

調査報告書

日本における数理科学とその革新： 過去、現在、そして将来の展望

RESEARCH REPORT

Mathematical Sciences and its innovation in Japan: Past, Present, and Future Prospects



エグゼクティブサマリー

数理科学とは、数学を基礎とし現実世界の理解に数学を応用する分野である。数学は、自然現象や社会現象を記述・理解するための共通言語として、科学全体を支える基盤的な学問である。そのため、数理科学には、対象を抽象化し一般化する「抽象性」や「普遍性」、さらに演繹的思考を支える「論理性」が備わっている。その特長に基づいて人工知能（AI）などに代表されるデータ駆動型の帰納的研究手法やその成果を、人間が適切に理解・活用できるようにすることは、数理科学の役割の一つである。それゆえ、デジタルトランスフォーメーションやサイバーフィジカルシステムの推進において数理科学の存在感が高まっている。

わが国では、報告書「忘れられた科学－数学」（科学技術・学術政策研究所（NISTEP）2006）において、海外先進国と比較して数学の応用研究およびそれを担う人材が不足している点が多く指摘された。このことは日本数学会など、数学コミュニティに強い衝撃を与え、徐々にではあるが、応用研究を意識した活動は増える兆しが見えて来た。その指摘を契機に、文部科学省に設置された数学イノベーション委員会による報告書「数学イノベーション戦略」（2012/2014）、「数学イノベーション推進に必要な方策について」（2016）が取りまとめられた。これらの報告書において、諸科学の共通言語である数学の持つ力を十分に活用して、さまざまな科学的発見や技術的発明を発展させ、新たな社会的価値や経済的価値を創出する革新を生み出していく「数学イノベーション」の必要性と、その推進にネットワーク体制（相談窓口や情報共有・展開、人材育成、キャリアパス構築など）の整備の必要性が強く指摘された。

それらと並行して、数学イノベーションに資する施策が多く打たれた。研究ファンディングとしては2007年以降、科学技術振興機構（JST）の戦略的創造研究推進事業が実施された。また、産業数学の拠点である九州大学マス・フォア・インダストリ研究所（Institute of Mathematics for Industry: IMI）が2011年に設立され、サイバーフィジカルシステムを実装するロート製薬グループ全体のスマート工場化の取り組みなどの成果が得られた。さらに数理科学に関わる機関によるネットワーク体制として事業「数学アドバンスドイノベーションプラットフォーム（Advanced Innovation powered by Mathematics Platform: AIMaP）」（2017-2021）が実施された。

これらの取り組みにより、2007年以降、数理科学に関する応用研究や産学連携、それらに携わる人材育成が推進されたが、AIMaPの中間評価では産学連携のノウハウの水平展開や、企業や他学会等と数学界との協働に向けたマネジメントについて、一定の評価がなされつつも不十分であるとの指摘が残った。すなわち、日本において数理科学に携わる人材育成、産学連携、頭脳循環が限定的にしか行われていないといった状況が続いている。

本報告書はわが国の「数学イノベーション」のさらなる進展に資するため、1. 歴史的な背景、2. 実問題に資する数理科学的なアプローチ、3. わが国における数理科学と産業界との関わり、4. 米国や欧州などの動向を整理し、今後の課題の抽出を試みた。その上で、本報告書は次の一手として数理科学の新たなエコシステムを提案している。

Executive Summary

Mathematical sciences is a discipline that is based on mathematics and applies mathematics to understanding the real world. Mathematics, as a common language for describing and understanding natural and social phenomena, is a fundamental discipline that supports the entire science. Therefore, mathematical sciences is endowed with “abstraction” and “universality,” which abstract and generalize the subject, as well as a “logic” that supports deductive thinking. Based on its characteristics, it is one of the roles of mathematical sciences to understand data-driven and inductive research methods such as artificial intelligence (AI) and the results so that humans can handle them. Therefore, the presence of mathematical sciences is increasing in the promotion of modern digital transformation and cyber-physical systems.

In Japan, the report “Mathematics as deserted science in Japanese S&T policy” (National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP) 2006) pointed out that there is a shortage of applied research and human resources responsible for it compared to overseas developed countries. This has had a strong impact on the mathematical community, such as the Mathematical Society of Japan, and there are indications, albeit gradually, of an increase in activities with applied research. In fact, the report “Mathematical Innovation Strategy” (2012/2014) and “Measures Required to Promote Mathematics Innovation” (2016) by the Mathematics Innovation Committee established by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) were published. These reports strongly pointed out that there is a need for “mathematical innovation” to fully utilize the power of mathematics, which is a common language of various sciences, to develop various scientific discoveries and technological inventions, and to create innovations that create new social and economic value. They also pointed out that there is a need to establish a network system (such as consultation desk, information sharing, human resource development, and career path building) to promote it.

In parallel with them, many measures have been taken to contribute to mathematical innovation. The Strategic Basic Research Programs of the Japan Science and Technology Agency (JST) were carried out as research fundings since 2007. In addition, Institute of Mathematics for Industry (IMI), Kyushu University, which is the base for industrial mathematics, was established in 2011, and has achieved results such as efforts on a smart factory in ROHTO Pharmaceutical Co., Ltd. that implements cyber-physical systems. In 2017, the “Advanced Innovation powered by Mathematics Platform (AIMaP)” (2017-2021) was implemented as a network system by institutions involved in mathematical sciences.

Since 2007, these efforts have promoted applied research on mathematical sciences, industry-academia collaboration, and the development of human resources involved in them. However, the interim evaluation of AIMaP pointed out that management such as the horizontal deployment of industry-academia collaboration knowledge and activities for collaboration between companies, other academic societies and the mathematical community were insufficient, although it was evaluated to a certain extent. In other words, human resource development, industry-academia collaboration, and brain circulation in the mathematical sciences continue to be limited in Japan.

In order to contribute to the further development of “Mathematical Innovation” promoted in Japan, this report aims to summarize (1) historical background, (2) mathematical scientific approaches that contribute to real problems, (3) the relationship between the mathematical sciences and industry in Japan, and (4) trends in the United States and Europe, and to identify future issues. In addition, this report focuses on proposing a new ecosystem of mathematical sciences as one of the next steps.

目次

1	調査の目的・背景	1
1.1	本調査の目的	1
1.2	本調査の背景	1
2	数理科学の広がりの事例	11
2.1	数学と自然科学、工学との連携について	11
2.2	社会的インパクト	12
3	日本の現状	15
3.1	産業界と数学	15
3.2	産学連携	16
3.3	数理系人材	18
4	海外の現状	20
4.1	米国	20
4.2	日米比較	22
4.3	英国	24
4.4	欧州	26
4.5	各国の数理科学に対する状況	27
5	調査結果のまとめ	31
付録1	数学領域俯瞰ワークショップ 「産業界における数学の役割とキャリアパス」	35
A1.1	第1回ワークショップでの意見	36
A1.2	第2回ワークショップでの意見	38
付録2	数理人材需給の調査	41
A2.1	調査項目の集計・推計方法	44
A2.2	需要に関する調査	47

A2.3 供給に関する調査結果	59
付録3 産学連携に関するインタビュー	75
A3.1 株式会社理研数理	75
A3.2 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所（IMI）	77
A3.3 ダイキン工業株式会社	81
A3.4 株式会社ダイセル	85
参考資料	88
R1 過去の取り組み一覧	88
R2 数理科学系機関分布図	90

1 | 調査の目的・背景

1.1 本調査の目的

本報告書はわが国が推進してきた「数学イノベーション」¹のさらなる進展に資するため、1. 歴史的な背景、2. 数理科学の広がり事例、3. わが国における数理科学と産業界との関わり、4. 米国や欧州などの動向を整理し、今後の課題の抽出を行った。

なお、本報告書では「数理科学」を、現実世界の理解に数学を応用する研究分野と定義する。数学を応用する研究分野とは課題の定式化や問題の解決に数学的手法が必要、あるいは有効な分野であり、例えば、金融工学、符号理論、量子計算、機械学習などが含まれる。

また、本報告書で「数理人材」とは数理科学に関連する数学と物理の博士号を持つ人材を意味する。ただし、付録2：数理人材需給の調査では、数理人材として数学・物理専攻の大学院卒業者を対象を限定した。

1.2 本調査の背景

本節においては本調査の背景として、近年の日本の数理科学を取り巻く状況として、大きな契機となった「忘れられた科学－数学」報告書（科学技術・学術政策研究所（NISTEP）、2006年）²以降の影響を記載する。加えて、科学技術振興機構（JST）における数理科学へのファンディングや特筆すべきプロジェクトも補足として記す。図1はその取り巻く状況をまとめたものである。

1 「数学イノベーション」は、諸科学の共通言語である数学の持つ力を十分に活用して、さまざまな科学的発見や技術的発明を発展させ、新たな社会的価値や経済的価値を創出する革新を生み出していくと定義されている。（文部科学省数学イノベーション戦略より抜粋）

2 <https://nistep.repo.nii.ac.jp/records/4276>（アクセス2025年4月16日）

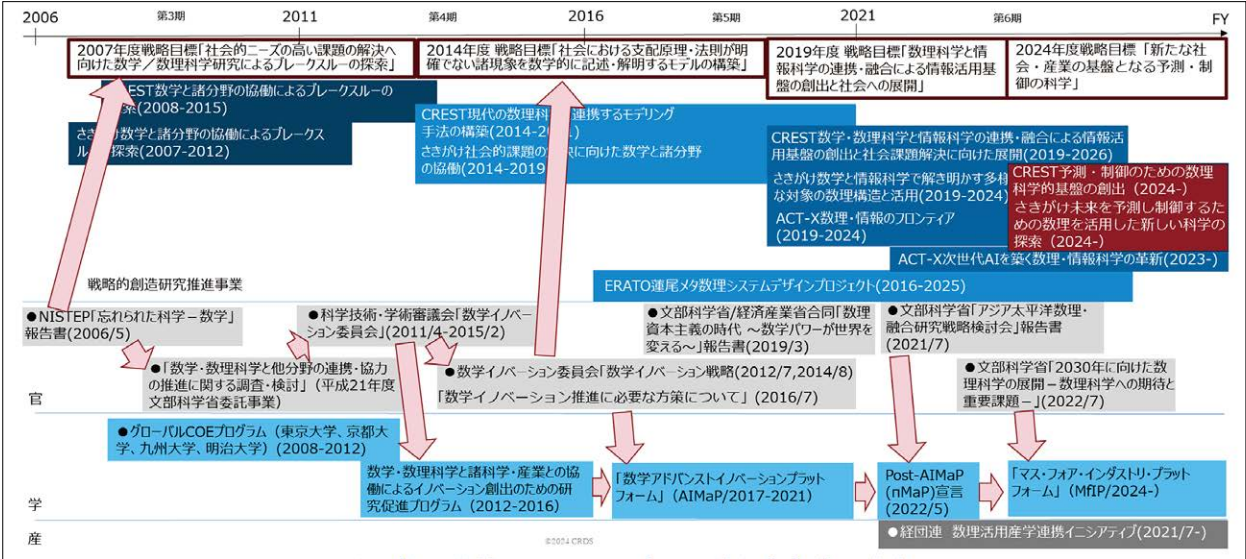


図1 数理科学へのファンディングと産官学の動き

(1) 近年の日本の数理科学を取り巻く状況

日本の数理科学の現状として、日刊工業新聞に2021年4月23日に掲載された『科学技術の潮流』『数学・数理科学に投資』（若山正人）には、「計算機性能が今ほど優れぬ頃、日本には極めて数学に強い工学者が多くいた。自らの問題解決には数学的な追求が不可欠であったからである。その結果、教育を通して、日本のモノづくりに貢献したことは疑いない。その後、計算機性能は飛躍的に向上した。

しかし皮肉なことに数学に強い工学者が激減した。理学部にある数学科は内的動機による、いわゆる純粋数学に向かった。両者の間に空白層ができた。一昨年、経済産業省・文部科学省が「数理資本主義の時代」をまとめた。が、その先はまだ見えない。」とある。

2006年にはNISTEPにより「忘れられた科学－数学」報告書が発行された。当該報告書では論文数比較の結果、「日本の数学研究能力が主要国と比べて見劣りするとまではいえない」という結果が示されている一方、米国・フランス・ドイツなどと比べて日本の数学研究の状況（研究費や博士取得者数など）は厳しく、数学研究の強力な振興の必要性が主張されている。当該報告書にあるアンケート調査では「基礎科学としての数学の重要性を認識することが必要」という意見があった。その一方、「より多くの数学研究者が応用分野や実学に興味をもってほしい」、「応用分野や実学に取り組む数学研究者の育成が必要」など課題が提起されている。この報告書は名称のインパクトも相まって日本数学会の学会誌である数学通信の巻頭言³で取り上げられるほどの影響があった。数学といえば純粋数学のみを指していた日本の数学コミュニティ⁴では国際的にも日本の数学は強いと当時は固く信じられていたが、1991年に行われた大学設置基準の大綱化により、多くの数学者が在籍していた「教養部」が廃止されたことで、数年のうちに数学のアカデミックポストが減った影響もあると思われる。

「忘れられた科学－数学」の報告書が契機になり、2007年、2008年と立て続けにJSTのさきがけ/CREST「数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索」が立ち、その後、数理系の戦略的創造研究推進事業が途切れずに続いている。2008年度には、東京大学、京都大学、九州大学、明治大学がグローバルCOEプ

3 <https://www.mathsoc.jp/publications/tushin/backnumber/index11-2.html>（アクセス2025年5月16日）
4 小講座制が敷かれていた頃、旧帝国大学の理学部数学科では、ごく一部の大学を除いて、応用数学を冠する小講座でも純粋数学分野の教員が占めていた。数学科に数理統計学の講座が存在していたのは九州大学のみであった。

ログラムに採択された。さらに2009年に九州大学を主管実施機関に、東京大学・日本数学会・新日本製鐵を共同実施機関とする、平成21年度文部科学省委託事業「数学・数理科学と他分野の連携・協力の推進に関する調査・検討～第4期科学技術基本計画の検討に向けて～」が行われた。文部科学省の委託調査目的は第4期科学技術政策への提言であり、①第4期科学技術基本計画に「数理科学・数学」の振興を盛り込むことや、②文部科学省に数学の担当部署を設置することに加えて、③ファンディングの必要性についても提言された。①は実行され、それに加えて②により、2011年には文部科学省に数学担当部署（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）と数学イノベーション委員会⁵が設置された。同年、九州大学でのグローバルCOEプログラムで当初より計画されていたIMIが創設された。

2012年度から2016年度にかけて統計数理研究所を中核機関とした「数学・数理科学と諸科学・産業との協働によるイノベーション創出のための研究促進プログラム（略称：数学協働プログラム）」⁶が数学イノベーション委員会で検討された事業として実施された。加えて当該委員会で報告書「数学イノベーション戦略」⁷が出され、諸科学の共通言語である数学の持つ力を十分に活用して、さまざまな科学的発見や技術的発明を発展させ、新たな社会的価値や経済的価値を創出する革新を生み出していくと定義されている「数学イノベーション」の必要性とともに、その推進に数学協働プログラムを中心としてネットワーク体制の拡充（連携の深化、訪問滞在型プログラムの整備など）が必要であるという指摘がなされ、「自律的に数学イノベーションが進むようになること」という将来像が示された。その結果、2014年度戦略目標「社会における支配原理・法則が明確でない諸現象を数学的に記述・解明するモデルの構築」が立っている⁸。当該委員会はさらに報告書「数学イノベーション推進に必要な方策について」⁹において、それまでの施策の結果として数理科学と諸科学や産業界との協働が限定的であり、その背後に数理科学の見えづらさや人材不足といった問題点があると述べている。それらの問題を解決するために、相談窓口や情報共有・発信、人材育成の機能をもつネットワーク体制が必要であるとされ、2017年度から2021年度にかけて文部科学省科学技術試験研究委託事業「数学アドバンスイノベーションプラットフォーム」(AIMaP)¹⁰が実施された。AIMaPでは九州大学IMIが中心的な役割を果たしている。ただし、AIMaPは中間評価において全体として妥当であるとされたが、産学連携のノウハウの水平展開や、数学と企業や他学会等との協働に向けた活動などのマネジメントについて不十分であるとされた。2022年3月にAIMaP事業は終了しているが、Post-AIMaP（ π MaP）宣言が九州大学IMIから出され、「引き続き産業界・諸科学分野と数学・数理科学との協働による研究を促進する仕組みの構築に向けて責任を持って取り組む」ことが宣言されている¹¹。なお、AIMaPにおける拠点には表1における数理科学系の研究所が含まれている。

5 https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu23/002/index.htm（アクセス2025年4月16日）

6 https://www.ism.ac.jp/ism_info_j/laboproject/129.html（アクセス2025年4月16日）

7 https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2014/10/07/1352403_03.pdf（アクセス2025年6月9日）

8 ただし、2014年の報告書ではなく、2012年に出された中間報告が契機である。

9 https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu23/002/houkoku/_icsFiles/afieldfile/2016/09/26/1376582_1.pdf（アクセス2025年6月19日）

10 <https://aimap.imi.kyushu-u.ac.jp/wp/>（アクセス2025年4月16日）

11 <https://aimap.imi.kyushu-u.ac.jp/wp/2022/05/16/post-aimap/>（アクセス2025年4月16日）

表1 AIMaP 参画機関

設立年度	大学名	研究所名
2007	明治大学	先端数理科学インスティテュート(MIMS)
2013	東京大学	大学院理学研究科附属数理科学連携基盤センター(ICMS)
2015	大阪大学	数理・データ科学教育研究センター(MMDS)
2015	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(MSC)
2017	筑波大学	数理科学研究コア (RCMS)

数理科学関係の文部科学省共同利用・共同研究拠点として、表2の研究所が認定されている。これに統計数理研究所を加えた5拠点にて合同市民講演会が開催されている。

2012年には東北大学材料科学高等研究所（AIMR）が世界トップレベル研究拠点プログラム（World Premier International Research Center Initiative: WPI）の1回目の評価を受け、数学との連携を開始した。

2013年には、理化学研究所に理論科学連携研究推進グループ（iTHES）が設立され、理論研究には数学がなくてはならないとのことから、2016年に数理科学（M）のメンバーを加えた数理創造プログラム（iTHEMS）が発足するなど、一気に数理科学・数学と他分野との融合研究の契機が訪れた。

表2 数理系の文部科学省共同利用・共同研究拠点

開始年度	大学名	研究所名
2010	京都大学	数理解析研究所(RIMS)
2013	九州大学	マス・フォア・インダストリ研究所（IMI）
2014	明治大学	先端数理科学インスティテュート(MIMS)
2019	大阪公立大学	数学研究所（OCAMI）

2017年に東京大学国際高等研究所ニューロインテリジェンス国際研究機構（IRCN）¹²が設立され、複雑系数理モデリングのニューロインテリジェンスへの応用研究が行われている。

2018年に京都大学ヒト生物学高等研究拠点（ASHBi）が設立され、数学グループと生命科学グループの融合研究が行われている。

2022年には、広島大学持続可能性に寄与するキラルノット超物質拠点（SKCM²）¹³が設立され、結び目と物質科学の融合研究が行われている。また、大阪大学ヒューマン・メタバース疾患研究拠点（PRIME）¹⁴が設立され、数理科学とヒューマン・オルガノイド生命医科学の融合研究が行われている。

2023年には東北大学と海洋研究開発機構（JAMSTEC）により変動海洋エコシステム高等研究所（AIMEC）¹⁵が設立され、数理科学と海洋物理学や生態学との融合研究が行われている。

12 <https://ircn.jp/>（アクセス2025年4月16日）

13 <https://wpi-skcm2.hiroshima-u.ac.jp/jp/>（アクセス2025年4月16日）

14 <https://prime.osaka-u.ac.jp/ja/>（アクセス2025年4月16日）

15 <https://wpi-aimec.jp/>（アクセス2025年4月16日）

文部科学省と経済産業省合同の報告書「数理資本主義の時代 ～数学パワーが世界を変える～」¹⁶が2018年に発行された。この報告書では、「数学が国富の源泉となる経済として数理資本主義」が提案され、現状や課題、理数系人材ニーズについて言及されている。ただし、報告書内での数学は情報技術の土台としての数学に限定されている。これは2000年代前後の第3次人工知能（AI）ブーム（深層学習）に牽引され、AI側から数理科学・数学への期待が高まっていったことが背景にある。その期待は2016年に理化学研究所に設置された革新知能統合研究センター（AIP）に数学を中心的に扱うチームが発足するという形で現れている。2021年には文部科学省に「アジア太平洋数理・融合研究戦略検討会」が設置され、さらに2022年に「2030年に向けた数理科学の展開－数理科学への期待と重要課題－」¹⁷が策定された。それには「より良い社会、Society 5.0実現に数理科学が重要なイニシアティブを果たす」という期待とともに、五つの重要課題が述べられている。そのうち、重要課題3「学際、異分野との連携」、重要課題4「社会との連携」に関する具体的な取り組みとして、2024年からマス・フォア・インダストリ・プラットフォーム（MfIP）（中核機関：九州大学IMI）¹⁸が構築された。これまでの数学協働プログラムやAIMaPの後継にあたるネットワーク型の事業である。上述のように2006年から2024年にかけて、日本でも数学の応用を意識した活動が増加した。

（2）数理科学への研究ファンディング

ここでは、数理科学へのJSTによる研究ファンディングを列挙する。表3の通り、数理系の戦略的創造研究推進事業¹⁹が行われている。ただし、多くは情報系に付随した形となっている。

表3 戦略的創造研究推進事業 数理系一覧

種別	研究領域	活動期間	研究総括
ERATO	合原複雑数理モデルプロジェクト	2003～2008	合原 一幸（東京大学 生産技術研究所）
CREST さきがけ	[数学] 数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索	2007～2015	西浦 廉政（東北大学）
ERATO	河原林巨大グラフプロジェクト	2012～2017	河原林 健一（国立情報学研究所）
さきがけ	[数学協働] 社会的課題の解決に向けた数学と諸分野の協働	2014～2019	國府 寛司（京都大学）
CREST	[数理モデリング] 現代の数理科学と連携するモデリング手法の構築	2014～2021	坪井 俊（武蔵野大学）
ERATO	蓮尾メタ数理システムデザインプロジェクト	2016～2021	蓮尾 一郎（国立情報学研究所）
CREST	[数理的情報活用基盤] 数学・数理科学と情報科学の連携・融合による情報活用基盤の創出と社会課題解決に向けた展開	2019～2026	上田 修功（NTTコミュニケーション科学基礎研究所）
さきがけ	[数理構造活用] 数学と情報科学で解き明かす多様な対象の数理構造と活用	2019～2024	坂上 貴之（京都大学）
ACT-X	[数理・情報] 数理・情報のフロンティア	2019～2024	河原林 健一（情報・システム研究機構国立情報学研究所）
ACT-X	[次世代AI・数理情報] 次世代AIを築く数理・情報科学の革新	2023～	原 隆浩（大阪大学 大学院情報科学研究科 研究科長・教授）
CREST	[予測数学基盤] 予測・制御のための数理科学的基盤の創出	2024～	小谷 元子（東北大学 材料科学高等研究所 主任研究者・教授／東北大学 理事・副学長）
さきがけ	[未来数理科学] 未来を予測し制御するための数理を活用した新しい科学の探索	2024～	荒井 迅（東京工業大学 情報理工学院 教授）

16 https://www.meti.go.jp/shingikai/economy/risukei_jinzai/20190326_report.html（アクセス2025年4月16日）

17 https://www.mext.go.jp/content/20220722-mxt_kiso-000184889_1.pdf（アクセス2025年4月16日）

18 <https://mfip.jp/>（アクセス2025年4月16日）

19 <https://www.jst.go.jp/kisoken/index.html>（アクセス2025年4月16日）

さらに、未来社会創造事業²⁰では「共通基盤」領域探索研究にて多くの数理系に関わる研究課題がある。そのうち、数理基盤は3課題存在する（表4の太字）。

表4 未来社会創造事業「共通基盤」領域 探索研究 数理系一覧

種別	研究課題	活動期間	採択研究者
探索研究	多階層数理モデルに基づく経時的ゲノム進化動態の定量的解析基盤の構築	2018.11～2022.03	岩見 真吾（名古屋大学 大学院理学研究科 教授）
	包括的トポロジカルデータ解析共通数理基盤の実現（2022年4月～本格研究へ移行）	2018.11～2022.03	坂上 貴之（京都大学 大学院理学研究科 教授）
	物質の構造解析に用いるフーリエ解析・大域的最適化の高度化	2018.11～2021.03	富安 亮子（九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 准教授）
	糖鎖機能解明のためのシミュレーション解析基盤の構築	2018.11～2021.03	木下 聖子（創価大学 理工学部 教授）
	数理科学を活用したマルチスケール・マルチモーダル構造解析システム	2019.11～2021.05	小野 寛太（高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 准教授）
	粉体成膜プロセス研究のハイスループット化のためのデータ駆動型プロセス・インフォマティクス	2019.11～2021.05	長藤 圭介（東京大学 大学院工学系研究科 准教授）
	マテリアルズロボティクスによる新材料開発	2019.11～2021.05	一杉 太郎（東京工業大学 物質理工学院 教授）
	創薬を加速する細胞モデリング基盤の構築	2019.11～	岡田 真里子（大阪大学 蛋白質研究所 教授）
	AIの学習と数理から解き明かす熟練者の技	2019.11～	水藤 寛（東北大学 材料科学高等研究所 教授）
	簡素型AI支援有機合成システムによる有機分子工学の革新	2020.11～	松原 誠二郎（京都大学 大学院工学研究科 教授）
	「かたち」に関する数理科学基盤の構築および諸分野への社会実装	2020.11～	野下 浩司（九州大学 大学院理学研究院 助教）
	非破壊計測・時空間逆解析・モデリングの融合によるマルチスケールデジタルフィードバックの構築	2021.10～	井上 元（九州大学 大学院工学研究院 化学工学部門 准教授）
	非線形・複雑系に着目した認知症のロバストネス数理モデルとそのハブ因子の解明	2021.10～	塚田 啓道（中部大学 AI数理データサイエンスセンター 准教授）
	ファンデルワールス複合原子層の物性創発におけるマテリアルインフォマティクス活用と指導原理導出	2021.10～	町田 友樹（東京大学 生産技術研究所 教授）

ムーンショット型研究開発制度²¹において、横断的支援を行う数理科学分科会が存在し、JST 担当の目標2、6では数理課題について公募²²が行われた。

目標1、3では、別途開催したワークショップにて数理科学者の参加を募る予定であった。目標3は実際にワークショップが開催されたが、採用結果は公表されていない²³。目標1ではワークショップそのものが開催されなかった。さらに目標8については2022年にキックオフされ、2024年度に数理研究を行う体制構築が行

20 <https://www.jst.go.jp/mirai/jp/program/core/theme01.html>（アクセス2025年4月16日）
21 <https://www.jst.go.jp/moonshot/jigyuu.html>（アクセス2025年4月16日）
22 <https://www.jst.go.jp/moonshot/koubo/202109/index.html>（アクセス2025年4月16日）
23 <https://www.jst.go.jp/moonshot/news/20211019.html>（アクセス2025年5月1日）

われた²⁴。

その他には自由で挑戦的・融合的な多様な研究をと研究者が研究に専念できる環境を確保しつつ支援を行う創発的研究支援事業²⁵では数学者も含め数理系の研究者が採択されている。また、日本の研究コミュニティにおいて国際頭脳循環を加速することを目指す先端国際共同研究推進事業（ASPIRE²⁶）では、2023年度3件、2024年度1件、数理系で採択されている（表5参照）。

ファンディングに関連する取り組みとしては、数理系CRESTさがけの研究総括が世話人である若手数学者交流会²⁷やCRESTさがけ採択研究者の有志による未解決問題ワークショップ²⁸などが行われている。後者においてはムーンショット数理分科会と連携し、数理科学者との議論の場を提供している。その結果、目標1との交流によりNeuro2022のサテライト企画『数理科学者と解く神経科学のオープンプロBLEM』²⁹が実現し、2023年度まで実施された³⁰。

表5 ASPIRE 採択課題 数理系一覧

採択年度	タイプ	研究課題名	研究代表者名	相手国・地域
2023	T O P 研究者	離散数学、グラフアルゴリズム、グラフ理論の横断的研究	河原林 健一 国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系教授	デンマーク
2023	T O P 研究者	情報技術への社会的信頼を樹立するソフトウェア研究ネットワーク	蓮尾 一郎 国立情報学研究所 アーキテクチャ科学研究系 教授	オランダ、ドイツ、英国
2023	次世代	深層科学技術計算：数理科学を基盤とする物理構造と深層学習の融合	谷口 隆晴 神戸大学 大学院理学研究科 教授	英国
2024	T O P 研究者	サイバーフィジカルダイナミカルシステムの数理 基盤創生：制御と予測・学習に関する学際的研究 展開と人材育成	蛸原 義雄 九州大学 システム情報科学研究院 教授	フランス、イタリア、オランダ、スウェーデン

(3) 数理科学に関連するプロジェクト

2010年以降の日本の数理科学に関するプロジェクトおよび機関を列挙する。

(a) FIRST 合原最先端数理モデルプロジェクト³¹

最先端研究開発支援プログラム「複雑系数理モデル学の基礎理論構築とその分野横断的科学技术応用」プロジェクト（中心研究者：合原一幸教授、通称：FIRST 合原最先端数理モデルプロジェクト）が2010年

24 <https://www8.cao.go.jp/cstp///moonshot/senryakusuishin/16th/paper3-1.pdf>（アクセス2025年5月1日）

25 <https://www.jst.go.jp/souhatsu/index.html>（アクセス2025年4月16日）

26 <https://www.jst.go.jp/inter/aspire/>（アクセス2025年4月16日）

27 <https://www.jst.go.jp/kisoken/aip/result/event/YMC2025/>（アクセス2025年4月16日）

28 <https://sites.google.com/view/openproblem2024/>（アクセス2025年4月16日）

29 <https://sites.google.com/araya.org/neuro2022math/>（アクセス2025年4月16日）

30 <https://sites.google.com/view/neuro-mathematics2023>（アクセス2025年4月16日）

31 <https://jom.jsiam.org/11370/>（アクセス2025年4月16日）

3月から2014年3月まで実施された。これは、世の中のさまざまな現象に学びそれを社会に活かす数学である「数理工学」の観点から、複雑な科学技術の問題を解くための基礎理論研究とその応用研究に取り組むプロジェクトである。国内外の32の大学・研究機関および4社の企業から計約80名の研究者が研究分担者として参画した³²。

「複雑系数理モデル学の基礎研究」、「複雑系数理モデル学の工学応用研究」、「基礎研究と応用研究の融合による複雑系数理モデル学の体系化」という三つのサブグループで研究が実行された。

(b) 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 (IMI) ³³

マス・フォア・インダストリ (Mathematics for Industry : MI) とは、未来技術の創出基盤となる数学の新研究領域である。それは純粋・応用数学を流動性・汎用性をもつ形に融合再編しつつ産業界からの要請に応えようとすることで生まれる。九州大学 IMI は MI の研究と人材育成を推進するために2011年4月に創設された。なお、IMI 設立の準備として2007年5月には学内共同研究教育施設「産業技術数理研究センター」が設立されていた。IMI では以下の活動を行っている。

- 国内外の産業界の要請に応える共同研究とそれを支える多様な数学研究
- 若手研究者、特に、グローバルな場でリーダーとして活躍できる優秀な人材の輩出
- 共同利用・共同研究拠点として共同利用研究の企画・運営

産学連携の具体事例としてはサイバーフィジカルシステムを実装するロート製薬グループ全体のスマート工場化の取り組みが2022年6月に始まった³⁴。

(c) 東北大学 材料科学高等研究所 (AIMR) ³⁵

「原子分子材料科学高等研究機構」(現材料科学高等研究所) は材料科学における世界拠点となるべく、2007年、文部科学省プロジェクトであるWPIのもとで創設された。2012年からは、数学との連携により、予見に基づく材料開発の新学理を創出するための基礎的研究を進めている。2017年4月には、組織名称を「原子分子材料科学高等研究機構」から「材料科学高等研究所 (AIMR)」へと改称した。AIMRの特徴は以下である。

- 世界に先駆けた、研究所レベルでの材料科学と数学とのコラボレーション
- 研究者の約40%を外国人が占める国際的な研究環境

材料科学と数学との連携の具体的事例として、例えば位相的データ解析(TDA、パーシステントホモロジー)を用いたガラスに含まれる階層的な幾何構造の解明がある³⁶。

(d) 京都大学 ヒト生物学高等研究拠点 (ASHBi) ³⁷

ヒト生物学高等研究拠点 (ASHBi) は、ヒトに付与された特性の獲得機構とその破綻による病態発症の原理を究明する、新しいヒト生物学を創成するため、文部科学省「世界トップレベル研究拠点プログラム (WPI)」の採択を受け、2018年10月に設立された。中でも、ASHBi 数学グループでは生命科学グループとの融合研究として、多階層・多スケールにわたる多生物種・多細胞種データ解析のための新規方法論を、

³² 2013年12月時点 https://jsiam.org/online_magazine/lab/4143/ (アクセス2025年4月16日)

³³ <https://www.imi.kyushu-u.ac.jp/> (アクセス2025年4月16日)

³⁴ <https://www.imi.kyushu-u.ac.jp/post-4389/> (アクセス2025年4月16日)

³⁵ <https://www.wpi-aimr.tohoku.ac.jp/jp/about/outline/> (アクセス2025年4月16日)

³⁶ https://www.wpi-aimr.tohoku.ac.jp/jp/achievements/press/2016/20160614_000643.html (アクセス2025年4月16日)

³⁷ <https://ashbi.kyoto-u.ac.jp/ja/research/fusion-research/> (アクセス2025年4月16日)

トポロジカルデータ解析・力学系理論・機械学習などを用いて開発している。2022年の成果としては、高次元統計学を用いた1細胞遺伝子発現データに含まれる非生物学的なノイズを削減する新しい前処理技術の開発である³⁸。

(e) 東京大学 国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構 (Kavli IPMU)³⁹

カブリ数物連携宇宙研究機構 (Kavli IPMU) は数学と物理学の連携により宇宙への根源的な疑問に答えるために設立された国際的研究機関である。その元は数物連携宇宙研究機構 (IPMU) である。IPMUは文部科学省「世界トップレベル研究拠点形成促進プログラム (WPI)」に採択され、東京大学をホスト機関として2007年10月に発足した。2011年1月には東京大学国際高等研究所が設立され、IPMUはその最初の研究機関として認定された。さらに、2012年4月に東京大学が米国カブリ財団による寄付を受けたことにより、現在のKavli IPMUとなった。

2021年4月時点でKavli IPMUには約100名の常勤研究者が在籍しており、他機関に所属する連携研究者などを含めると約300名の物理学、数学および天文学の研究者が研究を行っている。常に物理学者がそばにいる研究環境は数学者にとって「例外的」⁴⁰であるが、物理学者との活発な議論を通して物理学と数学の両方を発展させていくことが可能であると考えられている。数学者は数学本来への興味をもって物理学と関連の深い数学的対象について研究を行っている。これに関連して、Kavli IPMUと統計数理研究所は、天文学・宇宙物理学と統計学・機械学習などの分野における「諸活動を相互対等の基盤に立って促進し、学術および科学技術の発展への寄与を目指し研究交流の促進を図るため」⁴¹、研究協力に関する協定を締結している。

(f) 理化学研究所 数理創造プログラム (iTHEMS)⁴²

数理創造プログラム (Interdisciplinary Theoretical and Mathematical Sciences Program : iTHEMS) は、理論科学・数学・計算科学の研究者が分野の枠を越えて基礎研究を推進する、理化学研究所の新しい国際研究拠点である。iTHEMSでは、さまざまな科学の仕組みを支えている「数理」を軸とする分野横断的手法により、宇宙・物質・生命の解明や、社会における基本問題の解決を目指しており、以下の取り組みが行われている。

- 現代数学の活用で未知の科学に挑む
- 柔軟に変化する組織でテーマを深める
- 顔の見える交流で異分野連携を促進

異分野連携の事例としては、ホモロジーを用いた複雑な化学反応ネットワークを単純化するための新たな縮約手法の開発がある⁴³。

なお、3.2 産学連携にて後述するが、iTHEMSの活動に深く関連して、理化学研究所と株式会社JSOLの共同出資でできた株式会社理研数理⁴⁴が、数理科学と産業界や国研等との研究・開発の橋渡しを推進している。

38 https://ashbi.kyoto-u.ac.jp/ja/news/20220809_research-result_imoto-nakamura/ (アクセス2025年4月16日)

