも期待しています。また、数理工学センターは、明治大学先端数理科学インスティテュートと、研究活動の推進とその成果の普及を促進し、学術研究の発展に寄与することを目的に、研究協力に関する協定を締結していますが、この協定により、今後同大学と協力して異分野融合の研究などを行い、幅広い研究分野が推進されることも期待しています。



こうした活動は、全国の研究者から、小さな所帯ながら良くやっているとの評価を得ています。数理工学センターには、現在、数理工学科所属の全教員13名が研究員として、青山学院大学、首都大学東京、東京大学、龍谷大学の教員6名が客員研究員として在籍しています。

研究機関としての中長期的目標として、国内外の研究機関と連携してコンソーシアムを形成することがあります。コンソーシアムは、国内外の数理工学に関連する研究機関の強みを集めたもので、その一角として数理工学センターが幅広い研究活動を行うことができます。例えば、コンピュータの発達によりソフトウェアエンジニアリングの重要性が高まってきていますが、その中で数理工学的な研究の必要性は強く認識されてきており、さまざまな研究機関と連携してソフトウェアエンジニアリングの研究の発展を図ることを考えています。コンソーシアムを立ち上げる第一歩として、センター内で戦略的に今後発展が見込まれる分野を「重点領域」として設定し、数理工学の学内研究員と学外研究員との共同研究でそのプロジェクトを推進していきます。また、将来的には数理工学センターがコンソーシアムの中核になることを目指しています。さらに、重点領域に関わるプロジェクトを推進するために、関連する研究者を客員研究員として採用することも検討しています。

今後とも積極的な活動を続けていく所存ですが、数理工学センターの発展のために、皆様のご支援よろしくお願いします。

「総務省主催2019年度統計データ分析コンペティション」で、統計活用奨励賞(統計協会賞)を受賞しました

総務省主催※2019年度統計データ分析コンペティションにおいて、本学数理工学科の西川哲夫教授が指導するグループ（村松波さん、熊野翔さん、川田瑛貴さん）の作品が、「統計活用奨励賞」に選ばれ、11月18日（月）に高市総務大臣を迎えて開催された全国統計大会で、表彰式が行われました。村松さんが代表を務めたグループは、「市区町村別でみる合計特殊出生率推移の特徴分析」と題した論文を提出し、表彰された4賞（総務大臣賞、優秀賞、統計数理賞、統計活用奨励賞）の内、日本統計協会からの統計活用奨励賞を受賞しました。

グループは、少子化問題解決への貢献を目指して、本コンペティションに挑戦しました。少子化問題の解決には、合計特殊出生率（TFR）の推移を長期間かつ市区町村別で分析することが重要と考え、子ども女性比を用いた推定方法を新たに提案しました。これによって、これまで実施されてこなかった市区町村レベルの20年にわたるTFRの推移の分析が可能となりました。さらにTFRの値と2005年からの増分の二つの指標で全市区町村を9つのタイプに分類した結果、地方によって分類結果が大きく異なることが明らかになりました。特に、東京都区部では港区等の増分が大きいこと、TFRの増分は納税者一人あたり所得の増分との相関が高いことを指摘しました。

論文審査会からは、「出生率の推移について多角的分析を試み、研究の動機も極めて明確であり、好ましい論文と評価された。分析結果の解釈を深めれば、より説得力のある論文となる。」というコメントをいただきました。

※【主催】：総務省、独立行政法人統計センター、一般財団法人日本統計協会
大学共同利用機関法人情報・システム研究機構-統計数理研究所

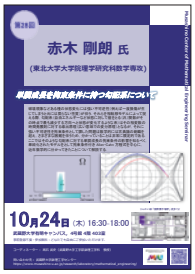
日本統計協会の美添理事長より表彰状を授与される村松波さん

今回の受賞を指導教員と共に学長へ報告しました
（左から、西川哲夫教授、村松波さん、西本照真学長、川田瑛貴さん、熊野翔さん）

高市総務大臣（前列左より6人目）を迎えた開会前の記念撮影

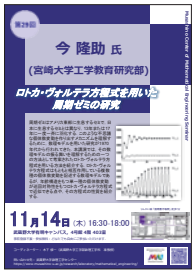
数理工学セミナー（MCMEセミナー）を開催しました。

■第28回MCMEセミナー



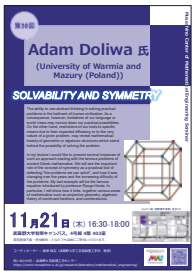
日　時：2019年10月24日（木）
16:30-18:00
場　所：武蔵野大学有明キャンパス、
4号館4階403室
講演者：赤木 剛朗 氏（東北大学大学院 理学研究科 数学専攻）
講演題目：単調成長を拘束条件に持つ勾配系について
コーディネーター：高石 武史（数理工学センター員）

