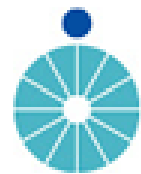


共通基盤としての数学・数理科学の 現状について



文部科学省

MINISTRY OF EDUCATION,
CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

数学・数理科学を取り巻く状況

数学・数理科学を取り巻く最近の状況

○数学・数理科学の重要性の高まり

- 数学・数理科学は諸科学の「**共通の言語**」
- 社会の複雑化・情報化の進展による数学・数理科学的課題解決アプローチの必要性の高まり
- 数学・数理科学が直接使われる分野の拡大 (例::CG、暗号、シミュレーション)
- 数学・数理科学的アプローチで原理・法則性を見いだすことで、課題解決やイノベーションに貢献

○諸外国の動向

- 数学研究拠点の整備
- 諸科学や産業との連携研究の強化【参考1】

○日本の動向

- 諸科学・産業との連携が不十分
- 連携に向けた気運は高まりつつある～「**科学技術の共通基盤**」としての位置付け【参考2】

【参考2】「科学技術に関する基本政策について」(平成22年12月24日 総合科学技術会議答申)(抜粋)

Ⅲ. 我が国が直面する重要課題への対応

2. 重要課題達成のための施策の推進

(5) 科学技術の共通基盤の充実、強化

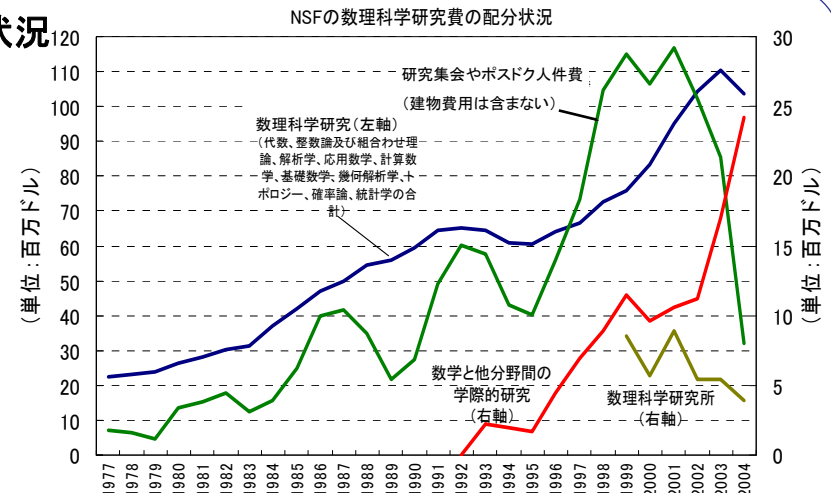
(i) 領域横断的な科学技術の強化

先端計測及び解析技術等の発展につながるナノテクノロジーや光・量子科学技術、シミュレーションやe-サイエンス等の高度情報通信技術、**数理科学**、システム科学技術など、複数領域に横断的に活用することが可能な科学技術や融合領域の科学技術に関する研究開発を推進する。

【参考1】米国科学財団(NSF)における数学研究への取り組み状況

- ・米国では、1990年代後半以降、**数学・数理科学と他分野との連携研究の重要性に鑑み、基礎的な数学研究から、数学と他分野間の学際的研究に至るまで、数学・数理科学研究全般を強化している。**
- ・**数学・数理科学と他分野との連携研究では、本格的な研究を開始する前に、多くの数学者や幅広い分野の研究者による議論の「場」が必要。**
- ・このため、米国では、**ワークショップや研究集会等の基盤的経費(インフラ費)も拡大させ、数学研究のすそ野を広げている。**

【右図引用: 数学イノベーション(2007年 科学技術政策研究所編著、工業調査会発行)】



(3年移動平均。NSF Award Search システムから作成。複数領域に登録された事項の研究費は各領域に均等配分)

文部科学省のこれまでの取り組み

○ 2006年5月 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指摘
- ◆数学研究の強力な振興の必要性を指摘
 - ・日本でも数学と他分野融合研究から得られる社会的利益は巨大。
 - ・「モノや構造を支配する原理を見いだす」観点から、数学によるイノベーションの寄与の可能性はある。

