第２章　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

第２章　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

この章では、数学・数理科学を活用した異分野融合研究に焦点をあてて、平成21年度以降の活動概要とその支援体制についての調査を行った。共同利用や共同研究拠点、各大学機関が行っている数学と他分野・企業との連携拠点の活動である。

1. 数学協働プログラム活動調査

（回答者：伊藤　聡　統計数理研究所副所長）

①　活動期間

平成２４年１１月から平成２９年３月（予定）

②　発足の目的、概要

数学・数理科学的な知見の活用による解決が期待できる課題の発掘から、諸科学・産業との協働による問題解決を目指した研究の実施を促進するという目的を達成するため、大学共同利用機関である統計数理研究所が中核機関となり、我が国を代表する数学・数理科学の協力機関との連携のもと、以下の業務を行う。

まず、数学・数理科学研究者と諸科学・産業の研究者等が出会い、課題解決に向けて領域横断的に議論する場として、両者の連携による研究集会やワークショップを継続的に開催する。研究集会等のテーマについては、国内外の研究動向や社会ニーズ等に十分に配慮しつつ、受託機関および協力機関の強みや特色を生かした広範囲な課題設定を運営委員会において行い、諸科学・産業が抱える個別具体的な課題について公募を行う。

次に、諸科学分野の学会や研究集会におけるセミナー・合同セッションや諸科学・産業向け講演会の開催、企業研究所等への訪問等により、数学・数理科学の有用性に対する諸科学・産業の理解を促し、数学・数理科学の活用が大きな効果をもたらし得る課題を発掘する。

また、本委託事業を単なる研究助成ではなく、真に数学・数理科学の多面的な発展に寄与するものとするためのネットワーク型連携基盤を構築するため、本委託事業に向けた協働研究情報システムを開発し運用する等により、数学・数理科学を軸とした協働研究関係の情報の共有・発信を積極的に進める。さらに、数学・数理科学と諸科学・産業との協働を担う人材の確保・育成などと合わせ、人的ネットワークの構築や、新しい協働相手の開拓など、協働による研究活動を積極的かつ自発的に拡大していくように努める。

③　組織の構成（連携機関、運営委員会等）

受託機関：情報・システム研究機構統計数理研究所
協力機関（平成２７年１０月以降のリスト）：
①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、②東北大学大学院理学研究科、③東京大学大学院数理科学研究科、④明治大学先端数理科学インスティテュート、⑤名古屋大学大学院多元数理科学研究科、⑥京都大学数理解析研究所、⑦大阪大学数理・データ科学教育研究センター、⑧広島大学大学院理学研究科、⑨九州大学マス・フォア・インダストリ研究所　計９機関。

運営委員会委員（平成２７年６月以降のリスト）：
樋口知之、情報・システム研究機構・理事／統計数理研究所長（委員長）他、計25名。

④　採択テーマとその理由

国内外の研究動向や社会ニーズ等を考慮し、社会的に大きなニーズがあるテーマや学問上ブレークスルーが期待される６つのテーマ（[1] ビッグデータ、複雑な現象やシステム等の構造の解明、[2] 疎構造データからの大域構造の推論、[3] 過去の経験的事実、人間行動などの定式化、[4] 計測・予測・可視化の数理、[5] リスク管理の数理、[6] 最適化と制御の数理）を重点テーマとして設定した。これらは、協力機関の他、数学・数理科学と諸科学・産業との協働に取り組んでいる大学等公的研究機関の意見も聞きながら、運営委員会において決定したものである。

⑤　資金援助先

研究集会等の主催機関
平成２４年度：大阪大学金融・保険教育研究センター他　計11件
平成２５年度：九州大学マス・フォア・インダストリ研究所他、計13件
平成２６年度：日本統計学会他、計26件
平成２７年度：国立研究開発法人物質・材料研究機構（NIMS）他、計23件

⑥　諸科学との融合研究や企業との共同研究の活動

数学協働プログラムで行われているワークショップとスタディグループに関して記述する。ワークショップにおいては、諸科学分野・産業界における具体的な課題、数学・数理科学へのニーズの発掘に重点が置かれている。発掘された課題をいかに掘り下げていくか、本格的な協働研究に進めるにはワークショップ終了後にどのようにフォローアップを行えばよいのか、などの点にも留意して頂いている。平成２６年度より、通常のワークショップとは別に、若手研究者の応募や新たな発想に基づく萌芽的な提案を奨励する観点から、比較的小規模な提案に対して奨励枠を新設した。

スタディグループにおいては、産業界あるいは諸科学分野から具体的な課題（1会

合について数課題）の提示を受けて、あるいはワークショップ等で発掘された特定の課題に対して、コーディネータ（モデレータ）が関連する数学・数理科学研究者を集め、当該分野のエキスパートたる研究者・技術者と共に、課題の解決に向けた短期間の集中討議を行う課題解決型の研究集会である。

以下に実施件数を挙げる。なお、WS はワークショップ、SG はスタディグループを表す。

平成２４年度：WS ９件
平成２５年度：WS １０件、SG ７件
平成２６年度：WS 通常枠１３件、WS 奨励枠８件、SG ９件
平成２７年度：WS 通常枠１３件、WS 奨励枠５件、SG ５件（予定を含む）

⑦　人材育成の活動

本事業で実施しているスタディグループにおいては、議論の主体として数学・数理科学を専攻する大学院生やポスドク・助教など若手の研究員が参加しており、中堅教員が務めるコーディネータ（モデレータ）の指導のもとで、諸科学・産業界の研究者・技術者とのコミュニケーションを通じて、連携の経験を積ませることにより、数学・数理科学と諸科学・産業との協働を担う人材の育成を図っている。また、諸科学・産業側の参加者も若手が多く、数学・数理科学的アプローチを理解し当該分野に適用することにより、結果的に数学・数理科学分野と諸科学・産業界を繋ぎ、両分野の橋渡しをすることのできる人材を、諸科学・産業界側に育てていることになる。

この他、数学・数理科学の若手人材育成へ向けた取り組みとして、日本数学会社会連携協議会に協力し、日本数学会等と共催して、「数学・数理科学専攻若手研究者のための異分野・異業種研究交流会」を開催した。

また、材料科学と生命科学の２分野において若手研究者を中心として作業グループを設置し活動してきた。数理・材料科学作業グループでは、東京大学におけるスタディグループや仙台で開催された作業グループ会合における議論がきっかけとなり、それが平成２６年の日本応用数理学会との共催のワークショップに結びついている。また、科学技術振興機構・研究開発戦略センター等との意見交換が、計算物質科学イニシアティブや物質・材料科学研究機構との連携につながっている。

⑧　情報発信（成果発表会やサイエンスカフェなど）の活動

独自に運用している協働研究情報システム、ソーシャル・ネットワーク・サービス（SNS）などによる情報発信、数学・数理科学者向けあるいは中高生を含む一般向けのアウトリーチ活動を行っている。

⑨　その他特記すること

日本数学会のジャーナリスト・イン・レジデンス（JIR）プログラム関連の研究会等に参加するなど、新聞記者やフリージャーナリスト、編集者の方々に、数学協働プログラムの諸活動を理解していただくための活動も行っている。

⑩　現在までの活動評価

平成２６年度までの活動に対する中間評価が平成２７年９月から１１月にかけて実施され、総合評価として所期の計画と同等の取組が行われているとされた（主査：高橋陽一郎東京大学名誉教授）。評価結果報告書には活動評価とともに今後に向けた期待と課題が挙げられているが、総合評価および項目別評価のうち今後の継続性・発展性についてのコメントのみ掲載する。

【総合評価】

本事業は、非常に活発に活動が行われ、優れた成果を上げており、数学・数理科学と諸科学・産業の協働に光をあてることができたと評価する。今後は、ワークショップやスタディグループの内容について、数学・数理科学に親和性が高い領域にとどまらず、より幅広い分野を対象とすること、そして、社会に対して成果を生み出していくことが期待される。

【項目別評価】

今後の継続性・発展性

数学・数理科学と諸科学・産業との協働が定着するには時間がかかるため、今後も現在の活動を継続・発展させることが望ましい。今後は、統計数理研究所と協力機関が、各機関の特色に応じて役割を適切に分担しながら、数学・数理科学と諸科学・産業との協働に向けた大きな成果を生み出していくことを期待する。

