

参 考

参考 1 参考資料

- [1] 平成18年度文部科学省委託調査報告書：「忘れられた科学－数学」
- [2] 平成19年度文部科学省委託調査報告書：「イノベーションの創出のための数学研究の振興に関する調査」
- [3] 平成21年度文部科学省委託調査報告書：「数学・数理科学と他分野の連携・協力の推進に関する調査・検討から～第4期科学技術基本計画の検討に向けて～」
- [4] 平成26年度科学技術・学術審議会先端研究基盤部会報告書：「数学イノベーション戦略」
- [5] 数理科学と他分野科学・産業との連携、日本学術会議数理科学委員会数学分科会、2014年9月1日
- [6] The Mathematical Sciences in 2025, The National Academies Press, 2013.
- [7] Fueling Innovation and Discovery: Mathematical Sciences in the 21st Century, The National Academies Press, 2012.
- [8] Measuring the Economic Benefits of Mathematical Science Research in the UK, Deloitte, November 2012.
- [9] Success case studies in Mathematical Technology Transfer, Math-in.net, Red Espanola Mathematica-Industria, Spanish Network for Mathematics & Industry.
- [10] Future Directions in CSE Education and Research, SIAM (Draft: Completed on Wednesday 11th March 2015).
- [11] Les Métiers Des Mathématiques et De L' Informatique, Onisep, March 2015.
- [12] Computational Science: Ensuring America's Competitiveness, Report to the President, June 2005. Executive Office of the President of the United States.
- [13] Mathematical Sciences and their value for the Dutch economy, Deloitte, Platform Wiskunde Nederland, January 2014.
- [14] Forward Look: Mathematics and Industry Report, European Science Foundation, 2010.
- [15] Formulas for Insight and Innovation, Mathematical Sciences in the Netherland, vision document 2025, Platform Wiskunde Nederland.
- [16] Mathematics in Industry, The SIAM Report, SIAM, January 30, 1998.
- [17] Samuel M. Rankin, III, Mathematical Sciences in the FY 2011 Budget, Notices of AMS, vol. 57, No. 8, 2010.
- [18] AMS Website, <http://www.ams.org/profession/profession>
- [19] NSF Website, https://www.nsf.gov/bfa/dias/policy/merit_review/overview.pdf
- [20] EPSRC Website, <https://www.epsrc.ac.uk/funding/>
- [21] 週刊ダイヤモンド「使える数学」, ダイヤモンド社、1月23日号、2016.

参考2 本報告書の文部科学省への提出版および電子版 URL :

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

参考3：委託調査報告会記録

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

日時：平成28年2月20日(土)

場所：東京大学駒場キャンパス 数理科学研究科棟 大講義室

主催：東北大学知の創出センター

(文部科学省委託事業「数学・数理科学を活用した異分野融合研究の動向調査」)

共催：東京大学大学院数理科学研究科

協力：北海道大学電子科学研究所附属社会創造数学研究センター、東北大学大学院理学研究科・情報科学研究科、情報・システム研究機構統計数理研究所、明治大学先端数理科学インスティテュート、早稲田大学大学院基幹理工学研究科、京都大学数理解析研究所、九州大学マス・フォア・インダストリ研究所

後援：日本数学会、日本応用数理学会

プログラム：

第1部：なぜ数学の底力が必要か？

司会：時弘哲治(東京大学大学院数理科学研究科教授)

9：30－9：45 開会挨拶・来賓挨拶

開会挨拶…坪井俊(東京大学大学院数理科学研究科長)

来賓挨拶…生川浩史(文部科学省大臣官房審議官(研究振興局担当))

小谷元子(日本数学会理事長)

大石進一(日本応用数理学会会長)

9：45－10：45 報告(I)

背景と趣旨…文部科学省の数学イノベーションに向けた取組

栗辻康博(文部科学省研究振興局基礎研究振興課/数学イノベーションユニット)

委託調査報告…数学・数理科学を活用した異分野融合研究に関する国内外の現状について

前田吉昭(東北大学知の創出センター副センター長)

小松崎民樹(北海道大学電子科学研究所附属社会創造数学研究センター長)

福本康秀(九州大学マス・フォア・インダストリ研究所所長)

宮岡礼子(東北大学大学院理学研究科教授)

11:00-12:30 基調講演

山田武士氏 (NTT コミュニケーション科学基礎研究所企画担当主席研究員)

「コミュニケーション科学から見た数学への期待」

巖佐庸氏 (九州大学大学院理学研究院教授 (数理生物学))

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

第2部: どのような取組が必要か?

司会: 山本昌宏 (東京大学大学院数理科学研究科教授)

14:00-14:50 招待講演

Hyungju Park (韓国国立数理科学研究所長、国際数学連合理事)

「Industrial and Applied Mathematics in Korea: the present and the future」

15:00-15:30 報告 (II)

数学イノベーション委員会における検討状況

栗辻康博 (文部科学省研究振興局基礎研究振興課/数学イノベーションユニット)

委託調査結果を踏まえた政策提言

前田吉昭 (東北大学知の創出センター副センター長)

15:40-17:40 パネルディスカッション

「これからの10年 どうすれば数学の底力を生かすことができるか?」

モデレーター: 岡本久 (京都大学数理解析研究所副所長)

パネリスト:

【数学関係】合原一幸 (東京大学生産技術研究所教授)

田中冬彦 (大阪大学大学院基礎工学研究科准教授)

宮岡礼子 (東北大学大学院理学研究科教授)

【企業】高田 章 (旭硝子(株)特任研究員、前・日本応用数理学会会長)

【他分野】初田哲男 (理化学研究所理論科学連携研究推進グループディレクター)

【マスコミ】辻村達哉 (共同通信社編集委員)

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

17:40-17:45 閉会挨拶

三村昌泰 (明治大学先端数理科学インスティテュート副所長)

基調講演・招待講演

基調講演 1.

講演者

山田 武士 (NTT コミュニケーション科学基礎研究所
企画担当首席研究員)

講演題目

コミュニケーション科学から見た数学への期待

講演要旨 :NTT コミュニケーション科学基礎研究所で

は、心まで伝わるコミュニケーションの実現を目指し、
人間と情報の両面からコミュニケーションの本質は何

か、を究める研究を行っています。例えば、人間は外界をカメラで撮るように忠実に認識しているわけではありません。これまでの経験を通じて現象をいわば「解読」することで、その背後にある意味や、本質を即座に理解しています。

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



基調講演 2.

講演者

巖佐 庸 (九州大学大学院理学研究院教授(数理生物学))

講演題目

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

講演要旨：分子生物学の急速な進歩により、発生・免疫
など30年前には神秘的と思えた生命現象が多数の化学

反応のネットワークにより遂行されていることが明確になった。個々の担い手に関する知



識が爆発的に増大している。現在、それらの知識を組み合わせたときに本当に生命現象を遂行できるのか、が研究の焦点になっており、数理モデリングや統計解析、コンピュータシミュレーションを含む数理的な手法の活躍に期待が高まっている。

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

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

招待講演

講演者

Hyungju Park (韓国国立数理科学研究所長、
国際数学連合理事)

講演題目

Industrial and Applied Mathematics in Korea:
the present and the future

講演要旨: The Korean math community, in close collaborations with its government, has initiated a series of programs to build industrial mathematics ecosystems in Korea. The programs involve universities, startup companies, research institutes, and the government. Educational components including university curriculum updates and student internship are essential ingredients of the programs.



