

シンポジウム「世界が変わる 数学が変える」
文部科学省委託事業「数学・数理科学を活用した異分野融合研究の動向調査」
報告会について

東北大学知の創出センター
前田 吉昭

1. はじめに

文部科学省の委託事業「数学・数理科学を活用した異分野融合研究の動向調査」の調査結果報告を兼ねたシンポジウム「世界が変わる 数学が変える」が、平成 28 年 2 月 20 日（土）東京大学駒場キャンパス数理科学研究科棟大講義室にて、開催されました。本シンポジウムの主催は、文部科学省委託事業「数学・数理科学を活用した異分野融合研究の動向調査」を引き受けた東北大学知の創出センター、共催は東京大学大学院数理科学研究科、そのほか、この事業に協力をした、北海道大学電子科学研究所附属社会創造数学研究センター、東北大学大学院理学研究科・情報科学研究科、情報・システム研究機構統計数理研究所、明治大学先端数理科学インスティテュート、早稲田大学大学院基幹理工学研究科、京都大学数理解析研究所、九州大学マス・フォア・インダストリ研究所によるものです。また、日本数学会、日本応用数理学会はこの事業への協力と今回の報告会の後援をいただきました。本事業の実施委員、検討委員を含め、大学の数学研究者だけでなく、高校教員、ジャーナリストや企業からと様々な分野から 160 名をこえる幅広い参加者がありました。

本事業は、数学・数理科学を企業や諸科学への融合研究へ結びつけ、それより社会への貢献を行うための新しい視点を探ることを目的としています。この調査が、数学・数理科学研究にとって、少しでも役立つことを祈っております。

なお、この調査の報告書およびその増補版は、以下の URL に掲載されているので、ご興味のある方はぜひご覧ください。

URL: <http://www.tfc.tohoku.ac.jp/other-activity/7006.html>

今回の調査では、アンケート調査等を通して、日本数学会およびその会員の方々にも多くのご協力を頂きました。ここに厚く感謝申し上げる次第です。

2. 報告会の概要

本シンポジウムでは、坪井俊東京大学大学院数理科学研究科長による開会挨拶、生川浩史文部科学省大臣官房審議官、小谷元子日本数学会理事長、大石進一日本応用数理学会会長による来賓挨拶をいただきました。

第一部では、文部科学省研究振興局基礎研究振興課／数学イノベーションユニット粟辻康博氏が本調査の趣旨と背景について説明を行い、それに引き続き、委託調査報告…数学・数理科学を活用した異分野融合研究に関する国内外の現状について、本調査の実施委員である小松崎民樹北海道大学電子科学研究所附属社会創造数学研究センター長、福本康秀九

州大学マス・フォア・インダストリ研究所長，宮岡礼子東北大学大学院理学研究科教授が本調査に関しての報告が行われました．諸科学および企業での研究者へ行ったアンケートの結果から，企業や諸科学の研究に数学を活用する必要があるという意見が多数を占める一方で，数学研究者との協働研究の場がないこと，コミュニケーションの機会が少ないこと等数学・数理科学と諸科学研究者や企業との協働がまだまだ十分ではないことが報告されました．また，大学教育研究機関での調査では，それぞれの大学が数学・数理科学系の学生を社会へ輩出するための活動を行っているところもかなりあるが，数学以外の学問分野や企業で活躍できる人材を育成する取組が十分ではないことも報告されました．また，訪問滞在型研究所について，海外の例をもとに，第一線の研究者が国内外から一時的に集まり自由に議論を交わすことが，いかに重要かという報告が行われました．

NTT コミュニケーション科学基礎研究所の山田武士氏，九州大学大学院理学研究院教授の巖佐庸氏による基調講演が行われ，画像や音声，言語の情報処理，複雑な生命現象の解明に数学が活用されている実例を分かりやすく紹介していただきました．