⑪　プログラムの後継の必要性やそれに関する意見（後継プログラムについての意見）

数学協働プログラムの大きな特徴は、数学・数理科学に係る全国の協力機関との連携ネットワークを構築してきたことであり、委託業務だけでなく、統計数理研究所と共同利用・共同研究３拠点（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、明治大学先端数理科学インスティテュート）との共同利用合同説明会や合同市民講演会などの共催事業に結びつくなど、その成果は徐々に現れてきている。平成２９年度以降も各機関が役割を適切に分担しながら、活動を継続・発展させていくことが強く望まれる。

また、我が国においては統計学と数学特に応用数学との関係が米国などと比べて希薄であることも、諸科学・産業界との協働を進める上で大きな障害となっている。数学協働プログラムでは、発足当初から関連３学会（日本数学会、日本応用数理学会、日

本統計学会）の理事長あるいは会長に運営委員を委嘱し、各学会の年会等で委託事業の紹介や公募の説明会、さらにセッションを共催するなど、密接な連携を心がけてきた。今後も関連３学会および統計関連学会連合との積極的な連携が重要であることは言うまでもない。

次世代に向けた人材､特に産業界との橋渡し役を務めることのできる人材の育成や、産業界からの人材の受け入れなどについては、後継プログラムにおける主たる業務の一つとなるべきである。日本数学会が主催する社会連携協議会の人材育成事業、さらにジャーナリスト・イン・レジデンス（JIR）事業を継続的に実施する上でも、数学協働プログラムが終了する平成２９年３月以降の支援体制の確立は必要不可欠である。

２．数学連携拠点における活動調査

2.1. 共同利用・共同研究拠点

（1）京都大学数理解析研究所

（回答者：岡本　久　京都大学数理解析研究所副所長）

① 設立目的、概要

数理解析研究所の設立の趣旨は、数学・数理科学の総合的な理論研究の場として設立された。設立当初から全国共同利用の機能が付与されてきた。現在では、大小併せておおよそ７０～８０件の事業が一年間の間に行われている。

② 人材育成の活動（企業インターンシップ、若手研究者向けセミナーの実施等）

若手育成を主眼とした「RIMS 合宿型セミナー」を年間数件実施している。

③ 諸科学との融合研究や企業との共同研究の活動

例年行われている研究集会等のうちかなりのものには異分野からの参加者がある。企業の研究者の参加もある。

④ 情報発信（成果発表会、サイエンスカフェ、高校生向け科学セミナー等の発信）

毎年、数学入門講座を開催しており、100名程度の応募がある。

⑤ その他特記すること

⑥ 現在までの活動についての評価

数学共同研究施設として、世界各地から高い評価を得ていると自負している。

⑦ 課題

英語による公募が出来ていない。

(2) 大学共同利用機関法人情報・システム研究機構統計数理研究所

（回答者：金藤　浩司　統計数理研究所副所長）

① 設立目的、概要

昭和１８年１２月の学術研究会議の建議に基づき「確率に関する数理およびその応用の研究を掌り並びにその研究の連絡、統一および促進を図る」ことを目的として、文部省直轄の研究所として創設される。

昭和２４年６月、文部省設置法施行、統計数理研究所官制廃止により文部省所轄研究所となる。

昭和６０年、国立学校設置法施行令の改正により、国立大学共同利用機関に改組・転換される。

昭和６３年、総合研究大学院大学数物科学研究科統計科学専攻を設置する。

平成元年６月、国立学校設置法の改正により、大学共同利用機関となる。

平成１５年９月､予測と発見のためのモデリング､推論アルゴリズムなどのメタウェアおよび統計ソフトウェアの研究を戦略的に推進することを目的として、予測発見戦略研究センターを設置する。

平成１６年、大学共同利用機関法人情報・システム研究機構統計数理研究所となる。

同年、総合研究大学院大学数物科学研究科統計科学専攻が再編され、複合科学研究科統計科学専攻を設置する。

平成１７年４月、前年の法人化および機構化に伴い、統計数理の役割を明確にするため、研究組織を３研究系（モデリング研究系、データ科学研究系、数理・推論研究系）に改組し、各研究系にそれぞれ３つのグループを設置する。研究支援組織を統計科学技術センターに統合、様々な分野におけるリスク評価・管理の横断的方法論研究を目指すリスク解析戦略研究センターを設置する。

平成２０年４月、新研究領域の創成をより組織的な仕組みとするため、新機軸創発センターを設置する。

平成２１年９月、東京都立川市に移転する（昭和６３年７月１９日「国の行政機関等の移転について（昭和６３年７月１９日閣議決定）」に基づき、移転の対象機関とされていた）。

平成２２年４月、研究分野における新しい方法論の確立と異分野交流のハブとしての役割を果たすことを目指したNOE（Network Of Excellence）形成事業を始動する。

平成２３年１月、データ同化手法の広範な領域への応用を目的とするデータ同化研究開発センター、および社会調査研究の成果を基盤としその更なる発展を目指す調査科学研究センターを設置する。

平成２３年４月、統計思考力を備えたT型人材育成による融合研究の推進を実現するため統計思考力育成事業を始動し、平成２４年１月に統計思考院を設置する。

平成２４年１月、NOE 型研究体制を見直し、予測発見戦略研究センターと新機軸創発センターを廃止。統計科学と計算機科学を基盤とし機械学習分野に特化した統計的機械学習研究センター、および統計数理を基盤としたサービス科学の確立を目指すサービス科学研究センターを設置する。

平成２４年４月、統計数理の基礎理論研究のさらなる推進のため、基幹的研究組織３研究系に設置したグループを改組する。

② 人材育成の活動（企業インターンシップ、若手研究者向けセミナーの実施等）

大規模データ時代に求められる高度な統計思考力を備え、データサイエンスおよび異分野間の連携・融合研究を推進し得る、方法論と領域の双方を熟知したＴ型・Π型人材（データサイエンティスト）を育成している。

産官学における次世代の人材育成を行うため、総合研究大学院大学複合科学研究科統計科学専攻における大学院教育の他、大学院連携制度、特別共同利用研究員、特任研究員、受託研究員等の制度を活用して若手研究者を受け入れている。

平成23年度から始動した統計思考力育成事業では、一般向けの講演会、研究者向けの公開講座・セミナー、学生向けの夏期大学院および公募型人材育成事業、また国立研究開発法人・企業等と連携した課題解決のための共同研究スタートアップ、研究者交流促進プログラム、統計教育関係者に向けた統計教育関連事業等、人材育成に係る様々なプログラムを展開している。

③ 諸科学との融合研究や企業との共同研究の活動

学術コミュニティ並びに社会が求める多様な共同研究プロジェクトを加速する研究環境基盤および研究支援機能を整備し、コミュニティ発展型・人材育成型の他、新たに国際連携型・計算基盤開発利用型の共同研究を組織的に推進している。

異分野交流・文理融合のハブの役割を果たし、共同研究プロジェクトを支えていくため、高度計算資源およびデータ資源を整備・拡充している。

また、異分野交流、文理融合、新分野創成、さらには我が国のプレゼンスを強化するため、NOE 型研究センターを中心とした国内外の産官学組織との学術交流を促進している。

さらに、データ解析・統計分析に関わる問題でお悩みの方々のために『共同研究スタートアップ』プログラムを用意し、共同研究に発展している。データ解析・統計分析に関わる問題でお悩みの方々のために『共同研究スタートアップ』プログラムを用意している。

また統計思考力育成事業の新しいプログラム「データサイエンス・リサーチプラザ」を利用して、民間企業の研究部門等のセクターとのつながりも重視している。

④ 情報発信（成果発表会、サイエンスカフェ、高校生向け科学セミナー等の発信）

オープンハウスを毎年開催し研究情報の公開を行っている。

ＳＳＨやＳＧＨ認定の高校が毎年、研究所を訪問している。そういった機会において若手の研究者を中心に研究紹介等を行い、研究活動を中心に高校生に向けた広報を行っている。