■第29回MCMEセミナー



日　時：2019年11月14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：今 隆助 氏（宮崎大学工学教育研究部）
講演題目：ロトカ・ヴォルテラ方程式を用いた周期ゼミの研究
コーディネーター：木下 修一（数理工学センター員）

■第30回MCMEセミナー



日　時：2019年11月21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：Adam Doliwa 氏（University of Warmia and Mazury(Poland)）
講演題目：SOLVABILITY AND SYMMETRY
コーディネーター：薩摩 順吉（数理工学センター長）

■第31回MCMEセミナー

日　時：2019年11月27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411室
講演者：水野 貴之 氏（国立情報学研究所、総合研究大学院大学）
講演題目：複雑ネットワーク科学が映し出すグローバル社会の闇
コーディネーター：木下 修一（数理工学センター員）

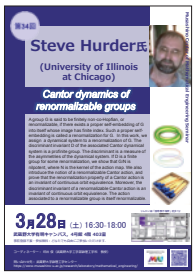
■第32回MCMEセミナー

日　時：2019年12月5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：木村 宏一 氏（(株) 日立製作所）
講演題目：Burrows-Wheeler変換と
DNA配列解析
コーディネーター：西川 哲夫（数理工学センター員）

■第33回MCMEセミナー

日　時：2020年1月24日（金）
17:10-18:40
場　所：武蔵野大学有明キャンパス、
4号館4階403室
講演者：高田 章 氏（University College London）
講演題目：数理的発想から温度・エントロピーの新しい基本概念を考える
コーディネーター：山中 卓（数理工学センター員）

■第34回MCMEセミナー



日　時：2020年3月28日（土）
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：Steve Hurder 氏（University of Illinois at Chicago）
講演題目：Cantor dynamics of renormalizable groups
コーディネーター：坪井 俊（数理工学センター員）

武蔵野大学数理工学シンポジウム2019が開催されました（2019年10月11日）

2019年10月11日、「武蔵野大学数理工学シンポジウム2019」が武蔵野大学有明キャンパスで開催されました。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。2015年から年に1度開催され、今回で第5回を迎えました。今回は台風第19号の接近に伴い開催が危ぶまれましたが、当初二日間の予定を一日に短縮して開催することになり、当日は学内外から多数のご参加をいただきました。

（参加学生のコメント）

数理工学に関する色々な分野のお話を聞くことができて興味深かったです。シンポジウムに参加して、あらためて数理と社会のつながりに気づくことができました。特に、暗号やビットコインの話題に興味がわきました。（数理工学科4年）

ビットコインにブロックチェーンが使われていることを耳にすることがあったが、詳しいことは知らなかった。今回聴講した講演を通してブロックチェーンがどのように使われているかやその仕組みについて知ることができて良かった。（数理工学科3年）

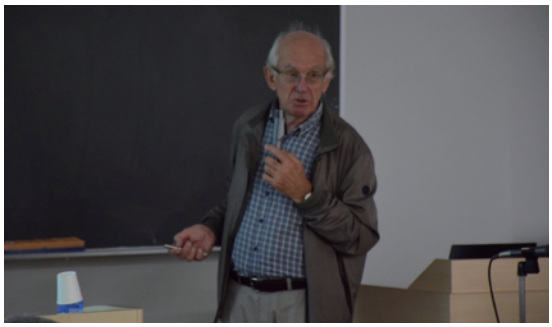
地震発生時の都市シミュレーションの講演が非常に面白かったです。様々なモデルを組み合わせて全体として大きなモデルを作っているところが、研究者の努力の結晶のように思えて感銘を受けました。（数理工学専攻修士1年）

