

明治

vol. **45**
2010.1

The Quarterly **MEIJI**



The Quarterly **MEIJI**
<http://www.meiji.ac.jp/>



明治大学グローバル COE プログラム
【現象数学の形成と発展】



明治 〈第45号〉2010年1月15日発行 発行:明治大学経営企画部広報課 〒101-8301 東京都千代田区神田駿河台1丁目1番地 TEL.03(3296)4083

明治

vol. **45**
2010.1
The Quarterly MEIJI

―特集―

明治の数理科学が世界をかえる

■世界へ〔学長 納谷 廣美〕――

■グローバルCOE発展を期待して〔針谷 敏夫〕――

■グローバルCOEの現状と展望〔三村 昌泰〕――

■先端数理科学インスティテュート〔三村 昌泰〕――

■研究紹介① 錯覚現象を数理で探る〔杉原 厚吉〕――

■研究紹介② 数理が明らかにする津波の現象〔中村 和幸〕――

■研究紹介③ 生命に接近する数理科学〔木下 修一〕――

■研究紹介④ 渋滞現象を数理で解明〔友枝 明保〕――

■数学は自然科学か？〔砂田 利一〕――

■数理科学と生命科学の融合〔泉 俊輔〕――

20

18

16

14

12

10

8

6

4

2

明治大学グローバル COE プログラム

現象数理学の形成と発展

グループの紹介・メンバー

拠点リーダー

三村昌泰 所属, 役職: 理工学研究科基礎理工学専攻・教授
MIMS 所長 専門, 学位: 現象数理学, 工学博士・京都大学
研究内容: 非線形非平衡現象の解析およびモデリング

モデリング班

班リーダー

岡部靖憲 所属, 役職: 理工学研究科新領域創造専攻・教授
MIMS 所員 専門, 学位: 確率過程論と時系列解析, 理学博士・大阪大学
研究内容: 時系列データモデリングおよび解析

向殿政男 所属, 役職: 理工学研究科新領域創造専攻・教授
MIMS 副所長 専門, 学位: 安全学, 工学博士・明治大学
研究内容: 不確定なシステムのモデリングおよび解析

森啓之 所属, 役職: 理工学研究科電気工学専攻・教授
MIMS 所員 専門, 学位: 知能情報学, 工学博士・早稲田大学
研究内容: インテリジェントシステムのモデリングおよび解析

西森拓 所属, 役職: 広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻・教授
MIMS 所員 専門, 学位: 非平衡物理学, 理学博士・東京工業大学
研究内容: 協同現象のモデリングおよび解析

若野友一郎 所属, 役職: 研究・知財戦略機構・特任准教授
MIMS 所員 専門, 学位: 数理生物学, 博士(理学)・京都大学
研究内容: マクロ生物系・生態系のモデリングおよび解析

数理解析班

班リーダー

砂田利一 所属, 役職: 理工学研究科新領域創造専攻・教授
MIMS 所員 専門, 学位: 離散幾何解析学, 理学博士・東京大学
研究内容: ネットワークシステムの解析

玉木久夫 所属, 役職: 理工学研究科基礎理工学専攻・教授
MIMS 所員 専門, 学位: 計算の理論, PhD・トロント大学
研究内容: 計算とアルゴリズム理論

シミュレーション班

班リーダー

草野完也 所属, 役職: 理工学研究科・客員教授
MIMS 所員 専門, 学位: シミュレーション科学, 理学博士・広島大学
研究内容: 大規模階層系のモデリングおよびシミュレーション

上山大信 所属, 役職: 理工学研究科基礎理工学専攻・准教授
MIMS 所員 専門, 学位: 現象数理学, 博士(理学)・北海道大学
研究内容: シミュレーション支援解析

研究協力者

中村和幸 所属: 研究・知財戦略機構・特任講師
MIMS 研究員 研究内容: 時空間データの統計的モデリングと解析, 地球物理学・地球工学・生命科学シミュレーションにおけるデータ同化

占部千由 所属: 研究推進員(ポスト・ドクター), GCOE-現象数理 PD
MIMS 研究員 研究内容: 非線形非平衡系の物理: 生物現象・破壊現象のモデリングと解析

中橋渉 所属: 研究推進員(ポスト・ドクター), GCOE-現象数理 PD
MIMS 研究員 研究内容: 理論人類学: 学習能力の進化, 性淘汰理論

堀内史朗 所属: 研究推進員(ポスト・ドクター), 法人 PD
MIMS 研究員 研究内容: サルおよびヒトの集団サイズの数理

拠点副リーダー

小林亮 所属, 役職: 広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻・教授
MIMS 所員 専門, 学位: 現象数理学, 博士(数理科学)・東京大学
研究内容: 自己組織化現象のモデリングおよび解析

小林亮 所属, 役職: 広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻・教授
MIMS 所員 専門, 学位: 現象数理学, 博士(数理科学)・東京大学
研究内容: 自己組織化現象のモデリングおよび解析

刈屋武昭 所属, 役職: グローバル・ビジネス研究科・教授
MIMS 所員 専門, 学位: 金融工学, PhD・ミネソタ大学, 理学博士・九州大学
研究内容: 金融のモデリングおよび解析

荒川薫 所属, 役職: 理工学研究科基礎理工学専攻・教授
MIMS 所員 専門, 学位: 画像・音声信号処理, 工学博士・東京大学
研究内容: 知覚システムのモデリングおよび解析

柴田達夫 所属, 役職: 広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻・准教授
MIMS 所員 専門, 学位: 数理生命科学, 博士(学術)・東京大学
研究内容: 生物ネットワークシステムのモデリングおよび解析

三村昌泰 所属, 役職: 理工学研究科基礎理工学専攻・教授
MIMS 所長 専門, 学位: 現象数理学, 工学博士・京都大学
研究内容: 非線形非平衡現象の解析およびモデリング

二宮広和 所属, 役職: 理工学研究科基礎理工学専攻・准教授
MIMS 所員 専門, 学位: 非線形偏微分方程式, 博士(理学)・京都大学
研究内容: 反応拡散系の解構造の数理解析

杉原厚吉 所属, 役職: 研究・知財戦略機構・特任教授
MIMS 副所長 専門, 学位: 幾何数理工学, 工学博士・東京大学
研究内容: 物理現象・生体現象・社会現象の計算数理

池田幸太 所属: 研究推進員(ポスト・ドクター), GCOE-現象数理 SPD
MIMS 研究員 研究内容: 反応拡散方程式, パターン形成問題の数理解析

木下修一 所属: 研究推進員(共同研究員), GCOE-現象数理 PD
MIMS 研究員 研究内容: 生物系の数理モデル: 特に遺伝子ネットワーク構造と遺伝子発現/パターンの関係, 遺伝子ネットワークの進化

友枝明保 所属: 研究推進員(ポスト・ドクター), 法人 PD
MIMS 研究員 研究内容: 渋滞学: 特に交通流モデル, セルオートマトン理論, 流体力学, 超離散法

本グローバル COE プログラムでは、以下のセミナーを開催しています。
皆さまのお越しをお待ちしています。

- 現象数理談話会 GCOE Colloquium
- 「非線形時系列に対する現象数理学の発展」シンポジウム
- Mathematical Sciences based on Modeling, Analysis and Simulation Seminar (MAS Seminar)
- Mathematical Ecology & Evolution Seminar (MEE Seminar)
- Reaction-Diffusion Systems Seminar (RDS Seminar)

