武蔵野大学
数理工学センター

MCME News Letter

Musashino Center of Mathematical Engineering

第1号（2016年3月発行）

02　センター設置にあたって
＜数理工学センター長　薩摩順吉＞

03　センターへの期待
＜武蔵野大学学長　寺崎　修＞

04　明治大学先端数理科学インスティテュートとの連携協定

04　数理工学センター紀要発行にあたって

05　活動報告
1 センターシンポジウムの報告
2 数理工学コンテストの報告
3 MCMEセミナーの報告
4 EMaTの報告

09　センター員研究紹介
複雑ネットワーク上における遺伝子発現モデルの振る舞い　木下修一
数学理論を基に高精度かつ高速な数値計算法を開発する　田中健一郎

10　センター員紹介

10　センター連絡先／編集後記

Message

センター設置にあたって

数理工学センター長　薩摩順吉

昨年４月、武蔵野大学工学部数理工学科を開設しました。設立趣意書では、数理工学科は「数理工学の専門能力を身につけ、持続可能な社会構築に向けて主体的に参画する人材、例えば自然現象や社会現象をモデル化して理解し、システム設計に応用することができる人材や、蓄積されたデータ同士の相関関係などを分析し、問題の本質を捉えた上で課題解決できる人材（データサイエンティスト）を育成する」ことを目的としています。

数理工学は数理を応用して社会に役立てる学問です。数理の中には数学はもちろんのこと、物理や情報も含みます。数理工学科では、高度情報化社会で不可欠な数理工学的手法を習得します。対象は三つに分けることができます。一つは自然現象・社会現象の本質を抽出して数理モデルを構築し、その数理的解析から得られる知見をシステム設計に応用する現象数理。二つ目はたとえば、輸送問題におけるネットワーク形成や、物流拠点の最適配置に対して、代数的な考え方を用いて解決策を考える構造数理。最後は、蓄積されたビッグデータについて、データ同士の相関関係などを分析し、問題の本質を捉えた上で課題解決を図る統計数理です。

こうして設立された数理工学科の教育を研究面から支えるために、学科開設と同時に研究拠点として設置したのが、数理工学センター（英語名: Musashino Center of Mathematical Engineering, 略称：MCME）です。

現在の数理工学は生命情報科学、環境物理学、渋滞学、高度医療情報解析等のように社会と密接な関係を有する分野との連携も広がってきています。また、現代社会は数理工学を学んだシステムエンジニア、金融アナリスト等のように複数の研究分野の垣根を越えたこれまで以上に幅広く専門的かつ高度な知識や技術を習得した人材を必要としています。そのため、数理工学センターでは学生へのコンピュータに関する専門的な知識・技術をサポートする教員を配置し、研究支援を実施することにより、今後要求される人材を社会へ送り出すことも目的としています。

数理工学センターは、昨年10月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ました。この協定により、今後同大学との研究協力によっ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を期待しています。

このように数理工学センターは、専門的知識、高度な技術を有する優秀な人材を育成することや数理工学に関連した研究を発展させることはもちろんのこと、学内外から数理工学分野等に関するさまざまな情報・知見・知識の研究情報を集約した上で、その情報を基に研究をさらに発展させ、情報発信を積極的に行うことにより、数理工学研究の循環を生みだすことも目指しています。さらに、この研究の循環が、本学が位置する有明という東京湾岸の立地を生かし、学問領域にとどまらず産学官が融合した新たな環境をつくり、臨海副都心に誘致された企業等と連携して情報発信を行い、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を目指しています。今後とも皆様のご支援よろしくお願いします。

センターへの期待

武蔵野大学学長　寺崎　修

ここ数十年の情報技術の進歩は、世界の状況の変化を大きいものにしてきました。人と物と情報の流れも、スピードが速く、また、グローバル化しています。

この様々な情報の目まぐるしい流れを的確につかみ、膨大な情報の中から本質的に大事なものを見出して、社会に生かしていく力がこれからは求められてきます。こうした問題を数理的に捉えて解決していく数理工学分野の人材の育成は急務であると考えられます。数理工学はデータを単に統計解析して現象を俯瞰するだけでなく、数学を基礎として情報学や応用物理の手法を駆使することで、社会の諸問題に対して新たな解決策を提案する学問です。本学科の卒業生はシステムエンジニアや数学教員など、従来から情報工学及び数学を専攻した学生が活躍する分野に加え、大量のデータが流動する流通や金融業界における諸問題の解決を目指すアナリストとしての活躍も期待されます。