以下は基調講演の講演者による概要です．：

基調講演 1．

講演者：山田武士（NTT コミュニケーション科学基礎研究所企画担当主席研究員）

講演題目：コミュニケーション科学から見た数学への期待

講演要旨：NTT コミュニケーション科学基礎研究所では，心まで伝わるコミュニケーションの実現を目指し，人間と情報の両面からコミュニケーションの本質は何か，を究める研究を行っています．例えば，人間は外界をカメラで撮るように忠実に認識しているわけではありません．これまでの経験を通じて現象をいわば「解説」することで，その背後にある意味や，本質を即座に理解しています．

計算機でも同様に，数理的手法を駆使して現象の生成過程をモデル化し，生成過程の逆問題を解くことで，観測されるデータからそのデータの発生源に関する知識や原因を「解説」できるようになります．これは，音声音響処理や言語処理をはじめとする，コミュニケーション科学の諸問題の解決にとって非常に重要です．しかし，一般に逆問題は不良設定問題で，解くのは困難な場合が多く，それ故に，数学の貢献が期待されます．本講演では，音声生成過程のモデル化と，補助関数法に基づくパラメータ推定，関係データのモデル化における無限通りの場合の数の扱い，文書要約問題における列举の効率化を具体例に，これらの問題解決と数理的手法との関係，数学への期待について述べます．

基調講演 2．

講演者：巖佐庸（九州大学大学院理学研究院教授）

講演題目：生命科学・生物学の推進に数学はどう貢献できるか？：数理モデルにもとづく理論的研究について

講演要旨：分子生物学の急速な進歩により、発生・免疫など30年前には神秘的と思えた生命現象が多数の化学反応のネットワークにより遂行されていることが明確になった。個々の担い手に関する知識が爆発的に増大している。現在、それらの知識を組み合わせるときに本当に生命現象を遂行できるのか、が研究の焦点になっており、数理モデリングや統計解析、コンピュータシミュレーションを含む数理的な手法の活躍に期待が高まっている。

本講演では、とくに基本的な論理構造を比較的単純な数理モデルとしてとりまとめ、その解析によって理解を進める研究、つまり生物学の理論的研究に焦点を当て、生命科学の推進においてどのような役割を果たせるかについて話したい。具体的には、(1) 遺伝子・蛋白質のネットワークの解析、(2) 発癌プロセスに関わる確率過程（医療への貢献）、(3) 植物の開花結実のタイミング制御と地球温暖化の影響（環境科学への貢献）、の3つを紹介する。いずれも驚くほど簡単な数理モデルで、それらによって生物学の基本論理がどのように明確になるかを話したい。

時間がゆるせば、(1) 生物学の様々な分野の間での数理モデリングの定着度合いの大きな違い、(2) 実験、統計的解析、詳細なシミュレータの作成、より単純な本質的法則性の抽出、その数理的な解析といったさまざまな数学研究が、すべて重要であること、(3) 物理学の数理的法則と生物学（生命科学）の数理的法則との対比、などについても簡単に触れたい。

第二部は、韓国数理科学研究所長の Hyungju Park 氏による特別講演とパネルディスカッション「これからの10年 どのようにすれば数学の底力が生かせるか？」で構成されました。Park 氏による特別講演は韓国における数学と産業界との連携プログラムについて紹介でした。以下が講演をいただいた Park 氏による概要です。

特別講演

講演者 : Hyungju Park

(韓国国立数理科学研究所長, 国際数学連合理事)

講演題目 : Industrial and Applied Mathematics in Korea:
the present and the future

講演要旨 : The Korean math community, in close

collaborations with its government, has

initiated a series of programs to build industrial mathematics ecosystems in Korea. The programs involve universities, startup companies, research institutes, and the government. Educational components including university curriculum updates and student internship are essential ingredients of the programs.