明治大学グローバル COE プログラム
「現象数理学の形成と発展」
URL : <http://gcoe.mims.meiji.ac.jp/>



明治大学 教学企画部グローバル COE 推進事務局
〒214-8571 神奈川県川崎市多摩区東三田 1-1-1
TEL: 044-934-7661 FAX: 044-934-7660
E-mail: gcoe@mics.meiji.ac.jp

明治の数理科学が 世界をかえる

「現象数理学の形成と発展」プログラムが、文部科学省が公募する平成20年度グローバルCOEプログラムにおいて採択されてから1年半あまり、明治大学から世界へ、知の創造・発信基地を目指す「個」を強める知の拠点づくりについて紹介します。



世界へ

学長 納谷 廣美

Hiromi Naya

なや・ひろみ

法学部教授 法科大学院教授 弁護士

2008年6月、本学のプログラム「現象数理学の形成と発展」は、2008年度「グローバルCOEプログラム」の1つとして採択され、その後もますます研究の深化が進展しております。

私が学長に就任した当初（2004年度）、本学の顔として形成されるべき先端的研究を支えるべき体制はほとんど整っておらず、むしろ他大と比較しても大きく遅れをとっていたといっても過言ではありません。先生方（研究者）個人において、また専門分野ごとのグループとしては大変名誉ある実績を残していましたが、「大学全体」としての取り組みが遅れておりました。この研究体制を根本的に変えるための組織づくりとして、2005年5月に「研究・知財戦略機構」を立ち上げました。

同機構は、3つの目的を持っています。まず1つ目は、世界的水準の研究を推進するため、重点領域を定めて研究拠点の形成を図ること。2つ目は、研究の国際化を推進すること。そして3つ目は、それらの成果を広く社会に還元することです。その先端的なモデルとなりうる研究分野のひとつとして、「現象数理学」を重点領域と定め、2007年7月

には同機構のもとに「先端数理科学インスティテュート（MIMS）」を設置しました。

このような大学の改革とあいまって、理工学部・三村教授を中心とした数理科学分野の研究者グループは、2005年度「魅力ある大学院教育イニシアティブ」において「社会との関りを重視したMTS数理科学教育」を申請し、これが採択されました。その後、2006年度には「科学研究費補助金・基盤研究（S）」に「非線形非平衡反応拡散系理論の確立」が採択され、2007年度には「大学院教育改革支援プログラム」に「社会に数理科学を発信する次世代型人材創発」、また同時に広島大学と共同で申請した「数理生命科学融合教育コンソーシアムの形成」も採択されております。これらの研究においては、国の内外から著名な研究所の諸先生や将来有望な若手研究者が結集し、その「研究力」を社会に発信する先駆けともなっており、わが国の同分野の研究者に多大なる良き影響を与えております。

21世紀社会に生きる者にとって、人間社会のみならず自然界においてもみられる「ダイナミックに変化していく複雑な現象（システム）」

に関する膨大なデータ（情報）を収集・分析して、これを解き明かす「新しい学問」すなわち「現象数理学」の形成と展開が待たれています。その世界的研究拠点として、明治大学があります。ここでの成果は、わが国の社会のみならず、国際社会にとっても重要なものになるに違いありません。「明治の数理科学」は、いずれ新しく開設される本学第4のキャンパス・中野キャンパスを拠点に、新しい時代を切り開く先兵としてさらに裾野を広げてまいります。そして、高度かつ幅広い技術と知識を有する若手研究者を育成し、国際的にも魅力ある教育研究、世界に影響力のある研究を展開します。

今後、「明治の数理科学」が21世紀の世界を変える存在となることを期待しております。

グローバルCOE 発展を期待して

文部科学省グローバルCOEプログラムとは

ポスト「21世紀COEプログラム」として、我が国の大学院の教育研究機能を一層充実・強化し、世界最高水準の研究基盤の下で世界をリードする創造的な人材育成を図るため、国際的に卓越した教育研究拠点の形成を重点的に支援し、国際競争力のある大学づくりを推進することを目的とするもの。

※COE=Center of Excellence (卓越した研究拠点)



グローバル COE プログラム
推進委員会委員長

針谷 敏夫

Toshio Harigaya

はりがや・としお

副学長、農学部教授(生体機構学)

1952年 茨城県生まれ

1975年 東京大学農学部卒業、80年同大学院博士課程修了、90年明治大学農学部専任講師、92年同助教授、97年同教授。 学長室専門員長等を経て2006年から副学長。 農学博士

【主な著書】

「明解哺乳類の生理学」(共著・学窓社)、ホルモンの分子生物学第2巻「成長ホルモン・プロラクチンファミリー」(共著・学会出版センター) など

【所属学会】

日本畜産学会、日本内分泌学会、日本分子生物学会、日本解剖学会など

明治大学は納谷学長のもと「世界に開かれた大学へ」を目標に掲げ、発信する知のアーカイブス・グローバルコモンズを目指して様々な政策を展開し、大学改革を推進しています。納谷学長が就任した2004年以降、特にそれまで必ずしも十分な取り組みが行われなかった研究の活性化と大学の国際化を重点的に強化

する政策を進め、研究においては2005年に研究・知財戦略機構を設置し、国際化においては今年国際連携機構を発足させ、それぞれの推進基盤を確立しました。

その様な取り組みのもと、昨年度明治大学において初めてグローバルCOEプログラム(世界的研究拠点整備事業)に採択された「現象数理科学の形成と発展」は、複雑で様々な自然現象、社会現象、生命現象を数理科学的に解明し、これまでの縦割りの研究に横串をさすように分野横断的に問題の解決を図る、新しい研究分野です。現象の本質を見抜き理解する抽出モデルの構築をかなめとする新しい現象数理科学を形成し、社会に貢献することを目的としています。

本プログラムは、連携大学院である広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻、連携先機関である海洋研究開発機構・階層システム研究チームと相補融合し、現象数理科学の方法と技術を習得した人材の育成に努めています。さらには、海外研究機関と連携することで、国内外から優れた人材を集め、国際的な教育研究拠点となるべく活動を行っています。本プログラムの基盤となる先端数理科学インスティテュート

(MIMS)はすでにフランス国立科学研究所センター(CNRS)の国際連携研究(LIA197)事業の日本側代表機関としてCNRSおよびイタリア学術会議(CNR)応用数学研究所と協定を結んでいます。更に、フランス国立社会科学高等研究院(EHES)社会数理解析センター、ベトナム・ハノイ数学研究所、台湾國立交通大学数学建模科学計算研究所、マドリッド・コンプルテンセ大学学際数学研究所とも覚書を交わしています。

グローバルCOEプログラムは世界的研究拠点であるとともに若手研究者の育成機関でもなければなりません。そのために、現象と数理科学に関する広い視野をもった現象数理科学の国際的なリーダーとなりうる人材を育成することを目的として、大学院理工学研究科の協力により博士後期課程に「MIMS Ph.D.プログラム」を開設しています。

同プログラムを受講する学生に十分な経済的支援、研究環境を保障し、研究に没頭できる体制を構築するため、明治大学独自のグローバルCOE博士課程研究員制度を設け、学術振興会特別研究員と同等の待遇を行っています。

将来このプログラムを発展させ、教育研究基盤を確立するために、現在、大学院に先端数理科学研究科現象数理科学専攻(仮称)を2011年4月に開設する準備を進めています。2013年4月には、MIMSおよび先端数理科学研究科(仮称)を、新たに明治大学が設置する中野キャンパスへ移転することが予定されています。さらに中野キャンパスにおいては、先端数理科学研究科(仮称)を支える新しい理系学部の設置も検討されています。中野キャンパスは明治大学の先端的研究拠点として展

開する位置づけがなされており、理工学研究科新領域創造専攻の移転を含め、国際日本学部の大学院設置、中野移転とともに、明治大学の新しい顔となり、世界に発信する拠点となるものです。