MCME（Musashino Center of Mathematical Engineering）は数理工学の研究のために設立された研究組織です。本研究センターは、ソリトン理論の工学への応用で知られる薩摩教授をセンター長に据え、数理工学、情報学、統計学など諸分野にわたる数理工学科の教員によって構成されています。数理工学の学問分野での人材を育てるためには、伝統的な数学や情報技術の基礎教育を繰り返し行っていくことも求められていますが、同時に研究の最先端を的確に捉えて、その成果を教育に還元させていくことも大事だと考えています。

MCME所属の本学教員には、学生への教育機会だけでなく、自身の研究を自由に行うことによって、最新の知見を得ることを求めています。また、研究交流を通じて国内外の研究者に、武蔵野大学の活動を知らせて頂けたらと考えています。

武蔵野大学の紹介

本学は、世界的仏教学者で文化勲章受章者でもある高楠順次郎博士によって、1924年に創立した武蔵野女子学院を前身とした総合大学です。

女子の高等教育の場が限られていた開学当初より、仏教精神に基づいた女子教育に力を入れておりましたが、男女が肩を並べるようになった時代の変化に合わせて、2003年に名称を「武蔵野女子大学」から「武蔵野大学」に変更するとともに、翌年男女共学化を行いました。

2012年には従来の武蔵野キャンパスに加え、臨海副都心に数理工学センターのある有明キャンパスを開設しました。有明キャンパスは東京ビッグサイトや産業技術総合研究所にほど近く、産学連携の点から好立地に恵まれております。また、数理科学の教育の場としても、日本科学未来館、リスーピア、ソニー・エクスプローラサイエンスなど、デジタルメディアにインタラクティブな科学館が密集している地域でもあり、特色ある数学教育の発展に繋がる可能性もあります。

明治大学先端数理科学インスティテュートと研究協力を締結しました。

武蔵野大学数理工学センター（Musashino Center of Mathematical Engineering：MCME）と明治大学先端数理科学インスティテュート（Meiji Institute for Mathematical Sciences：MIMS）は、2015年10月16日に両機関の研究活動の推進及びその成果の普及を促進することにより、我が国における学術研究の発展に寄与することを目的として、研究協力に関する協定を締結しました。

武蔵野大学数理工学センターは「数理工学」分野（数学を工学的観点から社会に役立てる分野）における日本初の研究所であり、一方、明治大学先端数理科学インスティテュートは文部科学省からも認可を受けている「数理科学」や「現象数理」分野（自然・生命・社会現象などを数学で解き明かす分野）の共同研究の拠点となっています。双方の研究分野は相補的関係にあり、研究協力を行うことによる相乗効果から、これらの分野のさらなる発展が期待されます。

【明治大学先端数理科学インスティテュート】

2007 年開設。社会及び自然に係る現象の数理的解析を課題とする国際的研究拠点。

2014 年度から、文部科学省 共同利用・共同研究拠点「現象数理学研究拠点」として認可を受けている。基盤数理部門、現象数理部門、教育数理部門、先端数理部門を置く。

連携先リンク：
明治大学先端数理科学インスティテュート (MIMS)
http://www.mims.meiji.ac.jp/

数理工学センター紀要発行にあたって

平成２８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の創刊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規程第３条に定める事業「研究、調査及び活動成果の公表」の一環として、武蔵野大学の教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います。創刊号に掲載する記事のタイトルの一覧は以下の通りです。

・重み付きハーディ空間における高精度数値積分公式のポテンシャル論による設計
・絶縁体の光学スペクトルにおけるゼロ・フォノン端異常
・拍動に起因した脈波の周期的挙動の数理的解析
・離散半線形熱方程式の爆発解とその Dirichlet 問題
・相対速度を考慮したある追従モデルの分岐構造について
・2014 年度数理工学コンテスト応募レポートの分析に基づいた数理工学教育への示唆
・海水魚類種と淡水魚類種における遺伝的多様性のパターンの比較
・非一様興奮場における伝播波の統計的特徴
・ある物理系への超離散カルマンフィルターの応用（順不同）

今後、本紀要が数理工学に関連する研究成果の発表の場として発展していくことを期待しております。

武蔵野大学数理工学シンポジウム2015が開催されました。（2015年11月19日、20日）

2015年11月19日、20日両日において、記念すべき第一回の「武蔵野大学数理工学シンポジウム2015」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、武蔵野大学数理工学センターが中心となった数理工学研究の循環を生み出すことを目的として企画されたもので、「数理工学」をキーワードに、数理が関わる幅広い分野から、その分野の第一線でご活躍されている先生方を招聘し、医療、最適化、ロボット、折り紙、VRなど、多岐に渡るご講演が展開されていました。ご講演においては、学部学生にも配慮していただき、応用事例も交えてわかりやすく解説していただきました。