パネルディスカッション

討議内容：今回の委託調査の目的に沿った以下の問題について討議した。

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



発表資料 ※掲載可能な資料のみ抜粋

報告 I 背景と趣旨(栗辻)

平成28年度 文部科学省委託事業
「数学・数理科学を活用した
異分野総合研究に関する動向調査」
調査報告シンポジウム
「世界が変わる 数学が変える」

背景と趣旨 文部科学省の数学イノベーション に向けた取組

平成28年2月20日
文部科学省
数学イノベーションユニット

数学イノベーションの取組【2006年～】

2006年
科学技術政策研究所 報告書「忘れられた科学—数学」
□ 日本の数学研究を取り巻く厳しい状況を紹介
□ 数学と他分野との学際的研究の推進の必要性を指摘

2007年 JST戦略的創造研究推進事業
「数学と諸分野との協働によるブレークスルーの探索領域」
□ 研究総括: 西浦康政(東北大学 原子分子材料科学高等研究機構 教授)
□ CREST:13チーム(2008～2015年度)
□ さきがけ:31名(2007～2012年度)
□ 主な研究テーマ
- 輸送と渋滞の数理モデルとシミュレーション、実証実験
- インフルエンザウイルスの変異予測
- 離散幾何学と新物質創成
- 大動脈瘤の治療後の変化の予測
- 数理医学による腫瘍形成原理の解明
- 計算錯視学の構築—錯視の数理モデリングと応用



西浦総括

2009年度 文部科学省委託調査における 政策提言

提言1:拠点の整備
数学・数理科学と諸科学・産業との連携の
研究拠点の形成

**提言2:JST戦略的創造研究推進事
業の発展的継続**

**提言3:文科省内に数学・数理科学
専任の課・室の設置**

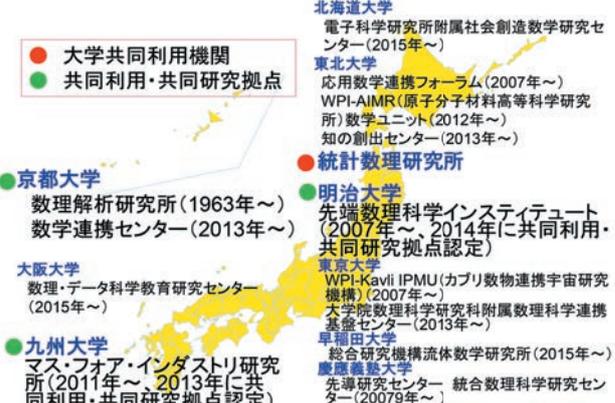
**提言4:産業界の共同研究支援、
数学系博士のキャリアパス
形成支援**

**提言5:第4期科学技術基本計画
(20011～2015年度)等にお
ける数学・数理科学の明記**



提言1:全国の数学連携拠点の整備

● 大学共同利用機関
● 共同利用・共同研究拠点



- 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(2015年～)
- 東北大学 応用数学連携フォーラム(2007年～) WPI-AIMR(原子分子材料高等科学研究所)数学ユニット(2012年～) 知の創出センター(2013年～)
- 統計数理研究所
- 京都大学 数理解析研究所(1963年～) 数学連携センター(2013年～)
- 明治大学 先端数理科学インスティテュート(2007年～、2014年に共同利用・共同研究拠点認定)
- 東京大学 WPI-Kavli IPMU(カブリ数物連携宇宙研究機構)(2007年～) 大学院数理科学研究科附属数理科学連携基盤センター(2013年～)
- 早稲田大学 総合研究機構流体数学研究所(2015年～)
- 慶應義塾大学 先端研究センター 統合数理科学研究センター(20079年～)
- 大阪大学 数学・データ科学教育研究センター(2015年～)
- 九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所(2011年～、2013年に共同利用・共同研究拠点認定)

提言1:全国の数学連携拠点の協力体制 (数学へのニーズ発掘から協働へつなげる活動)

数学協働プログラム(2012年度～)
○主な活動(2014年度)

- ◆連携ワークショップ 21件…数学者と諸科学・産業の研究者とが議論
- ◆スタディグループ 9件…諸科学・産業における具体的課題の解決策について数学者が議論
- ◆作業グループ 4回…生命科学と材料科学において課題の発掘・分析を目指し議論
- ◆一般向け情報発信 2回…サイエンスアゴラ講演会、同展示
- ◆学生キャリアパス構築 2回…学生と企業の交流会(26年10月) キャリアパスセミナー(27年3月)
- ◆関係学会での企画 4回…数学会(2回)・応用数理学会(1回)・統計学会(1回)で応用事例紹介のワークショップ 統を開催

○ワークショップ、スタディグループの主なテーマ

- ・生命ダイナミクスの数理とその応用
- ・計算材料科学と数学の協働によるスマート材料デザイン手法探索
- ・安心、安全、快適な社会インフラ維持への数理科学の適用
- ・感染症流行モデリング
- ・気象学におけるビッグデータ同化の数理 等



提言2:JST戦略的創造研究推進事業 の発展的継続

2014年度より、新たに数学を核とした研究領域が充足

◆「現代の数理科学と連携するモデリング手法の構築」
研究総括: 坪井俊(東京大学大学院数理科学研究科 教授・研究科長)
CREST:11課題(2014年度7課題、2015年度4課題)

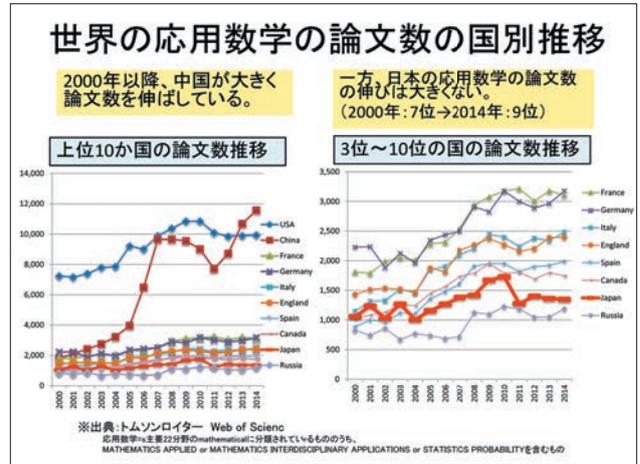


坪井総括

◆「社会的課題の解決に向けた数学と諸分野の協働」
研究総括: 國府寛司(京都大学大学院理学研究科 教授)
さががけ:18課題(2014年度9課題、2015年度9課題)



國府総括

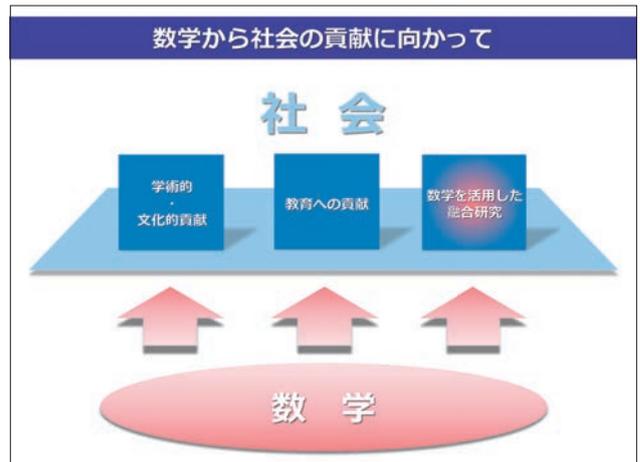


報告 I 委託調査報告 (前田)

文部科学省委託調査

数学・数理科学を活用した異分野融合研究の動向

報告会
平成28年2月20日



委託調査の背景 (1)

文科省・科学技術政策研究所の報告「忘れられた科学」や平成19年度および平成21年度におこなわれた文科省委託調査を踏まえて、一定の取り組みが行われてきた。

平成21年度委託調査における提言

- 提言1: 数学連携拠点整備
- 提言2: 戦略創造数学領域の継続的發展
- 提言3: 文科省科学省内の数学担当課室設置
- 提言4: 産官学の協力による人材育成
- 提言5: 第4期科学技術基本計画における数学の明記

実行された取り組み

- 九大、明治大の共同利用・共同研究拠点の認定 (2013、2014)
- 数学協働プログラムの開始、CREST・さきがけ領域の設置・継続 (2013)
- 文科省数学イノベーションユニットの設置 (2011)
- 日本数学会社会連携協議会による数学キャリアパス活動 (2011)
- 第4期科学技術基本計画のなかに数学振興についての明記 (2011)

委託調査の背景 (2)

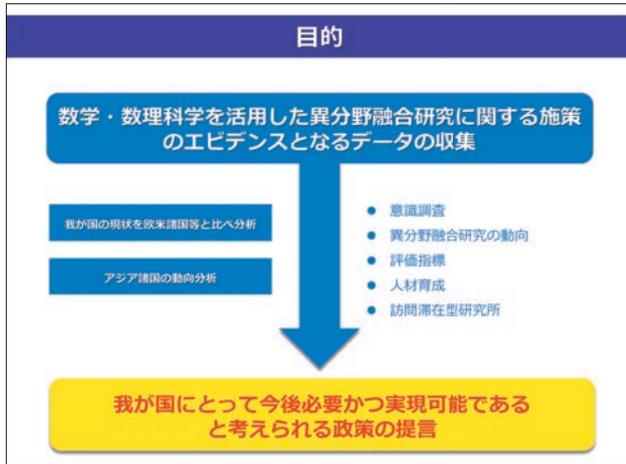
依然として我が国におけるこのような異分野融合研究は欧米諸国と比べて弱いと言われている!