人工知能が今まで取り組んでこなかった領域の問題も解決できる可能性があるというお話がとても印象に残っています。（数理工学科2年）

人工知能の限界を感じたと同時にその可能性の広さについても納得できました。（数理工学科4年）

深層学習の理論的な話題をきいたのは初めてで、貴重な経験になった。（数理工学科3年）

興味深い講演ばかりでした。講演を通して学んだことを卒業研究に活かしたいと思います。（数理工学科4年M）

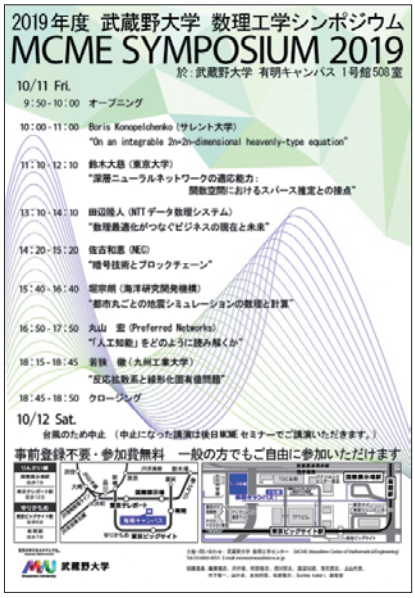


=プログラム=

10月11日(金)

9:50 - 10:00	オープニング
10:00 - 11:00	「On an integrable 2n+2n-dimensional heavenly-type equation」Boris Konopelchenko（サレント大学）
11:10 - 12:10	「深層ニューラルネットワークの適応能力：関数空間におけるスパース推定との接点」鈴木大慈（東京大学）
13:10 - 14:10	「数理最適化がつなぐビジネスの現在と未来」田辺隆人（NTTデータ数理システム）
14:20 - 15:20	「暗号技術とブロックチェーン」佐古和恵（NEC）
15:40 - 16:40	「都市丸ごとの地震シミュレーションの数理と計算」堀宗朗（海洋研究開発機構）
16:50 - 17:50	「「人工知能」をどのように読み解くか」丸山宏（Preferred Networks）
18:15 - 18:45	「反応拡散系と線形化固有値問題」若狭徹（九州工業大学）
18:45 - 18:50	クロージング

10月12日(土) 台風のため中止



第4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４回目となる本シンシンポジウムは武蔵野大学の有明キャンパスで行いました。武蔵野大学工学部数理工学科は完成年度を迎え、４年生の研究発表もあり学部学生にとっても有意義な連携シンポジウムとなりました。

日時：2019年2月7日（木）～ 2月8日（金）
場所：武蔵野大学有明キャンパス 4号館 403教室

【講演タイトル】（講演順）

「データ取得・解析を行う上での問題点～実世界（動画）のデータとWebデータを例に～」
木下修一（武蔵野大学）

「遺伝子制御ネットワーク系のモース分解について」
岡 宏枝（龍谷大学）

「宇宙太陽光発電の技術と効率の評価」
阿部修治（武蔵野大学）

「フェンシングの未来のために～見せ方の改革とデータによる技術の解明に向けて～（第8回スポーツデータ解析コンペティション審査会講演作品）」
○西川哲夫, 川田瑛貴, 田寺凌太, 榎本駿平（武蔵野大学）

「本の時代再び ～リアルとデジタルの融合～（第 8 回データビジネス創造コンテスト最優秀賞受賞作品）」
○川田瑛貴, 田寺凌太, 西川哲夫（武蔵野大学）

「動的境界条件付き熱方程式の拡散極限」
川上竜樹（龍谷大学）

「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 ―」
○青山広輝, 須川 栞, 渡辺知規（武蔵野大学）

「An empirical index to measure the concentration of various distance functions」
Sushma Kumari（武蔵野大学）

「Blocking of transition fronts in reaction-diffusion equations on a star graph」
森田善久（龍谷大学）

「べき乗和の公式に潜む隠れた対称性について」
四ツ谷晶二（龍谷大学）

「SKT交差拡散方程式に現れる定常極限方程式の解構造」
森 竜樹（大阪大学）

「フェーズフィールドを用いたき裂進展モデルとその応用」
高石武史（武蔵野大学）

EMaT（イーマット, Engineering Mathematics Test, 工学系数学統一試験）を2019年12月14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（2018年）には、武蔵野大学工学部数理工学科の学生も含め31大学、４高等専門学校、1953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いってほしいと願っています。

数理工学センター紀要第5号の刊行

例年通り、令和２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５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５号に掲載する記事のタイトルの一覧は以下の通りです。

- 双安定性をもつある非線形差分方程式について
- 長時間相関を持つカオス結合系における情報の流れの計測
- 平坦トーラスの折り紙埋め込み
- ファジーECA90の厳密な進行波解
- Duhamelの原理の離散類似
- 合計特殊出生率 (TFR) 推移の分析基盤の構築 ―市区町村別でみる TFR関連要因の探索に向けて―
- 非局所Allen-Cahn方程式の解の大域的分岐構造
- Hawkes過程モデルのノンパラメトリック推定による信用格付変更リスクの伝播性分析
- 建物内に居残る居住者に迅速な避難を促すためには何が大切なのか？ ―建物火災の場合―(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。