本プログラムは5年間の助成期間終了後も、明治大学の特色ある教育・研究拠点として、日本のみならず世界に誇れる現象数理科学の国際的な研究拠点として、また数理科学的技術を身につけた人材を育成・輩出する教育拠点として、大学全体で一丸となつて育てていかなければなりません。



現在は生田キャンパスにある
グローバルCOE教育研究拠点

グローバルCOEの現状と展望



グローバル COE プログラム拠点リーダー

三村 昌泰

Masayasu Mimura

みむら・まさやす

先端数理科学インスティテュート所長

明治大学理工学部数学科教授

1979年 甲南大学理学部教授

1980年 広島大学理学部教授

1993年10月 東京大学大学院数理科学研究科教授

1998年 広島大学理学部教授

1998年 東京大学大学院数理科学研究科教授(1999年3月まで併任)

1999年 広島大学大学院理学研究科・教授(数理分子生命理学専攻)

を経て2004年より現職

2007年9月 明治大学先端数理科学インスティテュート所長(現在に至る)

2008年6月 明治大学グローバル COE プログラム拠点リーダー

(現在に至る)

【研究分野】

非線形非平衡系の数理。反応拡散系。自己組織化。

生物現象のモデリング解析。

はじめに

21世紀社会における緊急課題は、地球環境変動の予測、自然災害の予知、疫病の病原・伝染経路の解明等複雑性に起因する難問題を解決することでしょう。しかしながら、これらの問題の難しさは既存の1つの分野だけでは対処出来ないことであり、そのためには各分野の融合や新しい分野の振興、特に、他分野との連携を促進するため、に数学・数理科学の貢献が必要であると言われています。(参考文献①②)

本学ではこの状況を深刻に受け止めて、2007年、「社会に貢献する数

理科学の推進」を掲げて研究・知財戦略機構直属の研究機関として先端数理科学インスティテュート(MIMS)が設置されました。翌年、この目的を具体的に進めるために、「現象数理学」という新しい学問分野を提唱し、平成20年度グローバルCOEプログラム「現象数理学の形成と発展」に申請することを決意したのでした。「現象数理学を明治大学から発信したい」という強い思いを最後まで熱い情熱を持って支援して頂いた納谷学長のお陰で、2008年6月本学で始めて採択される結果となったのです。この採択は、明治大学から申請した新しい試みが認

められたというだけではなく、本学が文部科学省によって世界的に優れた教育・研究の拠点の一つとして認められたことを意味しており、喜びと共に新たな第一歩を踏み出したのでした。

グローバルCOE活動は、2008年12月生田キャンパス3号棟2階に拠点をもつことから開始致しました。MIMS Ph.D. プログラム(大学院博士後期課程)の開始、グローバルCOEポスドクの採用、現象数理学の国際的発展のための海外の研究機関との研究交流・協定の締結等すべて新しい試みでしたが、皆様のお陰でこれまで活動を続けてまいりました。この機会にその一端をご紹介します。

グローバルCOEプログラム「現象数理学の形成と発展」

今回のプログラムの目的は、社会、自然、生物界等に現れる複雑現象の解明に対して、現象の記述であるモデル構築、その解析のために数学やコンピュータを駆使した数理科学である現象数理学を展開することです。数学はこれまで独自の世界で発展してきたと思われ方には驚きでしょうが、数学は20世紀後半より社会、自然、生命等様々な分野とかわり合いを持ちなが

ら発展してきたのです。もちろん、それは、数学だけではできません。様々な分野で起こる現象が理解でき、そのモデルが構築出来る人達、そしてモデルのコンピュータシミュレーションや可視化技術の堪能な人達等との連携があって始めて行うことができるのです。しかしながら、我が国では、このような現象と数学をつなぐ学際的な学問分野はあまり発展してなく、諸外国に比べてかなり遅れていたのです。今回のプログラムは、現象数理学という新しい数理科学を掲げて、我が国における「社会に貢献する数理科学」の拠点を本学において形成することです。

興機構(JST)事業の戦略的創造研究推進事業に1人、「さきがけ」事業に2人、組織的な大学院教育改革推進プログラム(大学院GP)実施者5名、科学研究費補助金基盤Sの採択経験者2名が参加しています。この他に彼等を支える若手研究者として現象数理ポ

複数の学生が参加するという形式ではなく、一人の学生に対して、研究テーマに応じて、MIMS所員、研究員の中からモデリング、シミュレーション、数理解析の各分野で活躍している1名が選出され、3名がチームフェローとして研究指導する複数指導体制をとっています。

2009年が初年度であり、6名の学生(その内社会人入学は3名)が入学しました。本プログラムを習得した後、現象と数学の掛け橋となる現象数理学のスペシャリストとなって、学界、産業界における様々な分野で活躍されることを期待しております。

最後に

今回のグローバルCOEプログラムで展開される現象数理学は、複雑現象の解明を通して社会に貢献することを目的として、数学と他分野の間の掛け橋として位置づけられる新しい学問分野であります。我が国における現象数理学の拠点を本学に形成し、更なる発展をしていきたいと思います。

参考文献

- ① 「忘れられた科学―数学―」文部科学省科学技術政策研究所(2006年5月)
- ② 「振興・融合分野研究検討報告書」(独)科学技術振興機構研究戦略開発センター・振興・融合分野研究検討グループ(2008年12月)



ポストドクター研究打合せの様子
グローバルCOE教育研究拠点ラウンジルーム

教育・研究活動の事業推進担当者には自然、社会現象の解明における教育・研究に豊富な経験と実績のある方々が結集しています。例えば、科学技術振

教育活動としては、現象数理学Ph.D.プログラム(博士後期課程)制度があります。本プログラムは、複眼的視野、問題発見能力、問題解決能力を身に付け、現象のモデル構築を通じて数学と諸科学の融合を目指す現象数理学的思考および技術を習得した若手研究者を育成することが目的です。最も力を入れているのが研究指導です。これまでのように、一人の指導教員に

先端数理科学インスティテュート

先端数理科学インスティテュート所長

三村 昌泰

Masayasu Mimura

明治大学理工学部数学科教授



組織図



2006年5月、文部科学省科学技術政策研究所から「忘れられた科学—数学」というショッキングなタイトルの報告書が出されました。そこには、これまで長い歴史の中で発展してきた数学と自然科学、社会科学、工学、医学等の諸分野との架け橋である「数理科学教育・研究」の連携協力が他国に較べて遅れていることが指摘され、数学、応用数理の世界に大きな波紋を投げかけました。しかしながら、本学ではそのような日本における数学・数理科学の危機的状況をいち早く認識しており、「社会に貢献する数理科学」を掲げた教育・研究をすでに開始しておりました。その原点は2004年、特

定課題研究所の1つとして「自然と社会における現象の数理」を掲げた数理科学研究所〔所長：後藤四郎教授（理工学部）〕が設置されたことであります。当研究所の特徴は、代数学・幾何学・解析学など伝統的な現代数学に、工学・生物学・経済学・社会学など諸分野との架け橋となる「現象数理」という新たな学際的分野を加えたことにより、新しい数理科学を展開したことです。当研究所における研究成果の1つとして、2006年、理工学系分野では私立大学として初めて、科学研究費補助金基盤研究（S）に採択されるという快挙を達成しています。更に、教育の成果として、2005年度には、