平成21年委託調査政策
平成26年度の科学技術・学術審議会先端研究基盤部会の報告書「デジタルイノベーション戦略」からの提言

訪問滞在型研究所設置の提言

施策の有効性を示す客観的根拠(エビデンス)が乏しく、実現に至っていない!

このほかの数学・数理科学を活用した異分野融合研究に関する施策実施についてもエビデンスの提示は不可欠!



実施委員会

岡本 久	京都大学数理解析研究所 副所長
大野 泰生	東北大学大学院理学研究科 教授
尾畑 伸明	東北大学大学院情報科学研究科 教授
金藤 浩司	情報・システム研究機構 統計数理研究所 副所長
小園 英雄	早稲田大学理工学術院基幹理工学部数学科 教授
小松崎 良樹	北海道大学電子科学研究所附属社会創造数学研究センター長
柴田 良弘	早稲田大学理工学術院基幹理工学部数学科 教授
高木 泉	東北大学大学院理学研究科 教授
高木 剛	九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 教授
玉川 安騎男	京都大学数理解析研究所 教授
坪井 俊	東京大学大学院数理科学研究科長
時弘 哲治	東京大学大学院数理科学研究科 教授
長山 雅晴	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 教授
萩原 一郎	明治大学先端数理科学インスティテュート 所長
福本 康秀	九州大学マス・フォア・インダストリ研究所長
本多 啓介	情報・システム研究機構 統計数理研究所 リサーチ・アドミニストレーター
前田 吉昭	東北大学知の創出センター 副センター長
宮岡 礼子	東北大学大学院理学研究科 教授
宮路 哲行	明治大学先端数理科学インスティテュート 特任講師
山本 昌宏	東京大学大学院数理科学研究科 教授

検討委員会

- ・ 知見や見識のある多様な専門分野の有識者
- ・ 調査方法・調査機関の選定、調査結果の考察、報告内容の検討について審議

検討委員メンバー（敬称略）	
数学・数理科学分野	大石進一（早稲田大学・日本応用数理学会）、小谷元子（東北大学・日本数学会）、坪井俊（東京大学）、樋口知之（統計数理研究所）、三村昌泰（明治大学）、森重文（京都大学数理解析研究所）
諸科学分野	藤佐剛（九州大学）、初田哲男（理化学研究所）、柴山悦哉（東京大学）、杉山将（東京大学）、合塚一幸（東京大学）、西成活裕（東京大学）
経済・産業界	青沼君明（三菱UFJ銀行）、上田修好（NTT）、大島明（トヨタ自動車）、大木裕史（ニコン）、中村雅信（ハーモニック・ドライブ・システムズ）

調査内容

- (1) 数学・数理科学を活用した異分野融合研究の動向
 - ① 意識調査
 - ② 国内における数学・数理科学融合研究の進展状況とその課題
 - ③ 海外における数学・数理科学融合研究支援体制
 - ④ 評価指標による異分野融合研究の動向
- (2) 人材育成
 - ① 若年層（中学・高校生）への数学教育
 - ② 大学学部での数学教育
 - ③ 博士課程のキャリアパス
- (3) 訪問滞在型研究所調査
 - ① 欧米の訪問滞在型研究所調査
 - ② アジアの訪問滞在型研究所調査
 - ③ 国内での訪問滞在型研究所調査

数学・数理科学の融合研究についての意識調査

目的	平成21年度以降を中心として、数学・数理科学を活用した異分野融合研究の意識調査
調査先	<ol style="list-style-type: none"> 1. 国内数学・数理科学教育研究機関とその研究者の活動動向と意識調査 2. 諸科学分野からの数学・数理科学融合研究の活動動向と意識調査 3. 企業との連携における数学・数理科学融合研究活動動向と意識調査
実施方法	アンケート、ヒアリング、インタビュー

数学・数理科学の融合研究についての意識調査

目的 数学・数理科学を活用した異分野融合研究の動向

- 調査先**
1. 海外のファンディング機関
 - ・ NSF
 - ・ ERC
 - ・ EPSRC
 2. 海外の数学コミュニティ
 - ・ Einstein Center for Mathematics (Matheon)
 - ・ 韓国の応用数学の現状
 3. 学術振興会科学研究費の支援状況
 - ・ 科学研究費の申請状況
 - ・ 特設分野の申請状況
 4. 評価指標による数学・数理科学融合研究の動向
 - ・ NSFデータによる研究動向
 - ・ MathSciNetによる研究動向
 - ・ 融合研究雑誌を使った数学・数理科学研究の動向
 - ・ 学術文献データベースによる融合研究の動向
 - ・ 数学関連特許の動向

実施方法 Web 調査、ヒアリング、インタビュー

数学・数理科学の融合研究推進機関・センターの調査

目的 平成21年度以降、他分野との融合研究を推進している共同利用・共同研究拠点や機関等に対して、活動の成果と課題について調査する

- 調査機関**
1. 数学協働プログラム
 2. 共同利用・共同研究拠点
 - ・ 京都大学数理解析研究所
 - ・ 統計数理研究所
 - ・ 九州大学マス・フォア・インダストリー研究所
 - ・ 明治大学先端数理インスティテュート
 3. 数学連携センター
 - ・ 北海道大学電子科学研究所附属社会創造数学研究センター
 - ・ 東北大学応用数学フォーラム
 - ・ 東北大学原子分子材料科学研究所附属数学ユニット
 - ・ 東京大学大学院数理科学研究科附属数理科学連携基礎センター
 - ・ 慶應義塾大学統合数理科学研究センター
 - ・ 早稲田大学理工学際非線形複素関数方程式研究所
 - ・ 大阪大学金融・保険教育研究センター
 - ・ 海洋研究開発機構 数理科学・先端技術研究分野
 4. CREST・さきがけプログラム

実施方法 質問項目の送付のうえ、必要なところにヒアリングを行う

数学人材育成とキャリアパス

調査項目

1. 日本と米国の学生の進路追跡
2. 米国での数学人材育成活動
3. スーパーサイエンスハイスクールでの調査、高校数学教員の調査（小規模調査）
4. 大学学部・大学院での数学教育
5. 博士課程学生のキャリアパス

観測 1 世界の時流は「理系社会」であるにもかかわらず、日本は「文系社会」である。
→ もう少し理系社会への移行が望ましくないか（文理融合教育のために数学を教えよう）

観測 2 日米双方で、“数学”好きの学生がある程度いて、大学進学での比率は差はそれほどない
→ ・米国の“数学”好き高校生が選択していく大学院の進路はある程度幅がある（異分野へも人材が供給される）
・日本の“数学”好き高校生が選択していく大学院の進路は「数学研究者」に限られる

これはなぜか

提言に向けて

日本でも数学・数理科学の異分野融合の必要性の認識は着実に進んでいる

- ◆ 欧米さらにはアジア各国の動きをみても我が国の新しい方向としてさらに加速させることは重要である
- ◆ 数学コミュニティのオールジャパン連携体制からJapan Way の研究方向を示す

数学研究からの促進 「他分野へ」と「国際的」に認知度を上げる

1. 異分野融合研究協同圏

- ① 数学・数理科学協働プラットフォーム
- ② CRESTやさきがけ、大型研究費のニーズ

2. 人材育成

- ① 多様な進路を有する数学教育プログラム
- ② 数学から異分野融合の需要に応じる人材の育成
- ③ 博士課程修了者のキャリアパス

3. 訪問滞在型研究所

- ① 若手研究者の育成
- ② 日本発の世界をリードする学際研究の創出
- ③ 国際的プレゼンスの向上と国際研究ネットワーク

報告 I 委託調査報告 (小松崎)