(Hyungju Park 氏)

パネルディスカッション「これからの10年 どうすれば数学の底力を生かすことができるか？」は以下の方々にご登壇いただきました。

モデレーター：岡本久（京都大学数理解析研究所副所長）

パネリスト：

【数学関係】合原一幸（東京大学生産技術研究所教授）

田中冬彦（大阪大学大学院基礎工学研究科准教授）

宮岡礼子（東北大学大学院理学研究科教授）

【企業】高田 章（旭硝子㈱特任研究員，前・日本応用数学会会長）

【他分野】初田哲男（理化学研究所理論科学連携研究グループディレクター）

【マスコミ】辻村達哉（共同通信社編集委員）

【社会連携】池川隆司（東京大学大学院数理科学研究科 数理キャリア支援室キャリアアドバイザー）



(パネルディスカッションの様子)

ここでの主な議論は、数学の力を活用して世界を変えるにはどのような取組が必要かについて熱い議論が交わされました。討議内容は、数学・数理科学を活用した異分野融合研究の促進を目指すための施策として以下の観点から討議が行われました。

1. 数学・数理科学を活用した異分野融合研究の支援と課題
2. 数学・数理科学を活用した異分野融合研究の人材育成について
3. 訪問滞在型研究所は異分野融合研究の必要性について

パネルディスカッションの討議のなかで、数学者と産業界との連携の仕組みのあり方、数学者が他の専門家とチームを組むことの重要性、現実世界の問題を数学の土俵に載せることのできる人材の育成の必要性、日本に訪問滞在型研究所を設けることがもたらす効果などについて活発に意見交換が行われました。

最後に、明治大学先端数理科学インスティテュート副所長三村昌泰氏により、閉会の挨拶を頂き、このようなシンポジウムが定期的に行われ、様々な分野の方々と話合うことが大切であるという言葉で結ばれました。

3. アンケート調査から

今回の調査の一つとして、数学・数理科学研究教育機関、諸科学研究者、企業へのアンケートを行いました。

1. 数学・数理科学系学科・専攻・コース（教室）

調査対象数：218 教室 回答数：78 教室（回答率 35.8%）

2. 数学・数理科学研究者数

調査対象数：1090 名 回答数：281 名（回答率 25.8%）

3. 諸科学研究者

調査対象数：300 名（※1） 回答数：117 名（回答率 39%）

4. 企業

調査対象数：229 社（※2） 回答数：42 社（回答率 18.3%）

（※1）過去 2～3 年の科研費基盤研究(C)の採択者(数学以外)から無作為に抽出

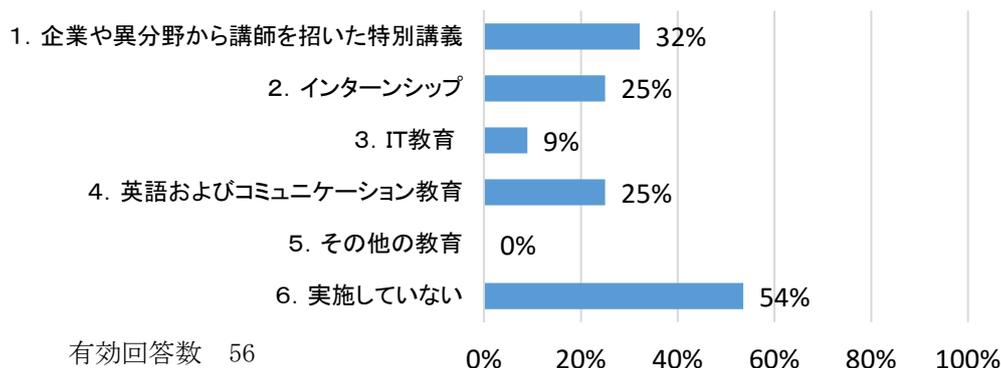
（※2）平成 21 年度委託調査の回答企業を対象

特に、調査 1 については、日本数学会および日本応用数理学会のご協力を頂いたものです。ここでは、そのなかから一部の質問とその回答結果についてご報告させていただきます。

1) 数学・数理科学系学科・専攻・コース（教室）へのアンケートから

数学・数理科学系学科・専攻・コースへ、博士課程学生へのキャリアサポート教育を行っているかという質問を行いました。それに対しては、以下のような結果を得ております。博士課程学生のキャリアサポート教育も取り組まれているようですが、その反面、実施されていないところが 50%強あることも分かりました。