2018年度第5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年度に第１回数理工学コンテストを開催して以来毎年開催している。今回、2018年度第５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215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枚以内とした。応募期間としては、2018年11月１日～2019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：「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相関についての分析」）。

【応募状況と受賞作品】

全部で215作品の応募があった。全体的なレベルも高くなり、テーマの対象や方法についても、実に多様なテーマの応募があった。分析対象としては、最近の時流に乗ったオリンピック関連テーマや日常生活、スポーツ、物理などに関するテーマ、ばらつきの意味を問うテーマ等、方法論に関しては、最適化を目指したテーマ、高度な統計的手法を駆使したテーマ、テキストマイニングを用いたテーマなどがあり、テーマの多様化と方法論の高度化がどちらも進展していることが窺われた。

レポートとしてのまとまりも全体的に良く、データや方法の記述などよく書かれたレポートが多かった。全体的にレベルが高く、審査では大変苦労した。

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６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３作品、選考委員賞が４作品、ジュニア奨励賞が２作品選考された。受賞結果はホームページにて公開した(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ファイルで公開した。授賞式を2019年３月23日に武蔵野大学有明キャンパスにて実施した。

授賞式後の懇談会での集合写真

左図：第５回数理工学コンテストちらし

【2019年度の数理工学コンテストの募集について】

2019年度も、2018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６月24日募集要領公開、11月１日募集開始、2020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
あら樫の実（どんぐり）の転がり方についての研究	○山口　右城 宇都宮　千尋 松根　葵	愛媛県立吉田高等学校 2年、1年

優秀賞（3作品）

作品名	作者名（○は代表者）	学校名･学年
降水確率何%から傘を持って行くのがよいか	○大洞　日香	光塩女子学院中等科 2年
衣類乾燥機はどこで売れている?	○宮本　真弥	明治大学付属明治中学校 1年
iPhoneの音声認識の限界を探る	○有本　陽菜 石岡　健大 平野　泰成	愛媛県立八幡浜高等学校　2年

奨励賞（3作品）

作品名	作者名（○は代表者）	学校名･学年
n筆書きに魅せられて　～奇点の数と筆数の関係～	○木戸　晴江 橋本　芙由 宮下　愛 目崎　七海	広島大学附属高等学校 3年
落下水滴の水面衝突による気泡音に関する研究	○石岡　健大 有本　陽菜 平野　泰成	愛媛県立八幡浜高等学校 2年
桜と梅の開花日の差の研究	○新沼　勇人 小矢沢　琢三 亘　哲汰	屋代高等学校 2年

選考委員賞（4作品）

作品名	作者名（○は代表者）	学校名･学年
形態素解析データの統計学的手法による太宰治の小説の分析	○伊藤　寛子	渋谷教育学園幕張高等学校 1年
香川ファイブアローズが勝利するには第1ピリオドが重要だ	○高岡　麻衣 森　裕貿 山中　脩生	香川県立観音寺第一高等学校、3年
暖房器具で１番お得なのはどれ？	○関下　敦揮	明治大学付属明治中学校　1年
エスカレーターの片側歩行・両側停止の比較　～2020年東京オリンピック・パラリンピックに向けて～	○長田　穂乃香 大瀧　万結子	光塩女子学院中等科 1年

ジュニア奨励賞（2作品）

作品名	作者名（○は代表者）	学校名･学年
自動車とバス、どちらが得?	○西野　実里	明治大学付属明治中学校 1年
夕食のちりめんご飯から見えたこと	○平野　茉莉乃	光塩女子学院中等科 2年

幾何学と数学の応用
微分同相群の研究から幾何モデルによる現象の理解へ

坪井　俊（TSUBOI, Takashi）

所属：工学部 数理工学科 特任教授　**所属学会**：日本数学会
専門：幾何学、トポロジー　**学歴(学部卒業以降)**：東京大学理学部数学科を卒業後、東京大学大学院理学系研究科数学専攻修士課程を修了
学位：理学博士（東京大学）　**職歴**：東京大学理学部助手、教養学部助教授、理学部助教授、大学院数理科学研究科助教授、同教授を経て2019年4月より現職