○ 2008年3月 北海道大学「イノベーション創出のための数学研究の振興に関する調査」(平成19年度文部科学省委託事業)

- ◆数学と他分野連携に関する諸外国動向調査、事例調査、日本の数学研究者を取り巻く環境に関する調査等を実施し、現状と問題点を把握。
- ◆分野間コミュニケーション不足、出会いの場の不足等が数学と諸科学・産業との連携の進行を阻んでいる。

○ 2010年3月 九州大学・東京大学・日本数学会、新日本製鐵「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」(平成21年度文部科学省委託事業)

- ◆全国の大学の数学・数理科学教育研究組織(175組織)、諸科学研究者(5000人)、企業(1000社)等に対し調査を行った。
- ◆諸科学や産業からの数学・数理科学へのニーズは高い(例:諸科学研究者の70%近くが数学・数理科学に期待を寄せており、自らの専門分野の将来もかかっていると考えている)。

○ 2011年1月 数学イノベーション政策研究会(科学技術政策研究所主催)

- ◆今後重要となる数学・数理科学と諸科学・産業との連携による研究課題について議論

数学・数理科学と諸分野・産業との連携研究・成果例1

製鉄高炉操業における最適化



「逆問題」という数学的手法を利用して、製鉄高炉における温度変化をモデル化した。実際の高炉内の温度変化を制御し最適化することで、異常状態の予兆の検出、CO₂排出量の削減や高炉の寿命延長にも貢献している。

渋滞メカニズムの解明と解消

数学モデルにより、渋滞発生メカニズムを解明し、その解消法を提唱、高速道路での実証実験によりその有用性を証明。空港の貨物ターミナル設計にも貢献。



新材料の探索・創成



第3の炭素結晶(K4格子)の存在を、離散幾何学を用いて予想するなど、これまでの新材料開発における固定観念を打ち破る新たな発想による新材料の開発が始まっている。

CGによる可視化と数学

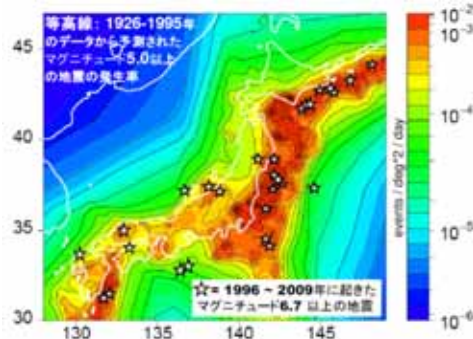


【引用：Zaragoza大学、Guitierrez教授】

レンダリング方程式と呼ばれる積分方程式をリアルタイムで解く手法で生成された架空の顔。多層構造を持つ皮膚を、リアルかつ効率的に表現するために、モンテカルロ法を応用した数理モデルを利用。

