

2. 数理科学分野

数理科学、すなわち統計数学、数理工学などを含む広い意味での数学は、長い伝統と豊かな広がりを持つ。その成果の汎用性は高く、数・自然界の法則の理解だけではなく、生命現象、新機能素材、環境問題、エネルギー、食料・水問題などの学際的研究や社会的問題解決のための研究で応用されており、人類社会の発展に大きく貢献してきた。日本が新しい価値を産み出し世界の学術・科学技術を主導して行く上で、数理科学の果たすべき役割を認識し、数理科学発展のロードマップをここに示す。

1 ページ目には、数理科学の研究課題に関するロードマップを掲げた。

数理科学は現代もダイナミックに発展を続けており、多様な問題が提案され解決され、そしてまた新たな問題へとつながっている。数理科学の発展は予想しづらく、アイデアが成熟する以前に短期的な目標を定めることが飛躍的発展の弊害となることもある。しかし、これまでの数理科学の発展を整理し、その意味するところすら漠としたいくつかの課題や、方向性を示唆する概念を掲げることで、展開と深化がもたらされると期待する。このような新たなアイデアや概念の醸成に多様な背景をもつ研究者が参画できる場の構築が求められている。

2 ページ目には、数理科学の研究の発展のために、克服されるべき数多くの課題を挙げた。

数理科学研究の発展のためには、研究の多様性が確保されることが最も重要である。数理科学研究者の質的・量的充実、多様な人材育成、国際的地位確保の基盤となる教育研究拠点、自由な思索を担保する連続する研究時間や長期的視野に立った評価、安定的基盤経費の充実、挑戦を奨励する雰囲気醸成などが、思いがけない連想・ブレイクスルーを産み飛躍的発展をもたらす。さらに、諸科学や産業技術分野の研究、学際的研究、社会的問題解決のための研究などに積極的に参加する数理科学研究者が増加することが必要である。

2. 数理科学分野の科学・夢ロードマップ

新たな展開と深価を目指して(日本数学学会)

現代

今日

20年後

50年後 100年後

数 学

数学基礎論

代 数
幾 何
解 析

確率・統計

応用数学

長い伝統と豊かな広がり

ガロア理論、類体論、
保型形式論、素数分布論、
環論、表現論、代数幾何、
調和積分論・変形理論、
有限単純群の分類理論、
モジュライ理論、双有理
幾何、数論幾何、代数解析、
グレブナー基底、代数的
組合わせ論、計算代数

ホモロジー・ホモトピー
理論、モース理論、ゲー
ジ理論、結び目理論、リー
群・対称空間論、リーマ
ン幾何、アフィン・情報
幾何、シンプレクティッ
ク幾何、複素幾何、幾何
解析、代数・微分トポロ
ジー、非可換幾何、離散
幾何・グラフ理論

数学基礎論、表現論、
作用素環論、実・複素
解析、力学系・可積分
系理論、線形・非線形
偏微分方程式論、超局所
解析、確率解析、数理
統計、数値解析、制御理
論、データ解析、最適化
理論、離散凸解析

ミレニアム問題

バーチ・スウィンナートン=ダイアー予想
ホッジ予想
ナビエ=ストークス方程式
 $P \neq NP$ 問題
ポアンカレ予想(解決)
リーマン予想
ヤン=ミルズ方程式と質量ギャップ問題

解決

解決

解決

多様な問題

ラングランズプログラム、abc 予想、Vojta 予想、
一般ムーニャイン予想、ミラー対称性の幾何学と統一理論の構築、特異点解
消理論、極小モデル、幾何化予想(解決)、離散群の統一的理解、非平衡系統
計力学、無限粒子系、連続と離散の関係、ランダム現象の幾何構造、逆問題、
精度保証された数値計算、学習理論、数理生命科学、社会システムの数理

新しい概念やアイデアを産み出す場としての
**数学・数理科学の
国際的研究拠点の設置**

短期滞在型・長期滞在型
プロジェクト型
分野融合型
ネットワーク型

・新しいアプローチと
手法の開発
・問題解決
・その応用とさらなる進展

高次構造における
双対性・対称性の発見
離散構造の新たな数理
無限次元空間の
幾何構造
非可換世界観の具体化
非線形現象の解明
複雑系数理モデル
による稀現象理解
連続体の構造の
多角的解明

安全・安心・満足
思考・言語・感性

社会的課題
にこえる
数理
(諸科学・
産業界との
協働)

科学・技術の共通基盤

情
報

心
思
考
言
語

人間の数理

生命の数理

自然・物質の数理

社会システムの数理

生命体機構の完全解明
オーダーメイドの医療
新物質・エネルギー開発
物質と宇宙の起源解明
地球変動予測
災害・事故の完全予測・予防

数 理 科 学

長い伝統と豊かな広がりをもつ数学・数理科学の諸分野

- 代数 (整数論・代数幾何・群論・環論・表現論)
- 幾何 (微分幾何・トポロジー・幾何解析・離散幾何)
- 解析 (実解析・複素解析・関数方程式・関数解析・力学系・確率論)
- 基礎論、論理学、アルゴリズム、離散数学
- 数値解析・統計学・最適化・モデリング・データ解析

科学・技術・イノベーションの共通基盤

社会的課題：生命現象・新機能素材・環境問題・エネルギー・食料・水・健康

- 学際性・汎用性 → 科学の共通言語
- 大規模データ → 隠れた構造の発見、精度保証された数値計算
- 複雑なシステム → 抽象化、普遍化による原理の解明
→ 数学モデル、大局的な視野

数学の発展に大切なこと

- 多様性：数理科学研究者の質的・量的充実、
特に若手研究者の待遇改善とキャリアパス、
女性研究者の労働環境の整備、
外国人の受け入れ体制の充実
- 国際性：国際的地位の確保、国際貢献・国際協力、
その基盤となる国際的教育研究交流拠点
- 自由な思索：連続する研究時間、
長期的視野に立った評価、
安定的基盤経費、
挑戦を奨励する雰囲気 (開発過程の知見)

飛躍的發展・ブレークスルー
思いがけない連結・連想
数学・数理科学の深化と展開

諸科学・産業界との協働にとって大切なこと

協力しやすい体制

応用分野や産業界への高い数理科学素養を持つ
人材の供給 (数理科学教育の充実)

新分野開拓に挑戦する次世代育成とキャリアパス、
リサーチ・アドミニストレータやコーディネータ
諸分野・社会における知的基盤としての数学教育の
充実と国際競争力の確保

数学・数理科学の発展・応用例

- 素数の発見 → フェルマの小定理 → 有限体・楕円曲線 → 情報通信の信頼性・安全性確保
- 方程式の解法 → 群の発見とガロア理論 → 対称性の記述 → 量子力学、物性科学、産業デザイン設計、社会学など諸問題の定式化
- ピタゴラスの定理 → ユークリッド幾何学 → 非ユークリッド幾何学 → リーマン幾何学 → 相対性理論、宇宙論、GPS
- 天体や物の運動の研究 → 微分積分 (現象を記述する基本用語) → 人工衛星、数理生態学など多くの科学技術
- 賭けの数理 → 古典確率論 → 確率論・確率解析 → 伊藤の公式 → 金融工学
- 魔方陣 → ラテン方格利用の農地利用法 (フィッシャー) → 実験計画法、統計的推測の理論