諸科学分野からの数学・数理科学 融合研究の活動動向と意識調査

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
小松崎民樹

目的: 諸科学分野からの数学・数理科学融合研究の活動動向を把握するためにアンケート調査、事例調査、ヒアリング、インタビューを実施し、実態を把握する

諸科学アンケート調査

諸科学の成功（失敗）事例調査

ヒアリング

田中 耕一氏（株式会社島津製作所シニアフェロー、田中耕一記念質量分析研究所所長）

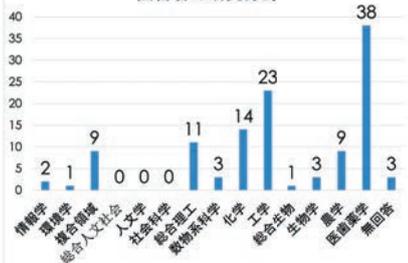
インタビュー

米国、中国、韓国、オランダの工学、数理生理学、計算機科学、生物学、数理物理学の幅広い諸科学における著名な研究者6名

標本設計

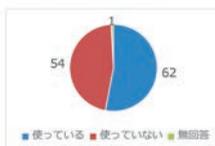
- ①標本数は国立・私立大学等の研究者117人。
 ②過去2-3年の科学研究費基盤研究(C)の採択者(数学以外の諸科学分野) なかなかから無作為に300件抽出し、アンケート調査票を送付。回答117名

回答者の研究分野



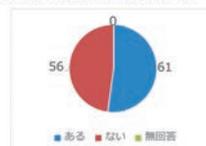
諸科学における数学・数理科学の利用状況と効果

発表される論文において、通常、数式を使っていますか？



53%の研究者が数式を使っている。諸科学の半数以上の研究者が数学を使っている

これまで数学者・数理科学者との討論や数学の書物や論文を読むなどによって、貴方の研究が進展した経験がありますか？



52%の研究者が数学者・数理科学者を使うことによって研究に進展がみられたと答えている

数学・数理科学の知識・人材の必要性

今後、貴方の研究活動において数学・数理科学での手法や理論が活用できると思われますか？



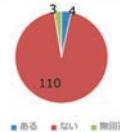
貴方の研究分野において数学・数理科学的な素養を持つ人材が必要でしょうか？



74%の研究者が数学・数理科学の手法や理論が活用できる、数学・数理科学的素養を持つ人材を必要としている。実際に活用している研究者が52%であることを考えると、22%の研究者は数学・数理科学的手法の有効性を感じているが、実際には活用できていない。

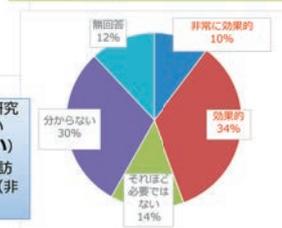
訪問滞在型研究所の利用状況と期待

貴方は訪問滞在型研究所での研究集会に参加された経験はありますか？



ほとんどの研究者が訪問滞在型研究所での研究集会に参加していない(3.5%しか参加していない)にも関わらず44%の研究者が訪問滞在型研究所での意見交換が(非常に)効果的と考えている

自由記述の意見で多く散見された言葉：「お互いの専門用語の理解」、「議論」、「相談」、「情報交換」、「相談窓口(コーディネーター)」



インタビュー

ジェームズ・キーナー氏 (数理生理学)
 ユタ大学数学科特別教授

アレックス・モジルナー氏 (細胞生物学)
 ニューヨーク大学クラン数学研究所教授

呂玉娘氏 (計測機工学)
 上海交通大学計算機科学工学部教授

Jae Kyoung Kim氏 (数理生物学)
 韓国高等科学技術大学 (KAIST) 数学科助教

ホルガー・ヴァールグレン氏 (力学系理論)
 グローニンゲン大学ヨハン・ベルヌーイ数学・コンピューター科学研究所准教授

ハウ・ヤン氏 (1分子生物学)
 プリンストン大学化学科教授

ジェームズ・キーナー氏 (数理生理学)
 ユタ大学数学科特別教授

NSFは数学振興プログラムを積極的に実施。ユタ大学数学科は現在までに二つのプログラムを実施し、予算総額は過去10年間の合計で約10億円に達している。

学際数理科学を振興するために必要な数学分野について：応用数学の全ての分野について、十分な理解をすることが肝要である。これから直面する未解決の問題にたいして、どのように数学が使えてゆけるのか、誰も知らないから。業の投与に関する数理モデルの問題解決には、1939年のポール・エルデシュの代数的整数論の論文が重要な役割を成すことを発見した。



異分野数理連携を通して「数学者が数学を再認識する」ことで、より深い異分野数理連携を展開

報告 I 委託調査報告 (宮岡)

呂宝根氏 (計算機工学)
上海交通大学計算機科学工学部教授

深層学習のような人工知能においては、**新しい数学の構成**が次世代の技術革新をもたらすであろう。

脳研究プロジェクトでは、**数学が非常に重要な役割を担う**。神経回路網の解析、データ解析、脳型計算アルゴリズムの発見、定式化、モデリングなしにはすまない。

インターネット検索エンジン、グーグル、フェイスブック、スマートフォン、クレジットカード決済 (暗号理論の基礎は整数論) などその**土台に数学がある**。こういうことをマスコミも強調すべき。

産業社会自体が**数学・数理科学分野の博士の人材の重要性に気付いて求めるような制度設計が急務**。そこを**上手く実施する国が、次世代の情報産業をリードする**だろう

訪問滞在型
研究所調査から
見えてきたこと

文部科学省委託事業
数学・数理科学を活用した異分野融合研究の動向
調査報告シンポジウム (2016.2.20)
宮岡礼子 (東北大学)

欧米8カ所, アジア 8カ所, 国内5カ所の訪問滞在型研究所を調査

- 欧米: MSRI, IPAM(LA) (米), Poincare Cr (仏), ESIIMP(シュレディンガー, オーストリア), MFO (独), Lorentz Cr (オランダ), Warwick U., Oxford Wolfson Cr for Math.Bio. (英)
- アジア: NCTMT(台湾), Chern IM (天津), TSIMF(海南島), BICMR(北京), ベトナム大学, NTU シンガポール, IBS-CGP(韓国), SCMS(上海)
- 国内: RIMS, 統計数理研究所, 玉原セミナーハウス, 東北大知の館, 早稲田大学 (計画概要)

平均的サイズと予算

- 宿泊規模: 70~80名
- 予算: 年間2億~4億
国または親機関から5割以上:
施設維持運営等の基本部分
民間からの寄付等: 2~3割
研究会運営費にあてる
例: 50週×7万円×70名=約2億5千万円
年間訪問者数: 1000~3000人

訪問滞在型研究所の類型

- I. 大学付属型研究所: プリンストン, IHES, マックスプランク, ウォーリック大学数学研究所, RIMS, 統数研, 京大基礎物理学研究所, KIAS, ベトナム科技アカデミー数研
- II. 長期共同研究指向型研究所 (期間ごとのテーマ設定)
MSRI, IPAM, シュレディンガー研, HIM(ドイツ), NCTS(台湾), 東北大知のフォーラム
- III. 短期共同研究指向型研究所 (カンファレンス型)
MFO(Oberwolfach, ドイツ), ポアンカレ研究所, バンフ, TSIMF(海南島), アスペンセンター, IAS(シンガポール), 東大玉原セミナーハウス

重要なこと

- 著名な研究者をトップに据えること。
- 研究テーマや研究会は厳正・透明に審査し選ぶ。
- 各テーマにはトップレベルの長を据える。
- 若手の参加を促す(TSIMF:参加者の1/3は若手)
- International (TSIMF:参加者の1/3は海外から)
- 居心地良い環境: 宿泊・食事・研究設備
施設と一体のスタッフの確保
- 評価: 研究会ごとの成果報告, 主として出版物, 大きい評価は数年ごと → 次期予算につなげる。

日本の問題点

- 構造の異なるI,II, III型の研究所の住み分けがなく、RIMSが3つとも行うなど、スタッフ、事務への大きな負担がある。
- 諸分野や、諸企業が主催・参加可能な研究会場と、宿泊や食事を供することのできる常設の施設はない。
- 国や所属機関のみならず、企業からの資金援助を得ている訪問滞在型研究所は少ない。

数学の抱える問題点

- 評価の難しさという点
 - Q 1. 研究会を開く意味は？
 - A. 数学の成果は非常に圧縮されて発表される。詳細を知るためには解説による理解が重要。
 - Q 2. その研究会の意義を図ることの難しさ
 - A. 直ちに目に見える研究成果はなくても、10年後、20年後につながる可能性。こうした理解を得る努力を続けることが重要。

招待講演 (Hyungju Park)

Applied & industrial mathematics in Korea - the present and the future -

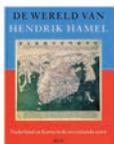
Hyungju Park

National Institute for Mathematical Sciences

Modern History of Korea

Education, education and education...

and then Economic Breakthrough came



Hendrick Hamel, a Dutch sailor who lived in Korea for 13 years in 17th Century. "Korean children are always reading books day and night. It is such a wonder that the children understand books remarkably well."