されるという快挙を達成したことに現れました。

現在MIMSは、所長、副所長（3名）、所員（27名）、研究員（42名）のもとで、次の4つの部門で研究活動を行っています。

基盤数理部門（代数学・幾何学・解析学、現象数理部門（データ解析・シミュレーション・解析・数理解析）、教育数理部門（数学史、数学教育、先端数理部門（上記3部門に関連する先端研究）。

主な役割は、各部門の研究活動に加えて、

① MIMSプロジェクト研究の公募及び当該プロジェクトに基づいた研究活動

② 数理科学研究者及び高度専門職業人の育成

③ 学外、海外の研究機関等との連携による国際化



他大学の大学院生にも公開される博士後期課程を横断する文理融合型の講義



フランス国立科学研究センターとの研究協力事業に日本代表機関として調印



イタリア学術研究会議応用数学研究所との協定

等があり、所員、研究員の研究活動はMIMSテクニカルレポートとして公表されています。

役割①に関しては、学内に留まらず、広く国内外から独創的なプロジェクト研究計画を公募しています。

2009年度は、厳正な審査のもと、5件のプロジェクト研究が採択されました。このようなプロジェクト研究は、文部科学省下の全国共同利用研究機関では実施されていますが、大学が独自で行っている公募型のプロジェクト研究計画は本学が最初の試みであり、他大学から注目を集めています。この他にも、数理科学分野の若手研究者を育成するため、MIMSポスドク研究員制度を設けており、2009年度は3名の方が採用されています。役割②に関して、全研究科の博士後期課程を横断

文部科学省「魅力ある大学院教育イニシアティブ」（プログラム名：社会との関りを重視したMTS数理科学教育）が、2007年度には、文部科学省「大学院教育改革支援プログラム」（プログラム名：社会に数理科学を発信する次世代型人材創発）（明治大学単独申請、数理生命科学融合教育コンソーシアムの形成（広島大学との共同申請）が採択されました。これらの教育と研究における成果は、大学の支援の下、組織的な活動があったからこそ得られたものであります。

このように、数理科学研究所の活発な研究教育活動が学内外に認められるようになったことから、2007年7月、研究・知財戦略機構初の附置研究機関として先端数理科学インスティテュート [Meiji Institute for Advanced Study of Mathematical Sciences (MIMS)] が設置されました。「社会とのかかわりを重視した数理科学の普及・発展」を設置目標に掲げ、明治大学は先端数理科学の分野における傑出した国際的研究拠点の形成に向けた第一歩を踏み出したのであります。その成果は翌年の6月、MIMSを母体として申請していた文部科学省グローバルCOEプログラム「現象数理科学の形成と発展」が【数学・物理学・地球科学】の分野では私立大学で唯一採択

する文理融合型の大学院講義として、「先端数理科学インスティテュート科目群」を、MIMS所員や海外で活躍している研究者を含んだ講師陣によって開講しています。これらの講義は、他大学の大学院生にも公開され、明治大学の先端数理科学の国際拠点としての教育研究活動として広く認められつつあります。これに加えて、大学院教育（博士後期課程）として、手厚い経済支援と恵まれた研究環境が整備されたMIMS Ph.D. プログラムがあり、2009年度は6名のPh.D.学生が入学しております。役割③に関しては、針谷副学長のお言葉の中にありますように（10ページ参照）、海外の研究機関と覚書、協定を交わしています。

MIMSの研究・教育活動の詳細は<http://www.mims.meiji.ac.jp/index.html>に紹介してありますので、是非ご覧下さい。

誕生してまだ数年しか経たない先端数理科学インスティテュートではありますが、このように着実に一定の成果と評価を得るに至っております。これは、明治大学における教育・研究のより一層の発展を目指す改革の成果の現れであり、これからも、社会に貢献する数理科学の形成と人材育成に向けて所員、研究員一同、努力していきたいと思っております。

錯覚現象を数理で探る

～新しい立体錯視の発見～



杉原厚吉

Kokichi Sugihara

すぎはら・こうきち

明治大学先端数理科学インスティテュート特任教授
工学博士

【研究分野】

幾何数理工学。特に、勢力圏解析（自然現象・社会現象・人間活動に現れる勢力圏の可視化とその応用）、超ロバスト幾何計算（数値誤差による暴走の心配のない図形計算ソフトウェア設計原理）、視覚の数理（立体認識、立体錯視、不可能図形、不可能モーション）、コンピュータグラフィックス（タイリングアート、多シルエット立体）

【主な近著】

「数式を読みとくコツ」（日本評論社）、「すぐくへんな立体」（誠文堂新光社）、「だまし絵の描き方入門」（誠文堂新光社）など

錯覚とは、人がものごとを事実とは異なるように理解してしまう現象です。これは、人間の知覚や認知の活動に現れる不思議さの代表的なものの一つと言ってよいでしょう。この不思議な現象を、数理という道具を用いて説明しようとするのが、私の研究テーマの一つです。

錯覚というと、同じ長さの線が異なる長さに見えるなど、ものごとの正しい認識を妨げる邪魔なもので、避けることなら避けたいというのが素朴な常識なのではないでしょうか。でも実は、錯覚を生じる目の仕組みは、私たちの普段の生活に役立っ

います。

人は身の回りの状況を、目で見て知覚・認識することが出来ます。でも一般に、これは、目に入ってくる情報だけを処理した結果ではありません。身の回りの世界は3次元の広がりをもっているのに、網膜に映る像は2次元の画像で、奥行き（奥行き）の情報が欠けています。ですから、目で見たものから目の前の世界を理解するためには、奥行きの情報を補わなければなりません。そのために、人々は、今までの経験で得た知識を総動員しています。

たいていの場合は、この欠けた情報

を補うことに成功し、環境を正しく理解できます。でも、ときには情報を補うことに失敗します。そうすると、事実とは違ったようにものを見てしまい、錯覚が生じるのです。ですから、目の錯覚について研究するということは、人が目でものを見て正しく理解する仕組みそのものを研究することでもあります。

実際、私のもともとの研究テーマは、絵からそこに描かれている立体を理解することのできるコンピュータを作ることでした。人は絵から立体を簡単に理解しますが、それと同じことをコンピュータにさせるためには、高度な情報処理が必要になります。絵は、2次元の情報しかもっていませんから、奥行きの情報を補わなければなりません。そのために、奥行きを表す未知数をたくさん用いてその絵を投影図にもつ立体の方程式を作ります。この方程式が解をもたないときには、絵は間違っているかと判断します。解をもつときには、一般に解は無限にたくさんありますから、その中から一番もつともらしい立体を探します。このとき、「知識」が必要です。

このようにして絵から立体を解釈するプログラムを作ることが出来る

のですが、その振る舞いは人の視覚と大きく異なります。まず、方程式が解をもたないような絵から人は立体を読み取ることが出来ます。これは、方程式では数値を厳密に扱うのに対して、人は少しぐらいの誤差があっても気にならないからです。

でも逆に、方程式が解をもつのに（従って絵から立体が作れるのに）、人はそんな立体はありえないと感じることもあります。これを例で示しましょう。図1は「だまし絵」とよばれる絵の一つです。4本の柱が立っています。床面と天井とは、柱の前後関係が食い違っています。これと同じ構造は、オランダの版画家エッシャーの「もの見の塔」という作品にも使われています。これを見た人は、まずは立体感を持ちますが、次の瞬間に、こんな立体はありえないと感じます。