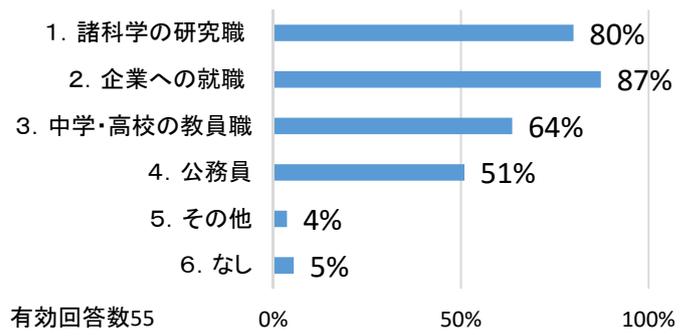
（質問）博士課程学生へのキャリアサポート教育を行っているか



一方で、博士課程学生が数学・数理科学研究者として活躍する以外にどのような進路を期待しているかをお聞きしたところ、諸科学の研究職や企業への就職を期待されている機関が 80%を超えておりました。いろいろなご意見はあると思いますが、数学・数理科学系の

博士課程学生が社会で活躍するためには、学生へ様々な形でキャリアサポートが必要なのではないかと考える次第です。

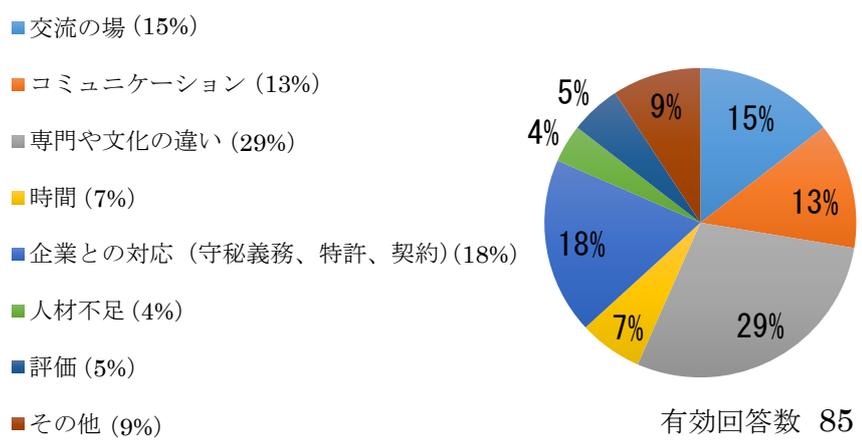
(質問) 博士課程学生が数学・数理科学研究者として活躍する以外にどのような進路を期待していますか



2) 諸科学・企業へのアンケートから

諸科学・企業との共同研究での課題がどのようなものかについてお聞きしたものが以下です。専門や文化の違い、コミュニケーションの機会、交流の場がないというような課題がありました。諸科学や企業との協働を行うためには、このような課題について検討が必要ではないかと思われます。

他分野研究者・企業との共同研究での課題



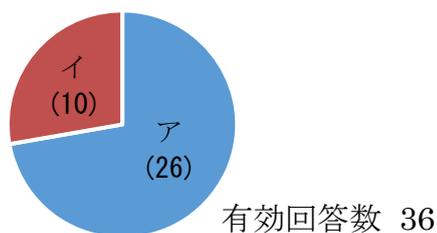
諸科学や企業では数学・数理科学の知識がこれから必要になると考えているが、数学・数理科学研究者との連携や協力の経験がないところが多い。ビッグデータ、シミュレーション、

最適化等が今後諸科学や企業の研究に重要であるという認識は高く、これが数学・数理科学の必要性の認識になっていると考えられるというのがアンケートから得られると思えます。