Jean Henri Zuber, a French painter and a soldier who participated in a battle against Korea near Ganghwa-do in mid 19th century. "It is admirable that books are present in every single household including poor ones. This also hurts our pride."



Tent school during Korean Civil War in 1950s

This took 60 years



Seoul, 1953

Seoul, 2013

What's next ?

Math Educational in K12

- **Accelerated pace of knowledge accumulation**
 - Amount of knowledge is exploding, and Technology is quickly replaced by more advanced ones.
 - Rather than accumulating knowledge, students should learn "how to learn when needed"
- **Mathematics has become a social cost (rather than an asset)**
 - **Excessive private tutoring**
 - Percentage of Out-of-school expense in total education expenses:
OECD average 8.6%, Korea 19.3%, USA 8.4%, France 8.2%, Finland 0.7%
 - **Wide-spread early-education, and Parents' excessive interest in gifted student education**
 - PISA score: #1 Finland 1658 points, #2 Korea 1625 points
 - Learning efficiency index: #1 Finland, #24 Korea
 - Investing time and money in learning is effective up to certain point, but Korean students are going far beyond that point
 - Past curriculum reforms have reduced amount of materials to learn, but the tougher college entrance exams are forcing students to repeat simple materials forever and to repeatedly solve preset types of problems → *Thinking over the problems has become a luxury that only a few students can enjoy*
- **K12 Math education reform is urgently needed**

Mathematics and Jobs in Korea

- At top universities in Korea, mathematics is becoming an increasingly popular discipline: Math department usually ranks among top two departments at Seoul National University, KAIST, POSTECH, Yonsei University, Korea University.
- Talented students are entering mathematics depts. For example, Korea is doing quite well at IMO, and 77% of IMO medalists since 1999 have chosen mathematics as their college majors, and many of them end up with receiving Ph.D.s in mathematics.
- Financial sectors and ICT sectors are growingly interested in hiring math graduates.
- 2016 World Economics Forum (DAVOS Forum) report on Future Employments says that the 4th Industrial Revolution is taking place, and 6.3 million jobs will disappear and 1.3 million jobs will be created within the next 5 years. Computer & Math is the 3rd new job creator contributing 410,000 new jobs to the job market.

Career Path of New PhDs in Korea

- BS: 89.8% MS: 8.3% PhD: 1.9%
- Career Path of 274 recent PhDs
 - ✓ Universities: 28.8%
 - ✓ K12 schools: 23.4%
 - ✓ Research Institutes: 8.8%
 - ✓ Industrial companies: 1.8%
 - ✓ Startups: 1.8%
 - ✓ Government: 1.8%

Mathematical Research in Korea

- In terms of mathematical research publications, Korea ranks 11th in the world
- In terms of increase of research productivity during the past 15 years, China & Korea show unprecedented performance
- In terms of quality of research, increasing number of young Korean researchers are challenging and obtaining results on research topics being considered major problems in the mainstream research community
- In particular, Seoul ICM 2014 played a role in rapidly globalizing the research topics among young researchers
- In contrast to the rapid development of pure mathematics, its use in solving real world problems shows little progress. The membership of KMS and KSIAM still stands at 88:12
- The opportunities that mathematicians can find to receive training to move from pure mathematical background to industrial careers are virtually non-existent

Industrial Mathematics



**Solving the problems of
the real world
Using mathematical tools**

Two types of Industrial Mathematics

- ❖ Use mathematics to overcome challenges in traditional industries
→ Develop market changing new products
- ❖ Turn mathematical insights into new products
→ Math-based Startups

Industrial Mathematics?



Building Industrial Math Eco-system in Korea

→ Creating a national added-value

Building Industrial Math Eco-system

- The increasingly high quality of mathematical research, and the encouraging social trend of bright students entering into the mathematical careers could become solid foundations for developing industrial mathematics in Korea
- NIMS recently launched the Industrial Mathematics Ignition Program, and awarded 21 teams with a total of 2.5 million USD, encouraging career mathematicians to have another look at the possibility of using their research for real world problems
- The 21 teams are using their local networks to approach nearby industries and starting to find the problems they can work together on
- While the 21 teams are pioneering to create a new mode of research with their local industries, NIMS is focusing on national agendas and startups.

Building Industrial Math Eco-system

- The whole initiative is more than an R&D project
- Involving undergraduate and graduate students in the process and having them exposed to the industrial problems are essential components
- The curriculum at math departments should also be updated
- The companies that have had successful collaboration experiences with mathematicians are likely to hire students with such background and training → new career path for math graduates
- Incubator program for math-based startups: Should include "free use of experts" and "free use of on-demand classes"
- In March of 2016, NIMS is opening an Industrial Math Innovation Center in the city of Pangyo, a Korean equivalent of Silicon Valley where many startups are based → will collect the problems and will distribute them among researchers

Ongoing Proposal on IMIC (Industrial Mathematics Innovation Center)

- A Follow-up program after the IM Ignition Program
- Establish up to 9 centers at universities nationwide
- Each center's annual budget is 0.5~1 million dollars.
- Research and education should be tightly integrated at the centers, and should address the problems raised by startups and big companies
- Efforts for curriculum updates and industrial internship should be positively evaluated during the selection process and during the evaluation phase.

Educational & Cultural Aspects

- Should make efforts to form societal consensus on the value of mathematics in ensuring the sustainability of the society → A strong math popularization program should be developed.
- Heightened understanding of historical & cultural aspects of mathematics contributes to the steady influx of gifted students into mathematical profession, and to the use of public money for mathematical research
- Transformation of the society's view on mathematics
(Old) Burden or Cost to the society (frustrating school kids with exam-intensive curriculum and excessive out-of-school tutoring etc) →
(New) A core in educating the citizens with logical, creative and critical thinking capability → a key to future innovation
- This includes math museums, new reading materials on math history and examples of math being used in the real world, and a new mechanism to interact with K12 math teachers

報告Ⅱ 数学イノベーション委員会における検討状況(栗辻)

平成28年度 文部科学相委託調査
「数学・数理科学を活用した
異分野融合研究に関する動向調査」
調査報告シンポジウム

「世界が変わる 数学が変える」

数学イノベーション委員会 における検討状況

平成28年2月20日
文部科学省
数学イノベーションユニット

数学イノベーション委員会 委員名簿

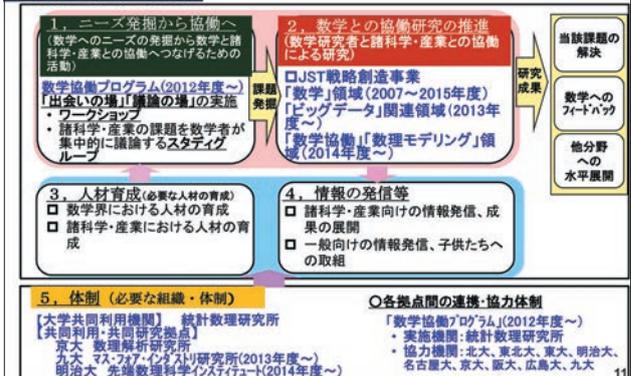
(2015年10月現在、◎:種差、○:種差代理)