⑤　その他特記すること

文部科学省委託事業である「数学協働プログラム」の中核機関として８つの協力機関との連携のもとに、運営委員会によって定めた重点テーマに基づいて、数学・数理科学と諸科学・産業との協働による研究を促進するための事業を行っている。

⑥　現在までの活動についての評価

さまざまなものを“つ な ぐ”「統計数理」は、このビッグデータ時代に必須のものであり、これまでの研究活動において、統計数理研究所は異分野との共同研究を積極的に推進してきた。今後も異分野連携・融合に向け進んでいきたい。

(3) 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所

（回答者：福本　康秀　九州大学マス・フォア・インダストリ研究所長）

①　設立目的、概要

マス・フォア・インダストリ（Mathematics for Industry, MI）とは、純粋・応用数学を流動性・汎用性を持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、未来技術の創出基盤となる数学の新研究領域である。文部科学省グローバルCOEプログラム「マス・フォア・インダストリ教育研究拠点事業」（拠点リーダー：若山正人　H20.7-H25.3）において、大学院数理学研究院／数理学府においては、教育・研究両面で数学の産官学連携のための斬新な取組を様々に展開した。産業界と数学との連携活動を本格化させ、そこからのフィードバックによって多様で新しい数学を展開するために、数理学研究院を改組・分割して、平成23年４月にマス・フォア・インダストリ研究所（IMI）を設立した。

純粋数学と応用数学の垣根を取り払って、産業技術分野や諸科学分野との連携をはかる点がIMIの特長で、「数学テクノロジー先端研究部門」、「応用理論研究部門」に加えて「基礎理論研究部門」をおく。後者には純粋数学の研究者を配し、将来のイノベーションを視野に入れて、数学の基礎を深化させる研究を行う。加えて、「数学理論先進ソフトウェア開発室」、および、産学連携を円滑に推進する「連携推進・技術相談窓口」を設置した。

設立直後から始めた数学者と産業界・国公立研究所の研究者との交流の場の提供などの活動が認められ、平成25年4月、文部科学大臣によって共同利用・共同研究拠点「産業数学の先進的・基礎的共同研究拠点」に認定された。

平成26年９月、「富士通ソーシャル数理共同研究部門」を、平成27年４月には暗号研究強化のため「先進暗号数理デザイン室」を開設した。さらに、同年３月、ラ・トローブ大学（メルボルン）に「オーストラリア分室」を開設した。

②　人材育成の活動（企業インターンシップ、若手研究者向けセミナーの実施等）

○機能数理学コース博士後期課程学生の民間企業等への長期（3か月以上）インターンシップのマッチング・運営。

○九州大学大学院数理学府における修士課程 MMA コースの運営。MMA=Master of Mathematical Administration のことで、数学の専門知識を備えて、企業の研究開発を運営できる人材育成を行う。

○スタディグループ（企業からの未解決数学問題に 1 週間集中的に取り組む）の企画・運営を行い、大学院生を積極的に参加させる。

○国際ワークショップ Forum "Math-for-Industry" において、大学院生によるポスターセッションを実施し、優秀学生に海外研究滞在の機会を提供する。

○企業との共同研究に大学院生を参加させる。

○海外から有力産業数学研究者を多数招聘し、英語講義を常時開講。

③　諸科学との融合研究や企業との共同研究の活動

○毎月 IMI Colloquium と題した講演会を開催

主に産業界で活躍されている研究者を招聘し、数学連携研究の事例や研究成果、現在産業界で必要とされている数学研究の方向性などを提示していただく。

○スタディグループの企画・運営（毎年 1 回、2010 ～）

国内外の産業界や他分野研究者が、数学・数理科学が関わる未解決問題を提示し、数学研究者と学生がその解決を目指して一週間集中的に取り組むワークショップ。

○企業等との共同研究（平成26年度）

富士通株式会社、（株）富士通研究所、（株）KDDI 研究所、（株）東芝、（独）情報通信研究機構、新日鐵住金株式会社、（独）海上技術安全研究所、（株）オートネットワーク技術研究所、（株）日本電気情報ナレッジ研究所、マツダ株式会社

○平成26年9月、富士通㈱・㈱富士通研究所との共同研究部門「富士通ソーシャル数理共同研究部門」を設置。公平で受入れやすい社会の制度や施策を実現するための数理技術に関する共同研究を行う。

○ Forum Math-for-Industry の開催（毎年 1 回、2008 ～）

世界各地から第一線で活躍中の数学者・数理科学者、そして、企業の開発現場の研究者を招いて、オープンな場で、研究情報を交換し、産業数学・応用数学の最新状況を俯瞰するワークショップ。

④　情報発信（成果発表会、サイエンスカフェ、高校生向け科学セミナー等の発信）

＊出版物

○ Journal of Math-for-Industry（JMI）(2009-2013）,Pacific Journal of Mathematics for Industry（PJMI）(後継誌2014-)

機関リポジトリとして公開される電子ジャーナル。MI に関する原著論文を国際的に速報・公開。数学の産学連携に関する評論も収録。

○ MI（Math-for-Industry）レクチャーノートシリーズ

文部科学省21世紀COEプログラム「機能数理学の構築と展開」（平成15 ～ 19年）において刊行されていたCOEレクチャーノートの後継シリーズ。グローバルCOEプログラム「マス・フォア・インダストリ教育研究拠点」において招聘された国内外の研究者による講義・講演録などを収録している。

○マス・フォア・インダストリ研究

マス・フォア・インダストリに関する共同利用研究の会議録。

○ MI プレプリントシリーズ

最新の研究成果をプレプリントとして公開

＊オープンキャンパスにおいて高校生向けに模擬講義の実施。

＊プレスリリースを比較的頻繁に実施している。

⑤　その他特記すること

○長期的視野に立った産業への応用研究を進めるため、「基礎理論研究部門」に純粋数学の研究者を配置している。純粋数学者も産学連携を行う。

○平成24年、ペアリング暗号解読の世界記録を樹立。さらなる強化のため、平成27年4月「先進暗号数理デザイン室」を設置、准教授、助教各1名を増強した。

○平成26年～ 27年、スーパーコンピューター上でビッグデータ処理を計測するグラフ計算ベンチマークテストで世界1位を複数回獲得。

○平成27年3月、ラ・トローブ大学（メルボルン）に「IMI オーストラリア分室」を設置、専任の九州大学准教授、助教各1名を配置する。オセアニア地域の有力産業数学研究機関との連携を推進する基地という性格も帯びる。

○平成26年10月、東南アジアからハワイまで日本とオーストラリアを軸として時差4時間以内の地域の産業数学研究機関の連携の枠組みとして、Asia-Pacific Consortium of Mathematics for Industry（APCMfI）を立ち上げた。

⑥　現在までの活動についての評価

産業数学を中心に純粋から応用数学分野にわたる研究を縦横に展開し、各分野で質の高い研究成果も生まれ、暗号やグラフ計算のベンチマークコンテストでは最高の成績を収めている。数学・数理科学の基礎研究、先端技術への応用の両方で権威ある賞を複数受賞している。

また、IMI ほとんどの教員が、純粋・応用数学の垣根を越えて企業との共同研究に取り組んでいる。国際連携も活発に展開している。数学・数理科学並びに産業界の関連コミュニティからの期待に応える努力を行っている。

若手人材育成というミッションにも熱心に取り組んでいる。IMI の教員は大学院生を指導し、修士はもとより、博士を毎年複数生み出している。

⑦　課題

○社会システムや心理学などにおいてはいまだ数理科学との接点が弱い。直接的な社会貢献が出来るよう数学と人文・社会科学分野との融合をはかっていく。

○IMIにおいては、医学・生物学系との連携が薄い。バイオインフォーマティクス、ビッグデータの解析を糸口に複雑な対象を扱う医数連携を深めていく。

○技術開発現場はグローバル化が進む。海外長期インターンシップを導入して、国際舞台で海外の研究者に伍して技術イノベーションを牽引する次世代若手研究者を養成する。

(4) 明治大学先端数理科学インスティテュート

（回答者：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）

① 設立目的、概要

2014年4月設置；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に次いで、3校目、私立大学では、初めて、数学・数理科学領域で全国共同利用・共同研究拠点に選出された。