39 <https://www.ipmu.jp/ja> (アクセス2025年4月16日)

40 <https://www.ipmu.jp/ja/research-activities/research-program/mathematics> (アクセス2025年4月16日)

41 <https://www.ipmu.jp/ja/20160105-MOU-ipmu-ism> (アクセス2025年4月16日)

42 <https://ithems.riken.jp/ja/about/outline> (アクセス2025年4月16日)

43 <https://ithems.riken.jp/ja/news/simplifying-complex-chemical-reaction-networks-a-reduction-method-using-homological-algebra> (アクセス2025年4月16日)

44 <https://www.riken-suuri.jp/> (アクセス2025年4月16日)

(g) 理化学研究所 革新知能統合研究センター (AIP) ⁴⁵

革新知能統合研究 (AIP) センターは、革新的な人工知能基盤技術を開発し、それらを応用することにより、科学研究の進歩や実社会における課題解決に貢献することを目指し、文部科学省 AIP プロジェクトの研究拠点として 2016 年度に設置された。AIP には以下の三つの研究グループを設置し、基盤技術の開発、サイエンス研究の加速、社会問題の解決、人工知能の倫理的・法的・社会的課題の分析および人工知能研究者・データサイエンティストの育成を行っている。

- 汎用基盤技術研究グループ
- 目的指向基盤技術研究グループ
- 社会における人工知能研究グループ

2022 年の成果としては、多変数データを用いた非線形因果探索技術の開発がある ⁴⁶。

(h) 東京大学 国際高等研究所 ニューロインテリジェンス国際研究機構 (IRCN)

ニューロインテリジェンス国際研究機構 (IRCN) は、生命科学、医学、社会、数理、情報科学を融合した新分野「neurointelligence」を創成し、神経回路発達の基本原理と、その障害が引き起こす精神疾患の病態解明を通じて、神経の動作原理に基づく革新的な人工知能の開発を目指す組織として、2017 年 10 月 10 日に設立された。さらに、コンピューターサイエンスから得られるフィードバックを知性の理解に還元し、「人の知性はどのようにして生じるか?」という究極の問いに迫ることを目的としている。2024 年の成果としては、神経修飾機構を模した自己制御機能の導入によるレザバーコンピューティングの高性能化 ⁴⁷ がある。

(i) 大阪大学 ヒューマン・メタバース疾患研究拠点 (PRIMe)

ヒューマン・メタバース疾患研究拠点 (PRIMe) は、発生・生殖・老化という生命の時間軸に着目し、一人一人内で生じる病気の発症のプロセスを包括的かつ連続的に理解する新たな科学分野「ヒューマン・メタバース疾患学」を創成し、このメタバースを用いた医学研究によって、個別化予防法や根治的な治療法の開発に取り組み、すべての病気の克服を目指し、2022 年 12 月 1 日に設立された。研究対象は、肝疾患、肥満、認知症、網膜・視神経変性、心不全、変形性関節症などである。

この拠点では「ヒューマン・オルガノイド生命医科学」と「情報・数理科学」を世界で初めて本格的に融合するほか、このような新たなアプローチでの研究に関する、倫理的・法的・社会的な側面の諸課題にも取り組む。2023 年の成果としては、数理モデルを用いたタンパク質スクリーニング実験を解析するアルゴリズム (ACIDES) の開発 ⁴⁸ がある。

⁴⁵ <https://www.riken.jp/research/labs/aip/> (アクセス 2025 年 4 月 16 日)
<https://aip.riken.jp/about-aip/> (アクセス 2025 年 4 月 16 日)

⁴⁶ https://www.riken.jp/press/2022/20220426_4/index.html (アクセス 2025 年 5 月 1 日)

⁴⁷ https://ircn.jp/pressrelease/20240122_kazuyuki_aihara (アクセス 2025 年 4 月 16 日)

⁴⁸ https://prime.osaka-u.ac.jp/ja/news/1043/#kiji_atama (アクセス 2025 年 4 月 16 日)

2 | 数理科学の広がり の事例

第1章で述べたように、数理科学とは数学の応用および活用分野である。近年、人工知能（AI）などに代表されるデータ駆動型の帰納的研究手法やその成果を、人間が適切に理解・活用できるようにすることは、数理科学の役割の一つである。それゆえ、現代のデジタルトランスフォーメーションやサイバーフィジカルシステムの推進において、数理科学の存在感が高まっている。

ここでは、最近の研究動向に見る、数理科学の広がり の事例を挙げる。JST 研究開発戦略センター（JST/CRDS）が開催した俯瞰ワークショップ「数学と科学、工学の協働に関する連続セミナー」（数学連続セミナー）⁴⁹ における各講演で扱われた内容に加えて、研究時点では想定していなかった応用がなされ、社会に役立っている数理科学の事例を示し、数理科学イノベーションの重要性と必要性を確認する。

2.1 数学と自然科学、工学との連携について

2020年10月から2021年2月にかけて、数学と自然科学、工学との連携について現状を把握し、今後の展開を得ることを目的として数学連続セミナーをCRDSが開催した。

数学連続セミナーは基礎的な数学とその応用を組み合わせ、それぞれアカデミアと国立研究所や産業界、省庁（および、そこでの研究開発に従事した経験をもつ研究者）から1名ずつ講師を招き、計16回行った（初回のみ1名/講師および講演内容の詳細は表5を参照）。

発表者から数学の他分野との深い関係がその可能性を含め指摘され、数理科学の重要性と必要性を確認した。一方、実用までにはギャップがあることも指摘された。具体的には、各講演の主メッセージを（1）数学の強み（抽象性・普遍性）、（2）他分野への応用に対する期待、（3）実用に向けた展開の三つにわけて以下のように整理した。

（1）数学の強み（抽象性・普遍性）

数学の特徴は「個々の事象によらない「普遍性」を持ち、事実の背後にある本質、理論体系をたどることで「一を知り、全体を知る」ことが可能となる点が数学の強み」というメッセージに端的に表れている。具体的な対象としては、行列、力学系、確率といったものが語られた。また、確率と等価な符号は情報理論において広く用いられている。確率微分方程式を用いたブラック・ショールズ・モデルは金融においては欠かせないものとなっている。これらの応用は抽象性とそれから得られる普遍性に基いている。

（2）他分野への応用に対する期待

また、他分野への応用について多くの発表があった。特に「数理科学的解決が期待される大きな問いが（ブレイクスルー含め）研究・課題解決の道標となり、原動力となる」というメッセージは数理科学の応用に対する期待の大きさを表している。例えば、（量子）誤り訂正や（ポスト量子）暗号、データマイニング、モデル選択、経済学、可視化・CG、強化学習・スパースモデリング、データ科学、予測科学、材料科学、医学といった分野への応用が期待されている。また、人材について「機械学習やAIを使うにも、意味が曖昧なデータを分析し、意味のある関連性を抽出・提唱できる人材の手を加えながら扱うことが望ましい。数学・数理科学はこの点で社会に大きく貢献しうる」という示唆もあり、数理科学を学んだ人材への期待も寄せられた。

49 <https://www.jst.go.jp/crds/report/report05/CRDS-FY2020-WR-09.html>（アクセス2025年4月16日）

(3) 実用に向けた展開

加えて数理科学の実用に向けたさまざまなメッセージが発せられた。「実用では「常に実用的時間で具体的データを伴った答えが出る」というレベルまできて「解ける」と言える」とは理論と実用のギャップを示している。ギャップの具体例では、「企業における暗号開発では、ユーザーの利便性にも配慮する」という内容もあった。また、産業界における統計的マネジメントに関して、「CAPDo（Check、Action、Plan、Do）とPPDAC（Problem、Plan、Data、Analysis、Conclusion）のデュアルサイクルに必要な先端的な数理、データサイエンス、AIの技術を投入すればよい。」という示唆もあった。社会との関係では、数理に基づく社会研究を実施できる体制の必要性やそのための「余裕を持たせた投資」が必要との指摘もあった。

表6 数学連続セミナー テーマと講師一覧

番号	開催日	セミナータイトル	講師名（所属）	
1	2020/10/7	数学の広がり	徳山 豪（関学）	
2	2020/10/21	社会、産業と最適化	土谷 隆（GRIPS）	田辺 隆人（NTTデータ数理システム）
3	2020/11/4	量子情報処理	富田 章久（北大）	萩原 学（千葉大）
4	2020/11/11	数理ファイナンス・金融工学	谷口 説男（九大）	池森 俊文（統数研）
5	2020/11/18	力学系と安定性、制御、感染症の数理	國府 寛司（京大）	稲葉 寿（東大）
6	2020/11/25	Uncertaintyと数学	竹村 彰通（滋賀大）	恐神 貴行（日本IBM）
7	2020/12/2	ネットワーク、グラフとSNS	藤澤 克樹（九大）	山下 長幸（NTTデータ経営研）
8	2020/12/2	耐量子計算機暗号	高木 剛（東大）	高島 克幸（三菱電機）
9	2020/12/9	データマイニングと知識発見	山西 健司（東大）	上田 修功（NTT・理研）
10	2020/12/16	データドリブン数理モデル構築（因果推論、情報量基準）	二宮 嘉行（統数研）	伊藤 公一朗（シカゴ大）
11	2021/1/6	Machine Learningと数理モデル	河原 吉伸（九大）	渡辺 澄夫（東工大）
12	2021/1/13	数学と可視化技術	高橋 成雄（会津大）	安生 健一（OLMデジタル）
13	2021/1/27	シミュレーションとデータ科学	吉田 亮（統数研）	三好 建正（理研）
14	2021/2/10	統計とスパースデータとAI	椿 広計（統数研）	木虎 直樹（HACARUS）
15	2021/2/24	科学・工学・医学における数理	水藤 寛（東北大）	中川 淳一（東大）
16	2021/2/24	トポロジカルデータ解析：数学的發展と諸科学への応用	平岡 裕章（京大）	平田 秋彦（早大）

2.2 社会的インパクト

ここでは社会にインパクトを与えた、研究時点では想定していなかった応用がなされ、社会に役立っている数理科学の事例を示す。

(1) RSA暗号

公開鍵暗号方式はそれまでの共通鍵暗号方式の問題点である鍵配送問題（暗号化と復号に共通の鍵を用いるために鍵の受け渡しをひそかに行う必要がある）を解消した方式である。RSA暗号⁵⁰は初めての具体的な公開鍵暗号方式であり、現在でもインターネット上でコマンド実行（Secure Shell）、データ暗号化プロトコル（SSL/TLS）、メールを安全に送受信する仕組み（S/MIME、OpenPGP）などに幅広く利用されて

50 Ronald L. Rivest, Adi Shamir, and Leonard Adleman. “A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystems.” *Communications of the ACM* 21.2 (1978): 120-126.

いる⁵¹。RSA暗号はフェルマーの小定理に基づく、整数の素因数分解の難しさを安全性の根拠としている。素数の乗算は簡単でも、逆に整数を素因数分解することは難しいという一方向関数の性質を利用している。

一方向関数であれば何でも良いため、さらに離散対数問題の難しさによっている楕円曲線暗号⁵²が考案されたが、楕円曲線暗号は耐量子ではない。そこで、楕円曲線を用いた同種写像暗号が考案された。こういった耐量子計算機暗号には日本の数理科学者は大きく貢献していることが知られている（数学連続セミナー第8回）。

いまでこそ暗号と数学は密接な関係があると知られているが、2000年初頭ですら日本では大学の数学教室では取り扱われておらず、工学系もしくは企業内の研究部門における研究が主流であった。

（2）逆問題、圧縮センシング、CT

逆問題とは出力から入力进行推定したり、入出力がわかっている場合にその間の関係を推定したりする問題である。その逆問題の解法の一つに圧縮センシングがある。それは観測データがある表現のもとでスパースであると仮定されるとき、少ないデータからでも対象を復元できる手法である。近年、圧縮センシングを用いてブラックホールの撮像に成功したことはよく知られている⁵³。また、位相的データ解析の文脈でも、得られたデータの特徴のもとになる幾何構造は何かという形で逆問題が出てきている⁵⁴。

逆問題でよく知られている技術が、エックス線を使用した断層撮影法（Computed Tomography: CT）である。エックス線CT⁵⁵はエックス線を物体に照射し、エックス線の透過量をデータとして集め、体の断面の画像を計算的に再構成する手法のことである。CTの基本原理解は1917年にオーストリアの数学者ラドンによって提案された（ラドン変換）⁵⁶。エックス線は強い直進力をもつため、人体を透過することができるという現象を利用しているが、これには被ばくという問題が常に存在している⁵⁷。低線量CTは、圧縮センシングを用いることで実現している⁵⁸。加えて被ばくの問題を解消するためにエックス線より透過力が低い「波」を利用することが考えられる。しかし、透過力が低い「波」は物に当たって散乱する。この「散乱の問題」を解決したのが、神戸大学数理データサイエンスセンターの木村建次郎教授である⁵⁹。大学発ベンチャー企業「Integral Geometry Science 社」を設立、取締役CSOとなり、成果の実用化に努めている。このように逆問題に関する日本の研究者の貢献は顕著といえる。

51 <https://www.veritas.com/ja/jp/information-center/rsa-encryption>（アクセス2025年4月16日）

52 N. Koblitz, “Elliptic curve cryptosystems,” *Mathematics of Computation*, 48 (1987), 203–209.
V.S. Miller (1986), “Use of Elliptic Curves in Cryptography.” In: Williams, H.C. (eds) *Advances in Cryptology — CRYPTO ’85 Proceedings*. CRYPTO 1985. Lecture Notes in Computer Science, vol 218. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-39799-X_31

53 <https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00001/01970/>（アクセス2025年4月16日）

54 https://www.jstage.jst.go.jp/article/bjsiam/26/4/26_7/_pdf（アクセス2025年4月16日）

55 G. N. Hounsfield, “Computerized transverse axial scanning (tomography) : Part 1. Description of system,” *British Journal of Radiology*. 46:1016-22,1973
J. Ambrose, “Computerized transverse axial scanning (tomography) : Part 2. Clinical application,” *British Journal of Radiology*. 46:1023-47,1973
B. J. Perry, and C. Bridges, “Computerized transverse axial scanning (tomography) : Part 3. Radiation dose considerations,” *British Journal of Radiology*. 46:1048-51,1973

56 https://www.musashino-u.ac.jp/research/laboratory/mathematical_engineering/column/column_01.html（アクセス2025年4月16日）

57 https://www.jstage.jst.go.jp/article/sicejl/58/7/58_509/_pdf（アクセス2025年4月16日）

58 https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjspe/82/6/82_506/_pdf（アクセス2025年4月16日）

59 https://www.kobe-u.ac.jp/research_at_kobe/NEWS/people/researcher0012.html（アクセス2025年4月16日）

(3) 伊藤解析、ブラックショールズ方程式

伊藤解析とは京都大学の伊藤清名誉教授による確率微分方程式の理論であり、1942年に創始された⁶⁰。非決定論的でランダムな時間発展の記述を可能とした。その理論における伊藤の公式は物理学、工学、生物学にとどまらず、金融工学における重要な「ブラック・ショールズの方程式」に応用されており、伊藤名誉教授はウォール街で最も有名な日本人といわれている⁶¹。その結果として伊藤名誉教授は第1回ガウス賞を受けた。「ブラック・ショールズの方程式」はそれまで職人芸であった、オプション（将来に売買する「権利」を取引するためのもの）と呼ばれる金融派生商品の価格を決定するために利用されている⁶²。

「ブラック・ショールズの方程式」が提案されたのは1970年代であり、金融工学への応用まで30年を必要とした。思いがけない応用であると共に、実応用には時間が必要であることが見て取れる。

暗号は今や欠かせない技術であり、CTなどに応用されうる逆問題を解くことは生活を豊かにしており、金融工学は資産運用という形で社会に根付いている。

60 <https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~kenkyubu/past-director/ito/ito-j.html>（アクセス2025年4月16日）

61 https://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa200701/080/002.htm（アクセス2025年4月16日）

62 https://www.kyoto-su.ac.jp/project/st/st09_01.html（アクセス2025年4月16日）

3 | 日本の現状

3.1 産業界と数学

数学領域俯瞰ワークショップ「産業界における数学の役割とキャリアパス」は広い意味での数学領域に、産業界やアカデミアで関わってきた有識者8名を招へいた。人材育成、頭脳循環といった課題が存在することを確認し、産業界における数学の役割とキャリアパスについて議論することを目的とし、2回開催した。第1回は若手研究者を中心にトピックとして「数学のひろがり」を扱い、第2回はシニア研究者を中心にトピックとして「産業界における今後の数学」を扱った。詳細については付録1：数学領域俯瞰ワークショップ「産業界における数学の役割とキャリアパス」に記載した。

総合討論のテーマは以下の通りである。

1：産業界とアカデミア、それぞれの数学の役割、2：人材育成とキャリアパス、3：産学の頭脳循環、4：企業で研究することのメリット/デメリット、5：大学と企業の研究や基礎科学に対する意識の違い、6：将来への期待。

総合討論では、産業界における数学の役割とキャリアパスの課題、そして人材不足の解消や産学連携、頭脳循環が望まれている現状が浮き彫りになった。総合討論の詳細については付録1に記載した。

総合討論で出た意見のまとめ：

1：産業界とアカデミア、それぞれにおける数学の役割

アカデミアでの数学の役割は自らの興味、感性と自由な発想に基づく知見を生み出すことである。しかしながら、有益性・社会的意義をアピールすることが必要になってきている、という大きな変化がある。一方、有益性・社会的意義が一見して分からない研究もまた重要である。それは2.2 社会的インパクトで挙げた例のように研究が行われている時点では、将来的な価値は計りきれないからである。

産業界では数学は開発や戦略の信頼性を高める根拠として使われるもので「出口」に資する道具として扱われる。しかし、産業界から出てきた知見や流行が抽象的な数学にフィードバックされ、発展する例もある。例えば深層学習の内部にある最適化問題を解くために確率的最適化が開発され、数理最適化分野に取り込まれるといったことが起こっている。応用研究もまた数学そのものに資するというものである。

2：人材育成とキャリアパス

人材育成においては企業と数学界では、考え方が異なる。企業は教育が充実しており迅速に人材育成をするが、数学界は大学院後期博士課程の学生は一人前として扱うなど、かなり放任的である。放任的な人材育成は、研究者として単独で研究を行える人材（＝ソリスト）を育てるために有効であり、それによって研究者の質を担保してきた経緯がある。

企業や社会から求められている人材像として、バック・キャストिंगできる人材や演繹的なアプローチと帰納的なアプローチを使える人材、二種類以上の専門知識（ダブルメジャー）を持ち、さらに幅広い知識を有するΠ（パイ）型人材、自身がスペシャリストであり、他のスペシャリストをつなげられるH型人材（コーディネーター）、アンサンブルの演奏家、ソリストを束ねていける指揮者的人材などが挙げられる。しかし、それらの人材の育成は上述の数学界の教育形態では難しい。つまり、数学界では会社に入って役に立つような教育を十分にしているという対応には至っていないということである。

産業界と学術研究の双方の言葉や価値観が分かる人材を生み出すために、多様性に対する尊重をより促す

必要がある。それは異分野とのコミュニケーションがしやすくなることにつながる。

また、アカデミアと社会・産業界を行き来するキャリアパスを恒常的に作るということも大事である。数理科学の専門家もリカレント教育を利用して別の専門分野の技術を身につけることができると、さまざまなキャリアパスが広がり、社会における人材の流動性も増える。

3：産学の頭脳循環

産学の頭脳循環を促進することで、数学的思考による価値の創生につながる。また、産業界では数学研究に対する消極的姿勢が、数学界では産業応用研究に対する消極的姿勢があるので、頭脳循環を進めることで、お互いの消極的な姿勢を改善する必要がある。

4：企業で研究することのメリット/デメリット

企業で研究するメリットとしては、数学を道具として、企業や社会で実際に役に立つ仕事ができるという達成感を持てることである。また、社会還元が速いので、モチベーションを保ちやすいこともある。

逆にデメリットとしては、自分の望む専門や課題の研究とは直接つながらないことに時間を使う必要があることや、ジョブローテーションに伴って研究を継続できない場合があることなどがある。

5：企業と大学の研究や基礎科学に対する意識の違い

企業では現実の問題の解決に資する研究や自社事業への貢献を見越した研究が求められる。一方、大学は基本的には直接応用ができることを必ずしも求めない。このように企業と大学では、研究や基礎科学に対する意識の違いがある。

6：将来への期待

数学科出身であってもキャリアパスとしてさまざまな選択肢があることを広く伝えることは人材を育成する上で重要である。加えて、数学専攻であることが社会にとって強みになるという価値観を醸成していくことが、純粋数学や応用数学を選ぶ学生の数を増やしていく一助になる。

3.2 産学連携

ここでは、数理科学に関して産学連携を実際に行っている日本の組織へのインタビューから明らかとなった、産学連携を進めるためのポイントをまとめる。理化学研究所やアカデミアと企業を結んでいる株式会社理研数理に産学連携の状況を、九州大学 IMI にはアカデミア側での状況を、ダイキン工業株式会社や株式会社ダイセルには企業側での状況をインタビューした。インタビューの詳細は付録3を参照されたい。

・産学連携の現状

数理科学に基づいた産学連携の件数は増えてきている。特に九州大学 IMI は重要な役割を果たしている。ただし、一大学だけでは対応できる件数は限られるし、教員は研究以外の業務負担も大きく研究時間が圧迫されているため、一人あたりの件数を増やすことも難しい。そのため、数理科学に基づいた産学連携の件数をさらに増やすにはどのように対応すべきかが重要な課題である。

産業界にとっては数学を学んだ経験だけではなく、原理原則に基づいた数学的なアプローチができることが当然必要であるとの意見があった。経営トップも含めて、数理・数学なるものを自分の企業の経営にどう生かしていくかというのは今後の競争の上では極めて重要であるという意識も強くなってきている。これらは3.1節で述べた消極的な姿勢が薄れてきた傍証である。

・産学連携、インターンシップを通じた就職

数学系のアカデミアのポストが少なく、助教やポスドクの多くは任期付きと不安定であるため、博士課程の学生にとってアカデミアへの就職は厳しい。そのため、企業への就職を意識することになるが、インターンシップや指導教員の産学連携があれば、学生の人物や能力、知識を企業側が確認でき、学生側もキャリアを描けるので就職につながりやすいと考えられる。

インターンシップを促進する取り組みとしては、C-engine（産学協働イノベーション人材育成協議会）⁶³があり、インターンシップの仲介役や学生の教育役を担っている。この協議会を利用することで、通常よりもスムーズにインターンシップを行うことができる。

・産学連携のメリット・デメリット

産学連携の産業界にとってのメリットとしては、産業界における未解決な問題を、数学的な定式化により解決できる可能性がある。デメリットとしては、産業界では、数学は抽象的で具体的な効果が分かりにくいいため、成果を事業貢献・業績化まで持っていくのに時間がかかることである。これは3.1節で述べた消極的な姿勢につながっている。対してアカデミア側では、産学連携の経験がその後のキャリアパスで評価されることがメリット、一方、産学連携活動は論文として発表できないため、評価にされにくい点がデメリットとして考えられる。

・産学連携を推し進めるために必要な取り組み

数理科学に基づいた産学連携を適切に進めるには、産学両方に理解者・実践者（通訳人材、ブリッジ人材）が必要である。例えば、大学の研究と比べて企業の研究はスピードが速いことを理解している人材が必要である。さらに、数学的な価値があると同時に企業の成果にもなる問題を設定できるブリッジ人材が研究者側に必要である。企業側では、工学的な価値があると同時に数学的な問題にもなっていることを理解できる人材が必要である。したがって、産学連携をより進めるには、数理科学系研究者の意識改革や産業界へ学生を送り込むことが重要である。

企業が数理科学系学生に期待しているのは、問題を数学的に定式化する能力や、直接数学を適用する能力だけでなく、数理科学を学んできた学生が数学に取り組む中で獲得した、抽象化、構造化、問題整理といった能力である。

数理科学に基づいた産学連携は一企業だけで行っていくのではなく、日本経済団体連合会（経団連）などの団体からの働きかけも有効である。働きかけで終わらず実効性のある取り組みができるかは重要な論点である。

・まとめ

以上のことから、頭脳循環を促進し、産学にとどまらず広く社会で数理科学への理解者・実践者を作っていくことが数理科学に基づいた産学連携を進めるにあたり重要である。それに対して、数理科学への消極的な姿勢という問題点もインタビューで指摘されており、社会の理解を得ることの障壁となっている可能性がある。それを解消するためには、高等学校でいうところの文理分けまで手を入れる必要があるという指摘もあった。日本で数理科学の社会応用を進めるには教育を含め幅広い取り組みが必要であることがわかる。

63 <https://www.c-engine.org/>（アクセス2025年4月16日）

3.3 数理系人材

この節においては、日本の数理系人材について、数理人材需給の調査（付録2を参照）や日本数学会の調査に基づいて、供給の状況をまとめる。対象となる人材の定義は異なるものの、その傾向を見て取ることができる。

(1) 数理人材需給の調査からみた供給状況

数理人材需給の調査では、数理人材として数学・物理専攻の大学院卒業者を対象とした。

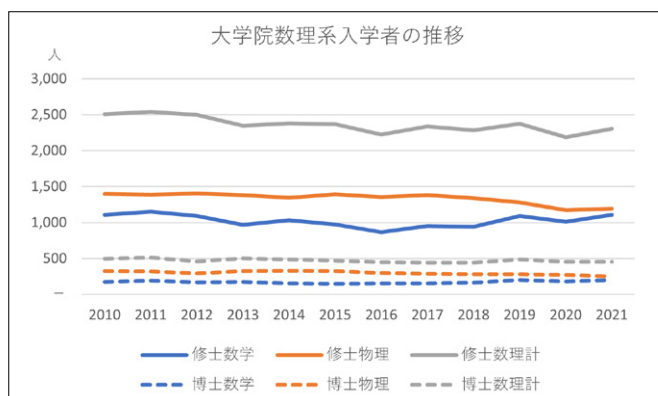


図2 国内大学院の数理系入学者の推移

その調査結果から供給について抜粋する。大学院の数理系専攻入学者の推移（図2）によると、日本では物理は減少傾向にあり、数学は2016年に底を打ち回復基調にある。しかし、全体としては減少傾向であり、入学志願者においても同様の傾向がみられる（A2.3.1節参照）。図3に示すように、大学院数理系専攻卒業後の就職者数は修士では横ばい、博士では増加傾向だが、絶対数が少ない（A2.3.2節参照）。また、大学院理学専攻卒業後のSTEM分野への就職者数は全体として増加傾向にあるものの、修士卒では増加傾向で、博士卒では減少傾向にある（A2.3.3節参照）。博士号取得状況では、博士号取得者全体が減少傾向の中、理学系は横ばいである（A2.3.4節参照）。

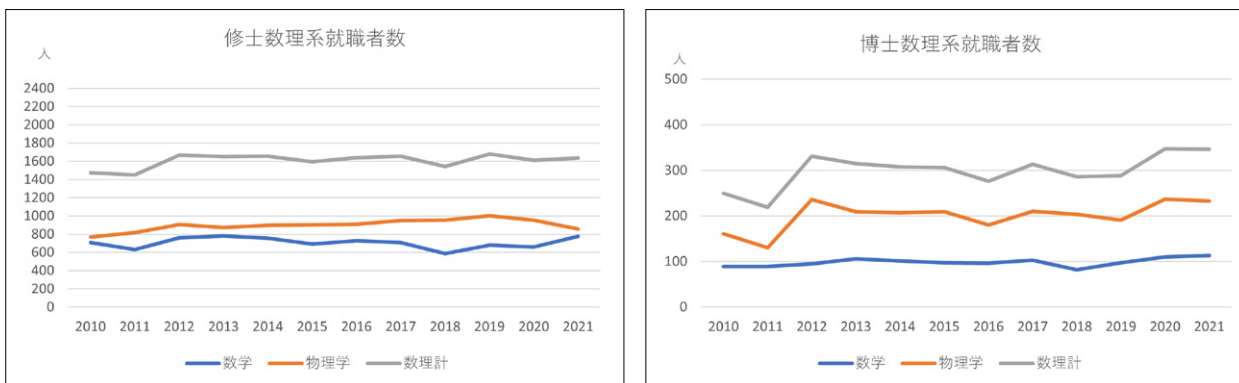


図3 国内大学院数理系専攻卒業後の就職者数

(2) 日本数学会によるアンケートからみた供給状況

日本数学会によるアンケート調査「博士後期課程修了者の進路の推移」⁶⁴は、数学・数理科学に関する専門分野を学修し、博士後期課程(もしくはそれに準ずる課程)を修了した大学院生が対象である。そのアンケート結果をもとに文部科学省が加工作成したグラフ(図4⁶⁵)によると、民間企業へ就職した人数は40人未満で、平均して全体の2割程度である。

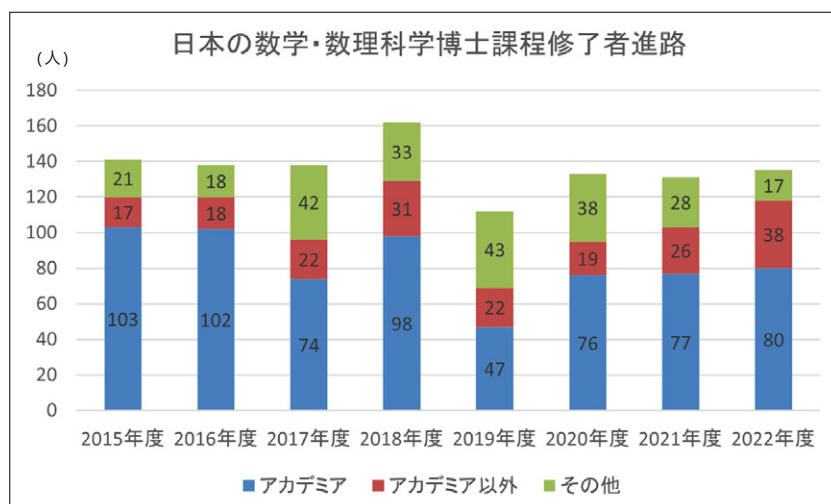


図4 日本の数学・数理科学博士課程修了者進路

⁶⁴ <https://www.mathsoc.jp/publications/tushin/> (アクセス2025年4月16日)

⁶⁵ 数学通信のデータを文部科学省基礎基盤研究課が加工作成したグラフを提供してもらったもの。

4 | 海外の現状

本章ではまず米国についてオープンデータに基づいて定量的に調べ、次に科学技術投資や数学・数理科学博士課程進路、論文数を日本と米国で比較する。また、英国と欧州については定性的な情報としてインタビューを行い、大型の投資や産学連携などのプロジェクト実施の背景をまとめる。加えて、海外の数理科学に対するレポートなどを用いて、海外における数学・数理科学への認識について整理する。

4.1 米国

米国政府の数学への投資額について、2023年度の米国政府の投資の内訳⁶⁶をみると、図5のようになっている。ただし、2021年からカウント方法が変更されて、Mathematics and statisticsとなっている。特徴的であるのは、各省庁が直接数学へ投資していることである。特にNational Institutes of Health（NIH）を含むDepartment of Health and Human Services（HHS）が49%を占めており、Department of Energy（DOE）やDepartment of Defense（DOD）などからも一定の額が支出されている。ただし、DOEは2020年から内訳が変更されており、結果として総額とDOEの占める割合が下がっている。National Science Foundation（NSF）は27%であり、約389億円が投じられている。なお、HHS傘下のNational Institutes of Health（NIH）やNational Institute of Allergy and Infectious Diseases（NIAID）においてCOVID-19の研究を含むライフサイエンスの発展に数理科学を利用していることが、投資額として表れている。

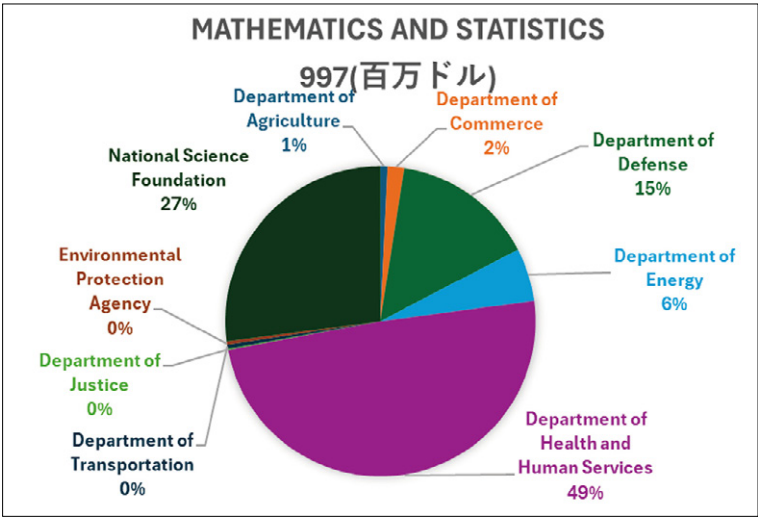


図5 国内大学院数理系専攻卒業後の就職者数

66 National Center for Science and Engineering Statistics, Survey of Federal Funds for Research and Development, FYs 2023–24. Table 24 <https://nces.nsf.gov/surveys/federal-funds-research-development/2023-2024#data>（アクセス2025年6月19日）

次に、図6は数学・数理科学博士課程修了者進路について米国数学会⁶⁷のウェブページから加工作成したものである⁶⁸。3割程度は民間企業へ就職していることから、米国では数学に対する理解と数学人材に対する期待を産業界が持っていることがうかがえる。図7は博士授与者推移であり、2000年から2017年で倍増している（A2.3.5節参照）。

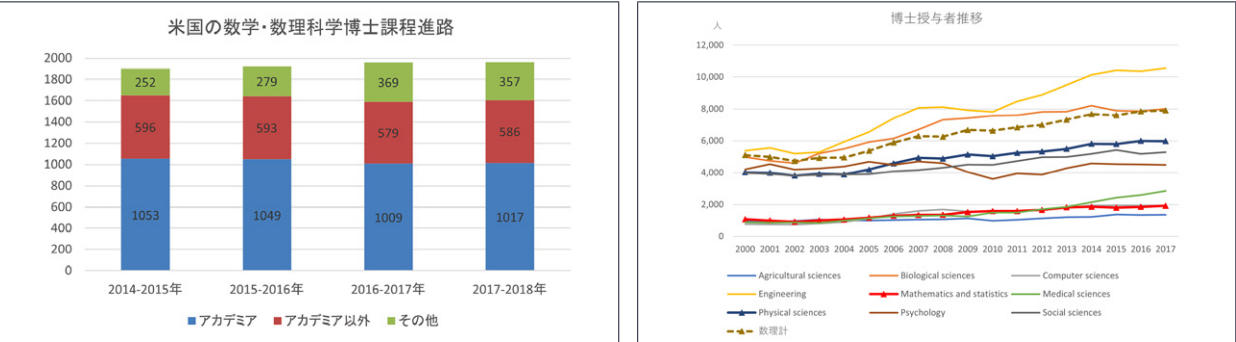


図6 米国の数学・数理科学博士課程進路

図7 米国における博士授与者推移（分野別）

表7 UCSDの数学メジャー登録人数推移

Numbers of Students Enrolled in the Mathematics Majors									
	Pure	Applied Math	Scientific Comp.	Math-Applied Science	Math-Secondary Education	Math-Computer Science	Math-Econ	Prob & Stats	Total
Fall 09	154	73	8	15	46	31	86	34	447
Fall 10	180	67	12	28	43	25	83	40	478
Fall 11	182	76	5	24	40	24	119	41	511
Fall 12	154	133	3	24	40	43	136	39	572
Fall 13	159	198	3	38	35	78	167	56	734
Fall 14	191	314	7	50	42	200	158	96	1058
Fall 15	231	431	7	51	40	605	194	165	1724
Fall 16	273	495	5	58	37	1067	246	214	2395

カリフォルニア大学サンディエゴ校（UCSD）における数学メジャー（数学を主専攻とする学生）の人数は2009年から2016年で約5倍になっている（表7）⁶⁹。

また、米国の労働統計局⁷⁰によると、数学に関係する職業における全体的な雇用は、2023年から2033年にかけて全職業の平均よりもはるかに速いペースで増加すると予測されている（毎年平均約 3万7100人の求

67 Amanda L. Golbeck, Thomas H. Barr, and Colleen A. Rose, Report on the 2017–2018 New Doctorate Recipients, Mathematical and Statistical Sciences Annual Survey. <https://www.ams.org/learning-careers/data/annual-survey/2018Survey-NewDoctorates-Report.pdf>（アクセス2025年4月16日）

68 米国数学会のデータをもとに文部科学省基礎基盤研究課で加工作成したデータを提供いただきCRDSが作成した。

69 画像は2019年にレイ・ニ教授により作成されたもの。許諾済み。

70 <https://www.bls.gov/ooh/math/home.htm>（アクセス2025年4月16日）

人が発生)。さらに数学に関係する職業の2022年5月時点の年間賃金中央値は10万1460ドルで、全職業の年間賃金中央値4万8060ドルの倍以上となっている。

表 8 米国の数学に関係する職業の給与

職業	必要学位	2023給与中央値
保険数理士	学部卒	120,000ドル
データサイエンティスト	学部卒	108,020ドル
数学者と統計学者	修士卒	104,860ドル
オペレーションズリサーチアナリスト	学部卒	83,640ドル

米国の状況として、「忘れられた科学—数学」報告書⁷¹に以下の記載がある。

数学研究を取り巻く状況や分野融合研究の必要性などについて80年代初頭から検討が始められ、98年には下記内容の世界的に有名なオドム・リポート（全米研究会議）がとりまとめられた。

- 米国の数学状況は旧ソ連などの人材に依存し、学術数学と大学外の数学研究や他分野との連結は不十分
- 大学構造と数学科の狭い視野は、数学と他分野との分野融合研究に反している
- 極度に複雑な未来の科学的問題には、数学モデル、シミュレーション、視覚化等の導入が必要
- 資金配分機関による分野融合活動の認識、資金援助が必要。分野融合の遂行には長い時間が必要

それ以降、NSFの数理科学研究予算は急速に増加（97-06年平均で年間増加率10%）し、インフラ（基盤経費）や研究所経費、融合分野の研究費などが増加している。

加えて、米国における数理科学への認識について、The Mathematical Sciences in 2025⁷²に以下の記載がある。米国では、国力の源泉として数理科学が位置づけられている。

米国の数理科学事業の活力は、科学・工学のほとんどの分野と国家に明らかな利益をもたらしている。数理科学の仕事は、生物学、医学、社会科学、ビジネス、先端デザイン、気候、金融、先端材料など、さまざまな分野の研究において、重要かつ不可欠な要素となってきた。この仕事には、広い意味での数学、統計、計算の統合と、これらの分野と潜在的な応用分野との相互作用が含まれる。これらの活動はすべて、経済成長、国家の競争力、そして国家の安全保障に不可欠なものであり、この事実は、数理科学全体への資金提供の性質と規模の両方に影響を与えるべきである。また、数理科学の教育は、この分野の新しい位置づけを反映したものでなければならない。

4.2 日米比較

数理科学への投資について、図8⁷³に示す。日本学術振興会（JSPS）の科学研究費は横ばいで、米国の

71 <https://nistep.repo.nii.ac.jp/records/4276>（アクセス2025年5月7日）

72 <https://www.nap.edu/catalog/15269/the-mathematical-sciences-in-2025>（アクセス2025年4月16日）

73 Digital Science. (2018-) Dimensions [Software] available from <https://app.dimensions.ai>. Accessed on February 13 and March 04, 2024, under license agreement.