- | | |
|--|--|
| ◎ 若山 正人
九州大学 理事・副学長 | 高木 利久
東京大学大学院 理学系研究科 教授 |
| ○ 森 重文
京都大学 数理解析研究所 教授 兼
合原 一幸
東京大学 生産技術研究所 教授 | 常行 真司
東京大学大学院 理学系研究科 教授 |
| 今井 桂子
中央大学 理工学部 教授 | 中川 淳一
新日鐵住金(株) 技術開発本部
先端技術研究所 数理科学研究部 上席主
幹研究員 |
| 大島 まり
東京大学大学院 情報学環 教授 /
東京大学 生産技術研究所 教授 | 長谷山 美紀
北海道大学大学院 情報科学研究科 教授 |
| グレーヴァ 香子
慶應義塾大学 経済学部 教授 | 樋口 知之
情報・システム研究機構 統計数理研究所
所長 |
| 園 府 寛司
京都大学大学院 理学研究科 教授 | 舟木 直久
東京大学大学院 数理科学研究科 教授 |
| 小谷 元子
東北大学 原子分子材料科学高等研
究機構 構長 / 東北大学大学院 理学研
究科 教授 | 本間 充
アビームコンサルティング株式会社 プロセ
ス&テクノロジー ビジネスユニット ディレ
クター |

10

数学イノベーション委員会報告書(2014年8月)より抜粋 数学イノベーションに関する現状の取組

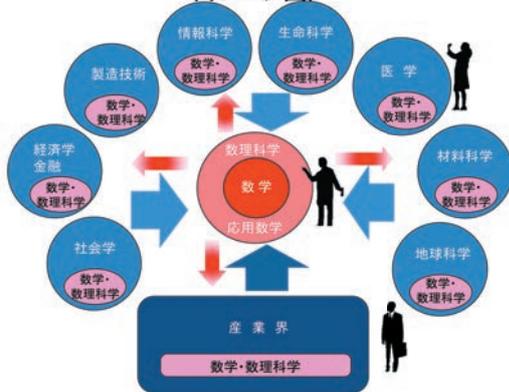
必要な活動・体制



11

数学と諸分野・産業との連携

(イメージ図)



12

現状の問題は？

- 数学と諸科学・産業との協働が、**数学の外(諸科学や産業界)では十分知られていない**のではないかと？
✓ 数学者が、**数学の外の客**を数学の世界に「招いて」話をするのが中心。
✓ 数学者が、**数学の外の世界に「出かけて」「相手の土俵で議論する」**のはまだ少ないのでは？
- 諸科学・産業との**協働作業**に取り組める**数学人材の層が薄い**のではないかと？
- 日本は、**世界の動向から遅れを取っている**のではないかと？

必要な取組は？

□体制

全国の数学連携拠点と他分野・産業をつなぐには？

□人材育成

大学、企業、高校等において必要な取組は？

□世界の動向

世界の研究動向をリードするような活動は？

報告Ⅱ 委託調査結果を踏まえた政策提言

提言（案）

文部科学省委託調査実施委員会

国と数学コミュニティへの提言

- ・数学・数理科学を活用した融合研究振興策について
- ・数学・数理科学を活用した融合研究の人材育成について
- ・訪問滞在型研究所設置について

文部科学省への提言

- 提言 1** 文部科学省は数学・数理科学を活用した異分野融合研究への振興策を強化する。
- ① 数学・数理科学と異分野融合研究のプラットフォーム構築と若手研究者支援
 - ② CREST・さきがけプログラムの継続と発展的な支援
- 提言 2** 文部科学省は数学・数理科学を活用した異分野融合研究のための新たな人材登用のための環境整備を行う。
- ① 若年層（高校生、中学生）への積極的な数学教育への人材
 - ② 数学・数理科学を活用した融合研究を進めるための教育への人材
 - ③ 他学部・他研究科での数学教育への人材
- 提言 3** 文部科学省は若手研究者や博士課程修了者のキャリア構築支援を積極的に行う。
- ① 企業と学生との交流会
 - ② 企業でのインターンシップ
 - ③ 学生へのキャリアに関する情報提供
- 提言 4** 文部科学省の支援で訪問滞在型研究所の設置を行う。

数学コミュニティへの提言

- 提言 1** 数学コミュニティは数学・数理科学を活用した異分野融合研究のための協働プラットフォームの構築を行う。
- ① 数学コミュニティの相互協力の強化
 - ② 他分野研究者や企業との協働体制の構築
 - ③ 外部資金の獲得
- 提言 2** 数学コミュニティは新たなタイプの若手人材育成を行う。
- 提言 3** 数学コミュニティは博士後期課程修了学生のキャリア支援のために全国的な協力体制を作る。
- 提言 4** 数学コミュニティはオールジャパン体制による訪問滞在型研究所設立へ協力を行う。

パネルディスカッション（田中）

自己紹介



所属：大阪大学大学院 基礎工学研究科システム創成専攻
数理科学領域 下平研究室(統計学の研究室！)
専門：ベイズ統計の基礎理論と量子物理への応用



H21年10月～H24年3月：JSTさきがけ数学領域（西浦総括）

統計モデル多様体の普遍的な性質のベイズ予測理論への応用



数学領域（さきがけ）での 事例報告

2016年2月20日

大阪大学 基礎工学研究科

田中冬彦 (*Tanaka Fuyuhiko*)

ftanaka@sigmath.es.osaka-u.ac.jp

経緯

さきがけ研究初期

ベイズ統計(統計学の一部)を量子物理実験に応用したかった



経緯

さきがけ研究初期

ベイズ統計(統計学の一部)を量子物理実験に応用したかった



現実

1. そもそも「統計学」がわかっていない(物理のカリキュラム)
2. たいていの実験家の説明は専門的すぎて理解不能

経緯

さきがけ研究初期

ベイズ統計(統計学の一部)を量子物理実験に応用したかった



現実

1. そもそも「統計学」がわかっていない(物理のカリキュラム)
2. たいていの実験家の説明は専門的すぎて理解不能

根本的なカルチャーギャップを埋めることが最優先と気づいた!

さきがけ時代に立ち上げた組織

Q-stats (2010.04-)

量子系の統計的推測に興味がある若手中心のメーリングリストおよび研究交流の組織

目標 自発的に協働(異分野融合研究)が発生する土壌づくり



これまでの活動

チュートリアル講演や企画セッション(物理学会・統計学会)
京都大・数理研での研究集会(2011年～毎年継続)

6年かけてようやく土壌ができてきた

1. 全国に若手研究者ネットワークが形成
2. すぐに動けるポスト確保(学振PD; 2015年4月～)
3. なぜか、実験物理の助教も研究室(統計!)に入り浸る

共同研究も急速に進行中!!



Q-stats若手メンバーの成果

統計学の観点からアドバイス・議論を行った研究結果(謝辞レベル)

杉山 太香典

量子トモグラフィでの推定誤差の**確率集中不等式**による精密評価

T. Sugiyama *et al.*, Phys. Rev. Lett., 111, 160406.

須佐 友紀 & 田中 咲

増幅過程のモデルに対し**一様最強力不偏検定**の導出

Y. Susa and S. Tanaka, Phys. Rev. A, 92, 012112.



統計×量子物理の融合研究が**組織的**に生じてきた！！

異分野融合研究開始に必要な条件

1. 物理的な近さ
2. 人的リソース(研究以外にも周辺作業多いため)
3. 精神的な近さ
4. 相手分野の状況(学術的な価値観etc.)をある程度理解していること

海外の先行事例や後ろ盾がない中、1-4をクリアするのに苦労

異分野融合研究を引き起こすには？

1. 物理的な近さ→ 訪問滞在型研究所
2. 人的リソース→ 連携ポスドク, 院生(キャリアパス, 学振特別枠)
3. **精神的な近さ**→ **分野を超えたリアルコミュニティの形成(難！！)**
4. 相手分野の理解→ 理解しようという意識; 視野を広く持つ(教育！)

さいごに: 検討中の課題

分野を超えたリアルコミュニティの形成(Q-statsメンバー限定)

- ・異分野の研究者・大学院生とのゆるい接点(長期的視点)
- ・インフォーマル&リアルでの**交流イベント**を定期的で開催
(→ ただし, 参加者多い場合に同じ分野同士で固まらない工夫)
- ・(研究関係なく)純粋に楽しい&気軽に参加できる企画

例:

- ・投稿部(学際分野で論文投稿をする際の情報交換や原稿を読みあう)
- ・ご当地ラーメン部(地方での学会、研究会後に半日程度の遠出)

パネルディスカッション (宮岡)

日本に欲しい研究所

III型 (II型も含む)

平行して二つ以上の研究会ができる研究会場、および寝食を提供する施設

つまり次の設備をもつ:

研究会場, 図書室, コンピュータ室, 談話室, キャプテリア, 宿泊室(+ジム, 音楽室 etc.)