ここに至る経緯は次の通り。

フェーズ1； 世界的水準の研究推進、成果の社会への還元
2005年 研究・知財戦略機構（機構長：学長）の設置

フェーズ2；「先端数理科学インスティテュート」（MIMS）開設
2007年　研究・知財戦略機構付置研究機関

フェーズ3； 2008年 グローバルCOE「現象数理学の形成と発展」開始

フェーズ4； 2011年 先端数理科学研究科（現象数理学専攻）の設置

フェーズ5； 2013年 「国際化」、「先端研究」、「社会連携」のコンセプトの元で
中野キャンパスの開設
同年 総合数理学部（現象数理学科）の設置
同年 現象数理学研究拠点
（CMMA:Center for Mathematical Modeling Applications）の開設

フェーズ6； 2014年 共同利用・共同研究拠点としての認定

② 人材育成の活動（企業インターンシップ、若手研究者向けセミナーの実施等）

企業インターンシップ：（株）インターローカスに博士課程1名

若手研究者向けセミナーの実施等

非線形数理セミナー、数理生物学セミナー、自己組織化セミナー、
錯覚と数理の融合研究セミナー、折紙と計算科学の融合研究セミナー、
ＭＩＭＳカフェセミナー、ＣＭＭＡ月例セミナー
などを開催

③ 諸科学との融合研究や企業との共同研究の活動

次の文理融合を目指した研究集会を開催した。

- 錯覚と数理の融合研究ワークショップ（2014年９月８、９日、代表：杉原厚吉）
- 文理融合数理モデリングに基づく新しい感性工学システムに関する研究（2015年１月２２、２３日、代表：萩原一郎）
- International Symposium on Psychological vs Mathematical Approaches to Optical Illusion（2015年３月４～６日、代表：杉原厚吉）
- 文理融合を目指した折紙科学研究（2015年11月12 ～ 13日、代表：萩原一郎）

東レ（株）、（株）インターローカス、（有）秦永ダンボール、（株）デンソー、（株）iMott、タイムズ21等　多くの共同研究を実施している。

④　情報発信（成果発表会、サイエンスカフェ、高校生向け科学セミナー等の発信）

月１回　コロキアム、カフェーセミナー、CMMA セミナー、非線形数理セミナーをそれぞれ実施

高校生による MIMS 現象数理学研究発表会を年１回実施

⑤　その他特記すること

高校生のための見学会を年１回実施

⑥　現在までの活動についての評価

2014年から４月からスタートした全国共同利用共同研究拠点としての活動は予定通り、進んでおり、オブザーバーなどからも高い評価を得ている。更に、2015年12月12日には、第１回数学・数理科学共同利用４研究機関合同市民講演会「万物共通の言葉「数学」」を主宰するなど率先して４拠点の連携に努めている。

⑦　課題

MIMS の全国共同利用共同研究拠点としての位置付けは、文理融合である。文からの融合の提案が今のところ見られない。これの打開が今後の課題である。

2.2. 大型研究プロジェクト

(1) 東北大学原子分子材料科学高等研究機構数学ユニット

（回答者：池田　進　東北大学原子分子材料科学高等研究機構准教授／副事務部門長（研究担当））

①　設立目的、概要

原子分子材料科学高等研究機構（Advanced Institute for Materials Research ＝ AIMR）は、文部科学省が平成19年度に開始した「世界トップレベル研究拠点プログラム（World Premier International Research Center　Initiative=WPI）」に採択

され設立された全国９拠点のうちの１つである。東北大学の強みを活かし、材料科学、物理学、化学、工学、数学の第一線で活躍する研究者が世界中から集まり、最先端の科学技術に基づいた実験研究・理論研究によって、機能発現の機構を解明し、新物質・新材料の創製、デバイス開発を行っている。４つの材料研究グループと数学連携グループで構成される AIMR は、従来の材料科学に数学的視点を導入し、予見に基づく材料創製を可能とする新学理構築を目指す、他に例を見ない、まったく新しいタイプの材料科学研究所である。世界の材料科学研究を先導する拠点として、材料科学の新たな学理と革新的機能材料を創出し、持続可能社会の形成に貢献する。

② 人材育成の活動（企業インターンシップ、若手研究者向けセミナーの実施等）

AIMR では、主に数学連携グループが中心となり、若手研究者の育成を目的としたセミナーや研究会を数多く開催している（下記 Website 参照）。

http://www.wpi-aimr.tohoku.ac.jp/mathematics_unit/japanese/seminar.html

また AIMR では、平成24年7月23日（月）～ 29日（日）に “The 2012 WPI-AIMR Summer School of Materials Science（ASSM2012）－ Advanced Materials to Build a Better Future －”を開催し、応募者の中から厳正な審査によって選ばれた13か国30名の大学院生（外国人）を AIMR に招待し、物理学、化学、材料科学、デバイスの世界トップレベル研究者（AIMR の PI）による講義（午前）と研究室での実習（午後）を１週間受講していただき、最後の合宿にて成果を発表いただいた。

③ 諸科学との融合研究や企業との共同研究の活動

AIMR の研究活動自体が WPI プログラムのミッションである「異分野融合による新領域の創出」に根ざしたものであり、日々の研究において異分野の研究者との交流をしているが、更に探究心を高めるため、月１回のフォーマルセミナーである Joint Seminar において、様々な分野のトップ研究者を招聘し、異分野への関心をより高めるようにしている。また、AIMR では、毎年度初めに「フュージョンリサーチ支援制度」の研究提案受付を行い、年20件程度、異分野研究者グループによる研究提案を採択して、研究資金を提供し、融合研究を推進している。この融合研究の成果は毎週金曜日に開催している Tea Time で発表いただき機構全体で情報共有している。この融合研究提案の審査の際には、数学者、理論研究者と積極的にチームを組むことが奨励されている。

④ 情報発信（成果発表会、サイエンスカフェ、高校生向け科学セミナー等の発信）

得られた研究成果については、個々の研究者、研究グループが、高インパクトのジャーナルに論文（年300編以上）を掲載し、国際会議でも多くの発表をしているほか、毎年２月に世界の十数カ国から200名以上の参加者を集めて開催している The AIMR International Symposium（AMIS）において、「トポロジカル機能性材料（平成24年度）」、「数学的力学系に基づく非平衡材料（平成25年度）」、「離散幾何解析に基づくマルチスケール階層性材料（平成26年度）」に焦点を当て、世界の著名研究者に対して、数学－材料科学連携の成果発信を行っている。

また AIMR は数学－材料科学連携を研究所レベルで開始した世界初の研究所として出版業界からも注目されており、Springer 社より数学－材料科学連携のモノグラフシリーズ Springer Briefs in the Mathematics of Materials（チーフエディター：小谷元子 AIMR 機構長）の刊行が決まり、平成27年12月には、その第一巻である A New Direction in Mathematics for Materials Science（著者 Susumu Ikeda and Motoko Kotani; 共に AIMR 所属）が出版され、AIMR の数学－材料科学連携の活動とその成果が、広く世界に届くものと期待される。

また、高校生や一般市民向けの啓蒙活動として、広報誌 AIMR Magazine において AIMR の数学材料科学連携に関する解説を掲載しているほか、AIMR 数学連携グループのグループリーダーである西浦廉政が東北大学サイエンスカフェ（平成27年1月30日：せんだいメディアテーク）において「難問解決へ新たな知恵／自然現象、数理モデルで解析」と題した講演を行った。更に、毎年500名以上の高校生に参加いただいている WPI 全拠点合同ワークショップにおいて AIMR の数学－材料科学連携に関して紹介をしているほか、これまで、科学・技術フェスタ in 京都（内閣府主催）やサイエンスアゴラ（科学技術振興機構主催）においても啓蒙活動を行っている。

⑤　その他特記すること

先述のように、AIMR は数学－材料科学連携を研究所レベルで開始した世界初の研究所であり、世界からの注目を集めている。従来では、数学者や理論研究者が実験研究者から直接実験データを入手することは極めて困難であったが、AIMR においては、数学者、理論科学者、実験研究者が同じ屋根の下で共に活動し、数学者、理論研究者は自身が構築したモデルをすぐに実験データによって検証でき、モデルの改良を進めることができる。また、実験研究者はそのモデルによって現象の背後にある原理・原則を見抜き、また、次の実験の指針を得ることができる。このような効果は、研究所レベルでの数学－材料科学連携というハイリスクな取り組みに挑んだことによるハイリターンであるといえる。