（聴講した学生の感想：一部抜粋）

■今自分が習っている数学が社会の役に立つんだと再認識でき、今後の数学に対する意欲がよりいっそう高まった。折り紙にロマンがあっておもしろかった。（石田先生のご講演に関して、数理工学科１年生S）

■これまでは、ある事柄についてのことを数式にしていたが、生物の動きを数式にしていて大変驚いた。粘菌が栄養をほしいという気持ちと一つになっていたいという気持ちのジレンマによって作られた迷路の最短距離は、本当に人間のような脳を持っていないのかと不思議に感じた。（小林先生のご講演に関して、数理工学科１年生O）

■細胞などの研究は生物学でするイメージが強かったので、数学を用いたアプローチがあることに驚き、数学は色々なものの根になっていることを実感しました。（時弘先生のご講演に関して、数理工学科１年生T）

薩摩センター長

時弘先生

小林先生

石田先生

= プログラム =

11 月 19 日（木）

（オープニング）　薩摩順吉　（武蔵野大学数理工学科、数理工学センター長）

10:00 - 11:00　「佐藤超函数論に基づく数値積分」緒方秀教　（電気通信大学大学院情報理工学研究科）

11:00 - 12:00　「生命動態の数理 -- 心筋細胞と血管新生の数理モデル --」時弘哲治（東京大学大学院数理科学研究科）

（昼休み）

13:15 - 14:15　「逆解析数理とシミュレーションの融合による「ものづくり」の高度化」樋口知之　（統計数理研究所）

14:15 - 15:15　「生物と数学とロボットと — 理学の眼と工学の眼 —」小林亮（広島大学大学院理学研究科）

（休憩）

15:30 - 16:30　「Degree, Branching Matrix and Integrability of Discrete Systems」K. M. Tamizhmani（Dean, Ramanujan School of Mathematical Sciences，Pondicherry Univ.）

16:30 - 17:30　「微小重力環境下での燃焼―再燃の恐怖―」三村昌泰　（明治大学先端数理科学インスティテュート）

11 月 20 日（金）

10:00 - 11:00　「折紙の数理と工学への応用」石田祥子（明治大学理工学部）

11:00 - 12:00　「非線形偏微分方程式に対する高速な構造保存解法」降籏大介（大阪大学サイバーメディアセンター）

（昼休み）

13:15 - 14:15　「数理計画の楽しさ」　宮代隆平（東京農工大学 大学院 工学系研究院）

14:15 - 15:15　「VR と新しい感覚の科学」廣瀬通孝（東京大学大学院情報理工学系研究科）

（休憩）

15:30 - 16:30　「最短経路と検索と応用の話」宮本裕一郎（上智大学理工学部）

2014年度第1回数理工学コンテストの開催

【はじめに】

武蔵野大学では、2015年４月に工学部数理工学科が設立され、自然現象・社会現象をモデル化し、それをシステム設計に応用することができる人材や、ビッグデータから問題の本質を見抜くデータサイエンティストなどを育成することを目指している。数理工学科が設立される前年の2014年度に、数理工学科の立ち上げを記念し、また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、第１回数理工学コンテストを開催した（http://www.musashino-u.ac.jp/admission/faculty/mathematical_engineering_contest/#TOP)。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った結果、全国各地の中学生、高校生から117件の応募があった。

【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、2014年10月１日～2015年１月30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117件の応募があった。高校生が82件、中学生が35件であり、高校数は20校、中学数は２校であった。授業の課題として応募したと思われる作品が３つの学校（高校２校（39レポートと17レポート)、中学１校（34レポート）からあった。代表者が男子生徒のレポートが42件、女子生徒のレポートが75件あった。

受賞作品の選考は、寺崎修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、優秀賞が４件、奨励賞が８件、ジュニア奨励賞が３件選考された。ジュニア奨励賞は中学生から選ばれた。受賞結果はホームページにて公開した(http://www.musashino-u.ac.jp/admission/faculty/mathematical_engineering_contest/index2.html#TOP)。表１、表２、表３に受賞研究レポートのリストを示す。優秀賞作品はPDFファイルで公開

した。授賞式を2015年３月28日に武蔵野大学有明キャンパスにて実施し、入賞した中高生を対象に本学工学部数理工学科の薩摩順吉教授による「数理工学特別講義」を実施した。