なぜこれが必要か?

目的: 融合研究, 人材育成

1. 異なる分野の研究会を並行して同時に開催する。
例えば, 企業の主催するもの, 研究者の主催するもの
理論と応用の二つなど
2. 食事はMFO方式で, 毎回席をランダムに指定する。
3. 1週間いればすべての参加者と一度はテーブルが一緒になる。

自然界における多階層問題とiTHES

○ 学際的理論科学領域の開拓
基礎物理・物質科学・生物科学の理論研究者が結集し、新しい理論手法・計算手法の開発と共有を通して、時空間スケールやエネルギースケールの階層を超える

○ 根源的な問い：自然界の多階層構造
大自由度システムが組み合わせ爆発、多階層構造の自発的生成機構

生物科学 物質科学 基礎物理学

縮み合わせ爆発 大自由度 縮み

素過程の大自由度を如何に「縮約」し、本質を記述するか？

iTHES Founders

<small>RIKEN, Nishina Center Chief Scientist iTHES Director</small>	<small>RIKEN, IIS Chief Scientist iTHES co-PI</small>	<small>RIKEN, IIS Chief Scientist iTHES co-PI</small>	<small>RIKEN, IIS & AICS Associate Chief Scientist iTHES co-PI</small>	<small>RIKEN, IIS & AICS Chief Scientist iTHES co-PI</small>
理論物理学	量子情報	数理生物学	宇宙物理学	計算科学

iTHESの縦系と横系

理研の理論研究室

基礎物理学 (初田) 物質科学 (Nori) 生物科学 (望月)

数理解論 (長進) 宇宙における物質の階層構造 量子系の多体相構造 分子と細胞の階層構造

計算科学 (杉田) 計算科学 研究機構 K computer

11 iTHES 研究室：物理・化学・生物・計算の理論研究室

18 iTHES 若手研究者：国際公募による若手研究者

~50 iTHES 連携研究者：理研内外の連携研究者

iTHESの若手研究者育成

『とにかく、良い人を集めることだ。』たしかにそれである。これは、よい人がそこへ行って研究したいという意欲をそその環境を生み出すことが先決である、という意味も含まれているわけである。金、体制、運営、その他いろいろな問題がある。が、研究にとってなにより必須の条件は人間である。』

(科学者の自由な楽園、朝永振一郎著)

意欲のある若手研究者が分野を飛び越えて活躍できる土壌作り

iTHES 研究員 (2年任期または4年任期、国際公募)
分野融合と頭脳還流がおこりつつある

飯塚剛裕 (超弦理論と物性物理学)	金澤拓也 (原子核理論と神経科学)
山中長閑 (素粒子論と計算科学)	瀧雅人 (超弦理論とメタマテリアル)
和南誠伸也 (宇宙における元素合成)	K. Bliokh (量子光学と数理論)
R. Johansson (物質科学と量子シミュレータ)	P. K. Ghosh (量子科学と光合成)
Xin-You Lu (量子情報と物質設計)	紙谷佳知 (物性理論と計算科学)
瓜生新一郎 (細胞生物と基礎物理学)	前田一貴 (情報工学と生体ネットワーク)
二島渉 (分子科学と細胞生物学)	優一石 (計算科学と細胞機能)
B.H. Kim (物質科学と計算物理学)	田中章詞 (超弦理論と数理科学)
久徳浩太郎 (宇宙物理学と計算科学)	横倉祐樹 (重力理論と情報科学)

青字は、iTHES研究員を経て大学や民間の常勤研究職へ
(⇒優秀な若手数理論研究者の輩出)

iTHES若手研究者による分野横断型数理論研究

岡田崇 (iTHES 連携研究者)
・素粒子論 → 理論生物学
・代謝ネットワークの縮約理論
論文投稿中

小川勉明 (iTHES 連携研究者)
・ブラックホール → 理論生物学
・網膜細胞のパターン形成
論文執筆中

境祐二 (iTHES 研究員)
・原子核理論 → 数理生物学
・染色体凝縮・分離の理論
論文執筆中

瀧雅人 (iTHES 研究員)
・数理論物理学 → 物質工学
・光学迷彩 (透明マント) の理論
論文掲載済

iTHES

工学 素粒子 宇宙科学 物質科学 原子核 生物学 原子・分子

iTHES: 分野横断研究の活性化

理研内外における理論研究者連携の芽を形成

- iTHES 定例コロキウム (2ヵ月毎)
- iTHES セミナー (~4-5回/月)
- iTHES Workshop (~1回/月)
- iTHES 産学連携レクチャー (2ヵ月毎)
- iTHES 週刊ニュースレター (現在114号)
- iTHES コーヒーミーティング (毎週金曜)

10th (Apr. 8, 2015) "Active Cell Surface" M. Rao (NCBS)
11th (July 6, 2015) "Cell Mechanics" M. Sano (Tokyo)
12th (Sep. 15, 2015) "Weather prediction" T. Myoshi (AICS)
13th (Nov. 10, 2015) "Information processing" T. Sogawa (Tokyo) "Complex systems" K. Aihara (Tokyo)

iTHES: 分野横断研究の活性化

理研内外における理論研究者連携の芽を形成

- iTHES 定例コロキウム (2ヵ月毎)
- iTHES セミナー (~4-5回/月)
- iTHES Workshop (~1回/月)
- iTHES 産学連携レクチャー (2ヵ月毎)
- iTHES 週刊ニュースレター (現在114号)
- iTHES コーヒーミーティング (毎週金曜)

[定例 iTHES コーヒーミーティング]
(毎週金曜 12:30-)

産学連携人材育成プロジェクト

産学連携数理レクチャーシリーズ：優秀な理論研究者と産業界の“お見合い”

第1回：自動運転	(トヨタ自動車)	8/8/2014
第2回：金融工学	(みずほファイナンシャルテクノロジー)	9/30/2014
第3回：数値実験	(先端力学シミュレーション研究所)	12/18/2014
第4回：自動翻訳	(Google)	2/2/2015
第5回：人工知能	(dwango)	5/12/2015
第6回：計算創薬	(武田薬品)	10/22/2015
第7回：自動運転とAI	(トヨタ自動車)	11/20/2015
第8回：農業経営とビッグデータ	(ISOL)	3/01/2016

第4回レクチャー
“Google翻訳技術”
2/2/2015 (~130 participants)

Nature誌が報じるiTHESの取り組み

nature
21 September 2015

How to solve the world's biggest problems
Interdisciplinarity has become all the rage as scientists tackle climate change and other intractable issues. But there is still strong resistance to crossing borders.
Heidi Ledford

In some other countries, the experiment has just begun. (中略) In Japan, theoretical physicist Tetsuo Hatsuda left the University of Tokyo in part because he felt that the boundaries between disciplines were too heavily enforced there.

In 2013, he joined the RIKEN research institute in Wako, Japan, and launched an interdisciplinary team of theoretical physicists, chemists and biologists to work out techniques that will accelerate all three fields. He hopes that the effort will stimulate more interdisciplinary work in the country. “Japan is a little behind other countries,” he says. “Theoretical science is a good starting point because it is easy for us to interact.”