⑥　現在までの活動についての評価

AIMR は WPI 研究拠点として、毎年、WPI プログラム委員会のフォローアップを受けている。AIMR の数学－材料科学連携は期待以上の成果を挙げていると評価され（https://www.jsps.go.jp/j-toplevel/08_followup.html　で公開されている）、平成26年度に行われた拠点形成8年目の評価において、AIMR は World Premier Status を達成したと認められた。

⑦　課題

AIMR の数学－材料科学連携は、異分野融合を推進する WPI プログラムによる資金的支援に依るところが大きく、WPI のグラント支援が終了し、大学の自主運営が始まる平成29年4月以降、数学－材料科学連携の中心的役割を果たしている優秀な

若手研究者の雇用をいかに継続して、AIMR における数学－材料科学連携のアクティビティをいかに維持するかが今後の最大の課題である。

(2) カブリ数物連携宇宙研究機構

（回答者：河野　俊丈　カブリ数物連携宇宙研究機構主任研究員）

① 設立目的、概要

2007年10月に International Research Initiative（WPI）の一つとして、数学、物理学、天文学の融合研究をめざす研究機構として東京大学柏キャンパスに設立された。設立目的は、宇宙の起源に関わる自然科学の根源的な問題について、数学、理論物理学、実験物理学、天文学の分野の研究者が協働で研究を行うことを趣旨とする。2012年からはカブリ財団の支援を受け、Kavli Institute の一つとなった。大学においては東京大学国際高等研究所に属する研究機構として位置づけられている。

② 人材育成の活動（企業インターンシップ、若手研究者向けセミナーの実施等）

数学と物理学など分野の異なる若手研究者向けのチュトリアルワークショップ、サマースクールなどが開催されている。本年7月には東京大学戦略的パートナーシップ構築プロジェクトの支援を受けて、Tokyo-Berkeley Summer School “Geometry and Mathematical Physics”を開催した。

③ 諸科学との融合研究や企業との共同研究の活動

本研究機構には数学、理論と実験を含む物理学、天文学の多彩な研究者が参画している。数学と物理学では、Mathematics-String Theory（MS）Seminar を共同で開催しており、それ以外にも数学と天文学のセミナーなど分野融合型のセミナーが開催され、多彩な共同研究が行われている。

④ 情報発信（成果発表会、サイエンスカフェ、高校生向け科学セミナー等の発信）

カブリ数物連携宇宙研究機構と東京大学宇宙線研究所の共同公開講演会を定期的に開催している。そのほか、毎年3月に高校生向けのサイエンスキャンプを開催し、本年度はサイエンスカフェ 2015、女子中高生進路支援イベント等を開催した。

⑤ その他特記すること

本研究機構は半数以上が海外からの研究者からなり、公用語は英語で国際的な研究環境を実現している。

⑥ 現在までの活動についての評価

本研究機構は中間評価において S 評価を得ており、数学と物理を融合する研究所としてはプリンストン高等研究所（IAS）に比肩する成果を挙げているとの評価を得ている。Kavli IPMU は当初は WPI としての支援は10年間の期限が設けられていたが、2007年に採択された WPI の中では唯一15年間の支援の延長が認められた。

⑦　課題

大学の支援などにより、いくつかのテニュアポジションが創設されているが、WPIの支援終了後にポスドク雇用の制度をどのように維持していくかは課題である。本研究機構に所属する大学院生はいないが、Kavli IPMU の研究者は数理科学研究科または理学系研究科を兼任し、それぞれの研究科の学生を指導することができるシステムをとっている。研究機構が大学院生の教育にどのように関わるかは今後の課題である。

2.3. 大学・研究所内設置センター等

(1) 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

（回答者：小松﨑　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　センター長）

①　設立目的、概要

北海道大学電子科学研究所は設立時から数学研究分野を擁する、他に類を見ない実験科学と数学などの異分野融合研究を推奨する草分け的な附置研究所の位置を確立してきた。また、北海道大学理学部数学科は北海道大学２１世紀 COE「特異性から見た非線形構造の数学」での活動にも見られるように国内の数学教室のなかでも早い時期から周辺異分野との数理連携協働研究の重要性を唱えてきた。そのような状況の下、電子科学研究所と理学研究院の共同提案によって北海道大学の学内共同教育研究施設である「数学連携研究センター、Research Center of Integrative Mathematics（設置期間：平成２０年４月～平成２７年３月）」が設置された。同センターは、学内の数学研究ならびに数学関連分野の研究に関心を持つ研究者が兼務教員として共同で研究活動を行い、数学に関する研究成果の国内外への発信及び国内外の研究拠点との連携強化を図ってきた。また、数学連携研究センターは数学の教育研究活動の深化を支援すると共に、他の研究分野における数学的問題を探索し解決するために、数学を共通の合意言語として形成し、科学の諸領域における「つながる知」の中核としての機能を担ってきた。その後、このような数学分野の連携研究の重要性が幅広く認識されるようになり、平成２３年８月に閣議決定された文部科学省「第４期科学技術基本計画」においては数理科学が「複数領域に横断的に活用することが可能な科学技術」と位置づけられ、振興政策として文部科学省研究振興局基礎研究振興課内に「数学イノベーションユニット」が発足するに至った。このような状況を踏まえて、本学の強みである数学連携体制の更なる強化を図るべく、センターの名称を「社会創造数学研究センター、Research Center of Mathematics for Social Creativity（略名：Math. for Social Creativity, MSC）」と改め、電子科学研究所の改組によって兼務教員だけでな

く専任教員も配置した新しい組織として平成27年4月発足した。附属社会創造数学研究センターはセンター長以下、運営委員会、および4つの研究分野に加えて、理学研究院数学専攻を始めとして36名の兼務教員から構成されている。4つの研究分野は、複雑な現象の抽象化を目指す、まず背後のモデルをイメージするところから出発するModel-driven 型の数理科学「人間数理」と「知能数理」、および、モデルを構成する前に膨大なデータから論理、法則を導出する数学的手法を開発する Data － Driven 型の数理科学「データ数理」と「実験数理」から構成される。4研究分野を主軸とし、理学研究院（数学専攻）を始めとする兼務教員の先生方36名とタッグを組んで、個別的な連携から全体連携へ展開する『知のオープンファシリティ』を構築し、複雑化する社会を見渡す突破力・変革力・俯瞰力を持った数学・数理科学力に基づいて、モノづくり、生命・医療分野の課題を解明し、社会創造に資する Quality of Life（QOL）の向上を目指す。

② 人材育成の活動（企業インターンシップ、若手研究者向けセミナーの実施等）

数学・数理科学関係の専任教員、兼務教員の多くの方々が参画しているリーディング大学院「物質科学フロンティアを開拓する Ambitious リーダー育成プログラム」との連携を緊密に推進し、研究を俯瞰する数理科学の視点を身につける育成プログラムを展開中。次年度以降は理学部数学科と共同で数理連携講座を開講する予定で、特に、純粋数学を研究する若手研究者（ポスドク、院生、学部生）に「数学がもつ展開力・突破力を如何に諸分野が求めているか」を説きつつ、諸分野の未解決問題から新たな数学を発掘する柔軟かつ挑戦的な姿勢を培う予定である。学外では、統計数理研究所が中核機関となっている文部科学省科学技術試験研究委託事業「数学協働プログラム」に旧数学連携研究センターの後任として参画し、数理連携ワークショップの開催などを展開している。2015年4月発足以降セミナー、シンポジウム活動（http://mmc01.es.hokudai.ac.jp/msc/symposium_workshop/）も継続的に行ってきており、他大学および企業との共催も積極的に進めている。

③ 諸科学との融合研究や企業との共同研究の活動

科学技術振興機構・戦略的創造研究推進事業 /CREST「現代の数理科学と連携するモデリング手法の構築」、「数理モデリングを基盤とした数理皮膚科学の創設」（H27-32, 長山雅晴教授代表）として採択されている資生堂との産学連携協働研究、また、日立基礎研究センタとのイジングコンピューティングに関する共同研究を展開中。

