

資料1-3
科学技術・学術審議会
基礎研究振興部会(第8回)
令和4年7月7日

基礎研究振興部会資料

2022年7月7日(木)



一般社団法人
日本数学会

今後10年先を見据えた 数学のサイエンスとしての社会貢献

不確実性を有する自然現象・社会現象の解明、
その本質の探求、その対応への実装

→ その基礎基盤は、「**数学・科学**」にある。

10年先の日本を見据えて
数学・科学の高度な能力を持つ人材を育成することは、
我が国の切迫した課題である。

抽象性・普遍性・厳密性という思考形態は、
物事を抽象化、単純化して考えることによって普遍的原理を導くものである。
こういったものは一朝一夕に身に付くものではなく、
物事を深く考える、本質的なものは
何かを考える癖をつけることによってなされるもので、
そのためには時間的な投資も必要となる。

国際的な観点から見た日本の数学 I

- IMU（国際数学連合：International Mathematical Union）賞
 - ・ **フィールズ賞**（純粋な数学的業績の貢献, 40歳以下)
 - 小平 邦彦（1954年）
 - 廣中 平祐（1970年）
 - 森 重文（1990年）
 - ・ **ガウス賞**（数学分野以外に与えた影響・貢献を評価)
 - 伊藤 清（2006年）
 - ・ **チャーン賞**（生涯にわたる群を抜く数学の業績)
 - 柏原 正樹（2018年）

国際的な観点から見た日本の数学 II

■ IMU (International Mathematical Union)

拡大EC (Executive Committee) 11名

- 2023-2026 **President 中島啓**
- 2019-2022 Past President 森重文
- 2015-2018 **President 森重文**
- 2003-2006 Vice President 柏原正樹
- 1999-2002 Vice President 森重文
- 1995-1998 森重文
- 1991-1994 小松彦三郎
- 1987-1990 小松彦三郎
- 1983-1986 溝畑茂
- 1979-1982 Vice President 永田雅宜
- 1975-1978 永田雅宜
- 1971-1974 河田敬義
- 1967-1970 吉田耕作

ICIAM

(International Congress on
Industrial and Applied
Mathematics)

2023年開催 (早稲田大学)

ISC

(International Science
Council)

次期会長 小谷元子

数学の社会貢献

- **代数学・数論・代数幾何**：各種暗号理論、符号理論
- **トポロジー**：たん白質の構造解析、物質・材料科学、通信技術、画像認識、
高分子解析分子生物学（環状DNAの発見, 結び目になっている
DNAの発見によるDNAトポロジー）
- **グラフ理論**：構造力学、機械工学、CAD（コンピュータ支援設計）
- **表現論・微分幾何**：コンピュータグラフィックス、ロボット開発
- **解析学・偏微分方程式・力学系**：現象のモデル化、解の存在・性質、
時間無限大の解の挙動、天気予報、
- **ラドン変換（逆問題）**：医療におけるCT、溶鉱炉の内部検査
- **確率論**：数理ファイナンス、伊藤の公式（ガウス賞）、金融工学
- **統計**：金融データ解析、保険統計数理、統計地震学、生存時間解析、生物統計学

数学はフォン・ノイマンによるコンピュータの原理の発見のように、時として社会を根底から変革する力を持ちうる。

開発途上で実用化はまだだが、今後の社会が避けては通れない急速に発達している技術

- ・ **アルゴリズムの開発 = 数学と深い関わり**

 - 暗号解読 (Shorの因数分解のアルゴリズム)

 - 検索 (Groverアルゴリズム) などの量子計算のアルゴリズムがすでに開発されている。

- ・ **エラーを修正するための誤り訂正の技術 = 量子コンピュータの実用化に不可欠**

 - スタビライザー群を使う方法があり、

 - その構成にリーマン面のホモロジー群が用いられる。

- ・ **量子計算の基礎となるクリフォード群の解析など = 全くの数学の範疇**

 - この方面での数学関係者の活躍が期待される。

2.公開鍵暗号

暗号理論 ヴェイユ（京都賞）やマンフォード（フィールズ賞）などの数学者の業績を基礎として発展してきた。

- **楕円曲線暗号** 創始者2人の内の1人コブリッツは著名な**整数論**研究者である。
- **ブロックチェーン** **暗号理論**と**電子署名の理論**を基礎においている。
仮想通貨のみならず、新しい分散台帳管理システムとして流通の管理などさまざまな応用が考えられている。
- **耐量子計算機暗号理論（格子暗号、同種暗号、多変数多項式暗号など）**
開発には、**代数学**が不可欠。
現在社会で用いられているRSA暗号、楕円曲線暗号は、量子計算機に対する耐性がないといわれているが、この理論は、量子計算に耐性があるとされる。
- **畳み込みニューラルネットワークの理論的研究**
機械学習の一分野であり、**函数解析学的手法**が欠かせない。