数学への投資額はNSFのDirectorate for Mathematical and Physical Sciences（MPS）を中心に右肩上がりである。論文数について、図9⁷³に示す。日本の論文数は増えてはいないが、米国においては論文数が増えている。

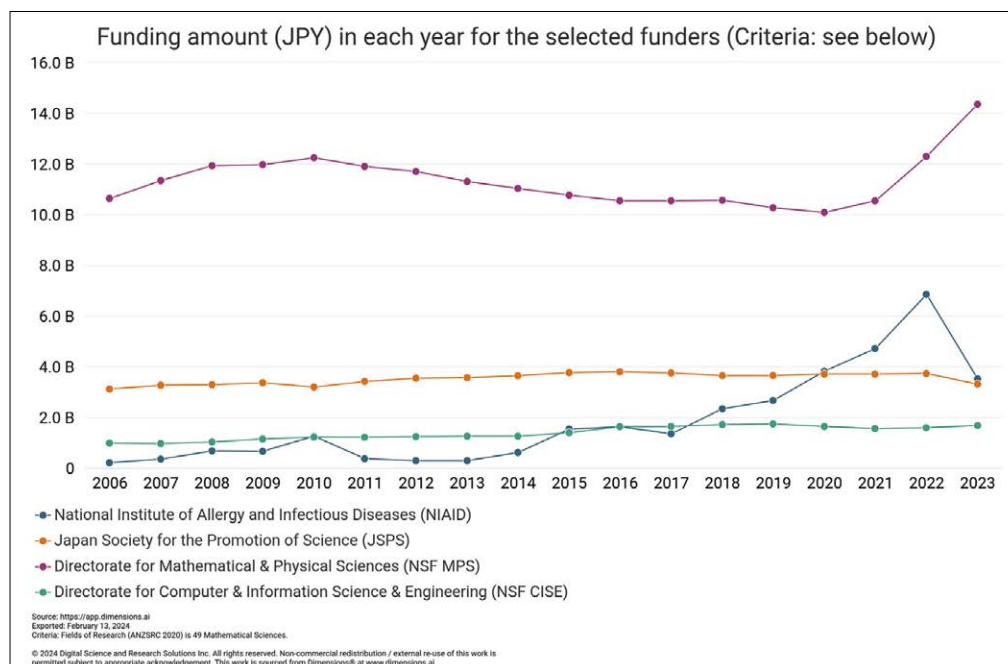


図8 数理科学への投資額推移（日、米）

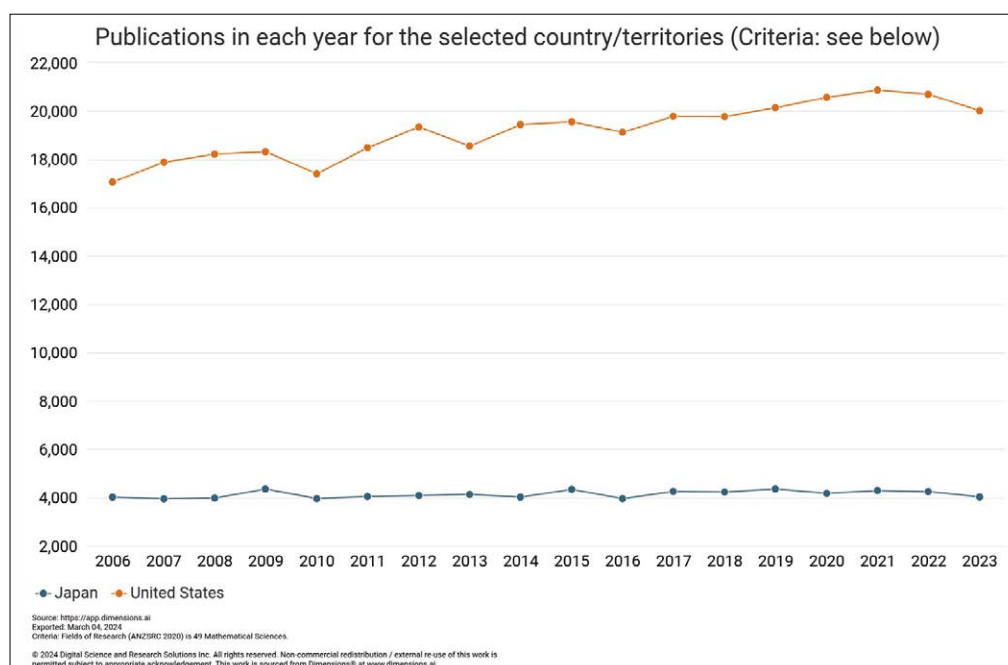


図9 数理科学の論文数推移（日、米）

さらに、数学・数理科学博士課程進路を比較する。図10は3.3節および4.1節で示した日本数学会と米国数学会のウェブページから加工作成⁷⁴したものである。人数を単純比較はできないが、人口比（約2.6倍）を考慮しても、米国では数理科学の人材を豊富に輩出していることがわかる。産業界へ進む人数の多さから、米国では数学に対する理解と数学人材に対する期待を産業界が持っていることが推測される。

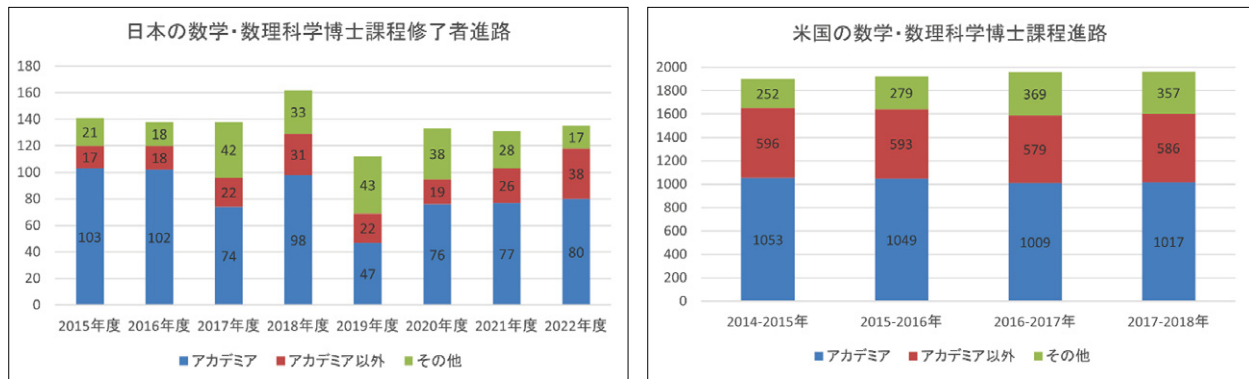


図10 数学・数理科学博士課程修了者進路（左：日本、右：米国）

以上のように、米国と日本では投資、論文数、博士課程修了後の進路に差がある。これは単に数学・数理科学に対する考え方の違いがあるだけでなく、特に投資や数学・数理科学博士課程修了後の進路から社会の期待の差が見て取れる。

4.3 英国

英国では、Bondレビューと呼ばれる Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC) の報告書「The era of mathematics」⁷⁵において、九つの提言が出ている。そのうちの一つに「学術界、政府、産業界の連携を促進するため、数理科学アカデミーを設立すべきである。」という提言がある。この提言に沿って、2025年に数理科学アカデミーを設立すべく、準備が進められている⁷⁶。設立準備を進めている主体はCouncil for the Mathematical Sciences (CMS) で、CMSは五つの学会（Edinburgh Mathematical Society、Institute of Mathematics and its Applications、London Mathematical Society、Operational Research Society、Royal Statistical Society）からなっている。経済的な支援は主に Isaac Newton Institute から受けている。

その数理科学アカデミーは「数学科学全体を代表する権威ある説得力のある声」となるべく、数理科学者の数の増加、数理科学に関する労働力多様性の向上、より優れた公共政策、数学教育のサポート、経済成長・イノベーション・繁栄の向上、数学とデータサイエンスに関する公的提言を行っている。2025年の数理科学アカデミー設立に向けた具体的なワークストリームとして、九つの作業ストリーム（アカデミアにおける研究と

⁷⁴ 米国のグラフについては、米国数学会のデータをもとに文部科学省基礎基盤研究課で加工作成したデータを提供してもらい、CRDSが加工作成した。

⁷⁵ <https://www.ukri.org/wp-content/uploads/2022/07/EPSRC-050722-TheEraMathematics.pdf>（アクセス2025年6月19日）

⁷⁶ <https://www.acadmathsci.org.uk/>（アクセス2025年4月16日）

教育、産官学対応、学部以下の教育、EDI（平等性・多様性・包摂性）、財務、若手研究者、ガバナンスとフェローシップ、コミュニケーションと提言、ポリシー）と二つの包括的なストリーム（戦略、立案）が設定され、進められている⁷⁷。

また、2020年に当時のボリス・ジョンソン首相により数学への投資（6000万ポンド×5年＝3億ポンド）⁷⁸が行われた。その理由は以下の通りである。

- ブレグジット後、英国は世界の最高の科学者、研究者、数学者を歓迎する。そのため優れた人材に対するVISAを徹底的に見直す（The new Global Talent visa）。
- 最先端数学研究に対する財政支援を格段に増大し、中国を追い越し数学にとって最高の国になる。これにより第4次産業革命を先導する。数学への投資は物理の19倍、工学の7倍も効果的である。

（UK open to world's best talent, says Boris (The Times, 27 Jan. 2020) ⁷⁹より抜粋）

この投資の振り分けについてはCambridge Networkのウェブページ⁸⁰やEPSRCのウェブページに振り分けの詳細が記載されている⁸¹。同EPSRCのウェブページには通常の数理科学へ向けた支援についても書かれている。

さらに、2023年1月に当時のリシ・スナク首相は18歳まですべての子供たちに何らかの形で数学を学ばせると発表した⁸²。同年10月に上級英国基準という新しいバカロレア形式の資格を提示。それを達成するために2年間で6億ポンドの関連資金が計上されている。数学そのものだけではなく、教師の採用や定着率向上にも重点が置かれている。

英国における数理科学への認識について、Measuring the Economic Benefits of Mathematical Science Research in the UK Final Report⁸³に以下のような記載がある。英国では、将来のための発展に不可欠な要素として数理科学が位置づけられている。

- 数理科学は英国の将来における繁栄のために不可欠であり、その地位は世界経済において不可欠なものである。
- 多くの人々はMathematical science research (MSR) の重要性について認識しないままである。

また、上述の投資が行われたさらなる背景を伺うため、キーパーソンであるイワン・フェセンコ教授（Prof. Ivan Fesenko）へのインタビューを行った。

英国の数学界では2020年以前は失敗続きであった⁸⁴。ところが、ブレグジット（2020年1月に実現）の議論がなされた時期に当時のジョンソン首相の上級顧問に、数学を強力に推し進めるドミニク・カミングス氏が

77 <https://www.acadmathsci.org.uk/governance/>（アクセス2025年4月16日）

78 支援総額については、UK Research and Innovationのウェブページのアーカイブ参照
<https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/20200930153920/https://epsrc.ukri.org/newsevents/news/major-funding-boost-for-mathematical-sciences/>（アクセス2025年4月16日）

79 The Times紙のウェブページより抜粋、翻訳
<https://www.thetimes.co.uk/edition/news/uk-open-to-worlds-best-talent-says-boris-johnson-q7w5t7xbv>（アクセス2025年4月16日）

80 <https://www.cambridgenetwork.co.uk/news/major-funding-boost-mathematical-sciences>（アクセス2025年4月16日）

81 <https://www.ukri.org/our-work/browse-our-areas-of-investment-and-support/mathematical-sciences-theme/>（アクセス2025年4月16日）

82 <https://www.gov.uk/government/speeches/pm-speech-on-making-2023-the-first-year-of-a-new-and-better-future-4-january-2023>（アクセス2025年4月16日）

83 <https://www.lms.ac.uk/news-entry/06122012-1417/deloitte-report-measuring-economic-benefits-mathematical-science-research>（アクセス2025年4月16日）

84 <https://ivanfesenko.org/wp-content/uploads/invmath.pdf>（アクセス2025年4月16日）

就任した。そして、カミングス氏が数学者であるフェセンコ教授に数学投資の提案⁸⁵を書くよう要請した。フェセンコ教授は2018年1月にEPSRCから出されたりポート⁸⁶において三つの提案をしている。

- ①数理科学アカデミーを設立し、学术界、政府、産業界の連携を促進する。
- ②数理学者の養成に特化した、年間最低100の博士号取得のための追加枠を設ける。
- ③数理科学への助成金を3倍に増額する。

フェセンコ教授がカミングス氏の要請に応え、EPSRCのレポートに基づいた報告書を提出したことで、ブレグジット後も世界をリードするための重要な要素として数学が位置づけられ、政策に反映する状況と人材がそろったことで投資が行われた。

4.4 欧州

欧州では数理科学に基づく産学連携が進んでいる。その背景を伺うため、ウィル・シルダース教授（Prof. Wil Schilders）へのインタビューを行った。ウィル・シルダース教授はECMIのプレジデント（2010-2011）、EU-MATHS-INのプレジデント（2016-2020）で、2023年からはICIAMのプレジデントである。

欧州で数理科学に基づく産学連携が進んでいる理由の一つは1970年代に数学が産業界にとって非常に重要であることに気づいていたことにある。例えば、オックスフォード大学では、欧州初の“study group mathematics with industry”（SGI）が開催された。SGIはアカデミアの数学者と産業界の間の技術移転を目的としたワークショップのことである。こういったSGIは産業界との接点を生むため、欧州で支持されており、現在広く普及している。SGIは現在European Consortium of Mathematics for Industry（ECMI）によって運営されている⁸⁷。ECMIは社会的または経済的に重要なあらゆる活動における数学的モデリング、シミュレーション、最適化の使用を促進およびサポートすること、および産業数学者を教育し、需要に応えること、ヨーロッパ規模で事業を展開することを目的として活動する学術機関と産業企業のコンソーシアムである。

そのECMIは1987年に設立された。ECMIは隔年で会議を開催し、産業界のための数学に関する修士号を推進する教育委員会を持ち、また、産業界にとって重要な、デジタルツインなどに代表されるいくつかのテーマに集中する研究・イノベーション委員会も持っている。ECMIはアカデミアや企業会員で構成されている会費制のコンソーシアムで、The Asia Pacific Consortium of Mathematics for Industry（APCfi）と組織としてよく似ており、対話ができる良き隣人である。

2009-2010年にEuropean Science Foundation（ESF）主催のForward Look（将来を見据えた）プロジェクト“Mathematics and Industry”が発足され、これが産業問題に数学を応用した欧州の成功事例を集めた冊子とレポートにつながった⁸⁸。その結果、2013年にEuropean Mathematical Society（EMS）とECMIによって、European Service Network of Mathematics for Industry and Innovation（EU-MATHS-IN）⁸⁹が設立され、欧州の産業界における数学のためのロビー活動を行う組織ができた。EU-

⁸⁵ <https://ivanfesenko.org/wp-content/uploads/2021/10/mathproposal-2.pdf>（アクセス2025年4月16日）

⁸⁶ <https://www.ukri.org/publications/the-era-of-mathematics/>（アクセス2025年4月16日）
<https://iuk.ktn-uk.org/news/the-era-of-mathematics-ai-review-findings-on-knowledge-exchange-in-the-mathematical-sciences-published/>（アクセス2025年4月16日）

⁸⁷ <https://ecmiindmath.org/study-groups/>（アクセス2025年4月16日）

⁸⁸ <http://archives.esf.org/coordinating-research/forward-looks/physical-and-engineering-sciences-pen/current-forward-looks-in-physical-and-engineering-sciences/mathematics-and-industry.html>（アクセス2025年4月16日）

⁸⁹ <https://eu-maths-in.eu/>（アクセス2025年4月16日）

MATHS-INはヨーロッパ20カ国にあるネットワーク組織によるネットワークという構造をしている⁹⁰。シルダース教授はEU-MATHS-INのプレジデント（2016-2020）であり、その在任中に産業コア委員会を設立した。また、EU-MATHS-INは2022年9月20日に欧州全体のワンストップショッップ（産業のための数学の集積点）であるEU-Maths-IN OpenDeskを開設した⁹¹。これは企業が最先端の数学技術を戦略や意思決定に取り入れることができることを目的としており、EU-Maths-IN OpenDeskは企業と（産業）数学をつなぐ窓口である。具体的には、以下の役割を果たしている。

- データリッチ環境でのモデリング、シミュレーション、最適化技術によって解決できるイノベーションニーズをあらゆる企業に提案する。
- 20カ国に展開するヨーロッパのネットワークにおいて約400の研究センターと産業数学のさまざまな分野を専門とする9000人以上の研究者を紹介する。
- 数学テクニクへの単一のアクセスポイントを提供し、産業数学の分野で最も適切なセンターが提供された課題に取り組み、開発することを保証する。

欧州では、さらに資金提供機関が数学者を対象とした研究助成プログラムを立ち上がっている。最も顕著な例としてはMarie-Sklodowska-Curie Action (MSCA)があり、産業博士号が創設された⁹²。このプロジェクトでは、博士課程の学生が少なくとも50%を産業界で過ごすことがルールとなっている。

以上に述べたように、欧州では産業と数学を直接ターゲットとした取り組みが非常に盛んである。産業界からの期待があり、シルダース教授など産学連携を知る理解者・実践者が尽力した結果、数理科学・数学に基づく産学連携を促進したと考えられる。加えて、上述の産業博士を欧州全体で推進していることも産学連携に寄与した。

4.5 各国の数理科学に対する状況

(1) ドイツ

フラウンホーファー研究機構は欧州最大の科学技術分野における応用研究機関である。現在ドイツ各地に74の研究所、スタッフは約2万8000人、2019年間研究費総額は約28億ユーロである。そのうち、23億ユーロ超が委託研究によるものである（研究費総額の7割以上が民間企業の委託契約と公共財源による研究プロジェクトから。残り3割がドイツ連邦政府および州政府より経営維持費として資金提供）。日本代表部が2001年に設立されており、2012年には東北大学AIMRに日本初のフラウンホーファー・プロジェクトセンター⁹³が設立された。

数学関連の研究所には技術・経済数学研究所(ITWM)がある。ITWMの2019年の運営費は3400万ユーロで、フラウンホーファー研究機構全体に対して1%程度⁹⁴である。ほかにもマックス・プランク学術振興協会⁹⁵がある。2021年に連邦政府および連邦州からの公的資金により1兆970億ユーロが提供されている。しかし、内訳としての数学への拠出金額は不明である。

90 <https://eu-maths-in.eu/about/participating-organisations/>（アクセス2025年4月16日）

91 <https://opendesk.eu-maths-in.eu/>（アクセス2025年4月16日）

92 <https://marie-sklodowska-curie-actions.ec.europa.eu/actions/doctoral-networks>（アクセス2025年4月16日）

93 https://www.wpi-aimr.tohoku.ac.jp/jp/topics/pdf/AIMR_Magazine_10_jp.pdf（アクセス2025年5月8日）

94 <https://www.fraunhofer.jp/ja/media/annualreport.html>からデータを取得。（アクセス2025年4月16日）

95 <https://www.mpg.de/en>（アクセス2025年4月16日）

これら研究所を含むドイツ研究振興協会（DFG）はドイツの中心的な独立した研究助成団体である。大学や他の研究機関での研究プロジェクトに資金を提供することにより、自然科学と人文科学のすべての分野にサービスを提供している。DFGの2022年の年間予算は約36億ユーロで、主にドイツ連邦政府（69.7%）と州（29.4%）から提供されており、欧州の資金と民間の寄付も含まれる⁹⁶。数学へのファンディングはその3%程度の約1億2000万ユーロである。

加えて、ドイツにおける数理科学への認識について、Mathematik – Motor der Wirtschaft⁹⁷の邦訳版：「数学が経済を動かす - ドイツ企業篇」⁹⁸に以下の記載がある。ドイツでは科学技術や産業において世界を牽引するための重要な要素として数理科学が位置づけられている。

- ドイツの博物学者であり近代地理学の祖と呼ばれているアレキサンダー・フォン・フンボルトは一見意外な言葉を残している。「数学こそ、すべての産業の核である。」この言葉から今日まで約200年、ドイツは科学・技術・産業において飛躍し、世界を牽引してきた。

また、「忘れられた科学－数学」報告書にはそれを裏付けるように、「歴史的に数学研究と産業界とのつながりが強い。」という記載がある。

(2) フランス

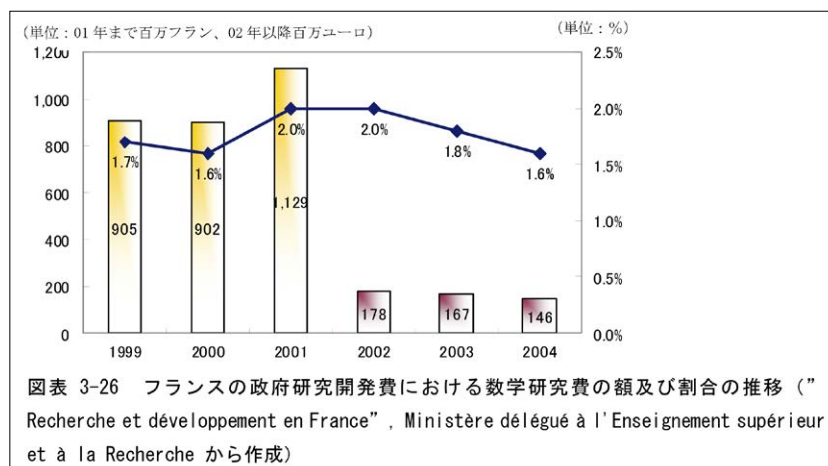


図11 フランス政府の研究開発費における数学研究費の額および割合の推移

「忘れられた科学－数学」報告書によると、フランスでは、政府の研究開発費における数学研究費の割合は1.6%である（図11を参照）。参照のウェブページ⁹⁹では、2022年の研究開発費は約630億ユーロで、数学研究費の上述の割合が堅持されているとすれば、現在も約10億ユーロの金額が拠出されていることになる。

フランスにおける数理科学への認識について、Conseil scientifique de l'institut national des sciences

⁹⁶ <https://www.dfg.de/resource/blob/336226/3abb5950d9eee7540d13396e81b91b48/dfg-jb2023-data.pdf>（アクセス2025年4月16日）

⁹⁷ <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-78668-9>（アクセス2025年4月16日）

⁹⁸ <https://www.maruzen-publishing.co.jp/item/b294522.html>（アクセス2025年4月16日）

⁹⁹ https://publication.enseignementsup-recherche.gouv.fr/eesr/FR/T923/l_effort_de_recherche_et_developpement_en_france/#ILL_EESR14_R_41_01（アクセス2025年4月16日）

mathematiques et de leur interactions, rapport de prospective¹⁰⁰に以下の記載がある。フランスでも世界でリードするための重要な要素として数理科学が位置づけられている。

- 歴代の偉大な数学者たちによる長い伝統の継承者である、フランスの大学数学教育機関は大きな活力を示し続けており、わが国を世界で最も優れた国の一つに位置づけている。21世紀初頭にフランスの数学者が受賞した国際的な賞がそれを証明している。
- フランスの数学は非常に広い分野にわたっており、ほとんどの分野（すべてではない）が私たちの国で非常に高いレベルである。

また、「忘れられた科学－数学」報告書にも「数学研究の意義が広く認められ、社会的地位が高い。」という記載がある。

(3) オランダ

オランダにおける数理科学への認識についてFormulas for Insight and Innovation Mathematical Sciences in the Netherlands Vision document 2025¹⁰¹に以下のような記載がある。オランダでは国家の経済的発展の重要な要素として数理科学を位置づけている。

- 2025年、世界は知的なグローバル社会となるだろう。数理科学の役割は、世界の形成を可能とする概念、観念、方法、テクニックを提供することである。過去数世紀にわたり、数学は、科学、技術、および社会それ自体を広く支える、不可欠ではあるが不可視的な基盤となった。その世界の機能が数学的洞察とツールに依存し、その世界の発展が常態的な数学の革新によって発生しているということを多くの人々は知らない。PWN（Platform Wiskunde Nederland）¹⁰²に委託されデロイトによってなされた最近の報告は、数理科学がオランダの国家収入の30パーセントをもたらし、強固な数学的基盤が先進的経済の成功に不可欠であることを示している。情報処理の進展および主たる推進力としてのデータの可用性のもとで、21世紀には、数理科学の役割はさらに重要となる。

また、Mathematical sciences and their value for the Dutch economy¹⁰³には「数理科学は、オランダの全雇用の26パーセントを支え、総付加価値の30パーセントに貢献している。」という記載がある。

(4) スペイン

スペインの数理科学における数理科学への認識について、Socio-economic impact of mathematical research and mathematical technology in Spain¹⁰⁴に以下のような記載がある。スペインでは、国家の経済活動に不可欠な要素として数理科学を位置づけている。

- Spanish R+D+i 2004-2007 Plan¹⁰⁵では、数学は、あらゆる現代社会、特にスペインにおいて、R+D+i（Research、technological development and innovation）システムの鍵となる部分と考えられるべきであり、その戦略的な性質は明確に指摘されなければならない、と述べている。
- 数学は、人間同士のコミュニケーションのために高度に発達した人工的・象徴的な概念言語の集合であり、

¹⁰⁰ https://umi.dm.unibo.it/wp-content/uploads/2013/07/Rapport_prospective_CS_INSML_sept-2014.pdf（アクセス2025年4月16日）

¹⁰¹ <https://platformwiskunde.nl/visie-document/>（アクセス2025年4月16日）

¹⁰² <https://platformwiskunde.nl/>（アクセス2025年4月16日）

¹⁰³ <https://platformwiskunde.nl/rapport-deloitte/>（アクセス2025年4月16日）

¹⁰⁴ https://institucionales.us.es/remimus/wp-content/uploads/2019/04/ESTUDIO-MATEMATICAS-REM-AFI_ENG.pdf（アクセス2025年7月4日）

¹⁰⁵ https://www.ciencia.gob.es/dam/jcr:eeb8a085-0621-4c04-bb8c-0562186e0708/V_Plan_Nacional_2004_2007.pdf（アクセス2025年7月4日）

それを習得することで、社会の機能に不可欠な経済問題を解決することができる。そのため、技術や経済にとって非常に重要なものである。コンピューターでの生産や消費のデータ処理から、経済政策の決定を正当化するための論理的推論に至るまで、数学は私たちの日常に存在し、経済関係の存在そのものを可能にしている。数学的な言語や概念がなければ、日常的に行われている経済取引の大部分を個人が行うことはできないであろう。

- この報告書がスペイン経済に付加価値を提供し、雇用を改善し、最終的には市民の生活の質の向上に貢献するための数学の能力を高める一助になることを期待している。

(5) オーストラリア

オーストラリアにおける数理科学への認識について、The mathematical sciences in Australia: a vision for 2025¹⁰⁶に以下のような記載がある。オーストラリアでは、国家の競争力の重要な要素として位置づけられている。

- 数理科学は国家の競争力と長らくつながっていたが、オーストラリアにとってのその重要性は加速している。
- われわれのビジョンは、新しい技術と、増大しつつある数理科学の重要性による恩恵をオーストラリアが受けることができるよう担保することである。
- オーストラリアの数理科学の分野が持つ主な強みは、その実践者が国家の利益のために機関や部門の境界線を越えて協働しようとする意志である。

(6) まとめ

以上のように、数理科学の振興・発展を促した文書や調査報告書が数理科学コミュニティあるいはその委託により多く発行されている。数理科学はドイツ、フランス、オーストラリアでは世界をリードするためもしくは国家の競争力のため、オランダ、スペインでは経済的基盤のための重要な要素として位置づけられている。それらは各国における社会からの期待を示唆している。

¹⁰⁶ <https://www.science.org.au/support/analysis/decadal-plans-science/decadal-plan-mathematical-sciences-australia-2016-2025> (アクセス2025年4月16日)

5 | 調査結果のまとめ

数理科学の成果では、日本は米国や欧州には及ばないものの、一定の地位を保っている。例えば伊藤清教授は第1回ガウス賞受賞者である（近年、米国出身者が3回連続受賞している）。またフィールズ賞受賞者数は1位が米国、2位フランス、3位英国に次ぐ4位である。その一方で、日本では十分な投資や人材育成、産学連携ができていない点が本調査にて見て取れる。

第3章において示された調査結果からは、AIMaPを設置した以降、産学連携や頭脳循環が進められ、状況は改善している。しかし、以下のような課題が存在することが分かった。(a) 人材育成に関する産学のギャップ、(b) 数理科学への理解者・実践者（通訳人材やブリッジ人材）の不足、(c) 産学ともに残る消極的な姿勢などである。

(a) 人材育成に関する産学のギャップ

数学、特に純粋数学系の人材育成に関して、アカデミアでの教育はやや放任的である。それは研究者として単独で研究を行える人材（＝ソリスト）を育てるために有効である一方、社会ではソリストだけではなく、核となる一つの分野の専門性を身につけつつも複数の専門的な知識を持ち、さらに幅広い知識を有するΠ（パイ）型人材や、自身がスペシャリストであり、他のスペシャリストをつなげられるH型人材（コーディネーター）、あるいは、ソリストを束ねる指揮者のような人材が望まれている。それゆえ、育てている人材と望まれている人材像にはギャップがある。

(b) 数理科学への理解者・実践者（通訳人材やブリッジ人材）の不足

数理科学への理解者・実践者（通訳人材、ブリッジ人材）とは、アカデミア側では企業での研究のあり方（スピードやアウトプットなど）を理解している人材、産業界側では抱えている問題が工学的なだけでなく数学的な問題にもなっているという感覚を持つ人材を指す。それらの理解者・実践者となる人材を増やすことにより、数理科学に基づく産学連携をより推し進めることが期待される。

(c) 産学ともに残る消極的な姿勢

産業界において、数学はその抽象性のため、成果として事業貢献・業績化まで時間がかかると考えられている。それゆえ、数理科学の研究やそれに基づく産学連携に対して消極的な姿勢が残っている。また、アカデミアにおいても産業などへの応用研究に対する消極的な姿勢が残っている。それは応用研究が評価されにくい可能性があることに加えて、そもそもの研究時間の不足に原因がある。

さらに、オープンデータの分析結果として、日本では数理科学の博士後期課程修了者が増えておらず、その中で、民間企業へ就職する割合は平均して2割程度である。民間企業への就職には研究者としてだけでなく、それ以外の職種で就職した場合も含まれている。

2007年度からファンディングとして戦略的創造研究推進事業が継続的に実施されているが、それを経ても数理科学の論文数は増えていない。

海外においては数学テクニックの活用や産学連携が進んでいる。第4章において示された調査結果から、まず米国を見ると、投資額の約50%を保健福祉省が占めるなど省庁が直接大きな支出をしていることが特徴的である。実際、国立衛生研究所や国立アレルギー感染症研究所では、ライフサイエンスの発展のために数理科学を多く活用している。また、数理科学博士課程修了者はここ20年で倍増していて、そのうち3割程度は民間企業へ就職している。UCSDで数学メジャーを選ぶ学生が5倍に増えている。米国の労働統計局による

と、数学を使って問題を解決するためにデータを分析し、計算技術を活用する、数学関連労働者の給与は全職業の中央値からみて倍程度である。社会からの期待と、それに答えようと人材育成が行われていることが見て取れる。

日本では米国と比べて数理科学博士課程修了者の絶対数が少ない。加えて、民間企業への就職の割合も平均2割程度と少ない。日本の数理科学の論文数は増えてはいない一方、米国においては、NSFを中心に数理科学への投資額が増えており、論文数も増えている。

英国ではブレグジット前から国立の数理科学アカデミーの設立に向けて動いており、また、ブレグジット後も世界をリードするための大事な要素として数学を位置づけ、教育はもちろん、海外からの優秀な人材の確保にも踏み込んだ投資が行われている。また、欧州においては、現在の数理科学に基づく産学連携が産業界からの期待と、目立たないものの長い歴史をもつこと、またそれを知る産学官における理解者・実践者の尽力の結果であることがインタビューから分かった。EU-Maths-IN OpenDeskという産学連携の集積点によりさらに加速している。さらに、諸外国では数理科学の振興・発展を促した文書や調査報告書が数理科学コミュニティあるいはその委託により多く発行されていることが分かり、各国における数理科学の位置づけを確認できた。米国、英国、ドイツ、フランス、オーストラリアでは世界をリードするためもしくは国家の競争力のため、オランダ、スペインでは経済的基盤のための重要な要素として数理科学が位置づけられている。

欧米諸国においては、識者や社会のリーダーの中に数理科学・数学に関する正しい理解と信頼・期待を持っている人や数理科学・数学側の要望を政策へ反映させている人が存在することに加えて、数学に対する社会からの期待とそれに応えるべく人材育成が行われていると推測される。

日本においてもNISTEP報告書に見られるように数理科学の振興が喫緊の課題であるという認識があり、「数学イノベーション戦略」や「数学イノベーション推進に必要な方策について」などを経て、ネットワーク体制やファンディングといった施策が打たれた。しかし、産学連携のノウハウの水平展開がうまくいかなかったこともあり、現在のところ、数理科学の重要性が十分認識され、産業の飛躍的革新や社会課題の解決に当然のように用いられるという姿にはなっておらず、自律的に数学イノベーションを進むようになるという「数学イノベーション戦略」における将来像には到達していない。

「数学イノベーション戦略」における将来像に到達するための課題とは、(a) 人材育成に関する産学の意識も含めたギャップ、(b) 数理科学への理解者・実践者（通訳人材やブリッジ人材）の不足、(c) 産学ともに残る消極的な姿勢、である。産業の飛躍的革新や社会課題の解決には、これらの課題を解消し、諸科学や技術開発現場との連携に基づく数理科学のさらなる発展が必須であり、さらなる人材育成や頭脳循環の促進が望まれている。