でも、方程式を立てて解を探すと見つかるのです。その結果、この絵の立体を実際に作ることが出来ます。作った立体の写真が図2です。

図3は、この立体を別の角度から撮影したものです。これを見ると、図1や図2から私たちが思い浮かべる立体とは別の立体であることがわかるでしょう。これはつまり、私た

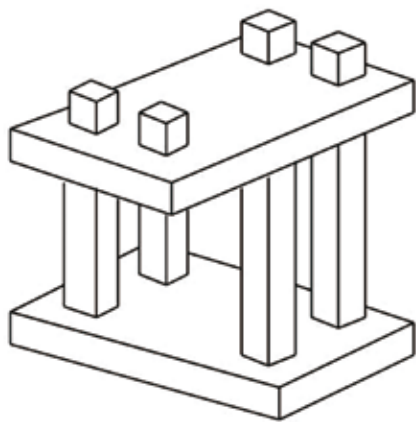


図1 4本の柱をもつだまし絵

ちが図1に奥行きの情報を補おうとして失敗していることを意味します。

このように、方程式という数理の道具を使うことによって、人の視覚がなぜ錯覚を起こすのかを調べたり、人をしる高度な視覚を持つコンピュータを作り出したりすることが出来ます。

数理という強力な道具を用いると、視覚に限らず、身の回りの不思議な現象がなぜ生まれるのかという仕組みを解明したり、望みの現象を作ったり生活に役立てたりすることが出来るようになります。これが、私たちがめざす現象数理学の一端です。



図2 だまし絵と同じように見える立体



図3 図2の立体を別の角度から見たところ

数理が明らかにする津波の現象



中村和幸

Kazuyuki Nakamura

なかむら・かずゆき

明治大学先端数理科学インスティテュート特任講師

1978年 群馬県高崎市生まれ

2007年3月 総合研究大学院大学複合科学研究科統計科学専攻博士課程修了 博士(学術)

2007年4月 科学技術振興機構 CREST 研究員、統計数理研究所外来研究員

2008年6月 統計数理研究所特任研究員

2009年4月から現職

【研究分野】

統計科学：特に時空間データ解析・ベイズ統計と地球物理学・生命科学・地盤工学への応用

【所属学会】

日本統計学会、日本応用数理学会、日本地球惑星科学連合、地盤工学会、American Statistical Association

日本では、毎日さまざまな規模の地震が起きています。地震が発生すると、すぐに地震速報が流れ、「この地震による津波の心配はありません」と津波の情報もすぐに流れてきます。この津波予報はどのようにされているのでしょうか？

地震は日本中の観測点で日々観測されていて、記録が蓄積されています。地震が発生して観測点で揺れが検出されると、揺れの情報が気象庁に伝えられます。各地の揺れの情報は気象庁でとりまとめられ、発表されます。震源の規模や深さなども、同時に計算されて発表されます。

津波予報は、集められた地震の情報を使って出されます。実は、原因となる地震が起こった場所、規模、性質が正確にわかると、コンピュータを使って津波はほぼ正確に再現できます。そこで、津波予報ではあらかじめあり得そうな地震のパターンを何パターンも用意し、その各々について津波の計算をしてデータベースとして用意しておきます。そして、実際に地震が起こったら、このデータベースの中から起こった地震に近いものを自動的に探し出し、対応する津波計算の結果を使って、沿岸にどのくらい大きな津波が到達するか

予測を行い、予報を出しています。正確な予報のためには、コンピュータでの正確な再現計算が必要です。そのためには条件があります。津波の原因となる地震の規模や性質、津波が海を伝わっていく間の水深がコンピュータに正確に入力されている必要があります。地震の規模や性質は、速報の段階では正確にはわからないのですが、これについては後からさまざまな解析がなされます。私たちは、もう一つの水深に注目して解析しています。

水深はさまざまな機関で、船を使った直接計測や人工衛星を使った間接計測がされています。水は光を吸収してしまいうため、人工衛星から直接水深をはかることができません。そのため、網羅的かつ十分精密な水深データが公開されておらず、近年でも更新が続けられています。実際に日本海について調べてみると、様々な機関の発表データ間で差があることがわかりました。そこで、正確な水深とはどのようなものか、実際の津波（1993年に日本海で発生した北海道南西沖地震津波（奥尻津波、図1に計算機シミュレーションの結果）の計測を使って調べてみました。私たちが使っている数理的な道具は、

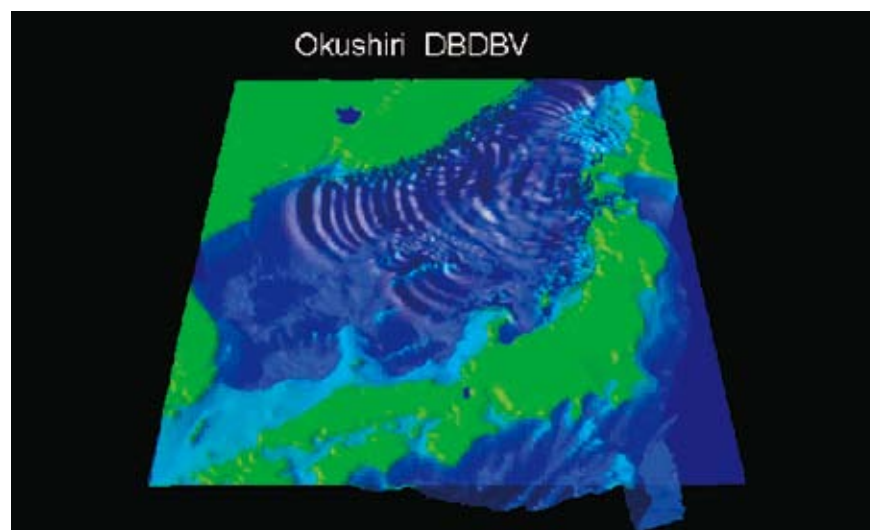


図1 北海道南西沖地震
津波のシミュレーション

ベイズ推論と呼ばれています。これは、迷惑メールの判定（スパムフィルタ）にも使われている方法です。ベイズ推論では、統計学の方法を用いて、新しい「情報」が入るたびに「知識」を更新します。今回の問題の場合、水深が「知識」、津波の観測データが「情報」にあたります。解析の結果、大和堆と呼ばれる海山の部分（図1の日本海中央部の山）について、これまで公開されている水深情報の総合よりも、少しだけ浅いのではないかと、という示唆が得られています。現在、この結果についてより詳細な解析を進めています。

現在進めている研究では、さまざまな機械で計測した「観測データ」と、コンピュータを使った「シミュレーション計算」をうまく組み合わせることで、何か新しい物事を発見し、またコンピュータを使ったシミュレーション予測をこれまで以上に正確にすることを目指しています。コンピュータを使ったシミュレーション計算は、建築物の構造計算や自動車の空気抵抗の計算、地球温暖化の分析と予測、日々の天気予報、さらには人の移動といった社会現象の解析など幅広く使われています。こうした現象や応用に、現在の研究が貢

献できると考えています。実際、地盤沈下解析やゲノムデータ解析において、ベイズ推論の援用で、これまで以上に精緻な解析が可能となっています。

現象を記述し明らかにするあらゆる科学において、今回示したようなコンピュータによる計算とデータの解析を有機的に結びつける数理は、あまり省みられてきませんでした。コンピュータの性能向上にともない、シミュレーション可能な現象も多くなってきました。しかし、コンピュータによるシミュレーションは、いわば精緻な「想像図」で、現実との齟齬が必ずあります。これを、実際に測ったデータと組み合わせることで現象をより正確に明らかにする、そのための現象数学の一つの道具がベイズ推論であり、その重要性はますます増していくものと考えています。

生命に接近する数理科学

～ネットワーク科学から見た遺伝子の振る舞い～



木下 修一

Shu-ichi Kinoshita

きのした・しゅういち

明治大学先端数理科学インスティテュート研究推進員(共同研究員)