量子コンピュータや超電導技術、超高速CPUへの応用に向けた期待

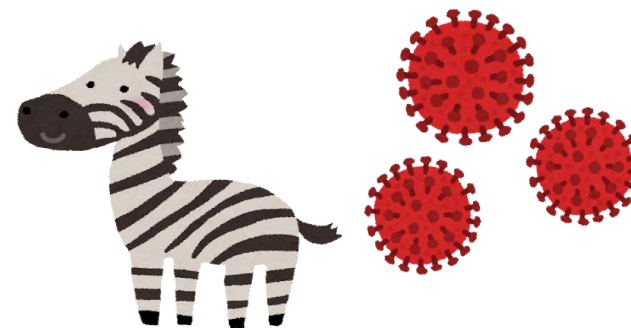
2016年 「トポロジカル相転移および物質のトポロジカル相の理論的発見」によるノーベル賞の授与

→新しいタイプの相転移の存在の発見は
トポロジーと**量子力学**の概念に立脚しているといわれており、
量子コンピュータや**超電導技術**、
超高速CPUへの応用に向けた期待がある。



数理モデルを作ることによって自然現象・社会現象を解析することができる。

- 反応拡散方程式で大腸菌がコロニーを作ることが解析できる。
- シマウマの縞ができる様子や蛙の斑点ができる様子が解析できる。
- 粘菌の集合体形成現象がKeller-Segel系（連立の反応拡散方程式）と呼ばれる偏微分方程式系で記述される。
- Covid-19の感染予測はSIRモデルという連立微分方程式の解を求めることが基本となる。
- 蕁麻疹のパターンの研究や血管の流体力学的研究。



偏微分方程式・力学系・調和解析・実解析で定性的な解析を行う。

計算数理学の手法による流動現象の解明

流体力学を基礎として、

都市環境、大気・気象、

航空、エネルギー、防災等

我々社会の諸問題の解決に大きく関わっている。



大型計算機の発達

単純化されたモデルの構築、
小さなスケールの流れの解析が
かなりの精度で実現されている。

無限大や極限といった数学解析独自の手法の更なる展開

数学・数理科学の学問の深化

ふしぎだと思うこと、これが科学の芽です。
よく観察してたしかめ、そして考えること、これが科学の茎です。
そうして最後になぞがとける、これが科学の花です。

朝永振一郎

数学それ自身の深化は時間がかかるが、その根幹があって初めて社会に役立つ部分への貢献が可能となる。

社会, 学際, 異分野との連携

数理学は、歴史的に、情報社会における安全・安心に係る技術の基礎である。

暗号理論、符号理論

様々な用途に応じて利用されているが、
経済性や効率、安全性のバランスも重要である。

産業をまもる

我が国の産業と社会を守るのに欠かせない技術である。

→ 数学、数理学の研究者はこの方面への努力を怠ってはならない。

今後の数学・数理学

- 数学・数理学の重要度は今後さらに増してくるものと考えられる。
- 数学・数理学の研究部分を重要視しつつ、コミュニケーション能力を高め、連携の努力をする必要がある。
- AIMAP、OCAMIでも共同研究が進んでおり、日本応用数理学会、統計関連学会連合とも協力して進めていく。

数理・データサイエンス・AI人材育成

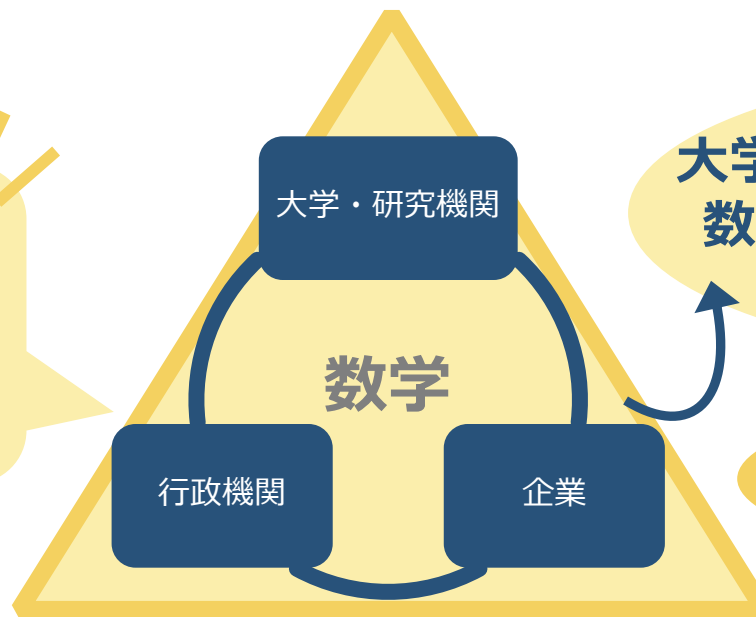
■ 今後注目すべき人材育成分野

AI人材育成

資金の投入はもちろんのこと
抽象的な思考と本質を見極める目を持った
人材を育成することが重要

■ 数学と企業との連携

数学・数理科学出身者の活躍
↓
数学・数理科学を志す若者への
アピール



大学、行政機関、企業の連携により
数学・数理科学イノベーションに
必要な人材を育成

自由に人材交換できる
プラットフォームが必要