【2015年度の数理工学コンテストの募集について】

2015年度も、2014年度と同じテーマで数理工学コンテストを開催した（2015年６月18日募集要領公開、９月１日募集開始、2016年１月29日募集締め切り)。2014年度の応募レポートの分析結果を反映させた詳細な「研究レポートの書き方」を作成し、ホームページ上で公開した。応募レポートの分析結果は、2015年度武蔵野大学数理工学センター紀要において公開した。

表１. 優秀賞研究レポートのリスト

作品名	代表者	学校名･学年
遺跡のモモ核の分類から日本のモモのルーツにせまる	鶴田昂平	奈良県立青翔高等学校2年
月食から求める月の大きさと月までの距離	東直実	岐阜県立加茂高等学校2年
万華鏡のずれを探る	原幸子	福岡県立城南高等学校1年
サクラの開花日と気象条件の関係性について	澤村淳	熊本県立玉名高等学校2年

表２. 奨励賞研究レポートのリスト

作品名	代表者	学校名･学年
ババ抜きの公平性	阿部浩太郎	桐蔭学園中等教育学校4年
植林の未来を数学で考える	古閑友紀	福岡工業大学附属城東高等学校1年
本当にクラスの中に同じ誕生日の人がいる確率は90%なのか	望月達人	東海学園東海高等学校2年
プロ野球選手から見た部活動におけるソフトボール解析	浅見梨花	埼玉県立熊谷女子高等学校2年
台風の上陸数と漁獲高の関係	東方涼介	長野県屋代高等学校2年
コンビニエンスストアと人口の相関関係及び大手３社の都道府県ごとの店舗数の相関関係	早坂友亨	熊本県立玉名高等学校1年
Excelを使ってシミュレーション～大台ヶ原の森林衰退～	辻本純平	奈良県立青翔高等学校2年
「Science of Destruction」～逆問題への数学的アプローチ～	金田和子	兵庫県立神戸高等学校2年

表３. ジュニア奨励賞研究レポートのリスト

作品名	代表者	学校名･学年
色と記憶力の関係	斎藤夏鈴	お茶の水女子大学附属中学校1年
アニメ「黒子のバスケ」登場人物と実際のバスケット選手の比較	田内涼穂	お茶の水女子大学附属中学校1年
マクドナルドが得をしているかについて調べる	村松波	東京大学教育学部附属中等教育学校3年

数理工学セミナー（MCMEセミナー）がスタートしました。

第1回MCMEセミナー

日　　時：2015年5月20日（水）
17:00 -18:30
場　　所：武蔵野大学有明キャンパス
1号館3階306室
講 演 者：Tong Li 氏（University of Iowa, USA）
講演題目：Qualitative Analysis of Some PDE Models of Traffic Flow
コーディネーター：友枝明保

第2回MCMEセミナー

日　　時：2015年9月3日（木）
16:30 -18:30
場　　所：武蔵野大学有明キャンパス
1号館3階306室
講 演 者：谷村吉隆 氏（京都大学理学研究科）
講演題目：散逸系の量子力学に基づく光合成初期過程の動力学的研究
コーディネーター：阿部修治

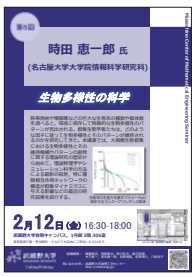
第3回MCMEセミナー

日　　時：2015年11月2日（月）
16:30 -18:00
場　　所：武蔵野大学有明キャンパス
1号館2階208室
講 演 者：Basil Grammaticos 氏（University of Paris VII, France）
講演題目：Discretising integrable (and non-integrable) systems:a soft introduction
コーディネーター：薩摩順吉

第4回MCMEセミナー

日　　時：2015年12月18日（金）
16:30 -18:00
場　　所：武蔵野大学有明キャンパス
1号館3階306室
講 演 者：杉原正顯 氏（青山学院大学 理工学部）
講演題目：DE公式からDE-Sinc数値計算法へ
コーディネーター：田中健一郎

第5回MCMEセミナー



日　　時：2016年2月12日（金）
16:30 -18:00
場　　所：武蔵野大学有明キャンパス
1号館3階306室
講 演 者：時田恵一郎 氏（名古屋大学大学院情報科学研究科）
講演題目：生物多様性の科学
コーディネーター：木下修一

第6回MCMEセミナー（工学部数理工学科第2回FD研修を兼ねる）

日　　時：2016年2月18日（木）
16:30 -18:00
場　　所：武蔵野大学有明キャンパス
1号館4階406室
講 演 者：合田正毅 氏（新潟大学 名誉教授）
講演題目：物理教育研究（Physics Education Research PER）とは何か？
コーディネーター：木下修一