1973年 千葉県習志野市生まれ

2001年3月 新潟大学大学院自然科学研究科物質制御科学専攻博士前期課程修了

2009年3月 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 博士(理学)

2009年4月から現職

【研究分野】

複雑系科学: 遺伝子ネットワーク構造と発現パターンとの関係, 遺伝子ネットワークの進化

【所属学会】

日本生物物理学会、日本バイオインフォマティクス学会

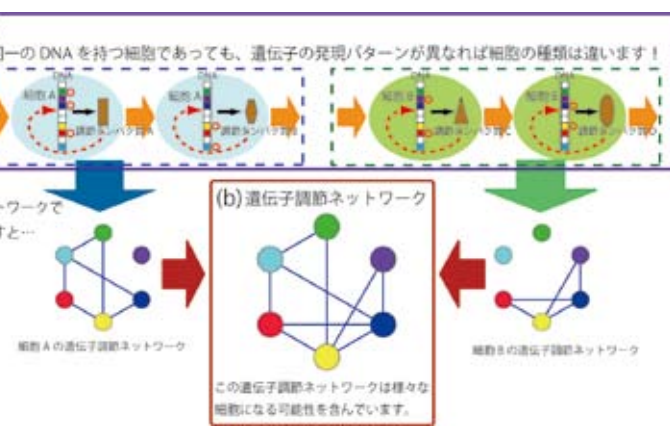
「生物と数理の親しい関係」と言うと皆さん怪訝に思われるかも知れませんが、生物は数理を使わない分野というイメージをもたれているのではないのでしょうか。しかし、最近生物を数理的に理解しようとする試みが盛んに行われています。私はネットワーク科学という新しい数理の視点で、細胞の特徴的な性質を理解しようと研究を進めています。

れ、それらの形や働きは全く異なりますが、異なる種類の細胞であってもDNAは全く同じです。それでは、同じDNAを持つのに細胞の種類が異なるのはなぜなのでしょう？実は、DNAの一部分である遺伝子は細胞内で常に発現する訳ではありません(遺伝子が活性化することによって発現します)。発現している遺伝子と発現していない遺伝子があります。つまり、この遺伝子の発現パターンの違いが細胞の種類の違いとなって現れるのです。

伝子の発現パターンが細胞Aと細胞Bで異なる事を表わしています。例えば、細胞Aでは緑、紺、赤の遺伝子が発現すると、次の時刻に黄色、水色の遺伝子が発現しています。ここで、紫色、紺色、赤色の各遺伝子から、黄色と水色の各遺伝子にリンク(線)を引く張ります。つまり、このリンクはある遺伝子から他の遺伝子へ影響があることを示します。同様に同じDNAを持つ細胞Bにおいても各遺伝子間のリンクを張ることで、この遺伝子のネットワークが出来上がっていくことがわかるかと思えます。このように遺伝子同士の影響を表わすネットワークを遺伝子ネットワークと呼びます。ネットワークと細胞の深い関係を少しは理解して頂けたと思います。

実は、一般的なネットワークの研究は古くはオイラー(18世紀の大数学者)までさかのぼり、点(ノード)と線(リンク)の数学であるグラフ理論として知られています。その後、最近までランダムネットワーク(図2b)がネットワーク研究の中心でした。ランダムネットワークとは文字通りノード間をランダムに繋いだネットワークです。最近になるまで遺伝子ネットワークはランダムネットワークに近いものとして取り扱われてきました。しか

し、10年程前から技術の進展に伴い、インターネット、映画俳優の共演ネットワーク、生態系ネットワークなど、様々な現実のネットワーク構造がわかってきました。その結果、それらのネットワークの特徴はランダムネットワークとはかけ離れている事がわかりました。その特徴の一つが「スケールフリー」です。実は、幾つかの遺伝子ネットワークはスケールフリーに近い性質を持つ事がわかっています。スケールフリーネットワーク(図2a)とは莫大な数のリンクを持つごく少数のノード(図2a)では大きいノード)と、1つ、2つのリンクしか持たない大多数のノード(図2a)で小さいノード)により構成されるネットワークです。



ワーク上の遺伝子発現パターンよりも外部からの刺激に強い事が分かりました。この事は、少々遺伝子を制御する仕組みが乱れても安定な遺伝子発現パターンが維持される事を示しています。実際、細胞内部は化学物質濃度の揺らぎや外部からの刺激など様々な刺激にさらされています。その影響により遺伝子発現パターンが大きく乱れてしまつては細胞の活動は維持できません。遺伝子ネットワークがスケールフ

リー構造を持つ事で、細胞が安定的に振る舞えるようになっていく訳です。生物と数理の親しい関係の一端を見て頂けたと思います。「現象数学」は今まで複雑過ぎて扱えなかった対象を新しい数理の視点で理解する学問であり、また様々な現象にまたがって存在する法則を理解する試みでもあります。ネットワーク科学も複雑な現象を理解する一つの強力な道具として現象数学に貢献しているのです。

図1 (a) 細胞内部の遺伝子の状態を表した図。実際は遺伝子発現パターンに応じて作られる調節タンパク質が、次の遺伝子発現パターンを決めます。(b) 遺伝子調節ネットワーク

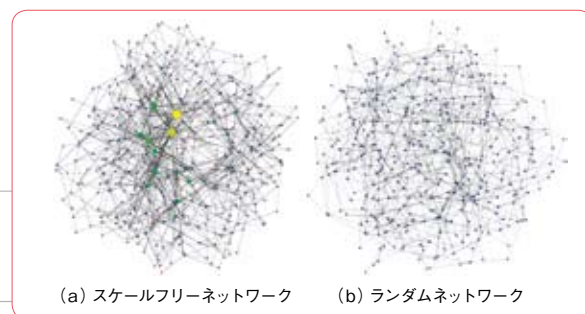


図2 スケールフリーネットワークとランダムネットワークの比較
(a) 大きな丸はリンク数の多いノードを表わします。

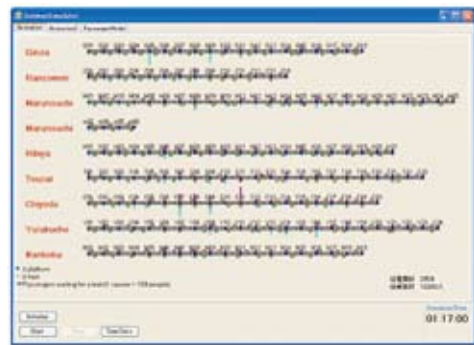


図1 バスの運行シミュレーション。緑色の玉がバスを表し、水色のバーがバス停で待っている乗客を表しています。

図2 鉄道ネットワークのシミュレーション。このシミュレーションから、どの車両が混んでいるか、どの区間でダンゴ運転が生じているかがわかります。



図3 アリのダンゴ運転である行列行進



(a) Initial stage



(b) Latest stage

ける「ダンゴ運転」のからくりを解明するために、バスの運行システムを抽象化し、数理モデルを作ります。図1が数理モデルに基づくバスの運行シミュレーションです。緑の玉で表現されたバスはグルグルと道路上を循環運行し、バス停に着くと乗客の乗り降りが生じ、停止すると赤い玉で表示されます。このシミュレーションを見ると、最初は図1(a)のように各バスは等間隔で運行していますが、ある程度時間がたつと図1(b)のように玉がくっついた「ダンゴ運転」になっていくことがわかります。さらに、数理モデルを用いることで、現実の運行システムでは測定が困難な運行効率を測定することもできます。その結果、最も効率よく乗客を運ぶためにはどれくらいバスの台数を運行させるべきかを見積もることもできるのです。