④ 情報発信（成果発表会、サイエンスカフェ、高校生向け科学セミナー等の発信）

当センターは平成27年4月に発足したばかりであるため、センターとしての活動として数は少ないが、専任教授はこれまでも情報発信を積極的に行っている。例えば、知能数理研究分野の中垣俊之教授は2010年以降、新聞報道37件、雑誌等の報道18件、テレビ放映12件など北海道大学の研究者のなかでも突出している。

⑤　その他特記すること

当センターの特徴は純粋に数学者（＝数学専攻で学位を取得した人）だけで構成されていない点にあり、諸分野で数理科学を展開している研究者も半数ほど在籍している。後者の研究者の多くは、SIAM, AIMS などの数学系の学会で招待講演を行ったり、共同研究者の多くに数学者がいるなど異分野数理連携の素地が他機関に比べて多く、学際性が高い。イグノーベル賞受賞者（中垣俊之教授）を輩出（2008, 2010）。生命科学において数学・数理科学、情報科学、工学などとの革新的な協働研究を推進する（34の運営支援国から構成される）ヒューマン・フロンティア・サイエンス・プログラム推進機構（本部：フランス・ストラスブール）から HFSP グラント賞４件（中垣俊之教授、小松﨑民樹教授、李振風准教授、津田一郎教授（運営委員・兼務教員））を輩出（理研、東大に次いで国内３位。スタッフ数当たりの採択率は１位）。

⑥　現在までの活動についての評価

当センターは平成27年４月に発足したばかりであるが、４月以降、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」に北海道大学を代表して参画し、委託事業「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」（数学協働プログラム）へも協力機関として参画するだけでなくワークショップを提案・企画するなど活発に活動を展開している。また、異分野連携のシンポジウム企画・共催なども行っている。自己評価としては「優」。

⑦　課題

平成27年４月に発足したが、センターの運営費は基本的に４研究グループの運営費交付金の持ち出し、ならびに競争的資金の間接経費の一部で賄っている。国際数理連携を推進していくうえでも、文部科学省の種々の大型競争的資金が必要となる。センター本体の予算獲得が今後の最重要課題のひとつである。また、センター発足に当たり、実験数理研究分野の外国人テニュアトラック助教１、（５年間流動ポイントによる）教授１が付いている。前者に関しては平成28年３月に着任予定であり、後者に関しては、選考中であり、産学連携を含めた異分野連携推進可能な数学・数理科学系の人材の確保が重要である。

(2) 東北大学大学院情報科学研究科数学連携推進室

（回答者：尾畑　伸明　東北大学大学院情報科学研究科数学連携推進室副室長）

①　設立目的、概要

本数学連携推進室は、東北大学大学院情報科学研究科において、数学と諸分野が連携し、研究・教育に関わる企画・立案や数学連携推進に関わる事業を行うことを目的として、平成23年１月に設置された。これは研究科の４専攻とは独立に研究科長直属の組織であり、室長を研究科長が兼務し、その下に副室長（兼務）と室員を配置してい

る。特に、本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」（平成22年度（途中）～ 26年度）の採択を受けて、その間、理学研究科数学専攻・医学系研究科とも連携しながら、若手研究者（助教18名、教育研究支援者2名）を雇用して、数学連携活動とそれを通した若手研究者育成にあたった。その間、本数学連携推進室には助教8名、教育研究支援者1名が所属した。月例の連絡会議を開催して、応用数学連携フォーラムワークショップや研究集会の企画、共同研究の課題探索などを行っている。平成27年度以降は、研究科の支援と外部資金によって、助教1名を雇用して、規模を縮小しながら活動を継続中である。

② 人材育成の活動（企業インターンシップ、若手研究者向けセミナーの実施等）

本推進室所属の若手研究者に対しては、共同研究の企画から連携先との折衝、そのための準備ワークショップの企画・運営、さらには海外招聘を含む研究集会の企画・運営などをその責任者として任せることで、研究コーディネータとしての経験値をあげるような仕組みを試行した。その結果、雇用期間が1年未満であった外国人2名を除き、本数学連携推進室に所属した助教6名は、それぞれが年に複数回の研究集会を自律的に運営するまでに成長した。このことは、彼らのキャリアパスとして大きく役に立っている。

海外から講師を招いて、微分幾何学と画像処理・コンピュータビジョンをテーマとして、大学院生を中心として40名規模のウインタースクールを開催した（平成23年度）。ネットワーク数理に関するサマースクールには大学院生を含む80名が参加した（平成24年度、26年度）。

③ 諸科学との融合研究や企業との共同研究の活動

本推進室では、企業との共同研究を視野に入れていない。

異分野融合的な研究としては次のようなものが挙げられる。

（ⅰ）ネットワーク数理の分野、特に、ネットワーク上のダイナミクス研究おビッグデータ解析との境界領域において、ビーレフェルト大学と研究交流を行っている。

（ⅱ）河原林ERATOビックグラフ・プロジェクトの分担グループの一員として、特に、プロジェクトの数理的コアであるデータ解析に関する共同研究を実施した。

（ⅲ）統計的学習理論・情報幾何学を用いて、臭覚皮質の神経活動の実データから匂い情報の解読を行い、応用微分幾何学としての新しい展開を生み出した。より抽象的な現代幾何学をネットワーク構造解析に結びつけて、ネットワーク上のダイナミクスの理論およびシミュレーション、遺伝子ネットワークの構造変化の研究を通してネットワーク数理の発展に貢献した。

（ⅳ）量子ウォークの厳密理論が進展し、レーザー量子制御などの実世界への応用を生み出しており、社会貢献が期待できる。

（ⅴ）臨床応用を視野に入れた人工血管内の血流のシミュレーション研究は、25年度

から開始されたばかりであるが、社会貢献が期待できるばかりではなく、数学者にとってもインパクトのある成果が期待される。

④　情報発信（成果発表会、サイエンスカフェ、高校生向け科学セミナー等の発信）

研究成果の発信は、もっぱら関連学会を通して行っている。例外的に、東北大学サイエンスカフェに1度参画（平成25年度）したが、一般人向けの公開講演会のような行事は行っていない。

⑤　その他特記すること

⑥　現在までの活動についての評価

雇用してきた若手研究者は、数年のうちに、他機関のよりよいポジションに異動し、それまでの諸分野連携の経験を生かして活躍を続けており、若手研究者の育成という観点からは、うまく機能していると言える。また、応用数学連携フォーラムなどの異分野研究者が集う場を提供する活動は、それに参加した研究者からは一定の評価をいただいている。

⑦　課題

諸分野連携の啓蒙的な活動のためには、常にフレッシュなエネルギーを要する。ルーチンに陥るととたんに魅力に欠けたものになり、他からの関心が薄れてしまう。したがって、活動の成否は、もっぱら中核となるべき数学者の熱意に依存することになる。このため、安定的な継続運営には更なる工夫を要する。間接的には、多くの大学関係者が忙しすぎるのも問題ではある。

(3) 東京大学大学院数理科学研究科附属数理科学連携基盤センター (Interdiciplinary Center for Mathematical Sciences (ICMS)

（回答者：時弘　哲治　東京大学大学院数理科学研究科附属数理科学連携基盤センター長）

①　設立目的、概要

数理科学連携基盤センター（ICMS）は、すべての産業界および他の科学分野と協力し、分野横断的な数学研究および数学教育を活性化し促進するために、2013年4月に設立され、2015年4月より、正式に数理科学研究科の附属施設と、東大の基本組織規則に制定された。ICMS の目的は、様々な科学および産業界の専門家と協力し、応用のための数学研究を主導し、また応用を念頭においた数学教育プログラムを開発することにある。

ICMS は二つの部門、学術連携部門および社会連携部門から構成されており、各々の部門には、大学院数理科学研究科とともに東京大学の他の大学院研究科の構成員も所属している。

② 人材育成の活動（企業インターンシップ、若手研究者向けセミナーの実施等）

2014年12月に数理キャリア支援室が、数理科学連携基盤センターの下に設立された。

キャリア支援室では、学生やポストドクターの適切なキャリア・デザインをサポートするため、個々の面談の他に、企業研究セミナーや就職説明会、研究所訪問などを適宜開催している。