数学・数理科学と諸分野・産業との連携研究・成果例2

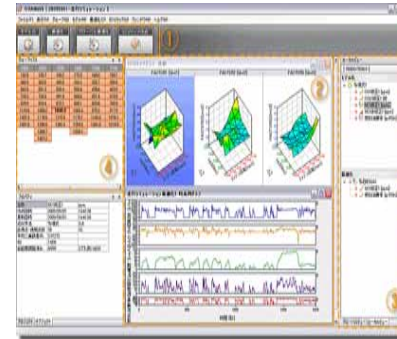
確率点過程と地震予測



ETASモデルは過去の地震の履歴データを使って今後の発生確率を予測する。地震活動の特徴や相場を再現し地震活動の比較研究

や異常現象の解析等の国際標準となっている。2012年からカリフォルニア州で公式に短期的予報に使用、イタリアでも採用が勧告されている。

エンジン制御パラメータの効率化支援



提供: 株式会社小野測器

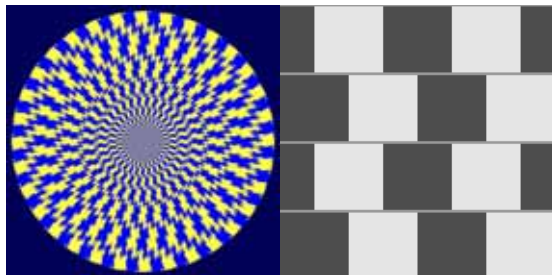
燃費低減や排気ガス対策のため、10以上あるパラメータを制御することが求められる自動車エンジンの適合試験等を、凸最適化と呼ばれる幾何学的手法を用いて効率化。国産ソフトウェアに実装されている。

数学・数理学と諸科学や産業との連携に向けた 大学等の主な取り組み

- **北海道大学**: **数学連携研究センター**(平成20年4月～:学内共同教育研究施設)
- **東北大学**: **応用数学連携フォーラム**(平成19年9月～)、
平成22～26年度東北大学重点戦略支援プログラム
「数学をコアとするスマート・イノベーション融合研究共通基盤の構築と展開」)
- **統計数理研究所**(大学共同利用機関):
NOE(ネットワーク・オブ・エクセレンス)事業、統計思考力育成事業
- **理化学研究所**:
戦略的研究展開事業「数理学研究の推進と国際研究拠点形成
に向けた滞在型研究の試行」(平成20年10月～23年3月)
- **明治大学**: **先端数理学インスティテュート**(平成19年度～)、
GCOE「現象数理学の形成と発展」(平成20～24年度)
- **早稲田大学**: **非線形偏微分方程式研究所**(平成22年10月～)
- **東京大学**: GCOE「数学新展開の研究教育拠点」(平成20～24年度)
- **京都大学**: GCOE「数学のトップリーダーの育成 – コア研究の深化と
新領域の開拓」(大学院理学研究科数学・数理学専攻、
数理解析研究所)(平成20～24年度)
- **九州大学**: **マス・フォア・インダストリ研究所**(平成23年4月～)、
GCOE「マス・フォア・インダストリ教育研究拠点」(平成20年度～24年度)
博士課程数理学専攻に機能数理学コースを設置し、
企業への長期インターンシップを開始(平成18年4月)

JST戦略的創造研究推進事業による取組

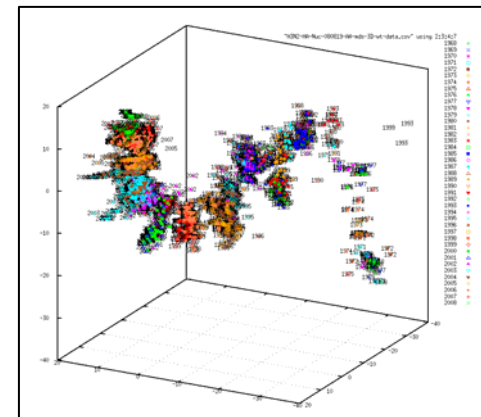
- 戦略目標「社会的ニーズの高い課題の解決に向けた数学」
- 研究領域「数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索」
- さきがけ(平成19年度～)、CREST(平成20年度～)
- 研究総括：西浦廉政(北海道大学電子科学研究所教授)
- 主な研究テーマ
 - 錯視の数理モデリング(さきがけ→CREST)
 - 放射線医学との協働による臨床医療診断の高度化(さきがけ→CREST)
 - インフルエンザウイルスの変異予測(さきがけ)
 - 輸送と渋滞の数理モデルとシミュレーション、実証実験(さきがけ)
 - 離散幾何学と新物質創成(CREST)
 - ソフトウェア(アルゴリズム)の品質保証(さきがけ)
 - 次世代情報通信理論の構築(さきがけ)
 - 数理医学による腫瘍形成原理の解明(CREST)
 - デジタル映像数学の構築と表現技術の革新(CREST)



フラクタル螺旋錯視 カフェウォール錯視



大動脈における血流解析
と大動脈瘤の予後予測



インフルエンザウイルスの変異予測

数学イノベーションに向けた取組