第7回MCMEセミナー

日　　時：2016年2月24日（水）
16:30 -18:00
場　　所：武蔵野大学有明キャンパス
1号館4階406室
講 演 者：小川哲生 氏（大阪大学大学院理学研究科）
講演題目：平衡現象と非平衡現象のクロスオーバー：ポリリトン凝縮とレーザーの狭間
コーディネーター：薩摩順吉

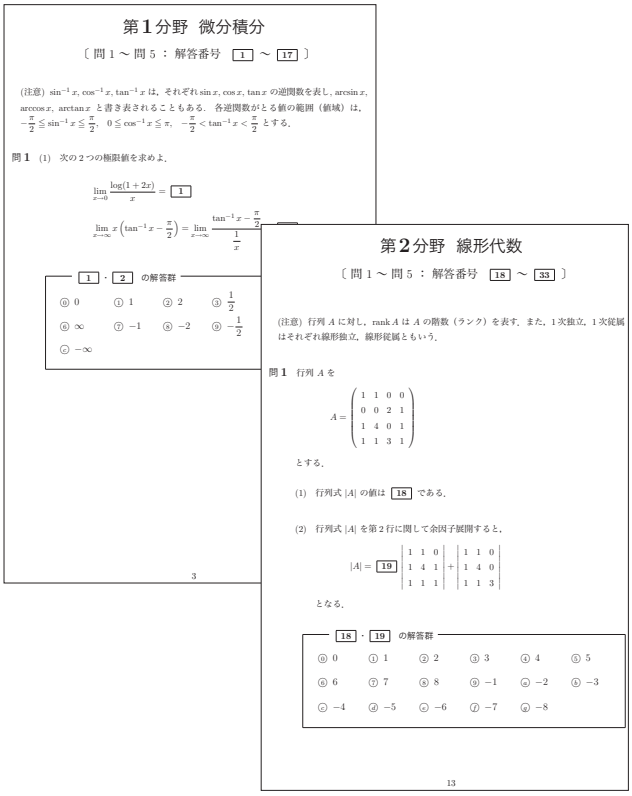
数理工学科では、1年次の学生を対象に、EMaT（イーマット、Engineering Mathematics Test、工学系数学統一試験）を2015年12月12日（土）に実施いたしました。

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。Webページ（http://www.aemat.jp/exam/）などによりますと、試験範囲にある基礎的必須項目と達成目標をWebページにて公開し、これらに基づきながら、広島大学と山口大学の10名近くの工学系数学担当の教員が４～５ヶ月を費やして、レベル設定、偏り排除、年度毎の難易度平滑化などを意識しながら問題作成に取組んでいるとのことです。

EMaTでは、「数学を応用する立場にあることを強調」するために「工学系」という言葉を用い、「数学自体を教育研究対象とするよりも、それを基本的な道具として利活用する学部、例えば工学部、理工学部、情報学部、農学部などでの『使う視点からの数学』」として、「工学系数学」という言葉を用いているそうです。このような「工学系数学」の試験を実施する主目的は、「日本全体の工学系学部生に対する数学基礎学力の底上げと自己啓発」であり、学生、大学、企業にとって、「全国評価による自己学力の掲示（学生）」、「基礎学力と社会人基礎力が保証された人材の育成と確保（大学、企業）」、「授業効果測定、自己点検・評価機能（大学）」、「工学系数学教育のコアカリキュラムの策定につながる」などの効果が期待されているとのことです。

これまでにEMaTは、2003年に中国・四国地区国立大学工学部長会議の提案に基づいて開始されて以来、2005年に「文部科学省特色ある大学教育支援プログラム（特色GP）」の「工学系数学基礎学力の評価と保証 ―グローバルスタンダードをめざして―」として、文部科学省の財政支援を得て、2007年には、複数の大学（広島大学、山口大学、琉球大学）の大学院入試での利活用が行われるようになり、2014年には、44大学、13高等専門学校、2183名、過去12年間では、延べ24769名に受験されているとのことです。

武蔵野大学工学部数理工学科の学生一人ひとりが、今回の受験経験をEMaTの主目的である「数学基礎学力の底上げと自己啓発」につなげ、さらにいきいきと楽しく数理工学を学び成長してくれることを期待しています。