支援室では、産学にわたって経験豊かなキャリアアドバイザー・池川隆司（本研究科・協力研究員、早稲田大学理工学術院 客員教授、NTT-HS 主任研究員）が、室長・山本昌宏（大学院数理科学研究科・教授）とともに、個別に相談に応じており、柔軟なタイミングで院生・学生の就職活動をサポートし、実績が上がりつつある。企業側のスタッフとも、随時、面談の機会を持ち、就職についての意見交換や情報収集を行っている。さらに、キャリアパスの多様化や産学連携推進のために定期的に開催されている活動である「産業界からの課題解決のためのスタディ・グループ」、「数理キャリアデザインセミナー・情報交換会」（以上、数理科学研究科主催）、「異分野・異業種研究交流会」（日本数学会主催）などの活動を共催しローカルオーガナイザーとして支えている。

③ 諸科学との融合研究や企業との共同研究の活動

(a) リーディング大学院プログラムにおける学術連携ならびに社会連携を支援する社会数理先端科学の開講支援、大学院学生の研究施設ならびに企業へのインターンシップ支援、更には GCOE で培った経済学研究科・情報理工学研究科との連携を維持発展。

(b) 転写の機構解明のための動態システム生物医学数理解析拠点（iBMath）」（拠点長、井原茂男特任教授）の活動を支援する。これまでに、iBMath のキックオフミーティング（2013年5月28日）、および玉原での iBMath サマースクール（2013年7月31日～8月2日、2014年7月23日～7月25日、2015年7月25日～7月27日）の開催に協力してきた。また、他の生命動態システム科学推進拠点との連携促進、これに伴う数理科学研究科の教員学生と生命科学系の教員学生や医学系の教員学生との交流促進をしている。

(c) これまでに ICMS の共催, 協賛で開催された公開講座・研究集会には次のようなものがある。

Symposium on Mathematics for Various Disciplines, FMSP チュートリアルシンポジウム / 数理科学連携基盤センター共催　Symposium on Mathematics for Various Disciplines, 表面・界面ダイナミクスの数理　V,VI、研究集会「島根大学 [数理生物] - 東京大学 iBMath 合同研究会：生命動態の実験」、産業界からの課題解決のためのスタデイグループ（参加企業は花王、新日鐵住金、東和精機など）、公開講座「円と球の解析学」、研究集会　「異常拡散の数理とシミュレーション手法ならびに関連する課題」、ASC2014　Asymptotic Statistics and Computations 2014、FMSP and GCOE programs:　Workshop on Calabi-Yau Manifolds, Mirror Symmetry　and Related Topics

④　情報発信（成果発表会、サイエンスカフェ、高校生向け科学セミナー等の発信）

ICMS 独自の活動ではなく、大学院数理科学研究科として行っていることだが、数理科学研究科が維持運営している玉原国際セミナーハウスでは、地域貢献活動として、毎年、「高校生のための現代数学講座」、「群馬県高校生数学キャンプ」（2008年度までは「群馬県高校生玉原数学セミナー」として行われていた）、「沼田市中学生のための玉原数学教室」を行っている。

「高校生のための現代数学講座」は群馬県立沼田高校の協力を得て行っているもので、群馬県の高校生を対象としている。「群馬県高校生数学セミナー」は群馬県教育委員会高校教育課と本研究科が共催して行っており、群馬県高校生数学コンテスト優秀者を対象としている。「沼田市中学生のための玉原数学教室」は沼田市教育委員会と本研究科共催で行っており、沼田市中学生が対象である。

⑤　その他特記すること

⑥　現在までの活動についての評価

ICMS は2年前にできたばかりであるが，短い期間，また専任のスタッフがいない条用の割には活発に活動していると思われる。

⑦　課題

特に産業界との連携活動の受け入れ窓口としての活動が不十分である。また，専任のスタッフを何名か任用したいと考え東京大学本部に申請中である。

(4) 東京大学生産技術研究所 最先端数理モデル連携研究センター

（回答者：合原一幸　東京大学生産技術研究所教授）

①　設立目的、概要

内閣府・最先端研究開発支援プログラム（FIRST）により実施した「合原最先端数理モデルプロジェクト」を強力かつ円滑に実施するため、最先端数理モデル連携研究センターが設立されて現在に至っている。

本センターは、数学の工学・産業応用研究を担ってきた我が国独自の学問「数理工学（Mathematical Engineering）」やセンター長が構築したカオス、フラクタル、複雑ネットワークなどの工学応用を目指す「カオス工学（Chaos Engineering）」を基にして、世界をリードする複雑系数理モデル学の構築とその具体的な分野横断的な複雑系科学技術の成果の実現を目指すものである。

②　人材育成の活動（企業インターンシップ、若手研究者向けセミナーの実施等）

人材の育成面については特に重視し、国内外の国際会議等での積極的な研究成果発表や様々なセミナー等を通して多分野の研究者との議論や共同研究も奨励し、また毎月1回各研究員等とセンター長の1対1での進捗報告会を行い、細かいケアを行って、数理

と諸科学技術分野や産業を橋渡しできる人材の育成に努めた。他方で、研究員個人のキャリアパスを尊重する立場から、転出に関しては研究員個人の希望を最優先した。

③　諸科学との融合研究や企業との共同研究の活動

具体的な融合研究および共同研究活動として以下が挙げられる。

数学分野の力学系理論と工学分野の制御理論を、将来にわたって様々な応用研究の基盤となり得る新しい「複雑系制御理論」として融合し、複雑系数理モデル学体系化のための理論的プラットホームを構築した。

複雑系数理モデル学の理論的プラットホームを駆使して、「ライフイノベーション」に関する癌、新型インフルエンザ、HIV、バイオマーカーや数理脳科学へ応用した。

同様に、「グリーンイノベーション」に関する再生可能エネルギーや気象解析（風況、太陽光量、北極振動など）、「震災」後に重要性を増した電力システム、通信システム、交通システム、地震データ解析、低放射線被曝問題、さらには電気電子応用技術の基盤となる A/D 変換や脳型ハードウェアなど、社会的緊急性や経済、産業上の重要性・必要性の高い様々な分野の複雑な諸問題に対して、複雑系数理モデル学を応用した。

④　情報発信（成果発表会、サイエンスカフェ、高校生向け科学セミナー等の発信）

- 講演「数理ファッション：普遍性と個別性の融合が生み出す創発」, 2010 A/W ERI MATSUI COLLECTION in collaboration with Dr. Kazu Aihara & Keiko Kimoto, Mathematics, Art & Fashion logarithmic spiral, 東京コレクション・ウィーク（2010年3月23日：Billboard Live Tokyo）。
- 講義「役に立つ数学」, 静岡高校・生研見学（2010年6月8日：東京大学）。
- 講義「社会に役立つ数学」, 津田塾大学公開講座 総合2010（2010年7月8日：津田塾大学）

等多数。

⑤　現在までの活動についての評価

本センターが推進母体として中心的役割を果たした FIRST プロジェクトは、「複雑系制御理論」、「複雑ネットワーク理論」、「非線形データ解析理論」の3 理論を柱とする理論的プラットホームを構築するとともに、応用研究として、理論的プラットホームをライフイノベーションやグリーンイノベーションなどの諸問題等に対して適用し、一部の課題については実用化レベルに達するなど、基礎理論と実社会を橋渡しする「複雑系数理モデル学」という新たなパラダイムを確立した。

⑥　課題

社会的緊急性や経済、産業上の重要性・必要性の高い複雑な諸問題の解決に向けて、本プロジェクトの成果をさらに発展させることが今後の課題となる。現在、以下の個別テーマについて、成果の波及効果や社会還元に向けた具体的な研究・計画に取り組んでいる。

- 数理脳科学の研究に関しては、本 FIRST プロジェクトの脳型情報処理の成果と

FIRST 山本プロジェクトの量子情報処理の成果を統合して「量子人工脳」を構築することを目指し、山本喜久を PM として内閣府「革新的研究開発推進プログラム」(ImPACT)を遂行中である。