諸科学や技術開発現場との連携の具体例としては、AIの活用が挙げられる。AIは数学研究のあり方を変えつつあり、またAI自体の発展にも数学的知見が活かされるなど、数学とAIは相互に影響を与えながら進展している。

日本では、アカデミアにおいても文部科学省の支援のもと、数学協働プログラムやAIMaP、MfIPといった数理科学に関するネットワーク体制の事業が断続的に進められている。しかし、AIMaPの評価においては、産学連携に関するノウハウの水平展開が不十分であるとの指摘があった。また、人材育成に関する課題もあることを踏まえ、日本における数理科学の体制をよりよく推進するために、次の一手としてデジタルトランスフォーメーションやサイバーフィジカルシステムの推進に資する、産官学による数理科学の新たなエコシステムとなる新たな組織体系の構築を提案する。

4.4節で述べたように、欧州ではECMIおよびEMSによって設立されたEU-MATHS-INが、OpenDeskという産学連携の集積点を設け、欧州における数理科学に基づく産学連携の推進を一手に引き受けている。これは、現実的な研究者の割り振り（マッチング）などに関して、コンサルタント的な役割も果たしている。

こうしたリソース元となるEU-MATHS-INがネットワーク構造¹⁰⁷を有している点も念頭に置きつつ、わが国においてもMfIPのネットワーク体制を礎とし、産学連携の集積点として「産業数理科学拠点」を築く。集積点として、すべての数理系組織が参加する体制を取ることが望ましい。

ここで言う「数理系組織」とは、大学における数学教室や数理系の研究所を指す。「産業数学拠点」とは、日本における数理科学に基づく産学連携推進の中核を担い、それらの活動を一手に引き受ける機関である。（数理科学に関する共同研究において、特定のアカデミアに対して独自の情報に基づいたアプローチを行うことを妨げるものではない。）

このような新しい組織を設立することにより、以下のようなメリットが期待できる。

- すべての数理科学系機関で構成することにより、ノウハウの共有が可能となる。

（AIMaPの評価に対する対応）

- 全組織が参加することで、研究者の産学連携活動を統一的に評価することができる。論文発表だけでなく、産学連携活動（例えば、コーディネーター的役割や数学的に落とし込み連携を促進させること（共同研究の機会創出）など）への貢献も評価することが望ましい。
- アカデミア単独では対応が難しい多様な能力と経験を備えた人材育成におけるギャップを埋め、理解者・実践者（通訳人材やブリッジ人材）を育成することが可能である。（課題（a）、（b）への対応）
- 情報の集約が可能となり、産業界からのアクセスを促進することができる。（課題（c）への対応）

このような組織の設立に向けては、4.3節で述べた英国の国立数理科学アカデミー設立に関するワークストリーム（九つの作業ストリームと二つの包括的ストリーム）が現在進行中の取り組みなので、実践的な情報が得られることが期待される。

また、拠点の持続性に関しては、EU-MATHS-INを支援しているECMIに企業会員が存在している点に注目すべきである¹⁰⁸。これを踏まえ、企業からの支援が生まれるような拠点づくりを目指し、拠点の機能を拡張・刷新していくことが持続性には不可欠である。また、こうした拠点の拡張は、人材育成や産学連携の促進といったパフォーマンス向上にも直結する。これに加えて、拠点が単なる産学連携の集積点にとどまらず、わが国が数理科学に基づく技術開発や人材育成において世界をリードし、経済の発展を含めた社会の成長を支える中核的な組織となることが期待される。

産業界においては、まず既存の実例を通じて、具体的課題の検討などを行いながら、数理科学の有効性に対する理解を一層深めることが求められる（課題（c））。少子高齢化により社会の担い手が減少していく中で、企業において持続的に利益を上げていくことに貢献できる可能性がある。課題（b）への対応として、リカレント教育などを通じて「理解者・実践者（通訳人材やブリッジ人材）」の育成と増強が必要である。これは、現在顕在化している課題の解決に資するのみならず、企業内に潜在する未解決の課題を掘り起こすためにも重要である。ある課題が数学的に取り組むべき問題かどうかを判断できる人材が企業内部に存在することで、産学連携の糸口が生まれる可能性がある。

「産業数理科学拠点」を介してアカデミアとの交流を活性化し、未解決の課題に対する共同研究を推進することは、日本の産業における飛躍的なイノベーションの実現や、社会課題の解決にとって不可欠である。

国を挙げて、世界にも通用するエコシステムを構築するには、数学界による自発的な取り組みに加え、このエコシステムを効果的に推進するための、「時間」「収入」「評価」「ファンディング」に対する行政からの具体的な支援策が求められる。

「時間」については、アカデミアにおける数学者は教育教員としての側面が強く、教育関連業務に費やす時間が増加しているため、研究時間の確保が困難な状況にある。また、数学という分野は、短期的な目標では

¹⁰⁷ <https://eu-maths-in.eu/about/participating-organisations/>（アクセス2025年4月8日）

¹⁰⁸ <https://ecmiindmath.org/membership/>（アクセス2025年4月8日）

世界をリードする研究を生み出しにくいという特性がある。そのため、長期的な視点での継続的な研究が不可欠だが、他分野と同様に、数学者も多くのペーパーワークに時間を割く必要があり、グループではなくすべて「個人ベース」で対応することが、必然となっている。これらに対して、行政およびアカデミアでは、数理系研究者の現状を把握し、アカデミアにおけるサバティカル休暇制度¹⁰⁹の有効活用を促進し、そのために専門的教育を代替可能な人的資源の整備することが必要である。

次に「収入」については、産業数学拠点における産学連携の成果が、研究者の給与向上に直結するような仕組みを構築することが重要である。すべての数理系研究者が金銭的インセンティブを最重視するわけではないにせよ、こうした制度は産学連携への参加を促す有力な動機づけとなりうる。

また「評価」に関しても、コーディネーター的役割を果たす活動や、問題を数学的に落とし込み連携を促進させ共同研究の機会を創出する活動など、産業数理科学拠点における活動への貢献度に応じて、組織および個人を加点式で評価するシステムの導入が必要である。

これらの「時間」、「収入」、「評価」についての支援策により、産学連携を円滑に進めるための環境整備が実現される。

さらに「ファンディング」に関して、人材育成の場としての産業数学拠点を活用するための資金的支援が不可欠である。数理科学を基盤とした産学連携を推進するにあたって、初期段階における行政からの支援は極めて重要である。

加えて、産業界に向けた産学連携促進策として、シンクタンクとの連携による実例の収集・公表を行うことは、産業界からアカデミアへのアクセスを促進する手段として有効である。また、数理科学に特化した人材育成やリカレント教育を支援する補助金制度の創設も、産学連携の基盤強化に資するものと期待される。

109 大学における業務から離れ、研究に専念する（休暇）制度。

付録1 数学領域俯瞰ワークショップ 「産業界における数学の役割とキャリアパス」

付録1
「数学領域俯瞰ワークショップ
「産業界における数学の
役割とキャリアパス」

・数学領域俯瞰ワークショップ「産業界における数学の役割とキャリアパス」概略と情報提供者の横顔

ワークショップ概略

◆講演 自己紹介とこれまでの活動に基づいて「産業界での研究活動もしくは産業界との関わり」について、自らを取り巻く現状やこれまでの経験について、情報提供を依頼した。

◆総合討論テーマ

- 1：産業界とアカデミア、それぞれの数学の役割
- 2：人材育成とキャリアパス
- 3：産学の頭脳循環
- 4：企業で研究することのメリット/デメリット
- 5：大学と企業の研究や基礎科学に対する意識の違い
- 6：将来への期待

第1回（2021年10月28日13:00-15:00）

招へい者（肩書きは当時のもの）

- ・池 祐一（東京大学 大学院情報理工学系研究科 助教）
- ・井上 明子（NEC セキュアシステム研究所 研究員）
- ・高津 飛鳥（東京都立大学理学部数理科学科 准教授）
- ・早水 桃子（早稲田大学理工学術院基幹理工学部 講師）

第2回（2021年11月1日15:00-17:00）

招へい者（肩書きは当時のもの）

- ・小磯 深幸（九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 教授）
- ・佐古 和恵（早稲田大学基幹理工学部情報理工学科 教授）
- ・高田 章（ロンドン大学 University College London 特任教授）
- ・高橋 桂子（早稲田大学総合研究機構グローバル科学知融合研究所 上級研究員/研究院教授）

付記：総合討論の一部は2022年3月発刊の以下の書籍に座談会として記載されている。

・「社会に最先端の数学が求められるワケ（1）新しい数学と産業の協奏」

岡本健太郎（著）、松江要（著）、国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センター（JST/CRDS）（編著）、高島洋典（編著）、吉脇理雄（編著）、日本評論社、232ページ。

<https://www.nippy.co.jp/shop/book/8767.html>（アクセス2025年8月13日）

・「社会に最先端の数学が求められるワケ（2）データ分析と数学の可能性」

杉山真吾（著）、横山俊一（著）、国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センター（JST/CRDS）（編著）、高島洋典（編著）、吉脇理雄（編著）、日本評論社、192ページ。

<https://www.nippy.co.jp/shop/book/8768.html>（アクセス2025年8月13日）

A1.1 第1回ワークショップでの意見

(1) 産業界とアカデミア、それぞれの数学の役割

(a) アカデミア

- アカデミアでの数学の役割は自らの興味、感性と自由な発想に基づく知見を生み出すこと。
- 有益性・社会的意義みたいなものをアピールできないといけない時代になってきている。

(b) 産業界

- 数学は開発や戦略の信頼性を高める根拠として使われるもので、「出口」に資する道具。ゴール・オリエンティッド。
- 数学には定式化の力というのは間違いなくあるが、まだまだギャップがかなりあるので、歩み寄りが必要である。
- 疑えることと保証できることが数学の良さ・役割だが、もしも数学以外の方が定式化に意義を感じていないのだとしたら、数学はあまり貢献できないのではないかと。
- (数学的に) 定式化したけれども、既存の実験結果のサポートになるようなものしか得られないと、産業界側としてはやや肩透かし。
- 産業界から出てきた知見や流行（例：深層学習）が、実は抽象的な数学にもフィードバックされて使われるようになるという出来事が最近出てきている。その意味で、その境界が曖昧になってきている。

(2) 人材育成とキャリアパス

(a) 人材育成

- 時間感覚が、アカデミアと産業界、あるいは数学とそれ以外の多くの分野でも大きく異なる。
- 会社は教育が充実している。アカデミアはその点かなりドライで、もう少し教育の形を変えていってもいい時期では。
- 産業界にいと、自分の実体験から問題意識が生まれる。そういうモチベーションの高い社会人を博士課程で受け入れる統計数理研究所・総研大のようなところはすごくありがたい場所で、人材育成にすごく良い効果を発揮。
- 人材育成について（大学の）外とのコミュニケーションがすごく大事。そして数学科の教員は数学者として良かれという人材の育成はやっていると思うが、会社に入って役に立つような教育をしているかという点と十分な対応には至っていない。

(b) キャリアパス

- アカデミアに関しては、過渡期にあり、そのためにキャリアパスがかなり危ういバランスになっている。特に数年かけて一つの価値や成果を生み出す中で「この時間内に出さないと次はないですよ」と言われている状況はかなりきつい。最近では短期間で新しい価値観を生み出すこととしての異分野連携がある。
- 博士課程まで行ったら当然アカデミアみたいな空気があったが、そうではない選択肢もある。ただ、そのための人材育成については、大学教員側も慣れていないという気がするので、今後どのように溝を埋めていけばよいのかというのは大切。
- (大学において学生を) 指導する側は大変だと思うが、産業界と学術研究の双方の言葉や価値観が分かる人たちを生み出すために、多様性にたいする尊重をより促す必要あり。こういう人たちをどんどん増やすようにすると、異分野のコミュニケーションもしやすくなる。
- 最近は純粋数学で修士号・博士号を取って、くら替えして研究者になったり、企業研究者になったりというキャリアパスの幅が増えたことはすごくいい流れだが、専門分野を変えるのはマインドセットの違いなどで苦労がある。学生のうちから工学の研究に触れられるような環境があったり、数学の特殊さを自覚するというのは、一つ教育課程に置いてあると良いのでは。
- 産業界との連携のために、大学ならではの知見を取り入れることは重要だが、それが自分一人だけで

きとは思えない。なので、とにかくコミュニケーションが大切。

- 多様性はだいぶ出てきている。その一方で大学の中の教育と、その間のつなぐところにどうしてもギャップが生まれていて、数学という分野の中と外のコミュニケーションの不足を感じるというところ。
- 大学から社会に出るときには、元の分野との親和性の高いようなものでないと困難は少なからずあるが、必ずしもすごく近い分野に行く必要はない。ただ、そういう環境に身を置くならば、ある程度余裕が必要で、それを許容してくれる環境が必須。
- 専門分野を変えた点でのギャップについては、最初の頃は結局どの分野の研究をしているのかと聞かれることが多かった。あまり分野にとらわれない方がいいという信念はある。めげずにコミュニケーションを取ったのは良かった。

(3) 産学の頭脳循環

- コミュニケーションの壁、考え方、使う言葉、時間感覚が違うのが一番の障壁で、同じ分野以上に意識することが重要。数学的思考の価値の創生が頭脳循環に相当して最大のメリットになるのでは。
- (産業界と大学で) お互いにアレルギー反応を少しずつなくしていく必要がある。何か行ったり来たりできるような環境がもう少しできると良い。
- 暗号業界においては、連携は結構うまくいっている。
- 医学から離れたところでできる医学への貢献の仕方というものもある。それも頭脳循環の一種。もっと広く認知されれば良い。
- (自分の専門たる) トピックや分野を変えることは、すぐエネルギーが要る結果、敬遠されている。
- トピックを変える際によく思われない雰囲気がある。数学は深めることで評価される分野だと思うが、もう少し視野を広く、人材育成なども進めていくべきである。
- 数学は深めるのになかなか時間がかかると思っていて、そういう分野のトピックを変えようというのは、がらっと変えるというのは結構リスク。例えば学生さんにとっては、ハイリスク。
- 日本は転職に渋い顔をする人が結構多い。数学界で「分野を変えない方が良い」という雰囲気があるとするのは「日本の」という枕ことばをつけておきたい。

CRDSからの補足

- 米国の大学の学部教育においてはメジャー・マイナー（一つの専攻だけでなく、副専攻を取れる）という制度がある。カリフォルニア大学のサンディエゴ校では、直近8年間で数学をメジャーとする人たちの数が6倍近くになっている。その理由は数学をやっていると得ということを学生とともに学費を支える親なども知っているからである。すでにそういう社会であるというのが日本と違う。メジャー・マイナーがあるので、大学院というか、卒業してから違う方向に進む人たちが友人の中にいることがとてもいい点と思っている。
- 産業界の問題や諸科学の問題に数学から迫ろうと思ったときに、定式化としては、数学的に問題をアイデンティファイすることと、明示的に数学の問題としてフォーミュレートすることという2段階がある。この2段階をうまく、いろんな人に理解していただくというのが大切。
- (自分の専門たる) トピックを変えるということについて、私の学生たち、特に博士課程に来ていた学生に必ず二つのことを勉強するように勧めていた。いろんな人と付き合うというか、多様なコミュニケーションの機会があるのは、基本的に面白いはず。

(4) 企業で研究することのメリット/デメリット

(a) メリット

- 任期がなくお金への心配があまりないことはかなり大きいこと。社会還元が速いという性質があるので、ある意味でモチベーションが保ちやすい。

- いろいろな人と関わることができる点。さまざまな分野の研究者が周りにたくさんいる環境はかなり得がたいもの。数学から工業、産業へという一連の流れが体験できるということのも大きいところ。

(b) デメリット

- 企業では必ずしも自分がやりたいことができるということではないということと、期間が決まっていて1年単位とかでテーマが変わるので、数学と比べるとあまり集中してできないという点。

(5) 大学と企業の研究や基礎科学に対する意識の違い

- 外に出すこと（自社事業への貢献）を見越した研究を奨励される。チームによっては、業界のプレゼンス向上のためにアカデミア寄りの論文投稿を奨励される場合もあるが、まれ。企業にとっては、投資に近い基礎研究などにはマネジメントが消極的になるのは仕方ない。

(6) 将来への期待

- 数学科を出たとしてももう少しいろいろな視点があるということを知ってほしい。
- できる限りいろいろなことにチャレンジして、好きなことを突き止めたり、回り道を楽しんでほしい。役に立つと考えないで、好きなように学習をしていただけたらいい。
- 可能性を自分で狭めたらそこで終わってしまうので、取りあえず何でも挑戦してみるというのが大事。幸いにも現代は、追い風が吹いているような時代と思うので、果敢に挑戦してってもらえたら。
- 自分たちで（時代を）担う気概でいたい。あまり周りを気にし過ぎないで、自分の好きなことをやるのが一番。
- われわれの世代、あるいは上の世代の方々が、個々のやり方、生き方を見せるべきである。

A1.2 第2回ワークショップでの意見

(1) 人材育成とキャリアパス

(a) 人材育成

- 定義や論証、普遍性というような、数学の本質をしっかり教える。その上で数学の応用可能性や広がりを紹介し、産業界の研究者や技術者と学生たちと交流する機会を作ることによって、自分がすごく好きな数学がどんなふうにして応用され、広がっていくのかを知る機会を設けるというのが一つは大切。
- (大学でのゼミにおいては) 学生自身がどこにどこに興味を持つかという点を一番重要視している。
- いろんな人と交わって、その中で自分がやりたいことを主張する、自分がやりたいことのために必要な情報を自分で獲得できるというのは、社会人になっても同じく重要。
- 学術的に価値のある研究ができる数理科学人材を育成することはもちろん重要だが、もし社会や企業に貢献できる人材育成を考えるならバック・キャストイングできる人材育成がより重要になる。企業に就職を考えている学生には現実の世界で社会や企業が困っている問題を知ってもらえるように機会を与えることが望ましい。
- 人材育成で大事なものは、仮想空間と現実空間を行き来できる人材育成。別の言葉で言うと、演繹的なアプローチと帰納的なアプローチを使える人材や人材育成が重要。
- 企業や社会という大きなコミュニティの一員として仕事をするための人材育成。21世紀ではΠ型人材とH型人材「コーディネーター」が望まれている。
- 「実学としての数学」がもっと普及すると良いと考えている。「実学としての数学」は他分野の技術と融合した、もっと泥くさい数学になるが、数学を幅広く社会や企業のために役立てることができる。学生にはそういう勉強もしてもらいたいと思うし、キャリアチェンジできる機会も間違いなく増やせる。
- 数学科の学生さんを見ていてとても心配なのは、もちろんすごく優秀で真面目な人が多いが、個人でこもって研究するのを好む人が多い。企業や社会で活躍するためにはこれはとてもまずい。

- 名ソリスト（専門性の深い研究者像）だけでなく、何か課題があったときにほかの分野の人たちと一緒にアンサンブルを組んでアンサンブルの演奏家の役割を果たせる人であったり、シニアの世代になったときに、社会や産業の大きな課題に取り組むためにいろいろなソリストを束ねていける指揮者である。
- 数学、数理科学の人にはもっと社会に目を向け、人ともっと接してほしい。

(b) キャリアパス

- 産業界の方々にもご協力いただき、数学について知っていただく機会を持つこと。
- 企業に一度出た後、もう一度大学院のポスドクになって新しい知識を身につけ、3年ぐらいで起業をしたいというような、かなり明確な目標を持っている方をちらほら見受けられる。そういった積極的なキャリアパスの形成に、学術側だったり大学側だったりがどういうふうに対応し、支援できるのか。
- 学術界と社会・産業界を行ったり来たりするパスというものを恒常的に作るということが非常に大事。
- 数理科学（M）が専門家だった人もリカレント教育を利用して別の専門分野の技術を身につけられると、きっといろいろなキャリアパスが広がり、社会の流動性も増える。
- 会社では、第一走者の数理科学の専門家からサイエンスの専門家、テクノロジーの専門家、エンジニアリングの専門家にバトン渡しをして金メダルを目指す。いろんなニーズを知ることによってキャリアチェンジのチャンスが広がる。

(2) 企業で研究することのメリット/デメリット

(a) メリット

- 現実の課題を知り、課題解決に必要な、そして数学としても新しい研究課題や方法を得ることができる可能性がある。
- 就職直後から給料を自分で稼げるようになり、基本的にはテニユアの職が入るので、人生設計がしやすい。どこの企業も今、DX（デジタルトランスフォーメーション）を担える人材を欲しがっているため、数学分野の素養があればDX技術へのアプローチは難しくない。
- 数学を道具として、企業や社会で、実際に役に立つ仕事ができるという達成感を持てるというのは、とても良いこと。自分の専門分野だけでなく、他の分野にも興味がある人という人にも向いている。

(b) デメリット

- 企業では自分の望む専門・課題の研究とは直接つながらないことに時間を使うことになってしまう可能性があること。
- 企業の事業に貢献できることしか研究させてもらえない。日本のほとんどの企業は激しい国際競争力の中で基礎研究できる体力はほとんどない。
- 多くの企業ではどこでもジョブローテーションというのがある。ほかの部署で仕事をしなければならないということも経験する。またキャリアの後半では管理職か研究専門職かを選択せざるを得なくなる。

(3) 大学と企業の研究や基礎科学に対する意識の違い

- 大学はやはり基本的には直接応用ができることは求めない。企業の側では、現実の問題の解決に資することが重要である。企業の方がおっしゃったことで非常に印象に残ったのが、むしろ数十年以上先のことを考えてよい研究を大学ではすべきである、と。
- 九州大学IMIでは、企業の方々の協力を得て、大学院のドクターの学生が3カ月ほど企業で研究インターンシップをするということをやっている。それにより、自分たちが社会のために、あるいは産業界のためにできる事柄を何カ月間かにわたってディスカッションし、実践していくという場所が得られると思っている。
- 産業界の研究者の方も大学に数カ月以上滞在して、共に研究を進める機会を持ってもらうことが可能ならば、より一層、産業界と大学の間で科学技術に資するような研究が両者の協力できていくのではないかと。

(4) 将来への期待

- これからやはり企業というか社会で役に立つ研究をするためには、チームワークというのがすごく大事。自分自身の強みと自分自身がやりたいことを持って、いろいろな人の知恵を借りながら教え合って研究をしていくというのが、これからの自分の研究生活でも社会に出たときでも重要。
- 直線的なキャリアパスしか社会では求められていないような雰囲気あったが、選択肢はもっと別なこともあるんだということをいつでも頭に描いていただきたい。企業に行ってしまうと、自分ではどうしようもないようなポジションということもあるので、そのときにどうするかというときの選択肢というのを自身で考えて選べるようなマインドや強さを期待したい。それと、それを可能にするような社会、コミュニティのサポートがある方がいい。要するに、そういった行ったり来たりをしながら数学を選ぶ、あるいは数学をもう少し先に進めるということの選択肢が取りやすいような制度を考えていかななくてはいけない。
- 数学を取ったことが社会にとって強みになるという価値観醸成していけると、数学だったり応用数学を選ぶ学生のトータル数を増やせるのではないかと。とにかく数を増やすということに、もう少し力を入れなくてはならない。
- 現在、国でも若い人材を養成するためのいろいろなプロジェクトがある。そのうちの一つが優秀なドクター学生のかかなりの割合に奨学金を出して、生活の心配があまりない形で研究、勉学に励んでもらうという九州大学のシステムである。九州大学では、例えば企業の方たちの協力を得て、かなり交流の機会を持っているので、企業の方々にもご経験を伺う機会もある。
- もっと地方色を生かしたような大学や専門的な技術を生かした企業がたくさんあると思うので、できれば将来的には大きな大学、大企業に限らず、中小企業や大学との間の交流も進んでいくような、そういった方策ができていけばいい。

CRDSからの補足

- 数学というのは基本的に実用的（プラグマティック）な学問。数学をベースとしたときに何をやりたいのか、何があるのかということを考えるチャンス在大学や産業界との連携の機会に伝えていくことができる、それが大事。
- 数学系のPh.D.を取る学生が米国では毎年1700名ぐらい出ているのに、日本はその10分の1も出ていない。それが2倍、3倍になって社会においても数学をベースとして活躍する人たちが出てくると、閾値を超えてよい格好が出てくる。

付録2 数理人材需給の調査

この節においては、日本の数理人材について人材需給の状況を明らかにするため、国勢調査などのオープンデータから需要や供給を調査し、可能な範囲で（数理科学に対してオープンな）米国との比較を行った調査結果を示す。結果として、日本では米国と比べて供給が厳しいものとなっているという状況であることが明らかとなった。調査結果の詳細はA2.1以降に示す。

(1) 調査対象

調査対象とした「数理人材」の定義は、供給では数学・物理専攻の大学院卒業者とする。さらに需要はSTEM（科学、技術、工学、数学）の分野に関して、産業大分類として国内では「情報通信業」「学術研究、専門・技術サービス業」を、米国では「情報」「プロフェッショナルおよびビジネスサービス」を対象とした。職業大分類として国内では「専門的・技術的職業従事者」を、米国では「経営・ビジネス・科学・芸術」を対象とした。

(2) 調査内容

調査内容は①需要および供給②総数③新卒就職数④入職・離職率⑤退職数⑥外国人人材である。

(3) まとめ

(a) 需要について

日本の「職業別新規求人数（A2.2.1節）」「入職・離職率（A2.2.2節）」「退職者数（A2.2.3節）」からは、「専門的・技術的職業従事者」に関する顕著な変化はみられなかった。「職業別就業者の推移（A2.2.4節）」では「情報処理技術者」（約1.2倍）「機械技術者」（約1.4倍）「化学技術者」（約1.3倍）での就業者の増加がみられる（図12参照）。

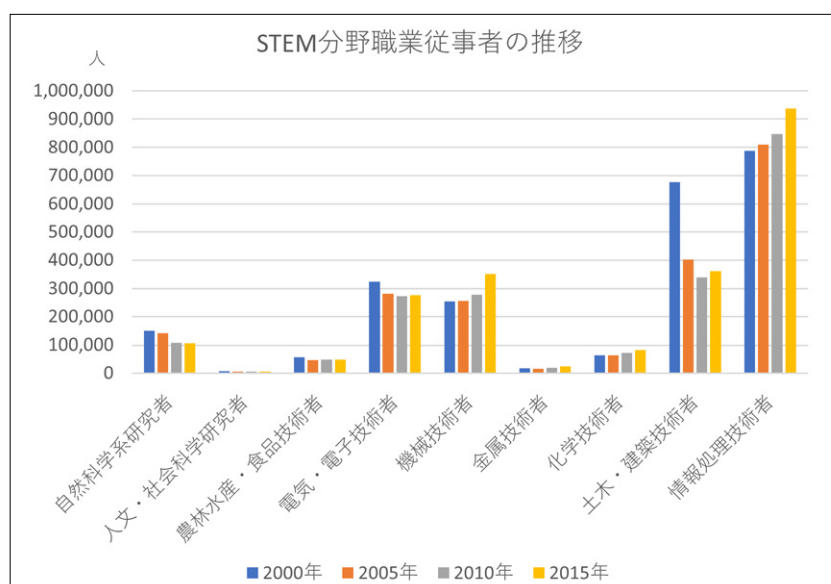


図12 国内STEM系就業者の推移

日本についてはこの後の予測データはないもの、STEM産業分野を支える人材への需要はあると推察される。

米国では、「入職・離職数（A2.2.7節）」の月次報告を見ると、求人数と入職数が最近5年間で増加している。また、「就業者の職業（A2.2.8節）」からは「専門的・科学的・管理等」は「教育・医療・社会支援」に次ぐ伸びを示しており、STEM産業の実務者は雇用者の中での構成ウエートも上がり20%を占めている（図13参照）。

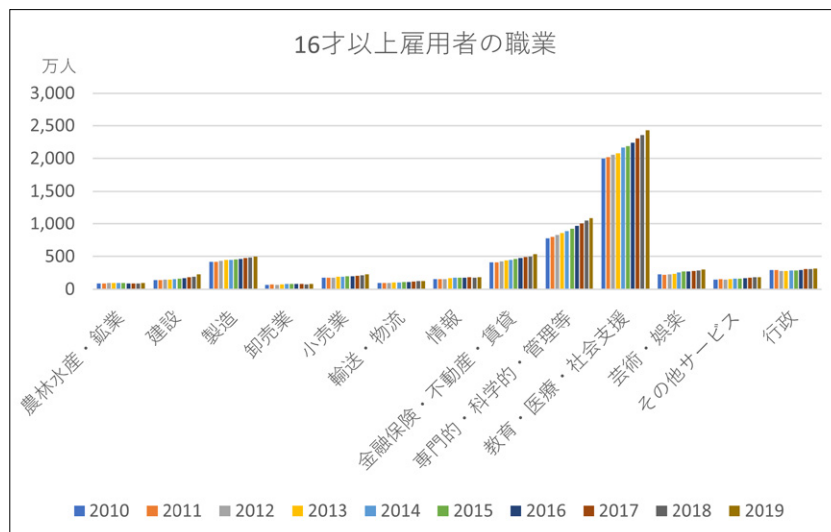


図13 米国就業者人口の推移

また、米国での2020年から2030年への雇用変化について、790の職業別に予測されている。2030年に50%以上伸びる職業では、医療保健関連や芸能アミューズメント系に加えて数理人材を必要とする職業も伸びることがうかがえる。

これらのことから、米国ではSTEM産業分野を支える人材への需要は今後ますます高まると推察される。

(b) 供給について

日本では「大学院数理専攻入学者の推移（A2.3.1）」について、物理では減少傾向にあり、数学では2016年に底を打ち回復基調にある（図14参照）。しかし、数理全体としては減少傾向であり、入学志願者においても同様の傾向がみられる。「大学院数理専攻卒業後の就職者数（A2.3.2節）」は修士では横ばい、博士では増加傾向だが絶対数が少ない。「大学院（理学）卒業後のSTEM分野への就職者数（A2.3.3節）」は増加傾向にあるものの、修士卒で増加傾向だが、博士卒では減少傾向にある。博士号取得状況（A2.3.4節）では、博士号取得者全体が減少傾向の中、理学系は横ばいである。

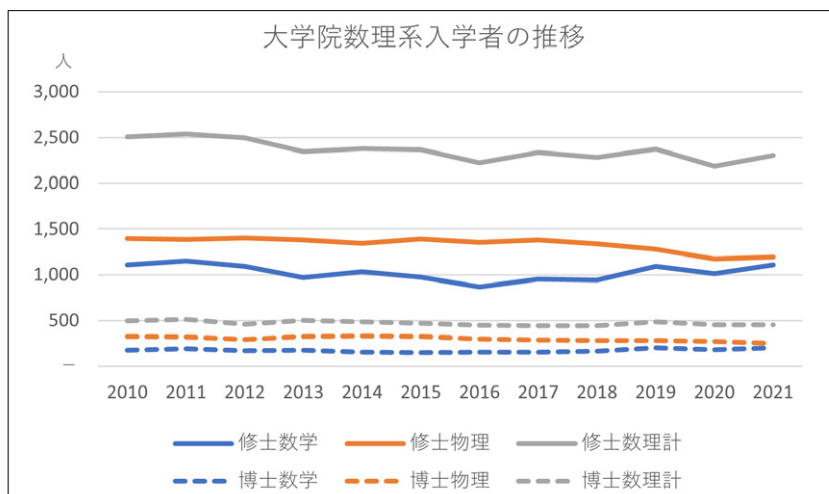


図14 国内大学院の数理専攻入学者の推移

以上から、入学者と比して就職者は増えているが、入学者そのものが減少傾向であることを考えると、日本での供給状況は厳しいと言える。

米国において、「博士取得者（A2.3.5節）」は数理系は2000-2017に約3000人増加している（図15参照）。「博士取得者研究分野（A2.3.6節）」では、数理系の研究分野で急成長している。

「主要国での博士号取得者（A2.3.7節）」は、米・中で急速に増加している。一方、日本は停滞気味である。

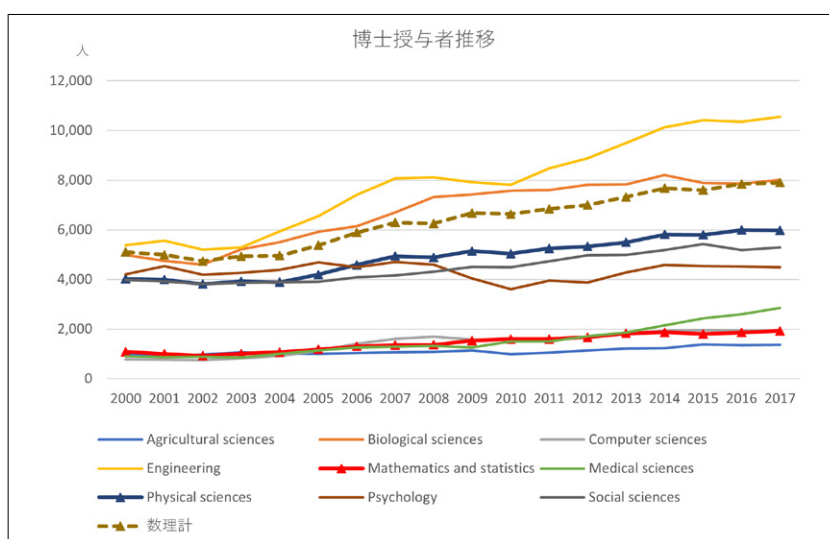


図15 米国博士取得推移（A2.3.5）

A2.1 調査項目の集計・推計方法

A2.1.1 調査項目

- ① 需要および供給
 - 需要・・・国勢調査から対象分野の就業者数を推計した。
 - 供給・・・学校基本調査等から対象分野の学位取得者数を推計した。
 - 国内では専攻別の大学院卒業後の進路から捉えた。
- ② 総数
 - 元データの分類から選択集計した場合、分類全体の総数も集計して全体の傾向も加味した。
- ③ 新卒就職数
 - 国内では、学科別の就職者数が把握できた。
 - 米国では、大学院卒業後の初職があるが専攻別には捉えられなかった。
- ④ 入職・離職率
 - 国内では、対象の産業分野での入職・離職率は把握できた。
 - 米国では、職種大分類で把握できた。
- ⑤ 退職数
 - 国内では、対象分野での退職数を把握できた。
 - 米国では退職数はないため、④「離職者数」を退職数として捉えた。
- ⑥ 外国人人材
 - 国内では、対象分野での外国人就業者数および留学生を把握できた。
 - 米国では外国人就業者数は国籍別で捉えられるが職業分類では捉えられなかった。

A2.1.2 産業および職業分類の日米比較

産業大分類		職業大分類	
日本	米国	日本	米国
A_農業、林業	農業、林業、漁業、狩猟、鉱業	A 管理的職業従事者	経営・ビジネス・科学・芸術
B_漁業	建設業	B 専門的・技術的職業従事者	サービス
C_鉱業、採石業、砂利採取業	製造業	C 事務従事者	営業職およびオフィス
D_建設業	卸売業	D 販売従事者	天然資源・建設・保守職
E_製造業	小売業	E サービス職業従事者	生産・輸送・材料移動
F_電気・ガス・熱供給・水道業	運輸・倉庫業、公共事業	F 保安職業従事者	
G_情報通信業	情報	G 農林漁業従事者	
H_運輸業、郵便業	金融・保険、不動産・賃貸・リース	H 生産工程従事者	
I_卸売業、小売業	専門職、科学、経営、行政および廃棄物管理サービス	I 輸送・機械運転従事者	
J_金融業、保険業	教育サービス、医療・社会福祉	J 建設・採掘従事者	
K_不動産業、物品賃貸業	芸術、娯楽、レクリエーション、宿泊および飲食サービス	K 運搬・清掃・包装等従事者	
L_学術研究、専門・技術サービス業	その他のサービス（行政を除く	L 分類不能の職業	
M_宿泊業、飲食サービス業	行政		
N_生活関連サービス業、娯楽業			
O_教育、学習支援業			
P_医療、福祉			
Q_複合サービス事業			
R_サービス業（他に分類されないもの）			
S_公務（他に分類されるものを除く）			
T_分類不能の産業			

- 産業大分類は黄色で示した分野を集計し、職業大分類はオレンジ色で示した分野を集計した。
- 分野の中の下位分類には数理人材が必要でないものも含む。
- 日本の専門的職業には医療・福祉・芸術系を含む。