このバスの運行モデルに乗客の乗り換えの効果を組み込んで拡張すると、図2のような鉄道路線の運行シミュレーションへと発展させることもできます。発想の転換により、このバスの運行モデルはアリのダンゴ運転である行列行進図3を記述するモデルになっていることもわかります。バスは乗客が待っていると乗り降りの時間が必要で動きが遅くなり、待っている乗客がいなければ乗り降りがなく速く動けます。一方、アリの動きはフェロモンがある場合に速くなり、フェロモンがない場合には遅くなるということが知られています。そこで、バスと乗客をアリとフェロモンに読み替えると、バスの運行モデルはアリの行列行進を表すシンプルな数理モデルとなるのです。このように、抽象的な数理モデルを用いて渋滞現象を扱うことで、工学システムとしての渋滞現象と生物界の渋滞現象が全く同じメカニズムとしてつながっていることがわかります。もしアリの動きで行列行進を回避する行動が発見されれば、そこからバスのダンゴ運転を緩和するヒントが見つかる可能性もあり、これこそが現象数理研究の醍醐味と言えるかもしれません。

渋滞現象について述べてきました

が、私たちが扱う現象数理科学の特徴の一つは、このように様々な現象を抽象的な数理モデルに落とし込むことで、それらを統一的に取り扱うことが可能となる点です。そのためには、様々な分野の研究者との協調や知識の共有が不可欠であり、多分野への広がりを持った研究スタイルこそ、私たちの目指す現象数理科学なのです。

渋滞現象を数理で解明



友枝明保

Akiyasu Tomoeda

ともえだ・あきやす

明治大学先端数理科学インスティテュート研究推進員

(ポスト・ドクター)

東京大学先端科学技術研究センター特任研究員

1980年 広島県広島市生まれ

2006年3月 大阪大学大学院情報科学研究科情報基礎数学専攻博士前期課程修了

2009年3月 東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻博士後期課程修了 工学博士

2009年4月から現職

【研究分野】

渋滞学：特に交通流モデル、セルオートマトン理論、流体力学、摂動論、超離散法

【所属学会】

日本応用数理学会、日本流体力学会、日本オペレーションズ・リサーチ学会

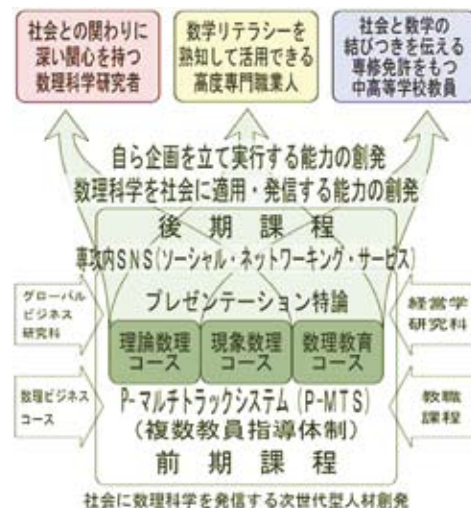
「渋滞」という言葉を聞くと、みなさんはどういう状況を思い浮かべるでしょうか？ おそらく大部分の人が連休のニュースで流れるような高速道路の渋滞、あるいは信号待ちをしている車の渋滞を想像するのではないのでしょうか。もちろん車の渋滞も渋滞現象の一つですが、「渋滞」という現象を「流れているモノが流れにくくなる現象」と考えると、車の流れだけが渋滞するのではなく、身の回りの様々なモノが渋滞していることに気づくと思います。例えば、携帯やインターネットがつながりにくくなることもパケットというモノの渋滞と考

えることができますし、人やアリなどの生物においてもその個体の混雑や行列といった形で渋滞が生じています。また、「渋滞」と聞くと悪いイメージばかりが思い浮かぶかもしれませんが、好ましい渋滞も存在するのです。燃え広がる火や伝染病の拡大を一種の流れとして考えると、火事の渋滞や伝染病の渋滞は我々にとって好ましい渋滞と言えるでしょう。このように流れるモノが悪いモノであれば、渋滞現象も好ましい現象となりうるのです。私の研究は、これらの様々な渋滞現象を抽象化することで得られる数理モデルを基盤として、様々な

角度から渋滞現象にアプローチをし、その性質を統一的に読み解いていくというものです。渋滞現象の一つに、公共交通における「ダンゴ運転」という渋滞現象があります。バスがなかなか来ないと思っ



プレゼンテーション課題研究での発表



平成19年度採択 組織的な大学院教育改革推進プログラム (大学院GP) [社会に数理科学を発信する次世代型人材創発]



大学院GP取組責任者
グローバルCOEプログラム数理解析班リーダー

砂田 利一

Toshikazu Sunada

すなだ・としかず
明治大学理工学部数学科教授
1948年 東京生まれ
1974年 東京大学理学研究科修士課程修了
1974年 名古屋大学理学部助手
1975年 東京大学理学部助手
1977年 名古屋大学理学部講師、1979年 同助教授、
1988年 同教授
1991年 東京大学理学部教授
1993年 東北大学理学部教授を経て 2003年より現職
【研究分野】
大域解析学および離散幾何解析学
【主な著書】
「基本群とラプラスアン」、「幾何入門」、「曲面の幾何」、「分割の幾何学」、
「バナッハ・タールスキーのパラドックス」、「ダイヤモンドはなぜ美しい?」ほか

「数学は自然科学か?」という問いがよくなされる。この問いに対して多くの人が次のように考えるだろう。本学の数学科は理工学部には属しており、他の大学でも理学部が理工学部には属している。また、数学に「最も近い」学問は物理学である。従って、「数学は自然科学である」というのが大方の答えだろう。

しかし、数学は理学・工学だけではなく、経済学、医学、社会学、心理学、言語学、論理学など、驚くほど多岐に渡る分野に使われている。また、自然の諸現象の解明とは独立に、数学自身が問題意識を醸成し解決してきた長い歴史もある。自然科学には収まらない幅広いスペクトルを数学は持っているのである。すなわち、答えは、「数学は自然科学ではない」、あえて言えば数学は「数理科学」という分野に属す。

「数理科学」は、「自然科学」が物理・化学・生物に分けられるように、数学を創る人、数学を使えるようにする人、数学を伝える人、これら3種の人々からなる多様な学問分野である。共通するのは数学と言う「言語」であるが、

この「言語」を使う目的は3種の間でまったく異なっている。数学を創る人は、「言語」自身の構造に目をむけて、より深い「言語」機能を開発する。数学を使えるようにする人は、「言語」を日常言語に翻訳するとともに、新しい語彙を付け加えていく。数学を伝える人は、「言語」の歴史的成り立ちを解明し、次世代に「言語」を教育する能力を開発する。

数学系では、「数理科学」の教育モデルとして、平成17年からMTS (Math Track System) 数理解析教育を開始した。これは、上記3種の分野に対応する「理論数理コース」、「現象数理コース」、「数理教育コース」の3つのコースからなり、学生に融合的に選択させる複数指導体制を取るシステムである。

異なる価値観を持つとは言え、数学を共通言語とするのだから、その利点を使得って幅広い数理解析的リテラシーを身に付けさせ、数理科学の社会との関わりを目を向けさせるといのが目的である。このユニークな企画が「魅力ある大学院教育」イニシアティブ (大学院GP) に採択され、国からの援助終了後も大学からの支援により現在も継続中である。

この実績あるMTSをさらに発展させ、充実したPost MTS数理

科学教育を行うべく、「社会に数理科学を発信する次世代型人材創発」という企画を大学院GPに申請したところ、これも採択された。この取り組みは、「自ら企画を立て実行するマネジメント能力の創発」、「数理科学を社会に適用・発信するプレゼンテーション能力の創発」を目標としている。ここで創発 (emergence) とは、「部分の性質の単純な総和にとどまらない性質が、全体として現れる」という意味である。