世の中の様々な現象は、幾何学的対象、すなわち図形として、あるいは図形の変化として捉えられます。通常視覚的に捉えられる図形は、曲面あるいは多面体として理解されます。平面上では曲線あるいは多角形です。このような図形の研究は、その対称性の研究から始まります。対称性は、図形をそれ自身に写す変換の全体のなす群により記述されます。取り扱いやすい図形の代表は滑らかな曲面を一般化して定義された多様体ですが、多様体の構造を保つ群は微分同相群と呼ばれます。この巨大な群の代数的、力学系理論的性質が、多様体の部分多様体の連続な族への分割である葉層構造の性質に深く関係があることが私の研究の出発点となりました。（図１参照）

葉層構造を研究して、向きづけられた３次元多様体の向きづけられた余次元１葉層構造のゴドビヨン-ベイ不変量が零であることとこの葉層構造が零同境の葉層構造の極限になることは同値であることを示しました。ゴドビヨン-ベイ不変量は葉層構造を与える微分１形式から完全積分可能条件を用いて定まる閉３形式の積分として定義されているのでコンパクト４次元多様体の向きづけられた余次元１葉層構造が境界に誘導する葉層構造に対しては零になります。

葉層構造には普遍的葉層構造をもつ分類空間がヘフリガーにより定義されています。この分類空間は葉層構造の横断的正則性によってトポロジーが異なります。私は法束が自明な連続微分可能葉層構造の分類空間が可縮であることを示しました（1991年度日本数学会幾何学賞受賞業績）。この結果、多様体の部分接ベクトル束は連続微分可能な葉層構造に変形できることがわかります。２回以上連続微分可能な葉層の分類空間は高々余次元の２倍の連結性しか持ち得ないことがわかっています。

微分同相群の恒等写像成分はその交換子群と一致することが知られており、なめらかな葉層の分類空間が余次元＋１の連結性をもつことを示すために使われていました。これにより恒等写像にアイソトピックな微分同相は有限個の交換子の積の形に書かれることがわかりますが、その個数が問題でした。コンパクト奇数次元多様体、２次元４次元を除くコンパクト偶数次元多様体に対して、交換子の数は有界であることを示しました。最近２次元の場合は有界ではないことが示されたようです。また球面のすべての向きを保つ同相写像はただ１つの交換子に書かれることも示しました。（図２、図３参照）

実解析的葉層構造、実解析的微分同相群は非常に興味深い対象です。1974年にエルマンがトーラスに対して実解析的微分同相群の恒等写像成分が単純群であることを示しました。私はある種の良い円周作用をもつ実解析的多様体に対して実解析的微分同相群の恒等写像成分が完全であることを示しました。実解析的微分同相においては、滑らかな微分同相群の中での稠密性と解析接続による変形の非局所性が一体となっており、それが研究の面白さでもあります。

さてここ数年間は、数学とくに幾何学を応用していくためのシステムについて考えています。現在、様々な巨大データが得られています。そのデータを座標にする点の全体を考えると、データ全体の形状が観察できル場合もあります。データ全体をコンピュータで処理してその形状を調べることはできるでしょうか。２つの近接したデータを辺とし、３つの近接したデータが三角形になるような複体と呼ばれる図形を定義することができます。さらにその複体からベクトル空間と線形写像の列が定まります。その列のホモロジー群という群をみると、もとのデータの性質を特徴付ける数を定めることができます。このパーシステントホモロジー理論と呼ばれる方法で、ものの形の一部分がわかることになります。もっと多くの性質を理解するためには、理想化された図形の形状について知っておく必要があります。多角形、多面体、曲面、多様体という理想化された図形の性質とそれに対するホモロジー群などの性質を理解していれば、ホモロジー群の情報がデータのどのような性質を記述しているか理解できるようになりますし、図形の対称性を記述する群もデータの意味を理解するために使うことができます。このようなシステムは楽しみな研究対象です。

参考文献：坪井俊, 日本数学会2008年度秋季総合分科会総合講演アブストラクト「多様体の微分同相群」 https://www.jstage.jst.go.jp/article/emath1996/2008/Autumn-Meeting1/2008_Autumn-Meeting1_16/_article/-char/ja/