(参考) 対象産業分類の下位分類

日本	米国
G 情報通信業 37 通信業 37a 電気通信業 373 電気通信に附随するサービス業 38 放送業 38a 放送業 39 情報サービス業 391 ソフトウェア業 392 情報処理・提供サービス業 40 インターネット附随サービス業 401 インターネット附随サービス業 41 映像・音声・文字情報制作業 41a 映像・音声情報制作業 413 新聞業 414 出版業 415 広告制作業 416 映像・音声・文字情報制作に附随するサービス業	51-情報 511 - 出版業（インターネットを除く） 5111 - 新聞、定期刊行物、書籍、ディレクトリ出版業 5112 - ソフトウェア出版業 512 - 映画・録音業 5121 - 映画・ビデオ産業 5122 - 音響制作業 515 - 放送事業（インターネットを除く） 5151 - ラジオ・テレビ放送 5152 - ケーブルテレビ、その他の受信料番組 517 - 電気通信事業 5171 - 有線電気通信事業者 5172 - 無線電気通信事業者（衛星を除く。） 5173 - 電気通信再販業者 5174 - 衛星電気通信 5179 - その他の電気通信事業 518 - データ処理、ホスティング、および関連サービス 5182 - データ処理、ホスティング、および関連サービス 519 - その他の情報サービス 5191 - その他の情報サービス
L 学術研究、専門・技術サービス業 71 学術・開発研究機関 71a 学術・開発研究機関 72 専門サービス業（他に分類されないもの） 721 法律事務所、特許事務所 722 公証人役場、司法書士事務所、土地家屋調査士事務所 723 行政書士事務所 724 公認会計士事務所、税理士事務所 725 社会保険労務士事務所 726 デザイン業 728 経営コンサルタント業、純粋持株会社 72a その他の専門サービス業 73 広告業 731 広告業 74 技術サービス業（他に分類されないもの） 741 獣医業 742 土木建築サービス業 743 機械設計業 744 商品・非破壊検査業 746 写真業 74a その他の技術サービス業	54 - 専門的、科学的、技術的サービス 541 - 専門的、科学的、技術的サービス 5411 - 法律サービス 5412 - 会計、税務申告、簿記、給与計算サービス 5413 - 建築、エンジニアリング、および関連サービス 5414 - 特殊な設計サービス 5415 - コンピューターシステムデザインおよび関連サービス 5416 - 経営、科学、技術コンサルティングサービス 5417 - 科学的研究・開発サービス 5418 - 広告、広報、および関連サービス 5419 - その他の専門的、科学的、および技術的サービス

総務省実施の「令和2年国勢調査」の調査計画で用いた「日本標準産業分類」より

詳細分類表は下記ウェブサイトに掲載されている。

日本の産業分類・職業分類

e-Stat, 「国勢調査（令和2年10月承認）」,

<https://www.e-stat.go.jp/surveyplan/p00200521001>（アクセス2025年8月13日）

米国の産業分類・職業分類

United States Census Bureau Homepage, <https://data.census.gov/cedsci/all?q=occupation>（アクセス2025年8月13日）

A2.1.3 データ取得先

データの取得先は以下となっており、以降のデータ、グラフはそれらをもとにCRDSが作成した。
(粒度) 産大：産業大分類 職中：職業中分類

	日本				米国			
	対象データ	開示期間	Webサイト	粒度	対象データ	開示期間	Webサイト	粒度
需要	職業別新規求人数	2012年～2021年	②e-Stat厚生労働省「雇用状況実態調査」	職中	雇用状況(求人・入職・離職)	2010～2021年	⑥U.S. Bureau of Labor Statistics (雇用動向調査)	産大
	入職・離職率 入職・離職者数の推移	2009年～2017年	②e-Stat厚生労働省「雇用動向調査」	産大				
	退職者数	2011年～2020年	②e-Stat厚生労働省「雇用動向調査」	産大				
	就業者の職業	2000年～2015年	③e-Stat総務省「国勢調査」	職中	米国就業者人口の推移	2000年～2019年	⑦U.S. Census Bureau (国勢調査)	職大
	技術者の年齢構成	2000年～2015年	③e-Stat総務省「国勢調査」	職大				
	外国人人材	2005年～2015年	③e-Stat総務省「国勢調査」	産大	米国雇用予測		⑥U.S. Bureau of Labor Statistics (雇用動向調査)	職小
	国籍別就労者数の推移	2005年～2015年	③e-Stat総務省「国勢調査」	産大				
供給	大学院の数理専攻 入学者の推移	2000年～2021年	①e-Stat文部科学省「学校基本調査」		(入学時に専攻が決まっていない)			
	大学院卒業後の就職者数	2010年～2021年	①e-Stat文部科学省「学校基本調査」	専攻				
	大学院卒業後のSTEM分野への就職者数	2010年～2021年	①e-Stat文部科学省「学校基本調査」	学部 産大				
	国内博士号取得状況	1981年～2018年	科学技術・学術政策研究所 (NISTEP)	学部	米国博士取得推移	2000年～2017年	⑧Science and Engineering Indicators (科学工学指標)	分野
	主要国での博士号取得者	2000年～2018年	科学技術・学術政策研究所 (NISTEP)		米国博士取得者研究分野推移	1990年～2020年	⑧Science and Engineering Indicators (科学工学指標)	分野
	日本における外国人大学院生の状況	2000年～2020年	科学技術・学術政策研究所 (NISTEP)		米国での外国人大学院生の状況	2007年～2018年	科学技術・学術政策研究所 (NISTEP)	

付録2 数理人材需給の調査

A2.2 需要に関する調査

A2.2.1 国内職業別新規求人数

【元データ】

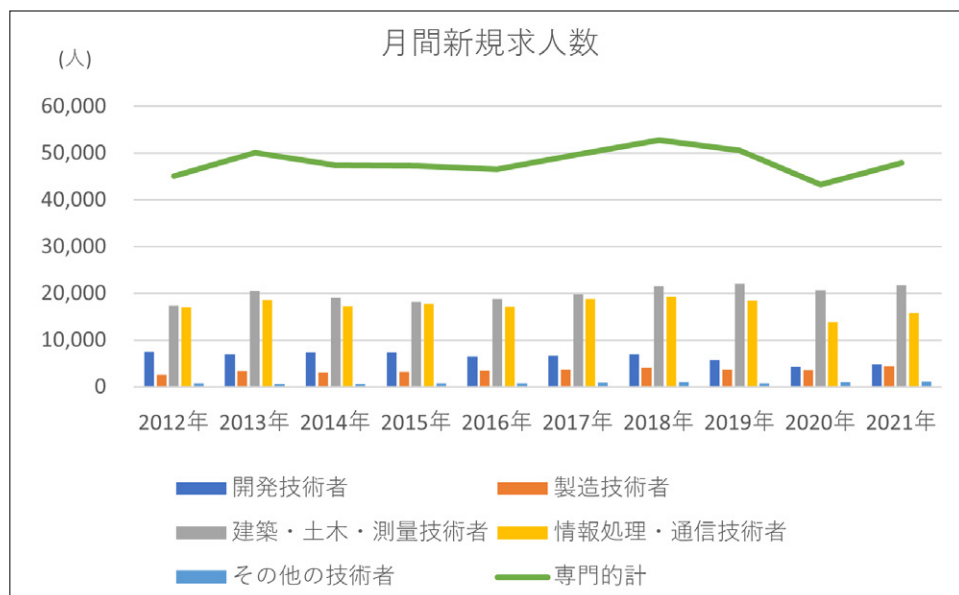
e-Statから厚労省→一般職業紹介状況（職業安定業務統計）

→21 職業別労働市場関係指標（実数）（平成23年改定）（平成24年3月～）を選択。

「第21表」の「第21表-1 新規求人（パート含む常用）」シートより毎年10月の状況を採取。

職業区分は、職業大分類＝「専門的・技術的職業」に含まれる職業中分類5分類を対象とした。

【グラフと分析】



2020年を除けば、全体として横ばい傾向である。

2018年から開発技術者と情報処理技術者の減少傾向となっている。

【グラフ元データ】

（単位：人）

	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年
開発技術者	7,476	7,025	7,335	7,362	6,438	6,589	7,016	5,724	4,268	4,744
製造技術者	2,549	3,301	3,112	3,225	3,388	3,681	3,992	3,617	3,502	4,420
建築・土木・測量技術者	17,408	20,496	19,075	18,182	18,756	19,839	21,480	22,008	20,592	21,802
情報処理・通信技術者	16,955	18,539	17,177	17,738	17,156	18,784	19,257	18,458	13,780	15,757
その他の技術者	687	648	631	731	761	824	957	792	1,043	1,171
専門的計	45,075	50,009	47,330	47,238	46,499	49,717	52,702	50,599	43,185	47,894
職業計	716,316	786,407	800,574	843,355	840,953	899,104	944,433	920,103	713,608	773,022
全職業に対する構成比 (%)	6.3	6.4	5.9	5.6	5.5	5.5	5.6	5.5	6.1	6.2

A2.2.2 国内入職・離職率

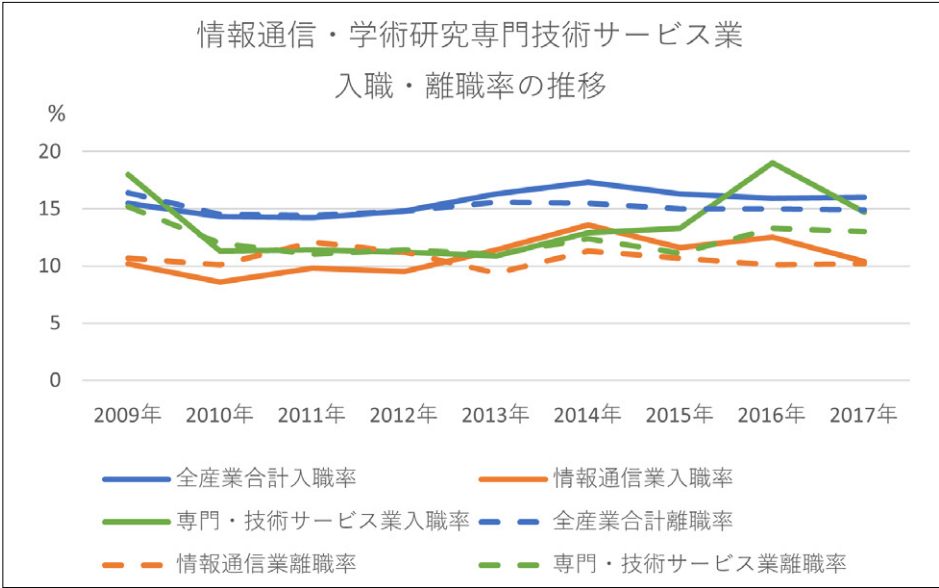
入職・離職率

【元データ】

e-Statから「厚生労働省」→「雇用動向調査」→「データベース」→「年次別推移」
→「入職者」→2.産業（大分類）別入職・離職率（2007年11月改定の日本標準産業分類に基づく）
を選択。

2009～2019年の間の入職率・離職率が産業大分類別に公表されており、「情報通信業」「学研究、
専門・技術サービス業」を対象とした。

【グラフと分析】



情報通信および学術研究、専門・技術サービス業では、2010-2012年を除いて入職率が離職率を上回っている

【グラフ元データ】

単位：％

産業（大分類）	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
情報通信業入職率	10.2	8.6	9.8	9.5	11.4	13.6	11.6	12.5	10.4
専門・技術サービス業入職率	18	11.3	11.4	11.2	10.9	12.9	13.3	19	14.7
全産業合計入職率	15.5	14.3	14.2	14.8	16.3	17.3	16.3	15.9	16
情報通信業離職率	10.7	10.1	12.1	11.2	9.4	11.3	10.7	10.1	10.2
専門・技術サービス業離職率	15.2	12	11	11.4	11	12.4	11.1	13.3	13
全産業合計離職率	16.4	14.5	14.4	14.8	15.6	15.5	15	15	14.9

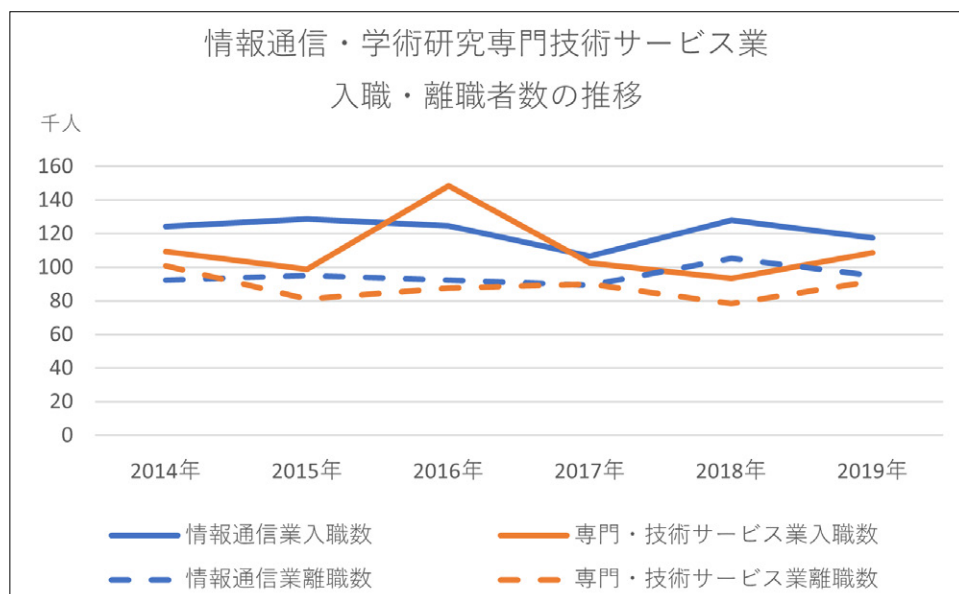
大学・大学院卒業のSTEM分野入職者数・離職者数の推移

【元データ】

e-Statから「厚生労働省」→「雇用動向調査」→「データベース」マーク
 →「入職者」→8.性、産業（中分類）、職歴、学歴別入職者数
 →「離職者」→25.性、就業形態、産業（中分類）、職歴、学歴別離職者数
 （以下入職者と同様）

2014～2019年の入職者数と離職者数が学歴別に得られ、産業大分類は「情報通信業」「学術研究、専門・技術サービス業」を対象とし、学歴（「中学」「高校」「専修学校」「高専・短大」「大学・大学院」の5分類）は「大学・大学院」を選択した。

【グラフと分析】



情報通信および学術研究、専門・技術サービス業では、入職者数が離職者数を常に上回っている。

【グラフ元データ】

単位：千人

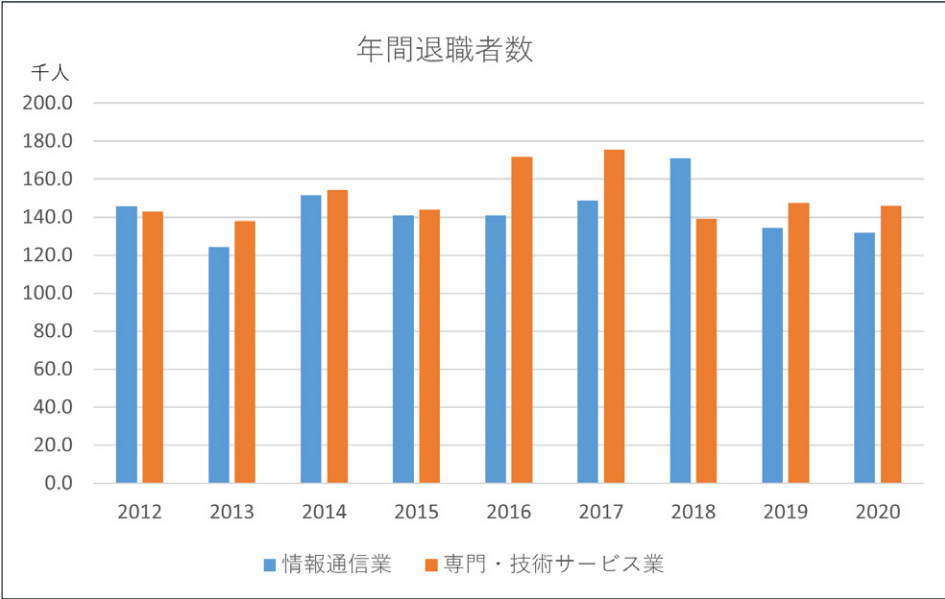
	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
情報通信業入職数	124.4	128.6	124.6	106.6	128.2	117.6
専門・技術サービス業入職数	109.2	98.7	148.6	102.4	93.2	108.5
情報通信業離職数	92.3	95	92.5	89.3	105.4	95.2
専門・技術サービス業離職数	100.8	81.2	87.7	90.1	78.4	91.8

A2.2.3 国内STEM分野退職者数

【元データ】

e-Statから「厚生労働省」→「雇用動向調査」→データセット「退職者」で検索し、
「雇用動向調査 / 結果原表 / 年計 ○○○○年」抽出。
第57表 産業（中分類）、企業規模、四半期別 退職者数（年計のみ）
2012～2019年の退職者年計が産業大分類で公表されており、「情報通信業」「専門・技術サービス業」を選択。

【グラフと分析】



情報通信および学術研究、専門・技術サービス業では、退職者数が合計30万人前後の横ばいで推移している。
STEM分野での退職者全体に対する構成比は減少傾向にある。
退職者は「離職者のうち調査期間中に離職した出向者・出向復帰者を除いた者」と国内で定義されており、米国では離職者のみである。

【グラフ元データ】

単位：千人

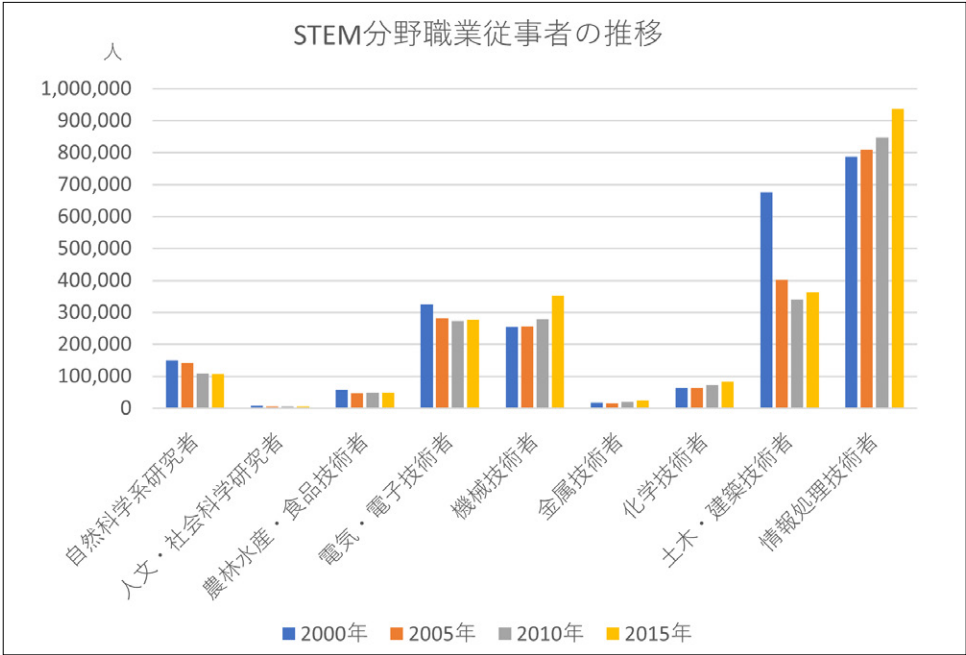
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
情報通信業	145.6	124.4	151.4	141.0	141.0	149.0	171.0	134.2	131.7
専門・技術サービス業	142.9	137.9	154.2	144.0	171.7	175.8	139.2	147.3	146.0
STEM合計	288.5	262.3	305.6	285.0	312.7	324.8	310.2	281.5	277.7
全産業	6,617.9	7,061.7	7,010.2	6,965.9	7,146.5	7,225.1	7,177.2	7,761.3	7,131.3
STEM構成比 (%)	4.4	3.7	4.4	4.1	4.4	4.5	4.3	3.6	3.9

A2.2.4 国内STEM系就業者の推移

【元データ】

e-Statから「総務省」→「国勢調査」でキーワード「就業者の産業・職業」で検索。
「009-2015/職業（小分類）、従業上の地位（7区分）、男女別15歳以上就業者数－全国（平成〇〇年）」を採取。
2000～2015年の5年単位で、産業中分類から「専門的・技術的職業従事者」と「情報処理技術者」を選択し、従業上の地位6区分（「雇用者」「役員」「雇人のある業主」「雇人のない業主」「家族従業者」「家庭内職者」）から「雇用者」を抽出。

【グラフと分析】



機械技術、化学技術、情報処理の技術者が増加している。
STEM分野構成比は2000年の土木を除けば毎回増加している。

【グラフ元データ】

単位：人

	2000年	2005年	2010年	2015年
自然科学系研究者	150,017	140,511	108,190	107,220
人文・社会科学研究者	6,846	5,802	5,450	5,750
農林水産・食品技術者	56,948	46,351	48,120	48,140
電気・電子技術者	324,620	281,372	273,470	276,230
機械技術者	254,166	256,393	278,680	352,830
金属技術者	17,898	15,600	19,770	23,870
化学技術者	64,788	64,713	71,970	82,770
土木・建築技術者	677,074	402,778	339,910	362,810
情報処理技術者	788,426	810,546	847,750	936,590
STEM 合計	2,340,783	2,024,066	1,993,310	2,196,210
総数	48,805,156	48,356,858	46,279,010	46,536,640
STEM 構成比 (%)	4.8	4.2	4.3	4.7

A2.2.5 国内技術者の年齢構成

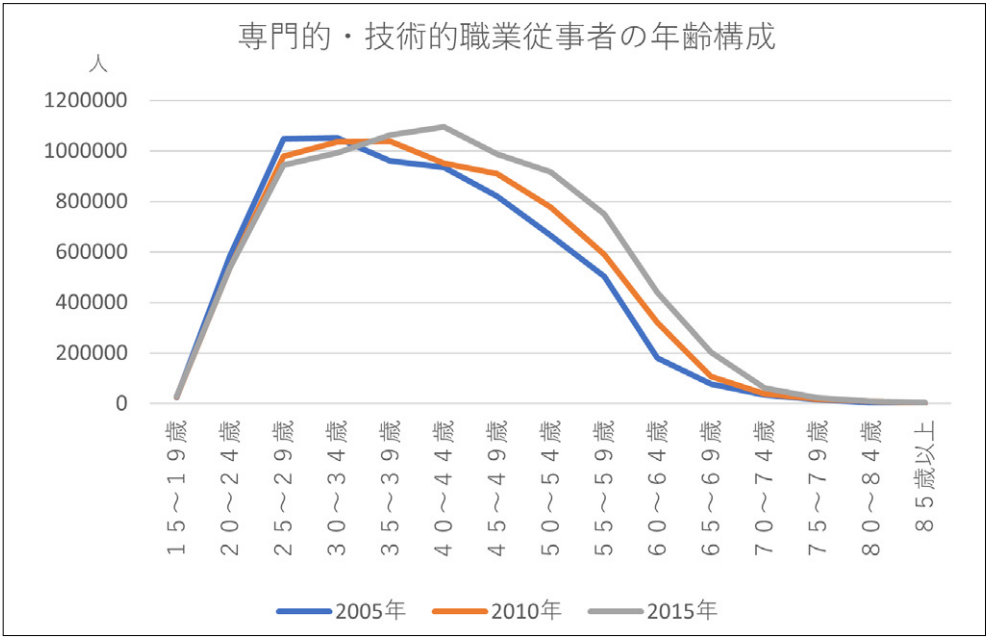
【元データ】

e-Statから「総務省」→「国勢調査」で「平成〇〇年国勢調査」

キーワード「職業（大分類） 従業上の地位 年齢」で検索。

年齢5歳ごとで職業大分類＝「専門的・技術的職業従事者」とし、従業上の地位6区分（「雇用者」「役員」「雇人のある業主」「雇人のない業主」「家族従業者」「家庭内職者」）では「雇用者」を選択。

【グラフと分析】



全体としては100万人増加しているが、ピークが2005年が25～29歳、2010年が35～39歳、2015年が40～44歳と高齢化しているが、全職種に対するSTEM構成比では25～29歳のピークは変化なし。

【グラフ元データ】

単位：人

	STEM 就業者			総数			STEM 構成比 (%)		
	2005年	2010年	2015年	2005年	2010年	2015年	2005年	2010年	2015年
15～19歳	25,515	26,958	28,531	935,777	736,608	755,545	2.7	3.7	3.8
20～24歳	581,968	537,178	538,270	4,298,749	3,537,673	3,202,723	13.5	15.2	16.8
25～29歳	1,047,033	978,605	944,844	5,769,479	4,803,541	4,223,163	18.1	20.4	22.4
30～34歳	1,051,030	1,035,483	991,484	6,360,589	5,267,479	4,630,035	16.5	19.7	21.4
35～39歳	960,178	1,038,725	1,064,507	5,585,564	6,086,158	5,288,442	17.2	17.1	20.1
40～44歳	934,612	950,306	1,095,567	5,340,026	5,500,988	6,311,124	17.5	17.3	17.4
45～49歳	821,025	909,463	987,325	5,072,500	5,152,457	5,620,314	16.2	17.7	17.6
50～54歳	666,139	778,091	916,979	5,278,631	4,708,982	5,087,474	12.6	16.5	18.0
55～59歳	503,764	590,315	749,113	5,300,425	4,644,953	4,445,861	9.5	12.7	16.8
60～64歳	181,437	320,071	438,911	2,669,406	3,649,385	3,639,307	6.8	8.8	12.1
65～69歳	78,164	107,213	203,365	1,153,093	1,483,866	2,273,859	6.8	7.2	8.9
70～74歳	34,799	39,603	62,375	416,560	511,540	812,031	8.4	7.7	7.7
75～79歳	15,649	17,213	22,347	127,330	148,091	236,113	12.3	11.6	9.5
80～84歳	4,749	7,876	8,990	34,898	42,796	59,006	13.6	18.4	15.2
85歳以上	1,772	2,410	4,263	13,831	12,138	20,133	12.8	19.9	21.2
総数	6,907,834	7,339,510	8,056,871	48,356,858	46,286,655	46,605,130	14.3	15.9	17.3

A2.2.6 国内外国人 STEM 就業者の推移

【元データ】

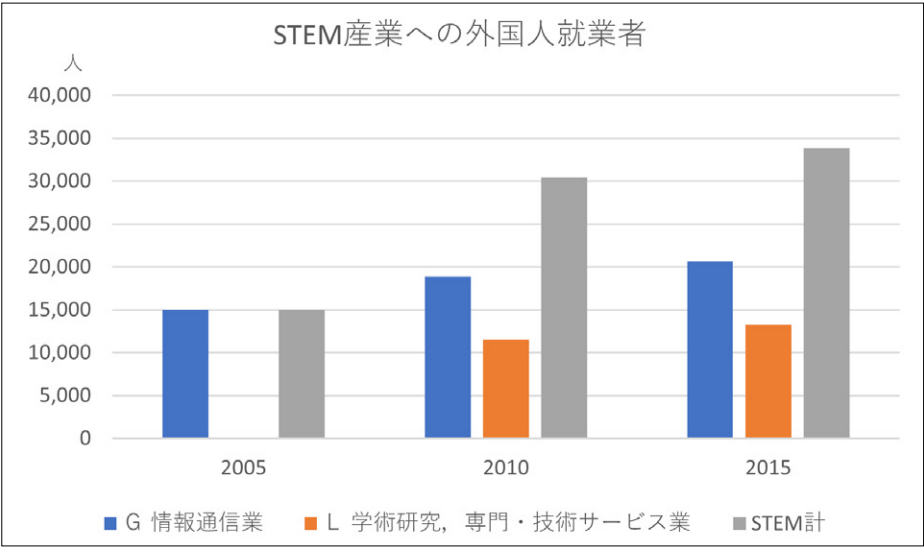
e-Statから「総務省」→「国勢調査」→「平成〇〇年国勢調査」→キーワード「産業 外国人就業者」で検索。

「04220 産業（大分類）、従業上の地位（7区分）、男女別15歳以上外国人就業者数（15歳以上総就業者数および15歳以上日本人就業者数－特掲）全国、都道府県、人口50万以上の市区」を選択。

産業（大分類）で「情報通信業」「学研究、専門・技術サービス業」を、従業上の地位5区分（「雇用者」「役員」「雇人のある業主」「雇人のない業主」「家族従業者」）では「雇用者」を集計。

なお、2005年以前は「専門・技術サービス」の分類がなく、2000年以前は「情報通信業」の分類がないので採取不可。

【グラフと分析】



データは少ないが、外国人就業者は増加傾向。中国からの就業者が増加している。
外国人のSTEM分野への就労者は増えつつあるが、外国人全体の比率は少ない。

【グラフ元データ】

単位：人

	2005	2010	2015
G 情報通信業	14,980	18,905	20,626
L 学研究, 専門・技術サービス業		11,500	13,246
STEM計	14,980	30,405	33,872
全産業	772,375	759,363	807,996
STEM構成比 (%)	1.9	4.0	4.2

【補足】国籍別就労者数の推移

e-Statから「総務省」→「国勢調査」→「平成〇〇年国勢調査」でキーワード「産業 外国人就業者」で検索、青字の「03220 職業（大分類）、国籍（12区分）、男女別15歳以上外国人就業者数（15歳以上総就業者数および15歳以上日本人就業者数-特掲）全国、都道府県、21大都市、特別区、人口50万以上市」から採取。

産業（大分類）で「情報通信業」「学術研究、専門・技術サービス業」を集計。

なお、2010年以前はインドの分類がない。

単位：人

	2005	2010		2015		2005	2010	2015	2005	2010	2015
	G情報通 信業	G情報通 信業	L学術研究, 専門・技術 サービス業	G情報通 信業	L学術研究, 専門・技術 サービス業	全産業総数			STEM構成比（%）		
総数	18,156	21,497	16,334	23,685	18,582	772,375	759,363	807,996	2.4	5	5.2
韓国, 朝鮮	5,699	5,783	4,962	5,534	4,879	225,888	195,298	173,534	2.5	5.5	6
中国	7,546	10,574	4,577	11,463	5,494	185,738	239,826	232,756	4.1	6.3	7.3
フィリピン	329	368	605	455	801	64,185	71,041	94,165	0.5	1.4	1.3
タイ	79	90	150	142	216	11,366	13,048	16,535	0.7	1.8	2.2
インドネシア	133	101	119	158	169	12,909	12,090	16,708	1	1.8	2
ベトナム	130	279	247	517	726	11,467	16,872	52,415	1.1	3.1	2.4
インド				856	480			6,638			20.1
イギリス	310	310	511	390	546	7,319	6,630	7,218	4.2	12.4	13
アメリカ	973	994	1,440	1,177	1,423	22,348	21,036	23,294	4.4	11.6	11.2
ブラジル	349	262	486	271	572	140,830	82,545	68,385	0.2	0.9	1.2
ペルー	60			87	143	22,552	17,763	17,305	0.3	0	1.3

中国からの就労者が多く伸びていて、韓国が停滞している。近年インドがSTEM構成率からも急伸の傾向である。

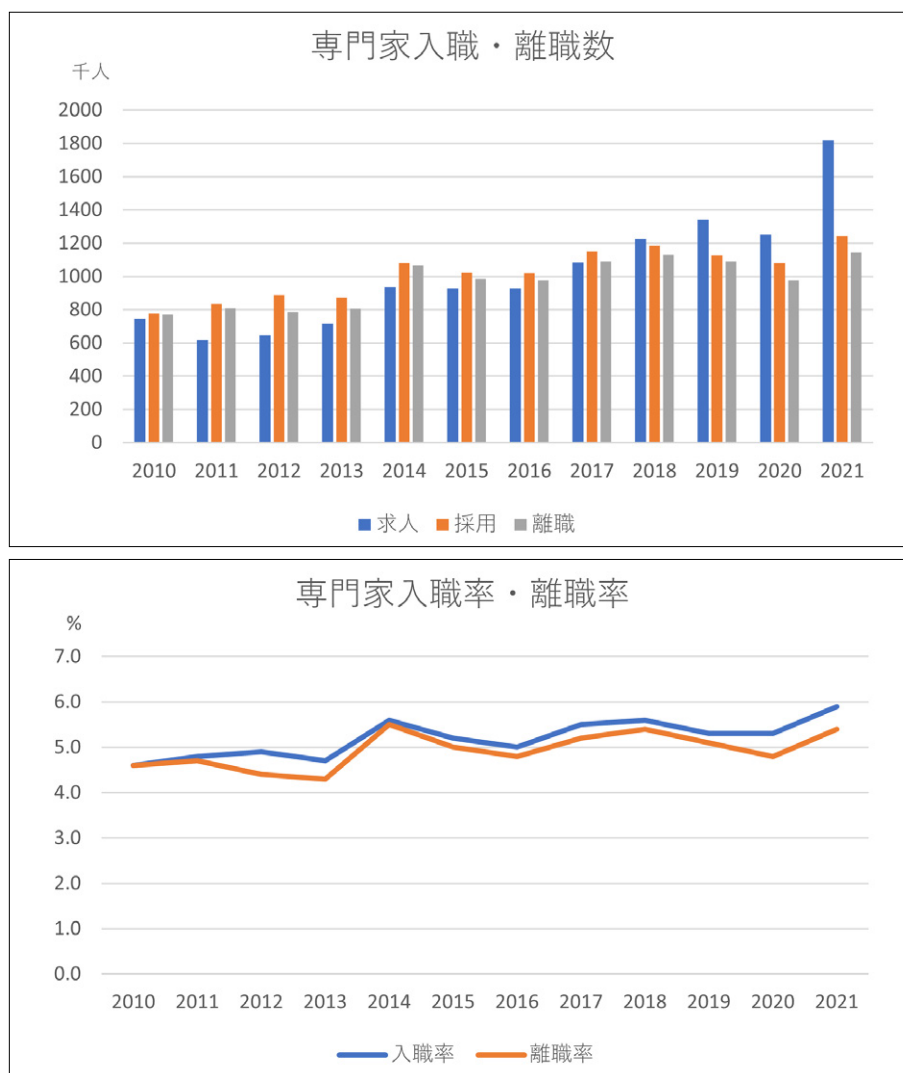
A2.2.7 米国雇用状況（求人・入職・離職）

【元データ】

「U.S. Bureau of Labor Statistics」の中に「Job Openings and Labor Turnover Survey」があり、2004年からの月毎ファイルがある。

毎年10月の産業大分類＝「Professional and business services」から求人・入職・離職数を集計。

【グラフと分析】



入職率は常に離職率を上回っており、STEM離職者は100万人程度で推移している。

【グラフ元データ】

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
求人(千人)	全体	3,362	3,267	3,675	3,925	4,834	4,998	5,534	5,996	7,079	7,581	6,652	11,033
	専門的	744	618	646	717	937	927	926	1,083	1,227	1,343	1,252	1,819
採用(千人)	全体	4,196	4,040	4,339	4,509	5,055	4,996	5,099	5,552	5,892	5,801	5,812	6,464
	専門的	778	833	888	873	1,079	1,022	1,020	1,151	1,184	1,128	1,081	1,244
離職(千人)	全体	4,047	3,932	4,084	4,249	4,824	4,821	4,875	5,178	5,556	5,550	5,107	5,892
	専門的	770	809	785	805	1,066	984	979	1,090	1,131	1,089	977	1,145
入職率(%)	全体	3.2	3.1	3.2	3.3	3.6	3.5	3.5	3.8	3.9	3.9	4.1	4.4
	専門的	4.6	4.8	4.9	4.7	5.6	5.2	5.0	5.5	5.6	5.3	5.3	5.9
離職率(%)	合計	3.1	3	3.1	3.1	3.5	3.4	3.4	3.5	3.7	3.7	3.6	4.0
	専門的	4.6	4.7	4.4	4.3	5.5	5.0	4.8	5.2	5.4	5.1	4.8	5.4