③専攻内SNS (ソーシャル・ネットワーク・キング・サービス) を設置した。SNSにおいては、プロフィール・ウェブログを通じて学生は自分の研究内容を日常的に公開し、ネットコミュニティにより教員と学生は密に情報共有することが出来る。プレゼンテーション課題研究の取り組み・進行もSNSを通じて公開している。

①各学生に修士論文・博士論文を指導する主指導教員と数学課題研究を指導する副指導教員が就く複数指導体制を堅持している。

以下、活動の詳細を述べる。

②企画発信能力の創発に向け、新科目としてプレゼンテーション課題研究を設置し、それぞれのコース活動を実質化した。プレゼンテーション課題研究では、複数の教員と数名の学生からなるグループ (クラス) を形成し、それらグループに対して、自らがオーガナ

④博士後期課程の学生には、大学院チューターを配置し、きめ細かな指導を行っている。また、国内外他大学院生との共同研究や研究会・勉強会の開催を通じてプレゼンテーション・マネジメント能力を高めている。それをサポートする仕組みとして、国内外他大学院生も参加できるようにSNSを機能拡張した。

イズし、自らがプレゼンターとなる研究

「数理科学」に対する社会の期待は、従来の自然科学としての数学の枠組みを越えて、将来ますます大きくなることとが予想される。「数理科学」の多様性に着目し、他の大学にはないユニークな発想で進みつつある数学系の活動は、本学における教育と研究の両面での質の高い大学院と学部の一貫教育のモデルとして、大きな意義があるものと信ずる。



プロテオミクス実験法・同実験
明治大学と広島大学の学生と一緒に実験して、
スキルを獲得しています。

アパスにおいて必要となる講義も重点的に取り組むようにしている。

②「数理科学」と「生命科学」を協動的に学ぶ

この大学院GPでは数理科学系の学生と生命科学系の学生とが協調し、お互いに共感・連帯し、数理生命科学コミュニティを形成することを目的としている。例えば「プロテオミクス実験法・同実験」などの実験を数理科学系の学生と生命科学系の学生とが協動的に学ぶことによって、その実効性を挙げる。また、「科学リテラシー論」ではワークショップを通して数理科学系の学生と生命科学系の学生とが協調し、高校生にもわかる数学や生命科学の教材を開発している。このような実験やワークショップは明治大学の学生の皆さんに広島大学まで来ていただき、明治大学と広島大学で共同実施している。

このような次世代の「数理生命科学」を担う多くの優れた研究者を育成するには、一専攻あるいは一大学の面子や「こだわり」に縛られるのではなく、同じ志をもつ教育・研究拠点が連合し、日本の「数理生命科学」教育のスタンダードを構築する必要がある。

例えば、広島大学の生命現象解析の手法、明治大学の現象数理学的展開、そして同じ志を持つ他大学（龍谷大学、京都大学および北海道大学など）の先端の視点のそれぞれが統合し、そこで培われている教育を補完しあえば、

三人寄れば文殊の知恵—HuMouR コンソーシアムをめざして

③国際的に活躍できる学生を

「数理生命科学」は日本型（Trans-discipline）の思想を持った学際融合領域の科学である。この日本型の学問の世界への発信をめざして、明治大学ではグローバルCOEプログラム科目として「Advanced Mathematical Sciences」が開催されている。広島大学の学生たちもこの「Advanced Mathematical Sciences」に参加することによって、国際的に活躍している研究者の研究、例えば癌増殖機構など「数理医学」に関する最先端のトピックを間近で聴き、議論する機会を得ている。

新しい「数理生命科学」の創生を担う新世紀型の研究者を育成することができる。またそれは、それぞれの教育・研究拠点のもつ特色を融合し、新しい「数理生命科学」教育法を開発することに他ならない。

特に龍谷大学とは、明治大学が2009年3月に、広島大学が9月にそれぞれ包括協定を取り交わし、3大学のトライアングルが成立した。この3大学の頭文字をアルファベット順に並べ、これに母音を加えると「HUMOUR」なる「HUMOUR」は人間同士のコミュニケーションを円滑にするための潤滑剤である。このコンソーシアムが数理科学、生命科学など既存の学問どうしのコミュニケーションの潤滑剤となるとすれば幸いである。



広島大学と龍谷大学が大学間交流に関する包括協定並びに両大学理工系研究科間による学生交流に関する覚書が、明大納谷廣美学長（写真中央）の立会いの下、締結された。これにより、明大・広島大・龍谷大の3大学間包括協定が成立した。

連携をしている 数理科学と生命科学の融合 広島大学より

三人寄れば文殊の知恵—HuMouRコンソーシアムをめざして



泉 俊輔

Shunsuke Izumi

いづみ・しゅんすけ

広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻教授

1961年 香川県生まれ

1988年 広島大学大学院理学研究科修士理学博士

【研究分野】

生物有機科学、機能生物化学、物質変換

【所属学会】

日本生化学会、日本化学会 他

「数理生命科学」——新しい学問の萌芽

1999年—広島大学理学研究科に「数理分子生命理学専攻」という新しい専攻が生まれた。これは三村昌泰教授（現・明治大学）らが中心となって、新しい「数理生命科学」を志向した専攻である。この「数理生命科学」の最大の特徴は、生命科学の中の複雑に見える現象を、できるだけシンプルな数理で読み解こうとすることにある。

例えば2008年イグノーベル賞受賞者の小林亮教授（広島大学）の研究は、たった数本の微分方程式で「粘菌が迷路を解く」という複雑な生命現象を記述したことにある。もし、この現象がたくさんの微分方程式とたくさんのパラメーターから記述されていたとしたら、それは生命科学者に何の驚きも与

えなかったであろう。数本の微分方程式で表されたからこそ、現象の本質がとてもしンプルであることに生命科学者は驚いたのである。この「数理生命科学」という学問の本質を若い学生の皆さんにどのように伝えるのか？これが我々の教育に対するスタートラインであった。

新しい酒（学問）は 新しい皮袋（教育）の中で

明治大学理工学研究科の基礎理工学専攻には、現象と数理との融合分野である「現象数理学」や生物学と物理学との融合分野である「生物物理学」など学際融合分野の著名な研究者が活躍している。明治大学と広島大学は、学際融合教育に関する共通の課題を解決

するために、試行錯誤の連続の中で1つの哲学にたどり着いた。

生命科学と数理科学との融合を志向するTrans-discipline型の学際研究では、生命科学と数理科学のそれぞれ固有の理論・概念・方法を統合・拡張する過程で、ボトムアップの体制を必要とする。これはその教育においても例外ではない。したがって、学生と研究者とが対話し、共に学ぶことによってこそ、「数理生命科学」における共通の「カリキュラム」を創生することができると考えた。

このような哲学の基に、この大学院GPでは3つのプリンシプルを掲げた。

①基礎は基礎として

基礎的講義は、その学生が「5年後の自分に必要な知識・スキル」を身につけることを目標として、教員と相談しながら選択して受講する。この講義選択の幅は、単位互換制度の導入により、明治大学と広島大学の各専攻のすべての講義まで拡張されている。また、「数理計算概論」などの数理科学的な講義を生命科学系の学生の必修科目とし、数理リテラシーを持った生命科学系の学生を育成する。一方で数理科学系の学生は、実験・観察を通して、生命現象を見る力を養う。また「技術経営論（MOT）」など、学生の将来のキャリア