数理科学連携拠点(仮称)と国際頭脳還流プラットフォーム (FY2016-)

- 自然科学における基本問題（宇宙や生命の起源）の解明や、現代社会の基本的課題（医療、安全、エネルギー）の解決には、数理科学に基づく基礎科学の進展とそれを諸分野にスムーズにつなげる総合的アプローチが必要である。
- 今世紀の基礎科学の最重要課題を「数理科学による知の統合と展開」と位置付け、数理科学を軸として既存分野の枠を越えた国内外連携研究を推進すると共に、ブレークスルーをもたらす優秀な若手人材を国際ネットワークの中で育成する。

国内頭脳還流 | 数理科学連携拠点(仮称) | 国際頭脳還流

パネルディスカッション (池川)

パネルディスカッションでの
池川 隆司 氏(東京大学大学院数理科学研究科 数理キャリア支援室キャリアアドバイザー)の発表資料は下記をご参照ください。
<http://faculty.ms.u-tokyo.ac.jp/users/career/pdf/ecosystem.pdf>

<http://faculty.ms.u-tokyo.ac.jp/users/career/pdf/ecosystem.pdf>

パネルディスカッション (前田)

**数学・数理科学を活用した
異分野融合研究のための人材育成**

文部科学省委託調査報告から

東北大学知の創出センター
前田 吉昭

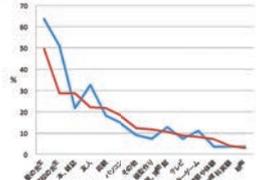
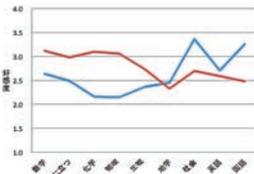
委託調査(人材育成)での調査項目

- 若年層への数学教育
- 大学学部・大学院教育
- 博士課程キャリアパス

1. SSH指定高校での数学好感度調査

進学志望の分布

	度数	%
文系志望	109	30.8
理系志望	245	69.2
計	354	100.0



考察

- 文系・理系ともに数学に対する好感度はよい (SSH高の特有の結果)
- 文系ではとくに「先生」の影響力が大きい

↓

先生の役割の重要性

2. 高校教員へのアンケート

ある県の教育委員会が選抜して行った高校数学教員へのアンケート(18名)

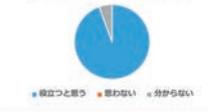
学生に数学科や数理科学科といった数学科の
 科目や学部への進学をすすめますか



【質問6】もし、学生に「数学科」や「数理科学科」へ進学を勧めないとしたら、その理由は何でしょうか。

- ・大学数学と高校数学のギャップについていけないため。
- ・将来の就職先
- ・学生の将来やりたい仕事にあまり必要がない。
- ・別の学科のほうが本人のためになる場合。

数学は社会に役に立つと思いますか



【質問8】大学で習った数学が、社会へ役立っているという例をご存じでしょうか。

- ・具体的に社会へ役立っている例はすぐには見当たらない。
- ・特に考えたことはないが、直接でなくとも間接的に役立っていると思われる。
- ・特殊から一般へ考え方を広げる。
- ・考える課程や粘り強さなど、知識を使いこなせる力をつけていくこと。
- ・いろんな分野 (工学) 最先端技術で役立っている。
- ・天気予報やスポーツなどのビッグデータ解析、システムエンジニア、スパコン

◆数学が社会で役に立つ具体例
 ◆それを教える教員の養成

3. 日本での数学科・修士修了者の進路 (アンケート調査から)



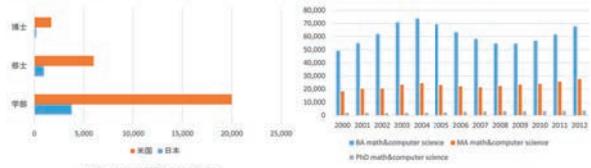
- 企業や民間分野から講師を勤めた特別講師 32%
 - インターンシップ 25%
 - IT教育 9%
 - 英語およびコミュニケーション教育 25%
 - その他の教育 0%
 - 実践していない 54%
- 有効回答数56

調査項目

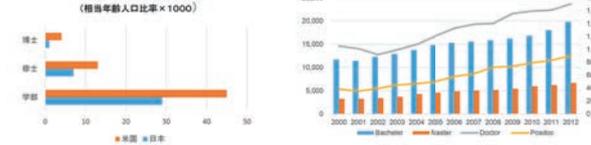
- 高校から大学へのスムーズなつながり
- 柔軟なカリキュラムについて (他分野への進路)
- 工学教育での数学教育

日米の学生数

日本と米国では

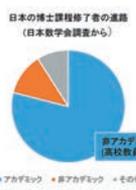


日本の資料は学校基本調査を使用



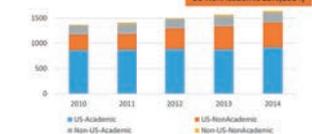
4. 博士課程のキャリアパス

日本の現状

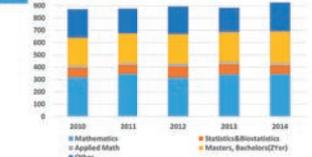


> 多様な進路を選択できるキャリアパス教育
 > キャリアパス支援

米国大学PhD(数理科学) 修了者の進路動向 (AMS調べ)



米国PhD(数理科学) 取得後のアカデミックポジション (AMS調べ)



5. まとめ

- 若年層(中学生・高校生)への積極的な数学教育
 - > 数学が社会で役立つ具体例を教える教材
 - > 数学教員の教育や博士課程修了者の高校教員への採用
- 数学・数理科学系学部・大学院教育の検討
 - > 高校から大学へのスムーズな教育方法の検討・高校教員と大学教員の交流
 - > 柔軟な学部カリキュラム
 - > キャリアパス教育
- 数学・数理科学系以外の数学教育の検討
 - > 他学部での数学教育カリキュラムの検討や他学部で数学を教育できる教員人材の採用
- 博士課程キャリアパス
 - > ポスドクの採用
 - > キャリア支援(企業交流会、インターンシップ、キャリアアドバイザー)

文部科学省委託事業
「数学・数理科学を活用した異分野融合研究の動向調査」
調査報告シンポジウム

2016
2/20 **土**

会場：東京大学駒場キャンパス
数理科学研究科棟 大講義室

世界が変える 数学が変える わる

第1部：なぜ数学の底力が必要か？

司会：時弘 哲治（東京大学大学院数理科学研究科教授）

9:30-9:45 開会挨拶・来賓挨拶

開会挨拶 坪井 俊（東京大学大学院数理科学研究科長）

来賓挨拶 文部科学省来賓

小谷 元子（日本数学会理事長）

大石 進一（日本応用数理学会会長）

9:45-10:45 報告（I）

背景と趣旨：文部科学省の数学イノベーションに向けた取組

栗辻 康博（文部科学省研究振興局基礎研究振興課/数学イノベーションユニット）

委託調査報告：数学・数理科学を活用した異分野融合研究に関する国内外の現状について

前田 吉昭（東北大学知の創出センター副センター長）

尾畑 伸明（東北大学大学院情報科学研究科教授）

小松崎 民樹（北海道大学電子科学研究所附属社会創造数学研究センター長）

宮岡 礼子（東北大学大学院理学研究科教授）

11:00-12:30 基調講演：数学へのエッセ

山田 武士（NTTコミュニケーション科学基礎研究所企画担当首席研究員）

巖佐 庸（九州大学大学院理学研究院教授）

第2部：どのような取組が必要か？

司会：山本 昌宏（東京大学大学院数理科学研究科教授）

14:00-14:50 招待講演

Hyungju Park（韓国国立数理科学研究所長、国際数学連合理事）
「韓国における数学融合研究の現状とアジアの連携（仮題）」

15:00-15:30 報告（II）

・委託調査結果を踏まえた政策提言

・数学イノベーション委員会における検討状況

15:40-17:40 パネルディスカッション（途中10分休憩あり）

「これからの10年 どうすれば数学の底力を生かすことができるか？」

モデレーター：岡本 久（京都大学数理解析研究所副所長）

パネリスト：合原 一幸（東京大学生産技術研究所教授）

田中 冬彦（大阪大学大学院基礎工学研究科准教授）

宮岡 礼子（東北大学大学院理学研究科教授）

高田 章（旭硝子㈱特任研究員、前・日本応用数理学会会長）

初田 哲男（理化学研究所理論科学連携研究推進グループディレクター）

辻村 達哉（共同通信社 編集委員）

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

17:40-17:45 閉会挨拶

三村 昌泰（明治大学先端数理科学インスティテュート副所長）

18:00-懇親会



参加申込・お問い合わせ <http://www.tfc.tohoku.ac.jp/mathematics/>

主催：東北大学知の創出センター（文部科学省委託事業「数学・数理科学を活用した異分野融合研究の動向調査」） 共催：東京大学大学院数理科学研究科

協力：北海道大学電子科学研究所附属社会創造数学研究センター 東北大学大学院理学研究科・情報科学研究科 情報・システム研究機構統計数理研究所 明治大学先端数理科学インスティテュート

早稲田大学大学院基幹理工学研究科 京都大学数理解析研究所 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所

後援：日本数学会 日本応用数理学会



TOHOKU FORUM for CREATIVITY



東京大学大学院数理科学研究科
Graduate School of Mathematical Sciences, the University of Tokyo



The Mathematical Society of Japan