(参考) 2021/10元データ

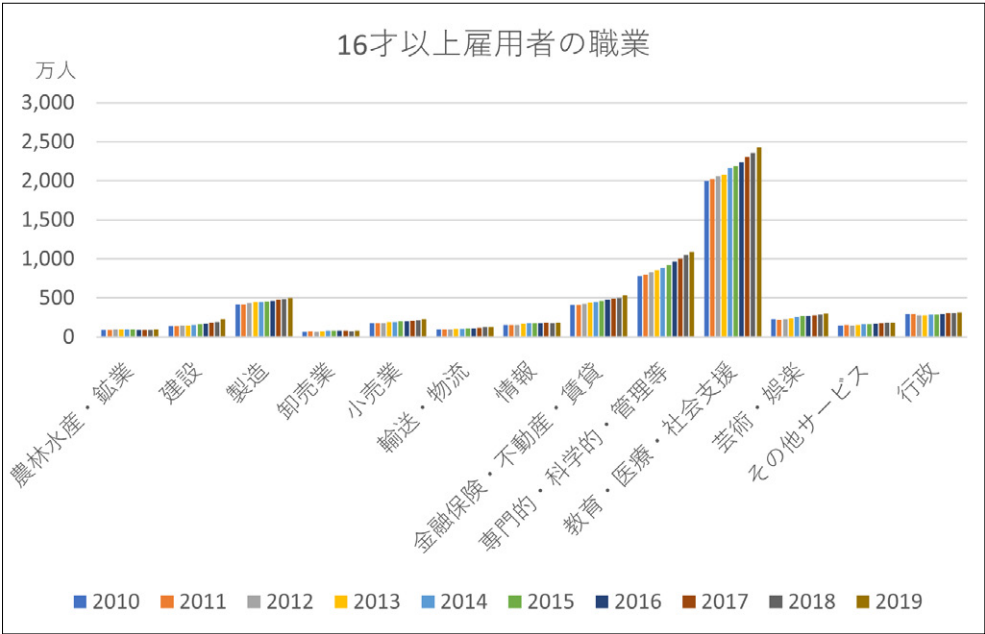
Category	Job openings			Hires			Total separations		
	Oct. 2020	Sept. 2021	Oct. 2021 ^P	Oct. 2020	Sept. 2021	Oct. 2021 ^P	Oct. 2020	Sept. 2021	Oct. 2021 ^P
LEVELS BY INDUSTRY (in thousands)									
Total.....	6,873	10,602	11,033	6,035	6,546	6,464	5,427	6,147	5,892
Total private.....	6,173	9,614	10,118	5,696	6,206	6,100	4,878	5,821	5,545
Mining and logging.....	21	37	37	19	18	24	20	16	23
Construction.....	253	354	410	401	361	378	343	321	342
Manufacturing.....	545	948	1,009	384	483	495	354	452	424
Durable goods.....	302	568	584	226	264	274	205	243	225
Nondurable goods.....	243	380	425	159	219	221	149	209	199
Trade, transportation, and utilities.....	1,160	2,020	1,996	1,276	1,375	1,315	1,129	1,282	1,200
Wholesale trade.....	178	319	330	136	179	167	122	167	153
Retail trade.....	703	1,073	1,055	739	896	867	740	861	856
Transportation, warehousing, and utilities.....	278	629	611	401	301	280	268	255	191
Information.....	117	155	180	123	109	124	78	97	98
Financial activities.....	304	438	446	250	299	207	208	267	190
Finance and insurance.....	225	322	321	152	224	128	131	207	119
Real estate and rental and leasing.....	79	115	125	99	75	78	78	59	71
Professional and business services.....	1,225	1,784	1,819	1,102	1,230	1,244	1,036	1,134	1,145
Education and health services.....	1,394	1,940	1,999	727	808	811	709	806	776
Educational services.....	116	134	176	88	59	113	84	89	86
Health care and social assistance.....	1,278	1,806	1,823	639	749	698	625	717	690
Leisure and hospitality.....	888	1,530	1,781	1,154	1,243	1,248	828	1,158	1,111
Arts, entertainment, and recreation.....	97	186	183	145	193	165	115	167	153
Accommodation and food services.....	792	1,344	1,598	1,009	1,050	1,082	713	992	958
Other services.....	266	407	442	258	279	256	172	288	235
Government.....	700	988	914	339	340	364	549	326	347
Federal.....	103	136	140	47	42	43	198	45	46
State and local.....	598	852	775	292	298	322	351	281	300
State and local education.....	228	261	299	138	127	164	196	149	140
State and local, excluding education.....	369	591	476	154	171	157	155	132	160

A2.2.8 米国就業者人口の推移

【元データ】

「U.S. Census Bureau」の「Explore Census Data」で「Occupation」を検索。
「S2405 INDUSTRY BY OCCUPATION FOR THE CIVILIAN EMPLOYED POPULATION 16 YEARS AND OVER」から職業＝「情報」「専門的・科学的・管理的」の雇用人口を集計。

【グラフと分析】



STEM就業者の伸びが一番あり、雇用者ウエートも上がっている。

【グラフ元データ】

単位：万人

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
農林水産・鉱業	89	88	95	97	95	95	89	87	90	96
建設	142	139	145	146	158	165	172	187	192	230
製造	416	422	432	446	447	453	463	475	484	503
卸売業	69	72	67	74	80	81	80	80	78	86
小売業	175	176	181	189	195	199	203	210	215	227
輸送・物流	99	99	99	102	108	110	115	118	124	130
情報	153	154	158	167	176	179	180	182	179	188
金融保険・不動産・賃貸	410	415	427	438	445	463	477	493	503	533
専門的・科学的・管理的	775	798	829	860	884	927	968	1,008	1,047	1,094
教育・医療・社会支援	2,003	2,018	2,056	2,083	2,165	2,191	2,240	2,309	2,355	2,429
芸術・娯楽	226	225	231	240	262	270	275	282	286	304
その他サービス	150	155	151	154	163	164	172	179	184	187
行政	292	292	282	279	286	289	297	306	311	319
全体	4,991	5,054	5,159	5,268	5,462	5,585	5,737	5,923	6,052	6,334
STEM 構成比	18.6	18.8	19.1	19.5	19.4	19.8	20	20.1	20.3	20.2

A2.2.9 米国雇用予測

【元データ】

「U.S. Bureau of Labor Statistics」→「DATA TOOLS」→「Employment Projections」→「Employment Projections Data」
<https://www.bls.gov/data/#projections>（アクセス2022年3月16日）

2020年から2030年への雇用変化が790の職業別に予測されている。

【伸長する職業】

2030年に50%以上伸びる職業は下表の通りであり、医療保健関連や芸能アミューズメント系のよう
な大きな伸びはないものの数理人材を必要とする職業は堅調である。

単位：千人

職業	雇用 2020	雇用 2030	増加数	増加率（％）
看護師 * 急性期看護師 * 成人期看護師 * 循環器科看護師 * 認定看護師 * 小児科看護師 * 認定登録看護師など	220.3	335.2	114.9	52.2
案内係、ロビーアテンダント、チケットコレクター * ドライブインシアターアテンダント * ロビーアテンダントなど	81.5	131.9	50.4	61.8
映画映写技師 * 映写技師長 * 映画映写機オペレーター * 映画映写技師 * 映写機ブースオペレーター * 視聴覚技師	1.7	2.9	1.2	70.5
太陽光発電設置者 * PV インストーラー * PV パネル設置者 * 太陽光発電設置技術者 * ソーラー PV インストーラー	11.8	17.9	6.1	52.1
風力発電機サービス技術者 * 風力発電機整備士 * 風車整備士 * 風車整備士	6.9	11.7	4.7	68.2

STEM分野で20%以上伸びるものは次の通り。

- データサイエンティストと数理科学の職業、その他すべて（31.4%）
- 情報セキュリティアナリスト（33.3%）
- ソフトウェア開発者、ソフトウェア品質保証アナリスト、テスター（22.2%）
- コンピューター・情報系の研究者（21.9%）
- コンピューター数値制御ツールプログラマー（27.4%）
- 疫学者（29.6%）
- 統計学者、統計アナリスト（35.4%）

A2.3 供給に関する調査結果

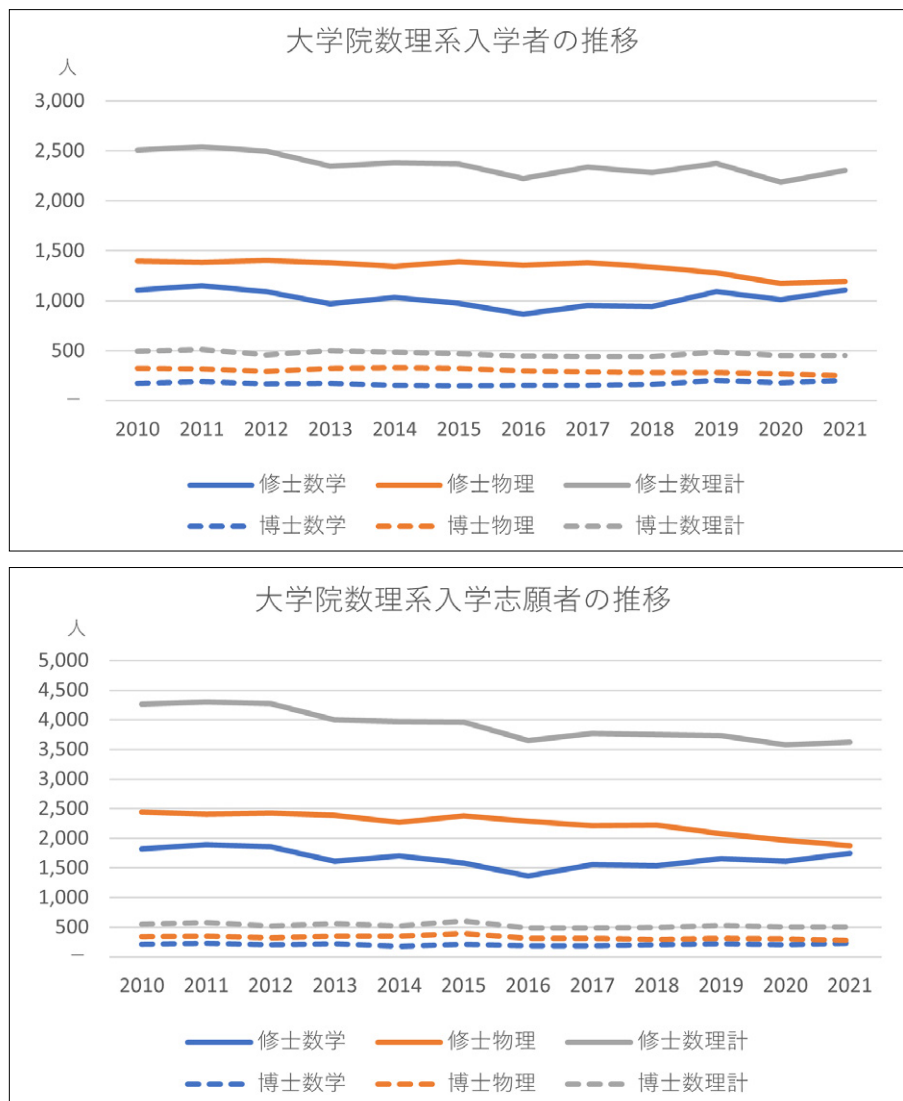
A2.3.1 国内大学院の数理専攻入学者の推移

【元データ】

e-Statの「文部科学省」→「学校基本調査」→からキーワード「専攻分野別 大学院入学状況」で検索し、No.18/19/22を集計。。

63の学科から学科区分＝「数学」「物理学」の入学者数と志願者数を集計。

【グラフと分析】



入学者は、数理全体としては減少傾向にある。物理では減少傾向にあり、数学では2016年に底を打ち回復基調にある。入学志願者においても同様の傾向である。

【グラフ元データ】

【入学者】

(単位：人)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
修士数学	1,107	1,151	1,093	968	1,035	976	868	954	943	1,092	1,013	1,109
修士物理	1,400	1,387	1,403	1,382	1,342	1,393	1,354	1,384	1,339	1,281	1,173	1,194
修士数理計	2,507	2,538	2,496	2,350	2,377	2,369	2,222	2,338	2,282	2,373	2,186	2,303
修士全体	82,310	79,385	74,985	73,353	72,856	71,965	72,380	73,441	74,091	72,574	71,954	74,325
修士数理構成比(%)	3.0	3.2	3.3	3.2	3.3	3.3	3.1	3.2	3.1	3.3	3.0	3.1
博士数学	176	191	168	177	156	149	151	153	164	203	182	204
博士物理	323	320	292	324	330	323	297	290	281	281	273	248
博士数理計	499	511	460	501	486	472	448	443	445	484	455	452
博士全体	16,471	15,685	15,557	15,491	15,418	15,283	14,972	14,766	14,903	14,976	14,659	14,629
博士数理構成比(%)	3.0	3.3	3.0	3.2	3.2	3.1	3.0	3.0	3.0	3.2	3.1	3.1

【入学志願者】

(単位：人)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
修士数学	1,821	1,896	1,854	1,608	1,704	1,580	1,361	1,557	1,532	1,657	1,610	1,747
修士物理	2,438	2,404	2,420	2,387	2,268	2,382	2,287	2,214	2,220	2,079	1,967	1,875
修士数理計	4,259	4,300	4,274	3,995	3,972	3,962	3,648	3,771	3,752	3,736	3,577	3,622
修士全体	130,556	128,201	117,705	114,041	111,706	109,480	109,090	112,608	116,125	117,296	117,869	120,081
修士数理構成比(%)	3.3	3.4	3.6	3.5	3.6	3.6	3.3	3.3	3.2	3.2	3.0	3.0
博士数学	207	225	202	215	176	209	179	178	197	221	203	231
博士物理	337	347	316	347	348	391	308	308	293	308	303	274
博士数理計	544	572	518	562	524	600	487	486	490	529	506	505
博士全体	20,494	19,349	18,860	18,835	18,641	18,846	18,124	17,854	18,059	18,116	17,838	17,729
博士数理構成比(%)	2.7	3.0	2.7	3.0	2.8	3.2	2.7	2.7	2.7	2.9	2.8	2.8

A2.3.2 国内大学院数理系専攻卒業後の就職者数

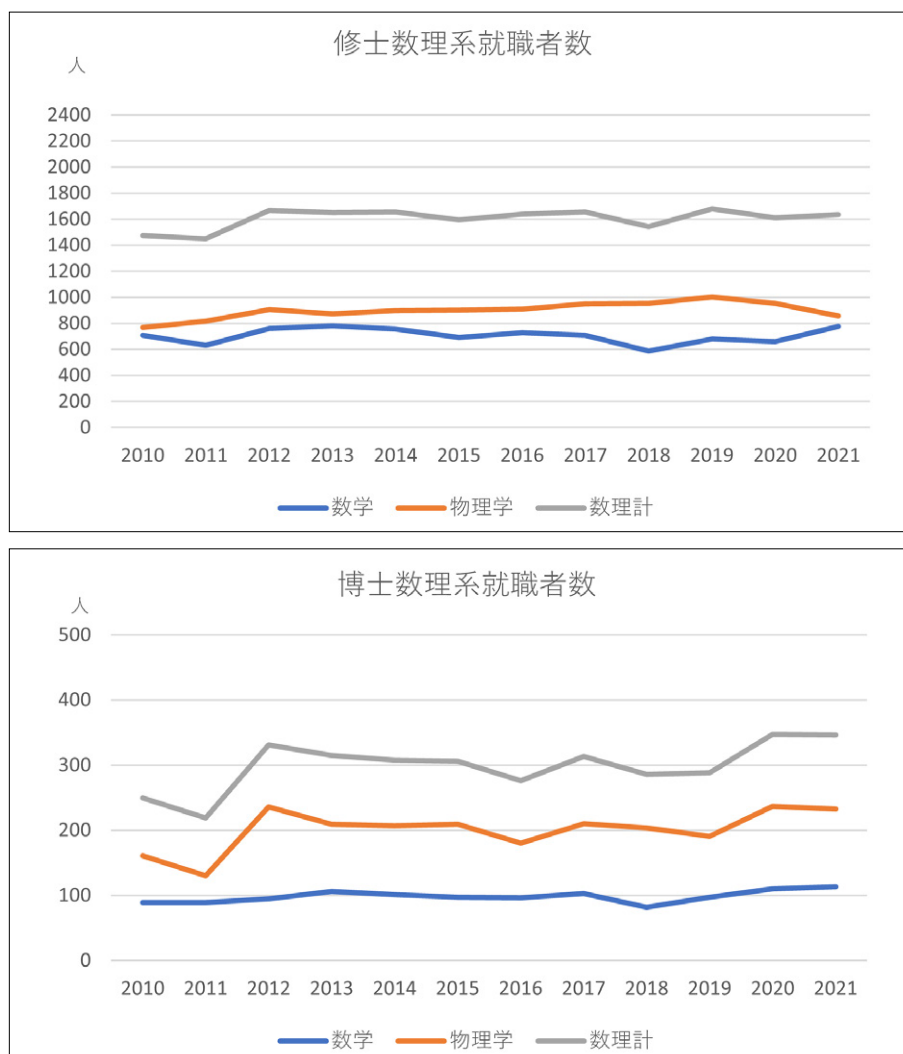
【元データ】

e-Stat → 「文部科学省」 → 「学校基本調査」 → 「〇〇年度」 → 高等教育機関 → 卒業後の状況調査 → 大学院 → 78 修士課程の状況別 卒業生数

修士では、状況6分類（「進学者」「就職者等」「専修学校・外国の学校等入学者」「左記以外の者」「不詳・死亡の者」）から「就職者等」（「自営業主等」「常用労働者」「臨時労働者」を含む）を選定し、数学、物理専攻者を集計した。

博士では、状況7分類（「進学者」「就職者」「臨床研修医」「専修学校・外国の学校等入学者」「一時的な仕事に就いた者」「左記以外の者」「不詳・死亡の者」）から「就職者」を選定し、数学、物理専攻者を集計

【グラフと分析】



大学院数理系卒業の就職者は、修士では横ばい、博士では増加傾向にある。

【グラフ元データ】

修士課程卒業後 単位：人

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
全学部	全状況	73,220	74,680	78,711	76,511	73,154	71,301	71,016	71,187	71,446	73,169	73,813	71,714
	進学者	8,556	8,060	7,564	7,491	7,259	7,072	6,674	6,575	6,621	6,714	6,961	6,940
	就職者	52,052	54,006	57,431	56,164	54,247	54,138	54,821	55,429	55,877	57,292	58,232	55,125
数学	全状況	993	944	1,040	1,104	1,059	956	995	956	834	942	891	1,038
	進学者	169	168	144	151	155	143	169	133	155	156	162	179
	就職者	706	632	759	780	756	693	728	707	589	680	661	776
物理学	全状況	1,176	1,244	1,334	1,305	1,330	1,299	1,292	1,324	1,295	1,338	1,298	1,217
	進学者	320	329	310	348	340	328	311	304	286	292	308	301
	就職者	768	817	907	872	898	901	911	950	955	1,001	952	858

博士課程卒業後 単位：人

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
全学部	全状況	15,842	15,892	16,260	16,445	16,003	15,684	15,773	15,658	15,658	15,578	15,522	15,968
	進学者	203	108	180	130	180	152	114	166	134	123	134	143
	就職者	9,772	10,150	10,868	10,809	10,540	10,511	10,622	10,546	10,577	10,735	11,761	12,055
数学	全状況	180	173	159	184	181	161	170	181	157	169	149	156
	進学者	3	1	1	0	0	0	0	1	5	0	1	1
	就職者	89	89	95	106	101	97	96	103	82	97	110	113
物理学	全状況	293	262	305	286	295	280	334	328	307	325	305	292
	進学者	5	2	0	0	0	2	1	1	2	1	1	0
	就職者	161	130	236	209	207	209	180	210	204	191	237	233

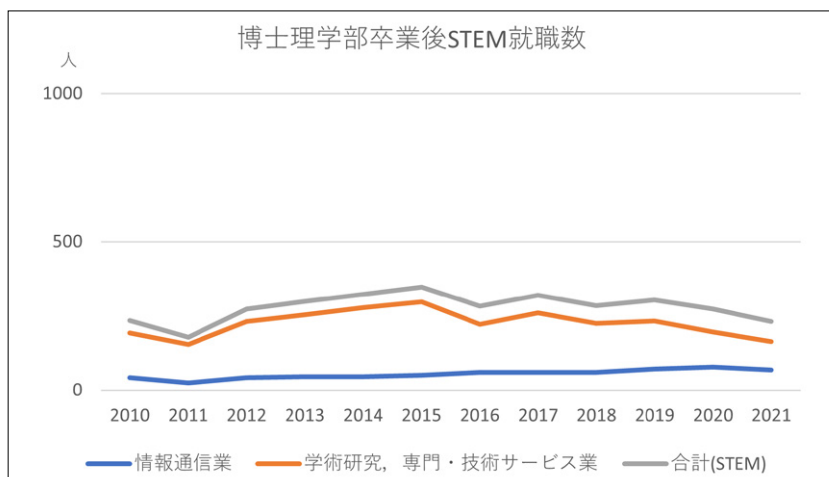
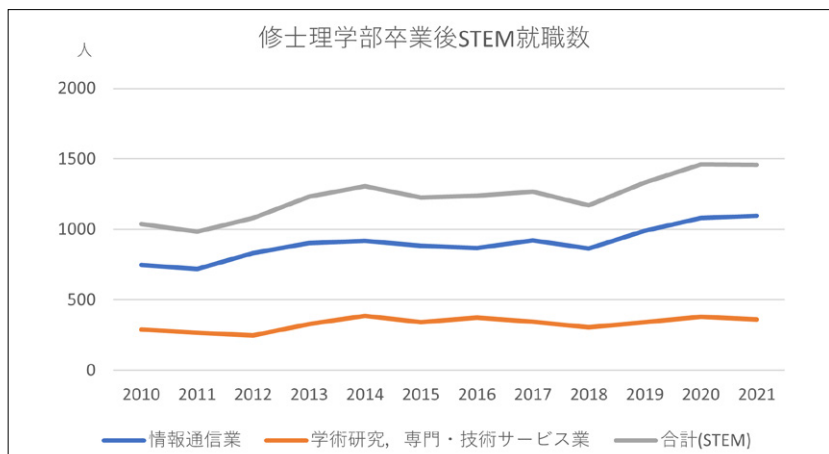
A2.3.3 国内大学院（理学）卒業後のSTEM分野への就職者数

【元データ】

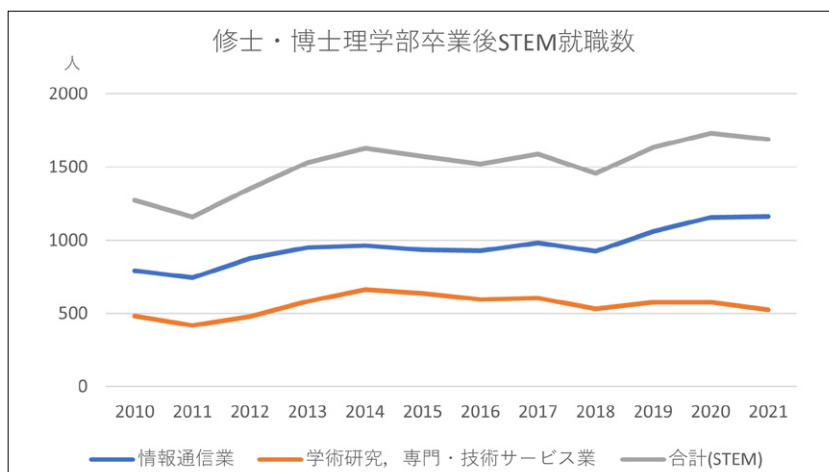
e-Stat→「文部科学省」→「学校基本調査」→「〇〇年度」→高等教育機関→卒業後の状況調査→
大学院→80修士課程の産業別 就職者数

学部11分類（「人文科学」「社会科学」「理学」「工学」「農学」「保健」「商船」「家政」「教育」「芸術」「その他」）
から「理学」を選定し、産業は「情報通信業」「学術研究、専門・技術サービス業」を集計。

【グラフと分析】



修士・博士をまとめると下図になる。



大学院数理系卒業者のSTEM分野への就職者数は、増加傾向にある。
情報通信分野への就職が増加傾向であり、修士卒で顕著である。
博士卒では減少傾向である。

【グラフ元データ】

修士 (単位：人)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
情報通信業	749	718	833	903	919	885	867	924	866	990	1080	1,096
学術研究，専門・技術サービス業	290	266	249	330	386	342	373	344	306	343	380	361
合計（STEM）	1039	984	1082	1233	1305	1227	1240	1268	1172	1333	1460	1,457
全業種	4,168	4,260	4,635	4,618	4,605	4,728	4,569	4,771	4,611	4,967	5,107	4,840
STEM構成比（％）	24.9	23.1	23.3	26.7	28.3	26	27.1	26.6	25.4	26.8	28.6	30.1

博士 (単位：人)

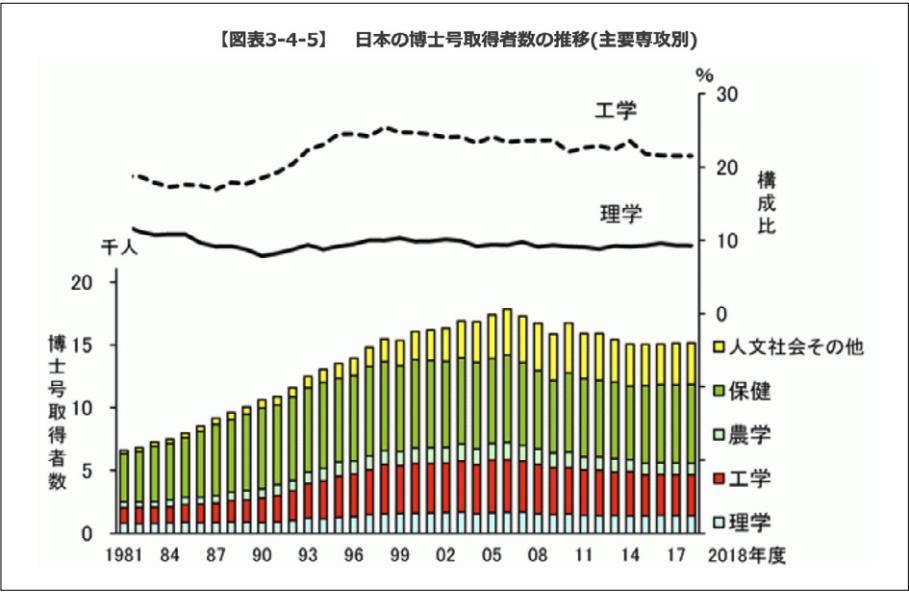
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
情報通信業	42	25	42	46	45	50	60	60	60	71	78	68
学術研究，専門・技術サービス業	193	153	231	253	278	297	222	260	225	232	195	163
合計（STEM）	235	178	273	299	323	347	282	320	285	303	273	231
全業種	746	681	938	884	879	877	852	842	837	823	816	695
STEM構成比（％）	31.5	26.1	29.1	33.8	36.7	39.6	33.1	38	34.1	36.8	33.5	33.2

A2.3.4 国内博士号取得状況

【元データ】

科学技術・学術政策研究所（NISTEP）→「研究領域」→「科学技術指標・科学計量学」
→「科学技術指標」→「科学技術指標 2021」→本編「3.4 学位取得者の国際比較」
→「3.4.2 日本の博士号取得者」

【グラフと分析】



博士号取得者全体が減少傾向の中、理学系は横ばいである。

【グラフ元データ】

(出典) 文部科学省 科学技術・学術政策研究所、科学技術指標 2021、調査資料-311、2021年8月

表 3-4-5 日本の博士号取得者数の推移（主要専攻別）

(単位：人)

年度	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
理学	人数	791	762	774	807	860	820	837	881	876	835	892	1,009	1,168	1,243
	構成比 (%)	12.0	11.2	10.7	10.8	10.8	9.6	9.1	9.2	8.7	7.9	8.2	8.7	9.4	8.7
工学	人数	1,236	1,278	1,290	1,291	1,404	1,493	1,547	1,717	1,774	1,967	2,094	2,362	2,783	3,009
	構成比 (%)	18.7	18.8	17.8	17.3	17.6	17.5	16.9	17.9	17.7	18.5	19.2	20.4	22.3	23.1
農学	人数	471	455	462	547	620	564	614	671	734	719	870	824	922	1,008
	構成比 (%)	7.1	6.7	6.4	7.3	7.8	6.6	6.7	7.0	7.3	6.8	8.0	7.1	7.4	7.7
保健	人数	3,853	4,008	4,394	4,502	4,727	5,233	5,657	5,789	6,084	6,436	6,356	6,656	6,712	6,861
	構成比 (%)	58.4	58.9	60.7	60.2	59.3	61.3	61.8	60.3	60.6	60.5	58.4	57.5	53.8	52.6
人文社会科学	人数	172	197	208	214	236	260	292	301	272	312	359	448	544	609
	構成比 (%)	2.6	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0	3.2	3.1	2.7	2.9	3.3	3.9	4.4	4.7

その他	人数	76	110	105	116	131	163	210	243	296	364	314	277	357	422	487
	構成比 (%)	1.2	1.6	1.5	1.6	1.6	1.9	2.3	2.5	2.9	3.4	2.9	2.4	2.9	3.2	3.6
合計	人数	6,599	6,810	7,233	7,477	7,978	8,533	9,157	9,602	10,036	10,633	10,885	11,576	12,486	13,044	13,532

(単位：人)

年度		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
理学	人数	1,315	1,481	1,542	1,579	1,586	1,602	1,651	1,679	1,543	1,633	1,669	1,686	1,525	1,480	1,534
	構成比 (%)	9.4	10.0	10.0	10.3	9.9	9.9	10.1	9.9	9.2	9.4	9.3	9.8	9.1	9.3	9.2
工学	人数	3,411	3,580	3,934	3,800	3,964	3,955	3,921	4,077	3,915	4,195	4,177	4,073	3,954	3,758	3,693
	構成比 (%)	24.5	24.2	25.4	24.7	24.7	24.4	24.0	24.1	23.2	24.1	23.4	23.6	23.6	23.7	22.0
農学	人数	1,043	1,094	1,100	1,147	1,241	1,248	1,258	1,348	1,257	1,321	1,378	1,233	1,222	1,170	1,233
	構成比 (%)	7.5	7.4	7.1	7.5	7.7	7.7	7.7	8.0	7.5	7.6	7.7	7.1	7.3	7.4	7.4
保健	人数	6,800	7,108	7,091	6,825	7,053	6,962	6,853	6,869	6,902	6,760	6,981	6,603	6,241	5,762	6,315
	構成比 (%)	48.8	48.0	45.8	44.4	43.9	43.0	42.0	40.6	41.0	38.9	39.1	38.2	37.3	36.3	37.7
人文社会科学	人数	748	852	1,004	1,098	1,211	1,324	1,490	1,619	1,701	1,774	1,920	1,897	2,016	1,908	1,956
	構成比 (%)	5.4	5.8	6.5	7.1	7.5	8.2	9.1	9.6	10.1	10.2	10.8	11.0	12.0	12.0	11.7
その他	人数	604	685	799	908	1,021	1,092	1,141	1,317	1,533	1,713	1,735	1,799	1,777	1,794	2,029
	構成比 (%)	4.3	4.6	5.2	5.9	6.4	6.7	7.0	7.8	9.1	9.8	9.7	10.4	10.6	11.3	12.1
合計	人数	13,921	14,800	15,470	15,357	16,076	16,183	16,314	16,909	16,851	17,396	17,860	17,291	16,735	15,872	16,760

(単位：人)

年度		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
理学	人数	1,436	1,394	1,423	1,377	1,390	1,436	1,408	1,403
	構成比 (%)	9.0	8.8	9.2	9.2	9.3	9.5	9.3	9.3
工学	人数	3,599	3,636	3,456	3,538	3,275	3,243	3,246	3,253
	構成比 (%)	22.6	22.9	22.4	23.5	21.8	21.6	21.5	21.5
農学	人数	1,046	1,059	1,062	941	912	933	942	913
	構成比 (%)	6.6	6.7	6.9	6.3	6.1	6.2	6.2	6.0
保健	人数	6,229	6,106	6,099	5,856	6,181	6,206	6,205	6,273
	構成比 (%)	39.1	38.4	39.5	38.9	41.1	41.3	41.0	41.4
人文社会科学	人数	1,849	1,894	1,648	1,621	1,612	1,549	1,590	1,590
	構成比 (%)	11.6	11.9	10.7	10.8	10.7	10.3	10.5	10.5
その他	人数	1,752	1,813	1,739	1,712	1,654	1,673	1,727	1,711
	構成比 (%)	11.0	11.4	11.3	11.4	11.0	11.1	11.4	11.3
合計	人数	15,911	15,902	15,427	15,045	15,024	15,040	15,118	15,143

注：

1) 「保健」とは、医学、歯学、薬学及び保健学である。

2) 「その他」には、教育、芸術、家政を含む。

資料：

1986年度までは広島大学教育研究センター、「高等教育統計データ（1989）」、1987年度以降は文部科学省調べ。

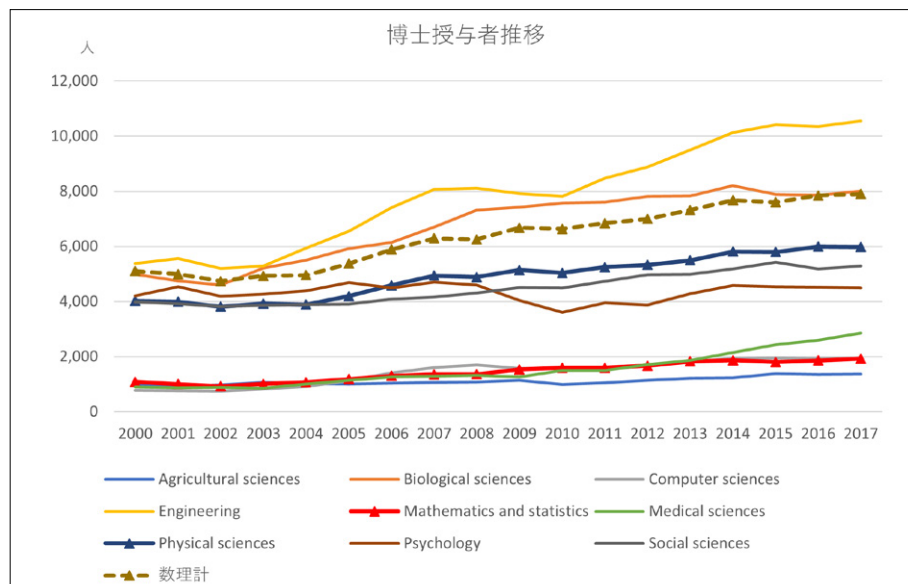
A2.3.5 米国博士取得推移

【元データ】

Science and Engineering Indicators (科学と工学の指標) → 「Higher Education in Science and Engineering (科学と工学の高等教育特別報告 | NSB-2019-7 | 2019年9月4日) →

「Trends in Undergraduate and Graduate S&E Degree Awards (学部・大学院S&E学位賞の動向)」 → 「Graduate Degree Awards (大学院学位賞)」 → FIGURE 2-7

【グラフと分析】



- 数理系は2000-2017に約3000人増加している。
- 2010年から8年間で数理人材は約2割増加している。

【グラフ元データ】

(単位：人)

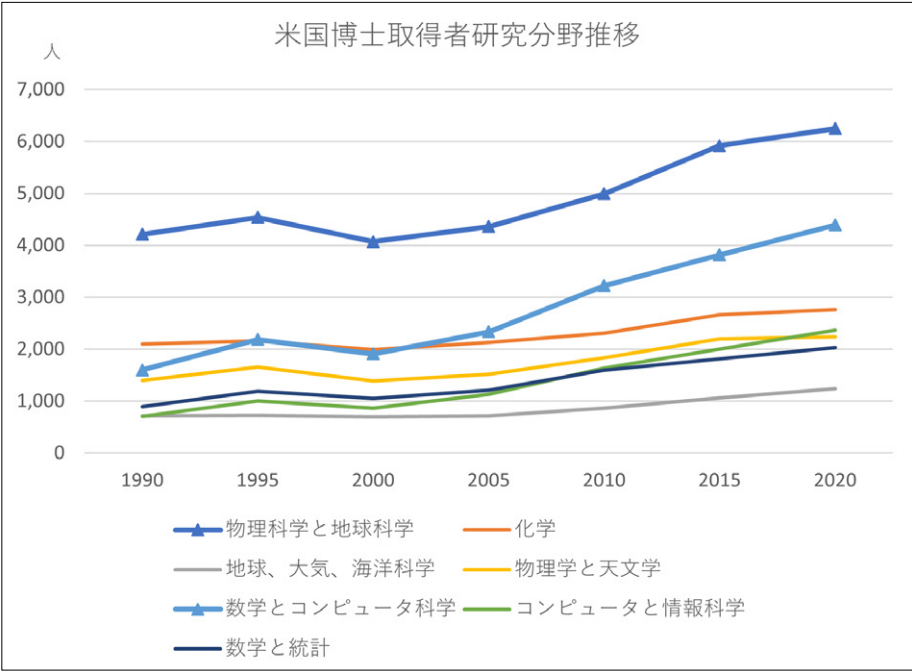
Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Agricultural sciences	984	934	969	1,060	1,016	1,004	1,037	1,068	1,080	1,143	982	1,053	1,144	1,218	1,228	1,381	1,343	1,364
Biological sciences	4,992	4,750	4,596	5,212	5,491	5,925	6,138	6,703	7,319	7,429	7,571	7,596	7,817	7,825	8,207	7,890	7,858	8,003
Computer sciences	777	768	750	816	910	1,121	1,416	1,597	1,696	1,574	1,561	1,562	1,690	1,809	1,935	1,951	1,936	1,934
Engineering	5,384	5,561	5,196	5,282	5,931	6,548	7,402	8,066	8,110	7,915	7,812	8,478	8,873	9,489	10,135	10,406	10,358	10,547
Mathematics and statistics	1,081	1,001	927	1,009	1,065	1,180	1,297	1,356	1,362	1,536	1,594	1,590	1,670	1,824	1,864	1,802	1,855	1,925
Medical sciences	893	864	882	850	1,010	1,144	1,252	1,293	1,320	1,254	1,506	1,497	1,716	1,867	2,148	2,433	2,597	2,853
Physical sciences	4,023	3,988	3,809	3,922	3,885	4,192	4,586	4,936	4,888	5,140	5,039	5,247	5,326	5,497	5,808	5,798	5,990	5,976
Psychology	4,200	4,538	4,185	4,258	4,389	4,681	4,484	4,696	4,600	4,046	3,606	3,952	3,867	4,280	4,574	4,533	4,526	4,486
Social sciences	3,982	3,913	3,822	3,866	3,886	3,910	4,092	4,166	4,304	4,501	4,484	4,727	4,972	4,986	5,188	5,417	5,187	5,293
数理計	5,104	4,989	4,736	4,931	4,950	5,372	5,883	6,292	6,250	6,676	6,633	6,837	6,996	7,321	7,672	7,600	7,845	7,901