第1分野　微分積分

〔問1～問5：解答番号 1 ～ 17〕

(注意) $\sin^{-1}x$, $\cos^{-1}x$, $\tan^{-1}x$ は，それぞれ $\sin x$, $\cos x$, $\tan x$ の逆関数を表し，$\arcsin x$, $\arccos x$, $\arctan x$ と書き表されることもある．各逆関数がとる値の範囲（値域）は，$-\frac{\pi}{2} \leqq \sin^{-1}x \leqq \frac{\pi}{2}$，$0 \leqq \cos^{-1}x \leqq \pi$，$-\frac{\pi}{2} < \tan^{-1}x < \frac{\pi}{2}$ とする．

問1　(1)　次の2つの極限値を求めよ．

$$\lim_{x\to 0}\frac{\log(1+2x)}{x} = \boxed{1}$$

$$\lim_{x\to\infty} x\left(\tan^{-1}x - \frac{\pi}{2}\right) = \lim_{x\to\infty}\frac{\tan^{-1}x - \frac{\pi}{2}}{\frac{1}{x}}$$

1 ・ 2 の解答群

⓪ 0　① 1　② 2　③ $\frac{1}{2}$
④ ∞　⑦ -1　⑧ -2　⑨ $-\frac{1}{2}$
ⓒ $-\infty$

3

第2分野　線形代数

〔問1～問5：解答番号 18 ～ 33〕

(注意) 行列 A に対し，$\mathrm{rank}\,A$ は A の階数（ランク）を表す．また，1次独立，1次従属はそれぞれ線形独立，線形従属ともいう．

問1　行列 A を

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 1 \\ 1 & 4 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 3 & 1 \end{pmatrix}$$

とする．

(1)　行列式 $|A|$ の値は 18 である．

(2)　行列式 $|A|$ を第2行に関して余因子展開すると，

$$|A| = \boxed{19}\begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 0 \\ 1 & 1 & 3 \end{vmatrix}$$

となる．

18 ・ 19 の解答群

⓪ 0　① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ -1　ⓐ -2　ⓑ -3
ⓒ -4　ⓓ -5　ⓔ -6　ⓕ -7　ⓖ -8

13

複雑ネットワーク上における遺伝子発現モデルの振る舞い

木下 修一（KINOSHITA, Shu-ichi）

所属：武蔵野大学　工学部　数理工学科　准教授
専門：ネットワーク科学・統計物理学
学位：博士（理学），新潟大学

所属学会：日本物理学会，日本バイオインフォマティクス学会，日本数理生物学会，日本応用数理学会，日本生物物理学会

学歴（学部卒業以降）：新潟大学理学部物理科を卒業後、同大大学院自然科学研究科　物質制御科学専攻博士前期課程、同大大学院自然科学研究科　エネルギー基礎科学専攻博士後期課程を修了。

職歴：新潟大学大学院自然科学研究科エネルギー基礎科学専攻博士後期課程修了後、明治大学研究・知財戦略機構研究推進員（ポスト・ドクター）、武蔵野大学環境学部准教授を経て、2015年4月より現職。

近年、数理的手法の発展とデータの蓄積に伴い生命の発生や分化過程といった動態を数理的に理解しようとする試みが盛んに行われています。その中でも私はネットワーク科学の視点で、細胞が持つ特徴的な性質を理解しようと研究を進めています。

生物の中では、ある遺伝子の発現がそれによって出来たタンパク質やメッセージRNAなどの転写因子の活動を通じて他の遺伝子の発現に影響を与えます。つまりある遺伝子が発現した結果、他の遺伝子の発現を順々に引き起こしますわけです。この様子を単純化したネットワークを遺伝子ネットワークモデルと呼びます。私はこれまで遺伝子ネットワーク上で条件を変え遺伝子の発現パターンがどう変わるかについて主に数値計算を用いて調べてきました。そのモデルとしては、2000 年ごろから登場した新しい概念である「スケールフリーネット ワーク」（SFN　図1.（a））がよく合うことが分かってきました。それ以前は要素（ノード）間が規則性なくつながっている「ランダムネットワーク」（RN 図1.（b））が数学的に取り扱いやすいという理由もあり詳しく調べられてきましたが、現実は一部のノードが多数のノードにつながっている一方で、多くのノードは１つか２つのノードとしかつながっておらず極度に偏りが多いネットワークであることが分かってきました。これを理論化したモデルがSFNです。インターネット、電力網、面白いところでは映画俳優のネットワーク（同じ映画に出ている俳優同士を関係づけたもの）が、SFNになることが分かっています。そこで私は遺伝子ネットワークが RNだと考えた場合と、SFNと考えた場合を比較しどのような違いがあるのかについて調べてみました。例えば細胞は外部刺激や転写ミスなどの少々の揺らぎに対してその動態は安定しているという「ロバストネス」という性質を持っています。 遺伝子ネットワークをSFNとRNでモデル化し比較した結果、SFN のほうがRNよりロバストであることが分かりました。そしてさらによく調べると、ネットワークの中で複雑なループを作っている部分があると、よりロバストになることが分かりました。この部分を我々はコアネットワークと呼んでいますが、このコアネットワークの特徴が遺伝子の発現パターンに大きな影響を与えているわけです。ここまでは純粋に数理的なモデルですが、実際の生物の遺伝子データベースから取り出した遺伝子ネットワークを用いてそのネットワーク上でのモデルの振る舞いを調べているところです。実は、その後の研究から遺伝子ネットワークをSFNとみなすことは少し単純すぎるのではないかという議論もあります。常にアップデートされる新しい知見を取り入れながら生命の発生や分化過程における基本原理をネットワーク科学の立場から明らかにすることを目指していきたいと思います。