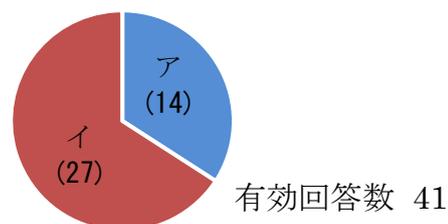
企業へのアンケートから

近い将来、貴社の業務運営には、数学・数理科学の知識がもっと必要になるとお考えでしょうか？

大学・公的研究期間等の数学・数理科学者への相談も含め、数学・数理科学研究者との連携・協力をした経験はありますか。

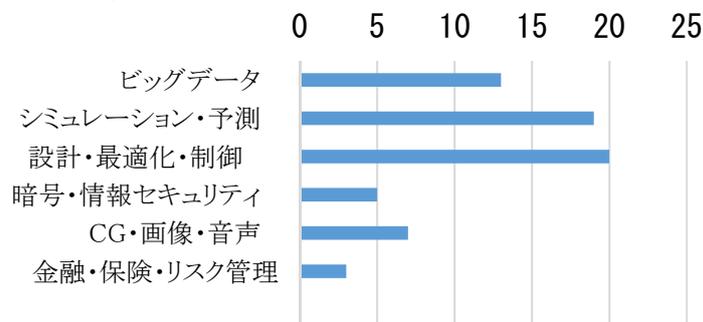


■ア)もっと必要になるだろう。 ■イ)そうは思わない。



■ア)ある ■イ)ない

必要になると考えられる分野を挙げてください(複数選択可)。

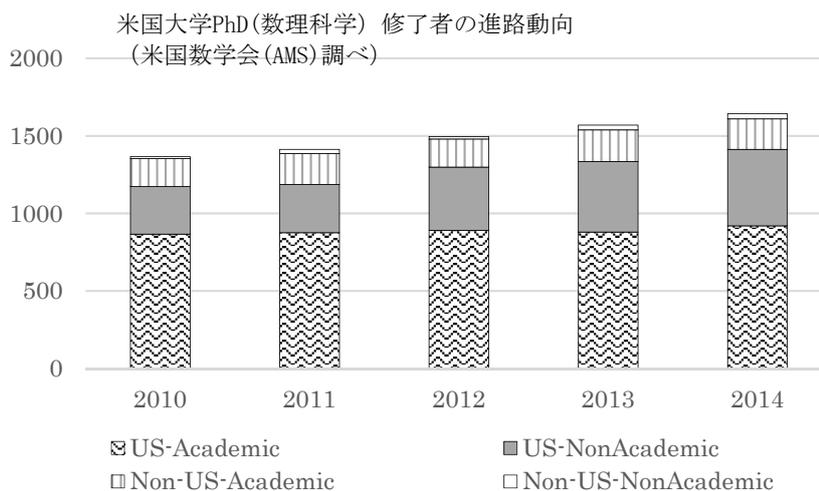
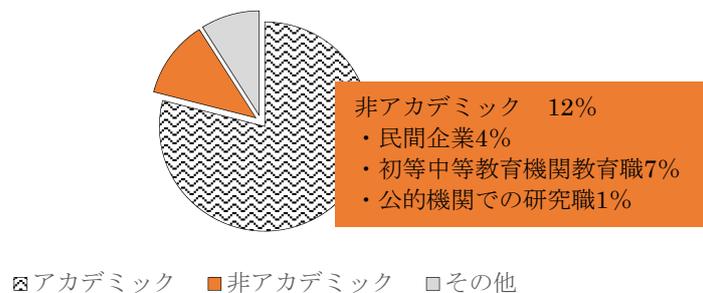


3) 数学・数理科学系博士課程修了学生の進路について

日米比較による数学・数理科学系博士課程学生の修了後の進路についての調査を行いました。日本の博士課程修了後の進路は圧倒的に数学・数理科学系アカデミックポジションで、米国では、博士課程修了後数学・数理科学アカデミックポジション以外へ進路を進めていく傾向が見えます。US-Non Academic Position の進路は 2011 年に 23%程度であったものが 2014 年には 30%近くまで伸びているのが分かります。日本の調査は、2014 年に日本数学会が行った調査を使っております。今回、同じ調査を行ったところでは、アカデミックポジション以外の進路については、もう少し大きいようにみえました。これだけで、米国の数学・数理科学系博士課程修了学生の進路について深くは言及できないものですが、これからの

我が国の数学・数理科学博士課程学生修了の進路について、今後検討していく必要があるのではと思います。

日本の博士課程修了者の進路
(2014年日本数学会調査から：回答者数140名)



ここに挙げたのは、調査のほんの一部です。その他の調査結果について、ご興味のある方はぜひ報告書およびその増補版をご覧くださいと思います。

以上