A2.3.6 米国博士取得者研究分野推移

【元データ】

「Science and Engineering Indicators」→「National Center for Science and Engineering Statistics (NCSES) (国立科学工学統計センター)」→「Survey & Analysis (調査と分析)」→「Doctorate Recipients from U.S. Universities (米国の大学からの博士課程の受給者)」→「Data Tables」→「Field and demographic characteristics of doctorate recipients (博士課程の受給者の分野と人口統計学的特性)」→「12 Doctorate recipients、by major field of study: Selected years、1990–2020 (博士課程の受給者、主要研究分野別:1990–2020年)」

【グラフと分析】



数理系の研究分野で急成長している。2010年から最近10年間で数学とコンピューター科学人材が2割、物理学と地球科学人材は2割増加している。数理人材の比率も38.5%と増加している。

【グラフ元データ】

(単位：人)

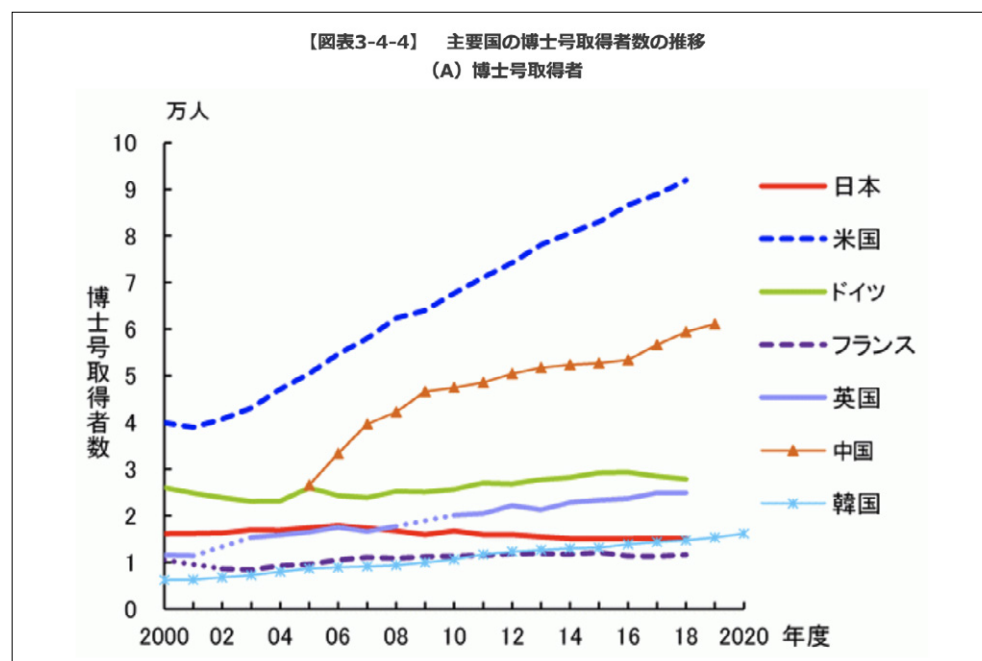
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
物理学と地球科学	4,212	4,540	4,071	4,359	4,995	5,916	6,247
化学	2,100	2,162	1,989	2,126	2,304	2,666	2,763
地球、大気、海洋科学	719	726	693	714	862	1,057	1,243
物理学と天文学	1,393	1,652	1,389	1,519	1,829	2,193	2,241
数学とコンピュータ科学	1,597	2,187	1,910	2,334	3,223	3,818	4,392
コンピュータと情報科学	705	997	860	1,129	1,633	2,003	2,361
数学と統計	892	1,190	1,050	1,205	1,590	1,815	2,031
数理合計	11,618	13,454	11,962	13,386	16,436	19,468	21,278
全分野	36,065	41,747	41,369	43,385	48,028	54,886	55,283
数理人材構成比 (%)	32.2	32.2	28.9	30.9	34.2	35.5	38.5

A2.3.7 主要国での博士号取得者

【元データ】

科学技術・学術政策研究所（NISTEP）→「研究領域」→「科学技術指標・科学計量学」
 →「科学技術指標」→「科学技術指標 2021」→本編「3.4 学位取得者の国際比較」
 →「3.4.1 学士・修士・博士号取得者数の国際比較（4）博士号取得者数の推移」

【グラフと分析】



主要国での博士号取得者は、米・中で急速に増加している一方、日本は停滞気味である。

【グラフ元データ】

(出典) 文部科学省 科学技術・学術政策研究所、科学技術指標 2021、調査資料-311、2021年8月
 (A) 博士号取得者 (単位: 人)

年度	日本	米国	米国*	ドイツ	フランス	英国	中国	韓国
2000	16,076	39,878	119,585	26,017	10,469	11,500	-	6,153
2001	16,183	38,965	119,663	24,796	-	11,400	-	6,221
2002	16,314	40,682	121,579	23,838	8,586	-	-	6,758
2003	16,909	43,046	126,087	23,043	8,420	15,300	-	7,240
2004	16,851	47,098	134,387	23,138	9,271	15,800	-	8,008
2005	17,396	50,401	138,056	25,952	9,541	16,500	26,506	8,602
2006	17,860	54,630	144,694	24,287	10,443	17,500	33,305	8,909
2007	17,291	57,966	149,378	23,843	11,032	16,600	39,592	9,082
2008	16,735	62,314	154,564	25,190	10,873	17,700	42,217	9,369
2009	15,872	64,008	158,590	25,084	11,164	-	46,616	9,912
2010	16,760	67,698	163,827	25,629	11,335	20,080	47,407	10,542
2011	15,911	71,056	170,217	26,981	11,448	20,435	48,551	11,645
2012	15,902	74,174	175,026	26,807	11,784	22,160	50,399	12,243
2013	15,427	78,063	177,587	27,707	11,822	21,240	51,714	12,625

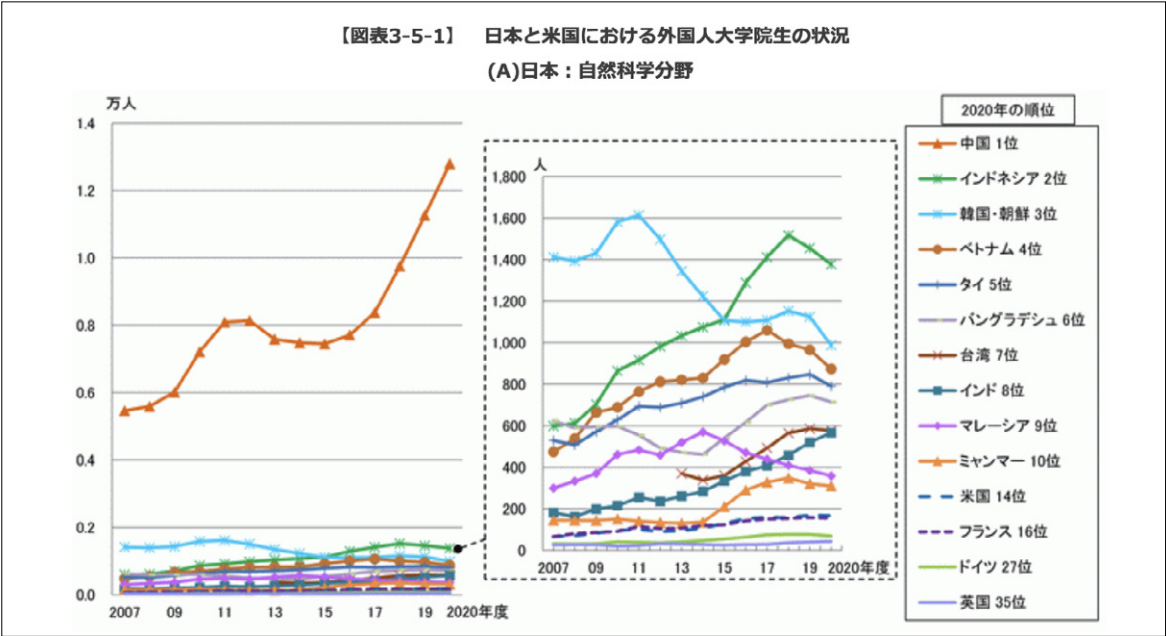
2014	15,045	80,591	178,548	28,147	11,719	22,775	52,352	12,931
2015	15,024	82,994	178,134	29,218	12,086	23,345	52,654	13,077
2016	15,040	86,568	181,357	29,303	11,342	23,650	53,360	13,882
2017	15,118	88,874	183,734	28,404	11,241	24,850	56,606	14,316
2018	15,143	91,887	187,568	27,838	11,561	24,900	59,368	14,674
2019	-	-	-	-	-	-	61,060	15,308
2020	-	-	-	-	-	-	-	16,139

A2.3.8 日本における外国人大学院生の状況

【元データ】

科学技術・学術政策研究所（NISTEP）→「研究領域」→「科学技術指標・科学計量学」
→「科学技術指標」→「科学技術指標 2021」→ 3.5 高等教育機関における外国人学生

【グラフと分析】



日本への大学院留学生は、中国が大幅に増加しており、インドネシア、ベトナム、台湾、インドからも増加している。

【グラフ元データ】

(出典) 文部科学省 科学技術・学術政策研究所、科学技術指標 2021、調査資料-311、2021年8月

注：
1) No. は各国・地域の最新年の順位に基づく。
2) 日本の場合の外国人とは、日本国籍を持たない者。2012年7月に新しい在留管理制度が導入されたことにより、中国と台湾の学生を分けて集計している。

資料：
日本：文部科学省、「学校基本調査報告書」
米国：NSF、「Science and Engineering Indicators 2006、2008、2010、2012、2014、2016」、「Science and Engineering Indicators: Higher Education in Science and Engineering」(<https://nces.nsf.gov/pubs/nsb20197> (アクセス2025年8月13日))

(A) 日本：自然科学分野

(単位：人)

No.	国・地域	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	中国	5,464	5,592	6,014	7,211	8,089	8,138	7,583	7,480	7,450
2	インドネシア	599	612	703	864	916	982	1,033	1,075	1,112
3	韓国・朝鮮	1,412	1,393	1,431	1,582	1,614	1,498	1,345	1,224	1,107
4	ベトナム	474	538	664	689	765	812	821	830	919
5	タイ	529	508	571	629	694	689	709	740	786

6	バングラデシュ	624	590	597	598	555	493	472	462	541
7	台湾	-	-	-	-	-	-	370	339	361
8	インド	182	162	199	215	255	236	261	284	334
9	マレーシア	300	333	370	462	484	459	520	570	528
10	ミャンマー	145	145	144	151	141	134	130	136	211
14	米国	67	71	83	97	101	91	94	108	129
16	フランス	66	81	86	92	115	105	107	119	123
27	ドイツ	32	30	32	41	39	36	41	47	55
35	英国	26	27	27	20	23	32	30	28	25
全体		12,343	12,518	13,458	15,274	16,368	16,220	16,061	15,976	16,492

(単位：人)

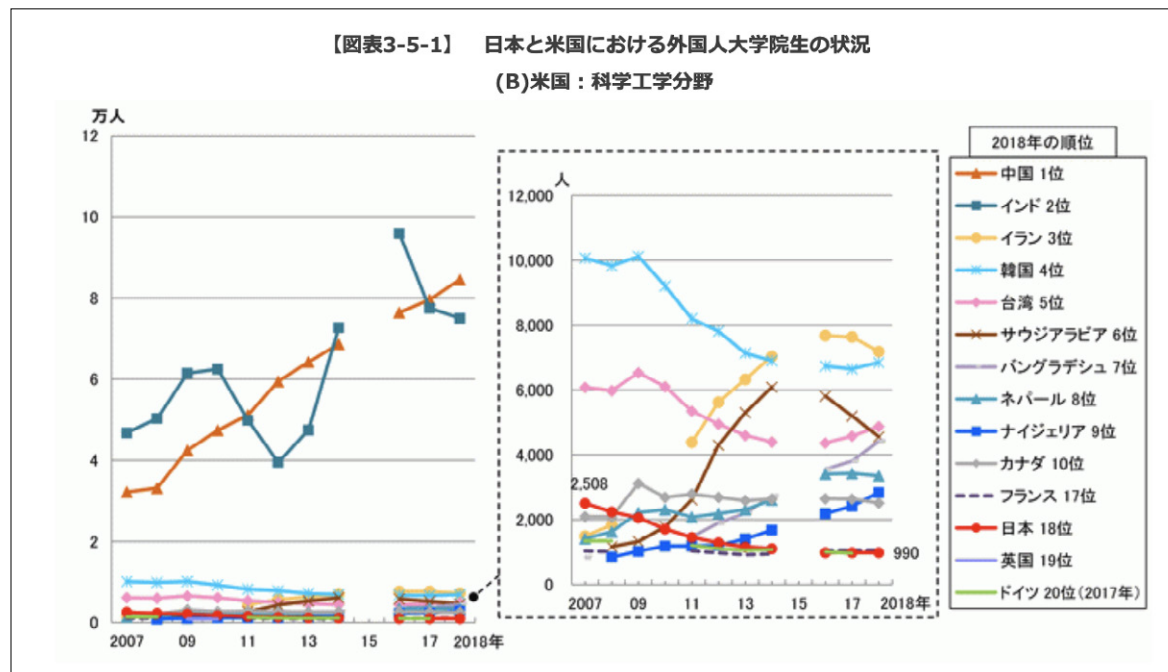
No.	国・地域	2016	2017	2018	2019	2020
1	中国	7,709	8,381	9,757	11,264	12,799
2	インドネシア	1,289	1,412	1,518	1,455	1,378
3	韓国・朝鮮	1,100	1,108	1,153	1,125	988
4	ベトナム	1,004	1,060	995	966	874
5	タイ	819	809	831	847	791
6	バングラデシュ	617	700	726	746	715
7	台湾	428	493	565	586	577
8	インド	380	408	458	520	567
9	マレーシア	471	439	410	385	359
10	ミャンマー	290	328	349	321	310
14	米国	153	159	157	170	167
16	フランス	143	151	154	158	155
27	ドイツ	64	75	77	77	70
35	英国	28	29	37	40	43
全体		17,688	19,046	20,810	22,192	23,283

A2.3.9 米国での外国人大学院生の状況

【元データ】

科学技術・学術政策研究所（NISTEP）→「研究領域」→「科学技術指標・科学計量学」
→「科学技術指標」→「科学技術指標2021」→3.5 高等教育機関における外国人学生

【グラフと分析】



米国への大学院留学生は、中国・インドが大幅に増加しており、英国、ナイジェリアからも増加している。日本からの留学生は減少傾向。

【グラフ元データ】

(出典) 文部科学省 科学技術・学術政策研究所、科学技術指標2021、調査資料-311、2021年8月
(B) 米国：科学工学分野

(単位：人)

No.	国・地域	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	中国	32,167	33,140	42,440	47,370	51,150	59,430	64,220	68,610	×
2	インド	46,743	50,290	61,420	62,450	49,870	39,480	47,440	72,690	×
3	イラン	1,496	1,840	×	×	4,390	5,630	6,330	7,040	×
4	韓国	10,068	9,830	10,120	9,210	8,200	7,810	7,140	6,900	×
5	台湾	6,084	5,980	6,530	6,100	5,350	4,950	4,600	4,400	×
6	サウジアラビア	×	1,170	1,330	1,790	2,620	4,300	5,300	6,090	×
7	バングラデシュ	838	×	×	×	1,470	1,900	2,200	2,730	×
8	ネパール	1,416	1,630	2,220	2,310	2,080	2,190	2,310	2,610	×
9	ナイジェリア	×	850	1,030	1,190	1,190	1,210	1,410	1,680	×
10	カナダ	2,094	2,090	3,120	2,690	2,790	2,690	2,590	2,640	×
17	フランス	1,035	1,020	×	×	1,040	980	920	950	×
18	日本	2,508	2,240	2,060	1,710	1,460	1,290	1,160	1,110	×

19 英国	830	×	840	810	×	×	×	×	×
- ドイツ	1,348	1,350	×	×	1,210	1,110	1,060	1,080	×
全体	141,767	146,020	172,250	176,120	163,880	163,390	176,490	209,020	×

No.	国・地域	2016	2017	2018
1	中国	76,400	79,580	84,480
2	インド	95,950	77,500	75,010
3	イラン	7,680	7,640	7,190
4	韓国	6,740	6,650	6,850
5	台湾	4,370	4,580	4,870
6	サウジアラビア	5,810	5,200	4,560
7	バングラデシュ	3,560	3,810	4,420
8	ネパール	3,410	3,430	3,360
9	ナイジェリア	2,190	2,420	2,840
10	カナダ	2,650	2,640	2,520
17	フランス	1,050	1,060	1,060
18	日本	990	990	990
19	英国	×	×	860
-	ドイツ	1,010	970	×
全体		244,040	229,310	233,600

注：

1) No. は各国・地域の最新年の順位に基づく。

2) 日本の場合の外国人とは、日本国籍を持たない者。2012年7月に新しい在留管理制度が導入されたことにより、中国と台湾の学生を分けて集計している。

3) 米国の場合の外国人とは、米国国籍を持たない者。表の×はデータ未入手。

資料：

日本：文部科学省、「学校基本調査報告書」

米国：NSF、“Science and Engineering Indicators 2006、2008、2010、2012、2014、2016”、“Science and Engineering Indicators: Higher Education in Science and Engineering” (<https://nces.nsf.gov/pubs/nsb20197> (アクセス2025年8月13日))

付録3 産学連携に関するインタビュー

以下において、所属および職階はインタビュー当時のものである（敬称略）。

A3.1 株式会社理研数理

インタビューイー：

株式会社理研数理

代表取締役社長 江田 哲也

取締役 松崎 健一

- ・理研数理の活動について

2020年10月1日に設立して1年半強たった。資本金はJSOL50%、理化学研究所グループ50%。コピー機能はJSOLが受けもっており、少ない資本金でも問題無く運営ができています。

理化学研究所の産学連携機能を切り出したのが理研鼎業（100%出資の子会社）で、理化学研究所の中で理研数理は理化学研究所に縛られず産学連携活動を通じて実際にビジネスになるような事業に対して具体的にマネタイズに向けた計画を立てるための実行部隊を備えている（データサイエンティスト、コンサルタント、SE、営業など）。また、最終的にはベンチャー企業を設立することを目標にして、知財は研究所や研究者へフィードバックする仕組みを目指している。理研数理のビジネスモデルについては以下の図¹¹⁰を参照。

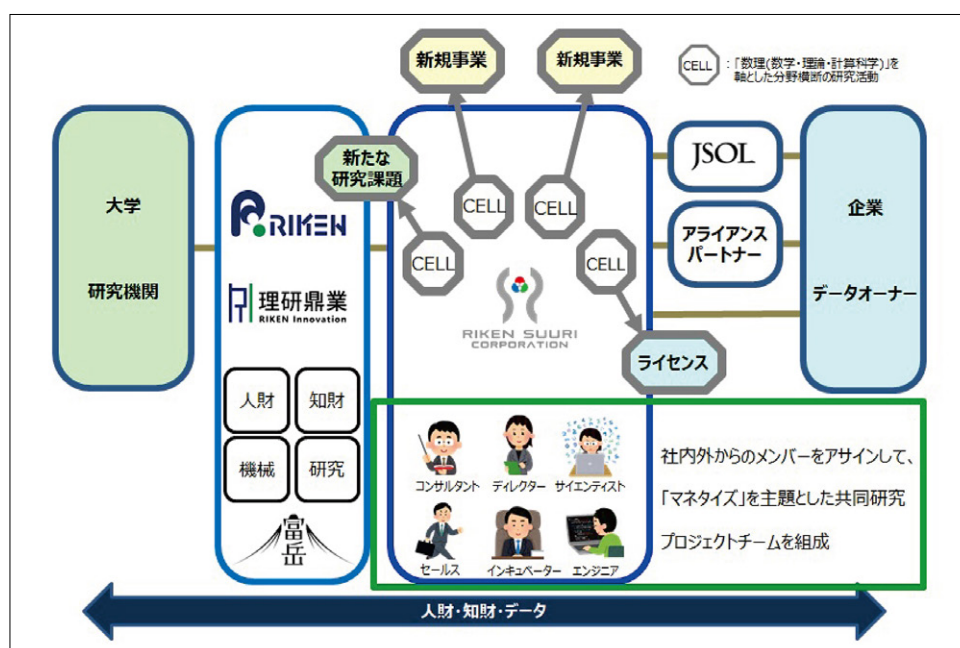


図16 理研数理のビジネスモデル

理化学研究所における理研数理との現在の主な連携センターは数理創造プログラム (iTHEMS)、計算科

学研究センター（R-CCS）の二つ。今後はアカデミアでカバーしきれていない企業側で使いこなせていないところへエンジニア/SEなどを送り込みたい。その他にもさまざまなセンターから、毛色が違って知財をいかにマネタイズするか、ベンチャー企業をどう設立するかということに対しての機能補間をする依頼があった。

理研数理では、固定費になる研究者含む社員は抱えていない。必要な人材が発生したときに、スキルセットに合わせてプロジェクトごとにJSOLや他の会社などほとんど外から引っ張ってきている。他大学に依頼することもある。適任者選びはケース・バイ・ケースだが、理研数理のアドバイザーをはじめとした知り合いの研究者からご紹介いただいている。

・理研数理を通して得られる数理科学者にとっての恩恵や支援について

理研数理を通じた産学連携に関して、こちらから働きかければマッチングできるものではない。研究者には、理化学研究所 iTHEMS 初田氏を通して、企業側のリクエストやニーズを伝える。本研究とは全く違うテーマだけどやってみたいかどうかで手を挙げていただくというのが実態。恩恵としては当社でエフォートを割いてただくとサラリーが増えることは間違いないが、研究者にとっての動機づけとは別だろう。補足するならば、マネタイズや事業化に興味がある先生が紹介されることが多い。実応用に興味がある、企業とのコラボレーションに興味がある、研究に注力したいから民間企業相手の窓口（技術指導の契約、対ユーザーの事務局など）をしてほしいなどである。その他にもベンチャーに関連して企業との調整（融資や特許など）や法的な対応もやってほしいという依頼が最近多い。理研数理は、幅広くマネタイズから、理化学研究所との共同研究以外では事務に近いことも担当している。研究者への支援という意味ではそのような負担の肩代わりという点がある。

研究者ご本人にマネタイズに興味がないケースはこれまでない。経験上遠いところにいたが、アカデミアにない（取れない）データに触れたいというのはそこに新しい研究テーマを見つけたいという、マネタイズとは違うモチベーションでジョインするケースはある。データ解析をしたいが通常の方法ではデータを取れない場合に、理研数理に依頼をすれば相談に乗る。お約束はできないが、データオーナーからの承諾が得られるかはその後の交渉次第。海外のデータについても。

われわれが得意にしているのは、BtoB ビジネス向けの企業間で扱っているデータ。企業内に閉じたデータに対して、研究目的、ビジネスをプランニングする目的であるとかいう方がどちらかといえば得意。

（JSOL 本社（九段下）移転に伴う飛沫シミュレーションについて）

JSOL 本社（九段下）移転に伴う飛沫飛散シミュレーションについて、関心のある方々が多い。JSOL を全部実験台にして会社全体のオフィスの換気のあり方をどうするかについて富岳を使ってシミュレーションして考えようとしている。今そのプロジェクトを共同で2社と行っている。共同プロジェクトの成果をビジネスにどう織り込んでもらうか、というのを一緒になって組み込めると、われわれ自身が1件ずつ細かいプレゼンテーションをして delivery をしていくパワーを使わなくて済み、われわれとしてもマネタイズしやすい。

現在は移転に向けての執務スペース全体のシミュレーションを共同で進めているという形で、今後それをお互いどのようなプロモーションにしていけるかはこれからまさに打ち合わせしていく状況である。ただ極めて好意的である。三位一体、それぞれの役割でコンソーシアム的に組もうとしているところである。九段下のオフィスは3者で1回パイロットとしてやってみよう。そこで成功したらビジネスにつなげようという初期段階である。

ビルの構造設計はいまさらできないが、中身はある程度自由な設計ができる。どちらかというとし器だとかパーティションの間隔をどう設けるかとかを考えると、どれだけ安全安心なのかが大事。部屋の間仕切りまで決まっている。それをどううまく安全に活用するのか。建物として一から設計しているわけではなく、既存の建物に対してある種最適なものを求めている。今までは限られた部屋の室内環境しか行っていなかったが、今回3フロアを借りる。フロア全体を一気にまるごとデジタル化するというのは初めての挑戦になる。良い事例

になるのではないかとされている。

・産学連携を推し進めるために必要な取り組み（純粋数学者を活用する流れ）について

純粋数学者を活用する雰囲気醸成されつつあるのは間違いない。肌身に感じている。経営トップも含めて、数学・数理なるものを自分の企業の経営にどう生かしていくかというのは今後の競争の上では極めて重要で、そこをおろそかにしたら競争上後塵を拝することになっていくという意識も強くなってきている。そういった中で、JSOLや理研数理に今まででと違う形で依頼が増えているのは事実。

純粋（ハイスpek）数学者の方々がいますぐ経営者とあるべき論を明日から交わしながらすぐ実利に結びつけられるかというおそらくそうではない。お互いに通訳、コンサルタント人材が必要。でなければマネタイズという観点からリアライズしない。その点で難しいが、純粋数学者を活用する方向に進んでいるのは間違いない。

純粋（ハイスpek）数学者と産業界をつながたいが、理研数理ではまだそこまではいっていない。産業界がコンソーシアム型だと可能性がある。そのようなニーズを仮に大企業であっても一企業ではこの枠組みを全部やるのは難しい。日本経済団体連合（経団連）の中でそのような枠組みを作って、応用数学を現場に適用するという所属企業全体へ日本の産業競争力アップのために作っていきませんかという働きかけをしていくのが良いのでは。

経団連で行われている数学コミュニティとの懇談会はかけ声だけで終わるのではないかという心配については企業側からいうとROIがどこまで達成されるかに興味がある。基礎からROIにつながるプロセスを枠組みの中で見せて、企業のトップに常に意識させる枠組みが必要。そこが分断されてこの会合だけだと、産業界は腰が引けていく。

ただ、海外では数学者の高額なサラリーが保証されている。AIのコーディングできるというデータサイエンティストが日本ではもてはやされているが、いずれかは欧米と同じ流れになるだろうと思う。その点でいうと、海外では理研数理にあたるところがないので、大事な役割を担っていくのではないかな。

A3.2 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所（IMI）

インタビューイー：

九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所（IMI）

所長 佐伯 修

副所長 梶原 健司

・九州大学IMIでの産学連携活動について

IMI設立の2011年以降、異分野あるいは産業界との連携に関わる研究成果等に関する調査によると、産学連携活動の成果としては論文数が右肩上がりであることが見て取れる。所員は30名ほどにしては論文数では、数字としては大きめ。特許出願はコンスタントに数字が出ている。大抵は企業と共同。企業側に助けていただかないと、特許出願自体がなかなか厳しい。

論文ごとの分野

FY2021：暗号理論、数学基礎論、情報理論、離散数学、計算機数学、数学基礎一般、制御理論、システム理論、制御システム、知能システム、システム情報処理、システム制御応用、バイオシステム工学、金属材料、半導体材料、セラミックス材料、非晶質材料、結晶成長プロセス、人工構造、結晶評価、プラズマ材料工学、プラズマプロセス応用、プラズマ工学、数値解析、数値モデル、最適制御、ゲーム理論、統計数学、応用数学一般、情報セキュリティ関連、数学基礎関連、呼吸器内科学、放射線治療学、並列処理、機械学習、交通工学、観光学関連、消費者行動論、学校教育、応用統計学、離散構造、数理論理学、計算理論、プログラム理論、計算量理論、アルゴリズム理論、符号理論、学習理論、最適化理論、数理システム理論、システム制御理論、システム分析、システム方法論、システムモデリング、システムシミュレーション、組合せ最適化、待ち行列論、数理ファイナンス、探索、推論、知識獲得、知的システム、知能情報処理、自然言語処理、データマイニング、オントロジー、エージェントシステム、情報デザイン、環境デザイン、工業デザイン、空間デザイン、デザイン史、デザイン論、デザイン規格、デザイン支援、デザイン評価、デザイン教育、データマイニング

また論文ごとの分野について、暗号や最適化だけでなく数学基礎論など抽象的な数学が実際に利用されている。それぞれの教員が各自の数学研究の内容にマッチした共同研究を行っている。IMIを窓口として産業界からの要望を受けているが、担当の教員が企業や相談者の話を聞いて、どの教員が良いか調整している。ただIMIは現在産学連携の相談を多く受けているので、教員はかなり忙しい。それゆえ新しい相談事が来ても、なかなか引き受けにくいという状況になっている。現在も受け付けてはいるが、キャパシティ的に厳しく、何でも受けるとは言えない。共同研究の運営には、企業との関係にも注意を払う必要がある。例えば、交渉しても共同研究の成果を論文として発表できない場合や、企業の人的資源も限られているという事情があるためだと思うが、企業側がこちらに丸投げして結果だけ待つという場合があり、そのような関係はうまくいかない。よい関係を築くためには企業側にも数学がわかる方がいていただいた方がよいし、また、大学側の事情をきちんと企業側にもわかっていただく努力も必要である。例えば、IMIは研究所とはいえ、普通の数学教員と同様に教育や他の運営業務も行っており、人的資源には限界があることなどである。

ただ産学連携の件数が多いということそのものは企業が数理科学を必要としている現状でもあると思う。IMIが世の中に知られるようになったという事情もあるように思う。

(産学連携を通した就職に関して)

IMI（もしくは数理学府）での産学連携活動、インターンシップを通して関係した企業に就職した人数は毎年1名ぐらいではないかと思われる。産学連携を通したキャリアパスがあるという認識は修士の学生に関してはほとんどないのではないかと。ただ、就職活動の一環としてインターンシップへはよく行っているのも、むしろそちらを念頭に置いているかもしれない。このデータにある事例は、おそらく1カ月以上本当に企業のインターンシップに行き、そこで認められて就職したという事例が多いのではないかと。単に就職活動の一環としてインターンシップに行くというのは多分これとはだいぶ違うと思う。だから、そのような意味で研究インターンシップに行くことで、就職活動の一環になるというのは、修士の学生にはあまり認識がないかもしれない。

博士の学生に関しては、将来的にその企業の研究開発部門などで仕事をしたいと初めから思っている学生はかなり強く研究インターンシップを考えていると思う。そうではない学生（アカデミックに行きたいけれども途中で諦めた）の場合は、それほどこれを意識しているわけではないかもしれない。

インターンシップに行った学生がその企業ではなく、自分の行きたい別の企業に行く事例はおそらくたくさんあったと思う。インターンシップへ行ったことによって企業で研究するのも良いとなって、その企業はそれほど気に入らなかった（声をかけられても断る学生もいる）が、他の企業に就職したという事例はこのデータにはない。そのような意味ではやはりインターンシップはやった方が効果はあると思う。

(インターンシップの情報について)

最近、九州大学はC-ENGINEと連携をしている。C-ENGINEは30社ぐらいの企業と日本の大学が組んだ、

数学に限らずインターンシップを促すコンソーシアムである。C-ENGINEの担当者が九州大学におられて、今、その方にIMIの仕事もお願いしている。修士も博士の学生もインターンシップに行けるが、C-ENGINEでは、企業に行ったときのさまざまな身の振り方など、企業の常識などの教育をしていただける。もちろん企業とのマッチングも。このような企業からこのようなテーマでインターンシップの募集があるといった情報もいただけるので、非常にうまくいっている。C-ENGINEはさまざまな分野を担当しているが、なぜか数学分野の学生が非常に多い。

C-ENGINEを通すと、普通のインターンシップよりもいろいろなサポートを受けられて、指導教員の手をあまり煩わせないで済む。その点、前より学生が行きやすくなっているのではないかなと思う。昔のように教員に個人的に情報が来るのではなく、C-ENGINEがまとめて情報を投げかけていただける。とにかくC-ENGINEに入っていると、インターンシップはとてもやりやすい。

ガイダンスなどでは学生にインターンシップについて説明しており、本当に興味がある学生はちゃんと聞いていると思うが、将来的に大学の教員になろうと思っている学生は聞き流しているだけかもしれない。ただ最近では企業の就職も選択肢の一つとして考えつつ博士を取る学生も増えてきていると思う。例えば学部3年生や4年生時にセミナーの指導教員を選ぶときに、そのような意識を持っている人はそのチャンスが多い分野の教員の指導を受けるといえる人が増えている気がする。九州大学だけの現象かもしれないが、産学連携を活発に行っている先生のところに学生が行きやすくなっている。

学部1年生の5月に研修を毎年やっているが、そのとき何になりたいかというアンケートを採る。以前は8割から9割が教員志望だったが、最近では、教員志望者は減少傾向で、その分、企業に就職したい、研究したいという学生も増えてきた。要するに社会で役に立ちたいということだろう。それは高校生がウェブなどで情報を仕入れた結果、徐々に意識が変わってきているからではないだろうか。高等学校からの情報によらず、自分でも調べているのではないかなと思っている。

ツイッターやFacebookなど情報交換自体がかなり活発というイメージがある。例えば九州大学の数学系へ行けば、そのようなキャリアパスがあるというのが広まってきたところがあるかもしれない。そうだと良い。先週、学部1年生向けの研修があって、そのときに九州大学の産学連携紹介のビデオを見たかどうかを聞いたが、そのような学生はあまりいないようだった。だが、成績の良い学生が数学科を目指してきてくれていて、少し変わってきているということは感じる。

（余談：数学へのアレルギー）

国立大学の理系学部でも分野によっては微積分や線形代数を1年次に学ばないところがあるようだ。それは時代に若干逆行するようにも思うが、両極化が進んでいるということだろうか。もともと日本には変なところがあって、数学を使わないといけないうちに使っていないということがあるようにも思われる。個人的にはデータを直接扱わなければならない分野や職種が社会で増えている以上、高校の普通科では数学IIIまで必修にしてもいいのではないかなと思うときもある。しかし、特に微積分に対してものすごくアレルギーがある。受験生にとっては、微積分に関する入試問題は比較的解きやすく、逆に整数に関する問題などは決まった解法がない場合が多く難しいと思われるのに、これはとても不思議なことのように思われる。また、文系、人文社会系の分野でもデータや数理を扱うことは増えているし、企業でもそうしないと国際競争に勝ち残れないという状況を考えると、文系・理系の区分は硬直化しているように思われ、そろそろ考え直してもよいのではないかな。

日本では、必要以上に数学が怖がられ、時として感情的に嫌われてさえいると感じられるときがある。中等教育の段階で、数学の成績が全体の成績の良しあしに直接関係すると考えている人は多く、数学が偏差値や進路選択に直結する印象がついて嫌われてしまうのかもしれない。しかし、例えばオーストラリアや米国などでは、確かに数学は難しいと考えられているが、スマートでクールという好意的な見方もある。特に微積分は、連続量に対するものではあるが、足し算・引き算だから多くの人が学ぶべき基本事項と思う。しかし、心理