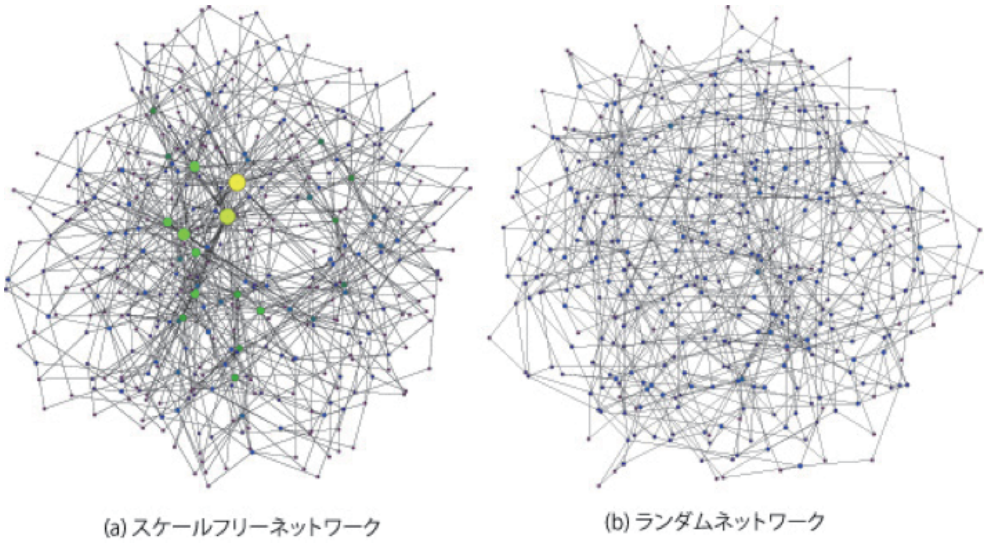


図1. スケールフリーネットワークとランダムネットワークの比較（a）大きな丸はリンク数の多いノードを表わします。

数学理論を基に高精度かつ高速な数値計算法を開発する

田中 健一郎（TANAKA, Ken'ichiro）

所属：武蔵野大学　工学部　数理工学科　准教授
専門：数値解析学
学位：博士（情報理工学），東京大学

所属学会：日本応用数理学会，SIAM (Society for Industrial and Applied Mathematics)，日本金融・証券計量・工学学会

学歴（学部卒業以降）：東京大学 工学部 計数工学科 数理工学コースを卒業後、同大 大学院情報理工学系研究科 数理情報学専攻 修士課程、同大 大学院情報理工学系研究科 数理情報学専攻 博士課程を修了。

職歴：東京大学 大学院情報理工学系研究科 数理情報学専攻 博士課程修了後、東京海上日動火災保険株式会社、公立はこだて未来大学 システム情報科学部 複雑系知能学科 助教を経て、2015年4月より現職。

私は数値解析という分野の研究を行っています。数値解析は、自然科学、社会科学、工学などで発生する数学的諸問題を、数値計算によって精密かつ効率的に解くための手法を開発、研究する分野です。近年では、コンピューターの能力の増大に伴い、様々な分野で数値計算によるシミュレーションの重要性が増しており、数値解析はその基礎を支えるものとして重要であると言えます。

科学や工学などの分野では、現象を記述するための数学モデルを立てて解析を行うことがしばしば行われます。多くの数学モデルは微分方程式や積分方程式などの数学的な方程式で記述されます。これらには解の存在や挙動などに関する膨大な数学理論がある一方で、特別な場合を除けば、その解が具体的な数式で書けることは稀です。一方、そのような場合であっても、実用上は解を具体的に計算する必要があります。このような場合に、方程式に現れる数式を有限個のデータで近似的に表現し、それらを用いて近似解を有限個のデータで表すのが数値計算であり、その計算方法を開発、研究するのが数値解析です。