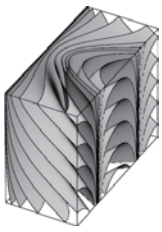


図１：葉層構造の例

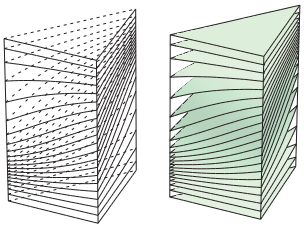


図２：アイソトピーのトレースとマルチアイソトピー

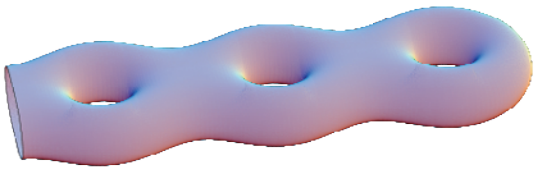


図３：境界を持つ曲面はその基本群を考えると境界は生成元の交換子の積となる。これが代数と幾何の橋渡しになる。

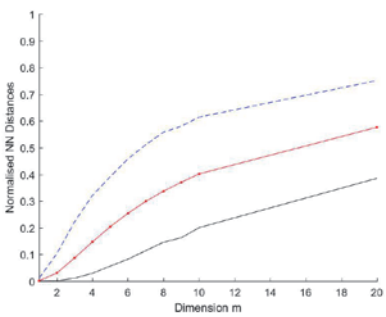
Random Projection for kNN: A theoretical Investigation!

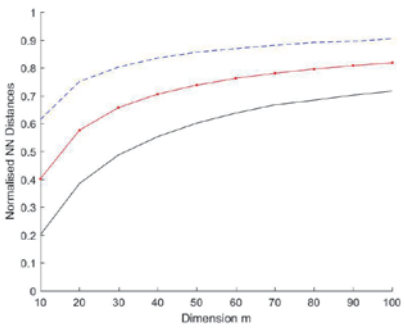
クマリ シュシマ（KUMARI, Sushma）

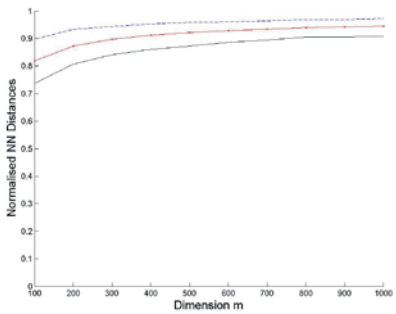
所属：工学部 数理工学科 助教
専門：統計的機械学習, 次元削減, ランダム行列
学位：博士（理学）（京都大学）
学歴：京都大学大学院理学研究科数学専攻
職歴：2018年10月から武蔵野大学数理工学科

The more the merrier! Not always this is true! In traditional machine learning, of course, a large number of training data are needed to train our learning model better and generalize it to new data and at the same time, we have thousands or even millions of features measured for a single sample. In this way, we are adding low-quality data with more noise and many irrelevant features, which slows down the algorithm. These high-dimensional data are often uninformative and have many redundant features. As a result, our model becomes more complex and resulting in poor performance. Many learning algorithms fail to perform satisfactorily on high-dimensional data due to the phenomenon called the curse of dimensionality. The curse of dimensionality, a term coined by Richard Bellman in the 1960s, is the set of all problems which are prevalent in high-dimensional settings but are absent in low dimensions. The following diagram illustrates this phenomenon. With increasing dimension, the nearest neighbor distances between the data points tend to concentrate.

In statistical machine learning, the k-NN rule plays a very important role in understanding and developing the theoretical framework for other learning models. The k-NN rule is a distance-based learning algorithm which predicts the label of a new data point by first finding k closest points to it and further, taking a majority vote among the labels of those k-nearest neighbors. Unfortunately, the k-NN algorithm is affected by the curse of dimensionality, but, a number of empirical studies combining random projection with the k-NN have shown improved results. Random projection is the most computationally efficient dimension reduction technique for high-dimensional data. A limited number of studies for real and synthetic datasets insinuate that the combination of random projection and k-NN rule is a promising solution. However, the question is why this combination works well? There is almost no theoretical justification to the question of improved performance of random projection-based k-NN. It is promising direction to look forward to in data science.







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

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

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

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

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

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

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）
（客員研究員）　**四ッ谷 晶二**（龍谷大学 名誉教授）
（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**（龍谷大学理工学部数理情報学科 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

編集後記：豪雨災害や暖冬、新型感染症の流行などがあり、メディア上には感染拡大シミュレーションなど、数理工学に関わる技術を用いた映像が数多く利用されていました。解決困難な問題が山積している現代社会において、数理工学分野発展の必要性がより強く感じられる一年でした。　編集委員：上山大信、木下修一