的な障壁が本当に大きいようだ。

本の書き方・読み方一つ取ってみても、日本の数学の教科書は、薄い内容が詰まっており、行間を読み自分で埋める作業がどのようなレベルの教科書でも必要。また、例題が少ない。一方、米国や欧米の教科書は分厚いが、例題が多く、書かれたことをきちんと学ぶとかなりの程度身につく。日本では本が薄くないと売れず、行間を読まないといけなからますますわからない。その辺の文化の違いがある。

このようなさまざまな事情で、日本では数学が人によってはとっつきにくいものになってしまっていると思う。数学は神のごとき才能をもつ人だけが学ぶものと思っている人もいる。確かに、数学にはそのような面もあるとは思いますが、普通の人ができる数学がたくさんあるし、実際に、社会では今そのような数学を活用することが求められている。興味を持つ人がきちんとこれだけ勉強すれば、ここまで行けるというアプローチがまだ足りないのかもしれない。

・産学連携を推し進めるために必要な取り組みについて

企業に数学の人が増えると、数学がわかる人がinterpreterになってくださるので産学連携はもっとうまくいくと思う。キャリアパスに関しては何か一つ突破口ができるとうまく回ると思っている。

前から不思議に思っているが、外国では数学を専攻した学生が普通に就職していく。学術的なレベルでは日本の学生も決して引けを取らないのにもかかわらず、日本ではなぜ数学を生かして就職できないのだろう。オーストラリアの学生は例えば航空機メーカーやGAFA、銀行などに普通に就職していて、数学のスキルを生かした職種で年収数千万円を稼いでいる場合もある。日本ではなかなか難しいのではないかと。博士号を取って、専門が全然違って単に頭が良いからという理由で数学を専攻した人を取ってくれる場合もあるようだ。日本では何かというすぐ専門分野が違うという話になってしまうことが多いが、そこは何が違うのだろうか。海外と日本を比較して、数学を修めた人への評価の違いがわかったら、そこをうまくいくように直していくようにした方がよいのではないかと思っている。

九州大学では数学に関して企業とはよい関係が築けている。これが全国的になってほしいが、就職の雇用慣行や社会的な問題も絡んでいると思うので、一筋縄ではいかないかもしれない。しかし、どこから突破していかなければいけないのではないかと。

九州大学 IMI は数学における産学連携ということを一步一步何か一つ一つ地道にこれからもやっていくと思うが、行政でも上述の社会の問題点を掘り出していただいて、アプローチいただけるとありがたいと思う。

・大学や大学の教員にとっての産学連携のメリットやデメリットについて

IMI では産学連携はミッションの一つで、メリット・デメリットという以前に必須の活動である。IMI 教員が産学連携を行ったならば、研究所の中での評価はきちんとできる。例えば普通の数学科の教員であれば論文執筆を評価するが、IMI の教員であれば論文執筆と産学連携を評価する。産学共同研究の成果が論文に結びついていなくても共同研究の件数や金額といったデータで評価する。所長が評価するときに共同研究は当然、評価基準の中に入っていて、そのことは所員も知っている、それなりにインセンティブやメリットがある。ただそれは九州大学 IMI に所属していればの話で、外に出て行こうとしたとき、例えば准教授の人が教授として出て行こうとしたときに、IMI でやってきた産学連携活動をどのくらい評価してもらえるかはわからない。こちらとしてはもちろん評価してもらいたいと思っているが、他の大学は他の大学でいろいろ事情がある。実際、他分野との連携を評価されなかった事例がある。

上のような意味で、IMI でもメリットとデメリットが共存している状況にある。産学連携は評価される場合もあるが、全く評価されない可能性もある。産学連携のために所員の皆さんはそれなりに時間を使っている、それが評価されないとすると相当厳しい。

特に若い人、助教の方は本当に自分の研究をやって、その中で産学連携も自分の研究として楽しんでやっていてほしいが、上のような状況で、ミッションとしてやってもらうのも申し訳ないという気持ちもある。

(若山上席コメント) 九州大学では、グローバルCOEを含めIMIの設立した頃から、学位を取得後、助教として採用される人の数が少し増えたような気がする。実際、その以前からだ、多くの国立大学において、数学科という看板が数理科学、数理情報などに変わっていた。そのような状況下、数学の論文が書いて数学の教育がきちんとできるという能力とともに、産業界との連携やインターンシップを経験したという事実がポジティブに評価されて採用に至ったのではないと思う。

(博士課程学生の企業への就職)

どちらかというと、産業界と関わったことによる経験が間接的に評価されている可能性が高い。就職データから、年によるが、多いときで5、6人。企業に行く人が平均すると2、3人。ほとんどが、研究開発系と思われる。

(若山上席コメント) 世の中のいろんな仕事の中では、数学の研究は特に抽象的思考を必要とする。例えば、理工系ならある程度身近な微分方程式をやっている人であっても、世間からいえば非常に抽象的な思考をベースに新しいことを生み出している。そこまでの経験をして学位論文を書くことができた人は社会にそんなにいない。そういった経験と実績は、間違いなく企業にとっても役に立つはず。しかしそれは、実際に入って働いてみないとなかなか周りも認めてくれない。抽象的な思考を続けて、その成果として何かを生むということは、一般的には、その実感が共有されていないので理解されにくい。数学をやっている学生はおそらく能力がそれなりに高い。そういう人が、活躍する場所を見いだせないままに、どこかに消えていくというのは全くもったいない話。

20年前と全然違う点は、博士号を取った人を採用する企業が増えたという点である。数学の博士課程の学生はすでにある程度独立した研究者なのだが、本人も、また社会からも見た目は学部や修士同様の新卒。ある意味では、社会のことをほとんど何も知らない場合もあるが、元気良くて優秀そうであれば企業にとっても魅力的であるはずだし、また、学生が人生を自分自身で広く設計していくというのはとても好ましいことだと思う。

A3.3 ダイキン工業株式会社

インタビューイ：

ダイキン工業株式会社 テクノロジー・イノベーションセンター (TIC)

副センター長 都島 良久

グループ・リーダー 高根沢 悟

担当課長 武田 信明

・これまでの御社の事業課題の解決に向けて、数学を活用された事例や今後の可能性について

とても重要な話と捉えている。基本的なところでいうと、DXという流れの中において、一つの重要なキーワードとしてAIがある。AIを使いこなそうとすると統計や行列計算といった部分がベースになるので、基本的な数学知識はAIを含むデータ活用にはやはり必要である。領域で言うと、例えば最適・省エネな空調運用提案、製品の保守・アフターサービス（故障診断）、製造のサプライチェーン上の計画業務における需要予測。製造プロセスでの保全業務などさまざまなシーンでの活用が期待され、取り組みを進めている。

一方で人材としては、機械メーカーで情報系人材も少なかったこともあり、デジタル人材の不足から、ダイキン情報技術大学というデジタル人材育成の取り組みを社内です設立運用しており、内部にブリッジとして使いこなせる人材の育成を全社的に行っている。

その中での教育として阪大との包括提携にて講義してもらっているが、その基礎として数学も入っている。これがベースのリテラシーとしての数学の話である。

もう一つは高度な数理解析の話。気流解析とか製品設計につながるシミュレーションの研究を行っている。弊社内では冷媒、液体と気体が混ざったようなものの揮発について、ヒートポンプサイクルを用いて、温めたり、冷やしたりする実験を行っている。過渡状態など複雑な話も多くてそのような解析にはシミュレーションの活用をすごく期待している。あとは空気の新価値という話では、今までの温める冷える、というエアコンの空気の話から、安心した空気とか。コロナに感染しない空気とか健康で眠りやすい空気といった話になると、空間の中での解析や人体への影響に踏み込むことになる。そうすると、複合的なデータをどのように実用化するかというときに、いろんな数学知識が、セグメントやメカニズムの解明で絶対必要になる。

このように数学活用の期待している状況である。ただし、新しい技術も使いこなせてナンボということで、いくら一人すごい数学ができる人がいたところでその人の頭の中で閉じてしまっただけでは、なかなか事業としては成立しない。ツール化して導入・展開していく必要がある。つまり、その数学の問題を使いやすい状態に変えて示して使っていく。課題を整理して数学的問題にきちんと定式化する部分が重要であり、ここが一番の課題。問題の種類としては最適化問題や流体関係の問題とかが多い。

（採用関連）

採用関係の話で補足すると、純粋数学の人材は弊社への募集もあまり多くはない。また、これまではそういう人材をどこに配置したらいいのかというのもあった。昨今のデータサイエンスを皮切りに、数学人材はソフトウェアの知識をさらに足し算することで、データサイエンティストとしての活躍も期待でき、今、そのデジタル人材（AI人材）を育成していく中で、数学系の学生さんの需要も増えている。数学を学んでいましたという新入社員もちらほらいるという状況。

少なくとも数学系の学生を歓迎するという考え方はわれわれにある。確かに応募数自体が少ないという背景があったものの、今後については二つの意味で、数学系の学生に期待できると考えている。一つはこれまで未解決の問題は本質的に数学の問題であることが多いと思っていて、純粋に数学的な定式化という意味で期待している。

もう一つ別の視点では欧米型の発想である技術者の入り口として数学を深く学んだエンジニアを広く採用するということがある。プロジェクトマネジメント、あるいはその技術を深く理解して導くという一般教養としての数学である。数学卒の学生はそのような一般的な意味での技術のプランニング、ストラクチャリングがうまくできると思っている。そういう意味で数学系の採用を推進して行きたい。直近でも具体的に数学系の学生の見学会などイベントを具体的に考えている。

数学系の学生、教員、企業側も数学を直接使うという思考に今までは陥っていたと思う。少なくとも企業側では直接数学を使うということ以上に、一般的な教養・数学的な思考を持つ人間が重要。大学の数学系の学生さんが果たして直接数学を使うこと以外の部分に自分のその一般的なスキルを生かそうという発想を本当に持っているかというと、少し懐疑的。日本の数学系の学生は欧米の企業であつたらすぐ受けが良いが、日本の企業には受けが悪い。そのあたり温度差がすごくある。日本は独特の数学文化を作り上げているようなところがある。

またユーザー企業での応用という視点では、 π 型人材という言い方があるが、数学の問題と物理的、工学的なエッセンスの話に機械や業務のドメインのスキルが組み合わさって活躍できる。純粋数学だけで活躍するというイメージよりも純粋数学プラスもう1個の何かというのがあってこそ、すごく生きる。産業での応用事例からそのもう1個の何かの方を学んでいくプランニングを学生に描いてもらえると、スムーズに活躍できると捉えている。

グローバルの視点でいうと、そもそも日本は定式化も弱い。例えば、一番そのような意味で進んでいるフランスでは技術者はほとんど数学者みたいなもの。フランスの数学文化から比べると、日本の技術とはどこが技術なの？というぐらい定式化が弱いと弊社含みで含めて思っている。

その点でいうと、若山上席のおっしゃっている日本のその産業数学の遅れというところには、初めから認知

しているつもりである。

・これまでの大学などとの連携について

社会数理実践研究なる、数学系の大学院生にわれわれが持っている問題を解かせるという大学院の授業に参加している。合わせて、東京大学の数理科学研究科と共同で社会連携講座を設置して冷媒の熱流体関係の定式化に取り組むなど数学の産業応用に比較的積極的に取り組んでいるつもり。

TICは2015年に設立され、会社としては大きく産学連携をスタートし出したという状況である。最近だと大学との包括連携も数多く組んでいる。ただ、ある程度相互理解があつてこそ、うまく大学の専門的な知識・技術が生きる。いきなり一足飛びにいかずに最初が苦戦したが、ようやく1個ずつの具体的活動の歯車が回ってきた。社会連携講座は単なる大学への研究委託ではなくて、人材育成も兼ねている。位置づけは共同研究兼人材育成兼交流である。

もともとのTICの設立の趣旨に立ち戻ると、従来技術の延長線だけでは不十分で、大きくイノベーションを行っていくということ、新しい分野の技術を取り入れることが重要。スピード感もってやっていくには社外や社内の技術者との融合が問われているセンターになる。前置き長くなったが、新しい知恵をいただくということで、産学連携は一つの大きなトピックになっている。その意識変革という意味でも推進している。

先ほどの数理科学者の話もそうだが、日本人は個人のアイデンティティーの表現を確立するっていうことがまだできてない。そのため他人のアイデンティティーと掛け算ができない。数理科学者は表現力のところがやはり弱い印象がある。そういうところも含めて、大学と連携することで、意識と知識を高めることができると考えている。このように意識と知識を高めるために一番手取り早いのは、ほかのアイデンティティーをどんどん入れていく、どんどん吸収していくということだと思うので、そういう意味では大学の先生方といったかなり深いところをやられているアイデンティティーを確立した方と対話するというのがすごく大事と思う。

最近大学とワークショップを社内で行うと、驚くほど参加者が多く、若い方からベテランまで参加がある。潜在的には、思っている以上に他分野の知識を得たい、他の人と交流したいという意欲があると思う。どのように巻き込むかというところがすごく大事と思っている。

・産学連携の恩恵や必要な支援、体制などについて

産学連携がうまくいくケースは、例えば数学であれば、この問題であれば、工学的な価値もある上に数学的な問題にもなっているという感覚を持っている人間が企業側にまずいるかということと、逆に大学の数学科の中にもこの問題は数学的な価値があると同時に企業的にもアウトプットになるというブリッジが重要だと思う。そして、数学は日本の企業にとってやはり遠いので、企業の中にあまり数学者がいないから、これは数学的な価値があるという感覚がある人がほとんどいない。そういう人だけが数学者と共同研究が可能となる。

産学連携の理想論としては、個々人がパーソナルのシンクタンクをさまざまな大学に持っている。数理をやっている人が、哲学、心理学、医学、薬学とかそういうところとつながっていて、そういうところに近い社会課題を設定するときに、そのような人たちと議論ができる。このようなシンクタンクがパーソナルでできるようになってきて、一人一人がいろいろな大学にいろんな先生方と知り合いがいるという世界観が描けたら一番の成果と思う。

企業としての成果として事業貢献・業績化が求められる中、数学は学問の性格上、遠い抽象的な話になりがちなので企業としてもかなり難しい類い。お互いの利益を意識しあうこと。一方で産学連携はブランディングというところにはすごく影響を与えていると思う。だから、どういう形で定量的に成果としてみてもらえるかが見えたら良い。産学連携を行っていけば、企業価値が上がっていく。企業価値が上がった結果、ダイキンは新しいことに挑戦することに対しての抵抗感がない。ダイキンとなれば何か新しいことができそうといったブランディングができてきているので、営業・提案活動がすごくやりやすくなるというのも企業価値であるので、定量的な評価ができれば良いと思っている。

ブランディングの話も含めて価値がダイレクトじゃなくて間接的になるケースはやはり多い。そこに価値があることを説明できる人が間にいるってことがすごく重要なこと。それは数学側にも必要である。

数学側と企業側のお互いが数学と技術のブリッジ感覚を持っているとうまく進む。どちらか一方が全然そのような感覚がないと、かなり難しく長続きしない。

（産学連携未経験の研究者について）

いろいろな先生方とお付き合いさせていただいた上で、最近増えてきた企業経験出身者の先生は非常に話が早い。企業経験がある先生とそうでない先生は企業からみるとすぐ分かる。あとは民間企業との共同研究の場数の多さ。すなわち、若い研究者（もしくはこれまで産学連携を行ったことがない研究者）が企業と連携するにあたって、そのブリッジ感覚をもつには、交流の数や経験が重要といえる。

ある産学連携の経験がない大学での例になるが、学際ユニットという枠組みで進めた。その大学の中で横串活動をされている中で、さまざまなユニットがあって、技術寄りのユニットではない文系よりのユニットもある。そこに数理系の先生方も入られたユニットもあった。自分ではすぐになかなか社会課題解決ができない、技術開発ができないことでも、そういうところと掛け算することで、解決をしていく。ユニットと企業が連携するみたいな可能性あると思う。大学の中で横串的な仲の良い先生方にサポートをお願いするという。工学や医学の先生が数理を活用したいと思っているので、そこに数学、数理科学の先生が入っていくということが一つだと思う。

われわれが取り組んでいる数学の問題は極めて物性や幾何学的なテーマ。技術の中には数学となじみの良い問題と悪い問題というのはやはりあって、なじみの良い問題をうまく選んで数学のメスを入れられるかが重要。数学者が工学系の研究者とコラボレーションするところから始めるのも一つかもしれない。

・今後の産学連携推進へ向けて

経営トップが産学連携をリードしていて、実行部隊の中心としてはTICになる。その中で数学の立ち位置的にはベースの話で言うとやはりワンクッション、工学や情報システム数理が必要かと思う。先ほどからの話の通り、直接共同研究を行う可能性は限られる。

ワンクッションにおいて数理をされている、データ活用、AI、データ分析っていう視点ではそういう人材はいる。数学的な課題の話で、もう少しして基盤的な話がしっかり出て、データに基づいた判断といったシーンが定着されると、数学的問題に落とし込みやすい課題が出てくるが、まだそこまでではない。

直接的な数学分野の問題は多く存在するかというと、そんなに多種多様な問題があるわけではない。長年工学的には解けないが、長らく商品開発の中では問題を抱えている、くすぶっている問題が、実は根っこは数学的な問題になっているということがいくつかある。こういった場合は工学者がいくら頑張っても解けなかったりする。そういったテーマが一番良いが、この具体化が必要で、面白い数学の問題が多く存在するというわけではない。デジタル・DXという流れで、今後もっと出てくる可能性はある。

未解決問題WSのような交流する場、プラットフォームがあったとしても、課題にある程度センスが必要という気がする。技術者に話しかけるように、互いに課題を共有したところで何も生まれれないという感じがある。ニッチな課題になりがち。

うまくいった事例をみる限り、繰り返しになるが数学と技術の間に架け橋になる人がいたことが重要ではないか。単に場を共有するだけでなく推進剤が必要。すなわち、数理工学に近い人材方が企業側と数学側に必要。

（ブリッジ人材育成）

企業側で人材育成していくには、トップによるデジタル人材育成や産学の重要性のメッセージが非常に大きい。それがないとニュータイプの人材はなかなか日の目を浴びない。このような人材もいても良いと受け入れ

てもらえる環境が必要。

やはり数学の知識は必要という話を例えば国や団体からメッセージがあると、少しずつ変わってくると思う。一方で、数学の人材は足りていないので、大学院から編入の話はすごく良いアイデアと思う。ハイブリッドで産学両方がわかってという、いろいろ活用のアウトプットの出し方の幅がすごく広がる。

A3.4 株式会社ダイセル

インタビューイ：

株式会社ダイセル イノベーション・パーク

生産本部 生産技術センター シミュレーショングループ

伊奈 智秀

兼子 祐

・これまでの御社の事業課題の解決に向けて、数学を活用された事例や今後の可能性、これまでの大学などの連携について

われわれの部門は株式会社ダイセルの生産技術センターの中にあるシミュレーショングループ。シミュレーションは例えば量子化学計算。本当に原子とか分子レベルの計算のものから、流体解析や構造解析などプロセス全体のシミュレーションといったすごく大きなところまで全般を行っている。その中でさまざまなモデル化して計算していくので、数学は大なり小なり当然使う必要がある。また、今後数学の活用を推進していこうという社内の方向性がある。

もともとわれわれは化学メーカーであって、経験則、実際の現象をどのようにモデル化するかということにどうしても走りがちである。物理や数学に基づいた原則原理が本来重要だが、その点がおざなりとなりがち。しかしながら、経験だけではなくて原理原則に基づいた数学的なアプローチも当然必要だということが、今回福本先生と共同研究をさせていただききっかけになった。それまでそのようなアプローチが少なかったという反省に基づいている。それゆえ過去は数学の専門の先生とはあまりお付き合いなかったというのが弊社の実情である。

また、どのように取り組むか。数学的な問題点から考えると、例えば流体解析や構造解析などさまざまな経験則でモデル化しているところをもっと原理原則でやっていきたい。その中で、いくつかのテーマに関する課題を福本先生と相談させていただいて、まずは第一弾としてMI（マテリアルズインフォマティクス）を今始めている状況である。それゆえ今後もさまざまな分野について横展開していきたいと思っている。

数学系人材についてはうちのグループにはいない。会社全体だと少しいるが、少ないことは確か。社内での横展開にあたって、今後数学系の学生を積極的に雇用する可能性は十分ある。共同研究していくと、こちらに持ってないものを多くその大学の先生が持っておられるので、その研究室の卒業生にきていただくと非常にこちらとしてはメリットともなるので、今後考えていきたいと思っている。

数学に限らない産学連携はこれまでも行っている。化学系、物理系、電気系など他の専門の先生とは数多く一緒に研究してきている。今後の数学での共同研究については福本先生にご相談させていただくつもり。

・産学連携の恩恵や必要な支援、体制などについて

産学連携は必須のものだと思っている。やはりわれわれの社員のその知識だけでは到底、さまざまな製品は作れない。その技術を作れないので、大学の先生方や研究所の先生方と連携することは非常に技術を構築する上で重要だと思っている。どのように始めるかということはもちろんトップダウンの場合もあるし、ボトムアップの場合も両方ある。

トップダウンは100%。ボトムアップは100%というわけではないが、今考えている事業性とマッチする必要な技術を持っている先生であれば、ウェルカムの状態。まずは味見から連携を始めて一年たち、発展しそ

うであれば、共同研究費用もどんどん上げて大きくしようということをやっていく。そのような意味では割と産学連携を行いやすい環境かと思う。

大学の研究と比べると企業の研究はものすごくスピードが速い。2、3年たって駄目ならもうやめてしまうという様にどんどん変わっていく。福本先生とは2019年ぐらい始めているが、注力すべきテーマ選定のやり取りを何回か繰り返す必要がまずあると思う。今回IMIについては2、3年ぐらいでアウトプット出そうなイメージから最初立ち上げていって、一緒に協力をさせていただいている。そのような新しいテーマを追加、検討していけば、さまざまな先生方とのつながりもできて産学連携が増えてくるのではないかと期待している。

連携を進めるにあたっては例えば今のテーマを数学的に解析するにはどこどのような接点が必要かをこちらから探しに行く。こういう説明すれば先生方にわかっていただけるかということをもまずは考えるので、お互い歩み寄りができれば良いと思っている。アプローチするときにはある程度社内で定式化して持っていく。まずこのような現象があって、これまでの経験上うまくいかない、もしくはうまくいっているけど原理原則がよく分からないというところで相談に乗ってもらえないかという事案を複数用意してどれがマッチングするかをみる。今回の場合ではIMIにアクセスして先生方の専門性が考えて、どの先生と共同研究できるかということで、話を進めた。

（必要な大学側の体制や支援）

IMIの件以外では数学者・数理科学者との共同研究は今まで経験がないので、その件で申し上げるとIMIのウェブページでさまざまな先生の紹介をかなり詳細に記載があった。この先生であればこのようなことを相談できるというのが事前に見積もれるので、非常にありがたかった。そういったものを充実させていただきたい。どんな先生がどんな研究されているかっていうのを具体的に示していただいていた方がこちらもアプローチしやすいと思うので、そのあたりを工夫いただければ助かる。連携する確率も増えてくるのではないかな。

・アウトプットについて

論文については先生が出したいというのは当然。われわれと共同研究している内容で、われわれにも貢献があるのでしたら、まず特許を出願してから論文というやり方は当然行っている。アウトプットとしては特許と論文とセットで出すということはよく行っていること。こちらも特許を書いて、それで権利を守って、事業化に進めていきたいということである。

どれぐらい特許になりやすいかというと、まず論文を出す時点で新規性はあると仮定すると、特許自体は新規性や創意工夫といった知的な情報があれば財産化する試みなので、特許を取る場合が多いのではないかなと思う。化学メーカーなので、材料といったところで特許を取っていききたい。一方で数理的な目線ですと特許がとりにくい。化学産業としてはあんまり得ではないという特許になる場合は、特許を取らないで論文ということもある。弊社でのノウハウとなるような権利を抑えておいて、論文に出すということもあるかもしれない。

数理科学をベースにしたものは特許になりにくいかというと、ものによる。例えばパラメーター特許について非常に意味がある特許であったとしたら、そこで作った数理モデルは非常に重要なものになってくるので、そういった点で特許を取るという場合だと重要になるかもしれない。一概には言えなくて、ケース・バイ・ケース。

特許にするものは、あらかじめ特許を出願してから論文化する。ノウハウは特許にしない。特許にするとまねされてしまうから。であるから、そういうときは証拠書類として公正証書を残しておいて、もし他社から出てきても、もうちはもうそのやり方で作っているというのを公的なところで証明してもらおうというやり方を行う。特許出願せずに。特許ができないものについてはそういうことをことも行っている。

・今後の産学連携や採用活動・インターンシップについて

産学連携の分野、数学の場合は今1件だけだが、化学系が基本。あとは電気系、物理系、機械系など、

今の事業と将来性も考えて加味して行っている。

産学連携がインターンシップにつながって就職になるという点については、一般公募の就職については特に区別していないが、非常に密接に産学連携している先からインターンシップは受け入れている。というのは、われわれが欲している技術を持っている先生の学生さんは即戦力である。数学の場合は本当にまだ始まったところで、インターンシップや実際の就職に来てくれたら良いと思っているところ。

実際に明示的に数学出身の学生を採用していく雰囲気はある。ただ分野が全然違うと思うので、化学プラントのところにいきなり就職するというのは大変かもしれない。われわれのシミュレーション関係の部署と一緒に仕事をしていく可能性は十分高いと思うので、当社の人事担当とも相談しながら、採用活動進めていきたいと思っている。

欲しい数学の人材像でいうと、専門性ある程度持っている方で、当社の事業や技術領域とマッチする学生が就職してくれるのがまずは良いかなと思っている。ある程度インターシップを経た方が良い。

数学は非常に重要な学問だと思うし、企業もぜひ活用するべきだと思う。

参考資料

R1 過去の取り組み一覧

数理科学にまつわる過去の取り組みを時系列に沿って以下の図に示す。

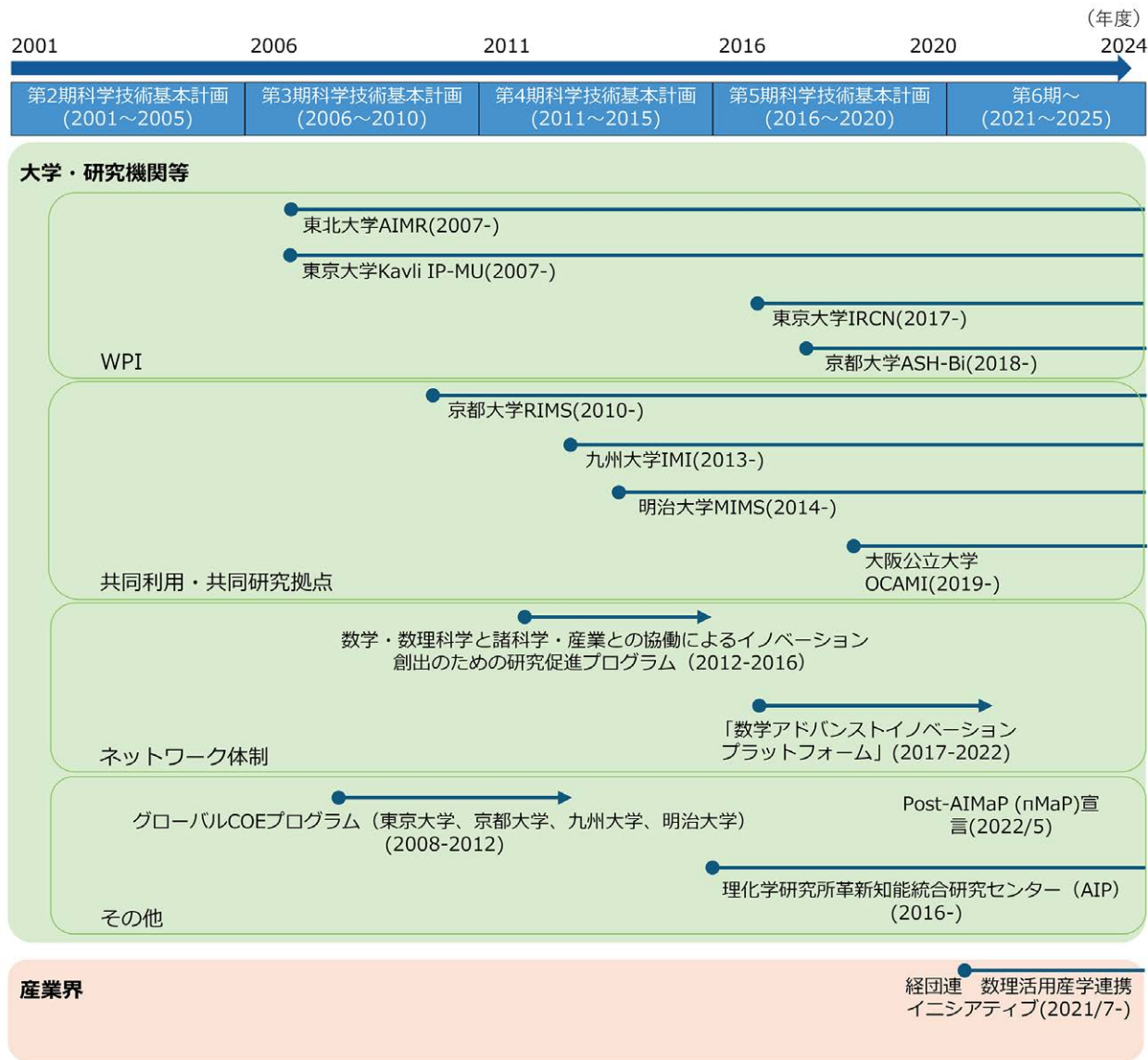


図 17 大学・研究機関等と産業界の取り組み

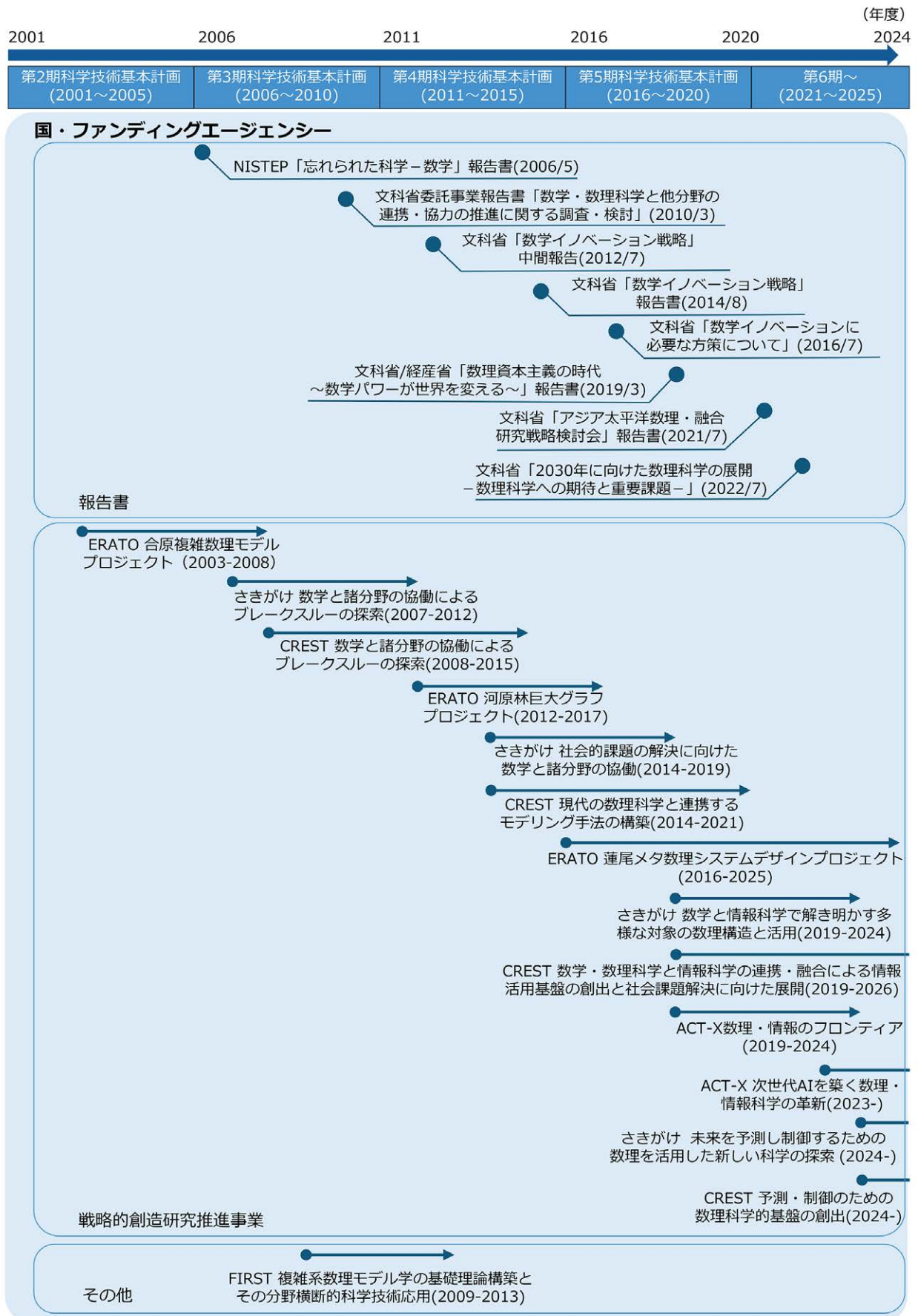


図18 国とファンディングエージェンシーの取り組み

R2 数理科学系機関分布図

日本における数理科学のネットワーク体制は数学協働プログラム、AIMaPを経て、2024 年から MfIP という形で全国の数理科学関連の機関が協力体制を敷いている。MfIP は九州大学 IMI を中核機関とし、東北大学 数理科学共創社会センター、知の創出センターを協力機関、15 の連携機関で成り立っており、図 19 示すように全国に広がっている¹¹¹。



図 19 MfIP 構成機関

参考資料

111 https://mfip.jp/partner_institutions/（アクセス 2025 年 6 月 19 日）

総括責任者	若山 正人	特任フェロー	システム・情報科学技術ユニット
	木村 康則	上席フェロー	システム・情報科学技術ユニット
リーダー	吉脇 理雄	フェロー	システム・情報科学技術ユニット
	青木 孝	フェロー	システム・情報科学技術ユニット
	市川 類	フェロー	システム・情報科学技術ユニット
	尾崎 翔	フェロー	システム・情報科学技術ユニット
	嶋田 義皓	特任フェロー	システム・情報科学技術ユニット
	高島 洋典	フェロー	システム・情報科学技術ユニット
	寺西 裕一	フェロー	システム・情報科学技術ユニット
	平池 龍一	フェロー	システム・情報科学技術ユニット
	福井 章人	フェロー	システム・情報科学技術ユニット
	福島 俊一	フェロー	システム・情報科学技術ユニット
	的場 正憲	フェロー	システム・情報科学技術ユニット
	茂木 強	フェロー	システム・情報科学技術ユニット

調査報告書

CRDS-FY2025-RR-01

日本における数理科学とその革新： 過去、現在、そして将来の展望

RESEARCH REPORT

Mathematical Sciences and its innovation in Japan: Past, Present, and Future Prospects

令和 7 年 8 月 August 2025

ISBN 978-4-88890-999-0

国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター

Center for Research and Development Strategy, Japan Science and Technology Agency

〒102-0076 東京都千代田区五番町7 K's 五番町

電話 03-5214-7481

E-mail crds@jst.go.jp

<https://www.jst.go.jp/crds/>

本書は著作権法等によって著作権が保護された著作物です。

著作権法で認められた場合を除き、本書の全部又は一部を許可無く複写・複製することを禁じます。

引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

なお、本報告書の参考文献としてインターネット上の情報が掲載されている場合、当該情報はURLに併記された日付または本報告書の発行日の1ヶ月前に入手しているものです。

上記以降の情報の更新は行わないものとします。

This publication is protected by copyright law and international treaties.

No part of this publication may be copied or reproduced in any form or by any means without permission of JST, except to the extent permitted by applicable law.

Any quotations must be appropriately acknowledged.

If you wish to copy, reproduce, display or otherwise use this publication, please contact crds@jst.go.jp.

Please note that all web references in this report were last checked on the date given in the link or one month prior to publication.

CRDS is not responsible for any changes in content thereafter.

FOR THE FUTURE OF
SCIENCE AND
SOCIETY



CRDS

<https://www.jst.go.jp/crds/>