方程式の解となる関数を表現するには、一般には無限個のデータを必要とするため、有限個のデータだけを使うと誤差が発生します。その誤差の程度を見積もることは一般には困難ですが、数値計算の対象や方法によっては、この誤差を数学的に評価できる場合も多くあります。その場合には、計算結果の使用にあたって、その誤差評価を踏まえた判断をすることが可能になります。数値解析では、数学理論を用いてこのような誤差評価を行うことだけでなく、さらにそれを基にしてより高精度な数値計算法を設計することも主要な研究課題です。また、近年では扱うデータの量が増大しているため、いくらコンピューターの性能が高くても、効率の良い数値計算法を使わなければ、現実的な時間内に計算が終わらないことも十分に起こりえます。そのため、高速な計算法を考案することも数値解析においては重要な課題です。

私の最近の研究では、ある一定の条件を満たす関数全体の集合（関数空間）において、最適な精度を達成する関数近似公式を構成するための一般的な枠組みを与えました。関数近似公式は、有限個の点における関数値と基底関数系を使って関数全体を近似するもので（図1）、様々な数値計算法の基礎となります。そのため、この研究には様々な発展の方向性があると期待しているところです。

数値解析は、美しい数学的理論があると同時に多くの現実的場面で役に立つため、基礎研究から応用まで様々な切り口の研究が展開できる面白い分野だと思います。

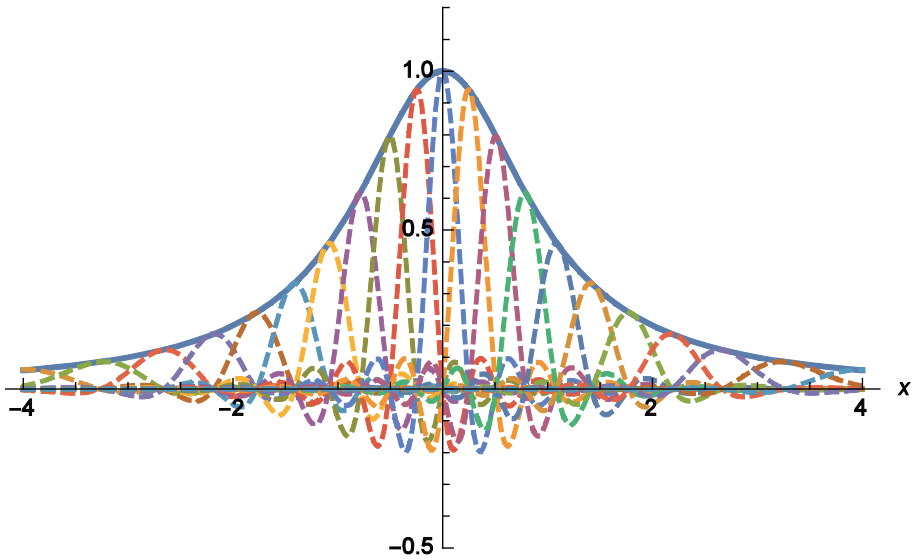


図1: 最近の研究で構成した高精度関数近似の例。実線が近似対象の関数、点線が近似を構成するための基底関数。

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

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

田中 健一郎（武蔵野大学工学部数理工学科 准教授）
専門分野：計算科学、数値解析

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

客員スタッフ

（客員研究員）　**杉原 正顯**（青山学院大学理工学部 教授）
（客員研究員）　**竹内 康博**（青山学院大学理工学部 教授）
（客員教授・客員研究員）**三村 昌泰**（明治大学研究・知財戦略機構 特任教授）
（客員研究員）　**室田 一雄**（首都大学東京都市教養学部 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
Tel : 03-5530-7333（代表）
Web site : http://www.musashino-u.ac.jp/facilities/mathematical_engineering.html

編集後記：記念すべき第一号の発刊にこぎつけることができました。ご執筆に協力していただきました皆様、ここに感謝申し上げます。これを機に数理工学センターを盛り上げるとともに、知名度も上がっていくことを願います。（友枝）　これからも研究のアウトリーチの場として、数理工学センターの活動を紹介していきたいと思います。執筆にご協力していただいた方々に改めて感謝を申し上げます。（八島）
編集委員：友枝明保、八島亮子