- 前立腺癌の数理モデルに基づくテーラーメード間欠的内分泌療法の研究は、あらたに1200名以上のカナダの患者データや日本の患者データの大規模解析を日米加の共同体制で行なっている。また、前立腺癌の間欠療法と同様の手法は、抗がん剤等の有効な治療薬に対して耐性を生じる他のがん等の疾病にも適用可能性があるため、その一般化を検討中である。他方で、HIV などのウイルス疾病を含む他疾病の数理モデル研究や動的ネットワークバイオマーカーの応用研究も、医学・生物学研究者などと共同でさらに進めつつある。
- 再生可能エネルギー大量導入時の電力システムの安定性と制御の研究に関しては、JST「分散協調型エネルギー管理システム構築のための理論及び基盤技術の創出と融合展開」領域の CREST 研究、NEDO 電力系統出力変動対応技術研究開発事業として研究を発展させている。
- 電気電子応用技術の基盤となる A/D 変換器に関しては、β -A/D 変換回路についての基本特許を JST より申請済みであり、この特許を基に、β -A/D 変換器の実用化研究を国内半導体集積回路メーカーと行うため、半導体理工学研究センター(STARC)のオープンプログラム「β 変換 ADC 実用化研究」を平成25年7月より実施している。

(5) 早稲田大学重点領域研究機構　非線形偏微分方程式研究所 (平成 26 年度に終了。スーパーグローバル大学創成支援　早稲田大学数物系科学拠点が活動の一部を引き継ぐ。)

(回答者：柴田良弘　同拠点代表者／早稲田大学理工学術院教授)

① 設立目的、概要

数学研究グループが工学研究グループと近い距離にある早稲田大学の特長を生かしつつ日本における学術・科学技術のさらなる発展のために数学から貢献する強力な研究組織を目指す。

② 人材育成の活動 (企業インターンシップ、若手研究者向けセミナーの実施等)

企業の中で数学が重要であると考える方々を招待し、数学と企業の連携の可能性などをテーマにしたセミナーを行った (数学・産業界連携セミナー)。また工学・物理学分野を含む幅広い分野の研究者を招待し、最新の研究動向を講演していただいた (非線型科学コロキウム、流体数学セミナー)。

③ 諸科学との融合研究や企業との共同研究の活動

流体工学の研究者と共同でキャビテーション現象の解明、物体後流の不安定現象の

解明等について共同研究を行った（CREST 数学領域のプロジェクト「現代数学解析による流体工学の未解決問題への挑戦」）。

④　情報発信（成果発表会、サイエンスカフェ、高校生向け科学セミナー等の発信）

数学研究者の他に実験および数値シミュレーションの分野からも研究者を招待し、キャビテーション現象に関する共同研究成果を発表するとともにこれら３分野の交流を深めることを目的とした国際研究集会を昨年開催した。この活動は今後も継続して行う予定である。また早稲田大学サイエンスギャラリー、早稲田理工 PLUS 等に記事を提供し、学生向けに情報発信を行った。

⑤　その他特記すること

平成２６年度よりスーパーグローバル大学創成支援の早稲田大学数物系科学拠点が立ち上がり、引き続き数学解析、モデリング、数値シミュレーションを一体として推進する研究体制を継続する基盤を得た。

⑥　現在までの活動についての評価

数学研究者と工学研究者の緊密な関係を構築することができた。

⑦　課題

今後は具体的に科学技術の発展に貢献したことを実証することが課題である。

(6) 慶應義塾大学統合数理科学研究センター

（回答者：栗原　将人　統合数理科学研究センター長）

①　設立目的、概要

高度かつ複雑に発展した現代社会においては、様々な問題の解決に数学・数理科学が担うべき役割が増加してきている。数学・数理科学固有の重要問題の解決およびそこで開発された数学理論や数学手法は、その汎用性から数学・数理科学と他研究分野との連携に大きく役立つことが期待されている。統合数理科学研究センターは、この立場から、慶應義塾内における、数学・数理科学研究者が結集することで、数学・数理科学の研究の推進を行うとともに、数学理論や数学手法を広く社会に提供し、様々な研究分野との横断研究を行うことを目的とする。

②　人材育成の活動（企業インターンシップ、若手研究者向けセミナーの実施等）

Boston-Keio summer workshop, UK-Japan winter school を中心とした海外の連携拠点を中心とした国際研究集会を毎年行い、若手の育成に努めている。上記の２つの研究集会は、国内外の数理科学研究者達によって認められている。他分野連携事業としては、ＯＬＩＳ - プルデンシャル・ジブラルタ生命保険寄付講座を実施し、アクチュアリ養成等に役立っている。また、外部委託を通じて、大学院生のキャリアパス支援を行っている。

③　諸科学との融合研究や企業との共同研究の活動

統計学的モデリングの手法を用いた生物資源評価のための手法の開発、気象関係情報のデータの解析など、データを対象とするデータサイエンスの手法を用いた研究に特徴がある。

④　情報発信（成果発表会、サイエンスカフェ、高校生向け科学セミナー等の発信）

異分野の研究者達が集まることのできる談話会を実施している。さまざまな分野の研究者が集まって討論できるような貴重な場となっている。また、成果発表会も随時行っている。

⑤　その他特記すること

純粋数学も応用数学も共に重要であるという観点から、目先の利益だけでなく数理科学全体の発展にも留意している。

⑥　現在までの活動についての評価

数理科学内の諸分野の間の融合については、かなりの成果をあげている。自分の研究テーマ以外の広い分野に興味を持つ学生達が育っている。ただ諸科学との融合という点にまでは至っていないと思われる。

⑦　課題

これから現在の活動をさらに活発にして、諸分野との融合研究や数理科学を積極的に他分野に応用する活動に本格的に入っていきたいと考えている。

(7) 大阪大学金融・保険教育研究センター

（回答者：関根　順　大阪大学基礎工学部教授）

①　設立目的、概要

大阪大学金融・保険教育研究センター（CSFI）はファイナンス・金融工学と保険・年金数理を一体で捉えた学際的な文理融合型教育プログラムを開発・実施するために、文部科学省特別教育研究経費によって、経済学研究科、理学研究科、情報科学研究科、基礎工学研究科の学内4研究科の連携のもと、平成18年4月に設立された。CSFIは大阪大学大学院生全員を対象に教育プログラム「副専攻プログラム（金融・保険）」を提供している。

②　人材育成の活動（企業インターンシップ、若手研究者向けセミナーの実施等）

大阪大学大学院生以外の方にも「副専攻プログラム（金融・保険）」の科目を履修できるよう、「科目等履修生高度プログラム（金融・保険）」を提供している。

③　諸科学との融合研究や企業との共同研究の活動

CSFIのVXJ（Volatility Index Japan）研究グループは、日本の株式市場における将来のボラティリティに対する一つの指標として、VXJの開発・公開を実施している。

CSFI のリスク解析・資本市場研究グループは、平成25年度より大阪大学未来研究イニシアティブ・グループ支援事業のサポートを受けて、リスクの可視化による長期金利変動に関する高精度予測や流動性と資産価格変動の関連性について研究を行っている。

④　情報発信（成果発表会、サイエンスカフェ、高校生向け科学セミナー等の発信）

SFI の研究活動としては、最新の金融・保険に関する知識と情報を共有するために、「中之島ワークショップ」を毎年開催しており、また隔年で国際ワークショップを開催し、世界的に高度な金融・保険の技術を有する国内外の実務家・研究者との交流を図っている。

⑤　その他特記すること

CSFI の「副専攻プログラム（金融・保険）」は今年度も100名を超える受講者がおり、大阪大学副専攻プログラムの中で受講者数トップを誇っている。

⑥　現在までの活動についての評価

CSFI は設立から今年で１０年目となり、CSFI が提供してきた教育プログラムを発展させて、新たな教育プログラムである「副専攻プログラム（金融・保険数理）」、「高度副プログラム（数理モデル）」、「副専攻プログラム（データ科学）」の開発・実施を目的とした新事業に対して、概算要求（H27年度）が採択された。これによって、CSFI を発展的改組して、２０１５年１０月１日に新センター（数理・データ科学教育研究センター）を設立した。

⑦　課題

文理融合型教育研究についてはよく機能していると考えているが、産学連携として企業との共同研究をはじめとして、留学生の受け入れや副プログラムの国際化など、新事業のグローバル化が当面の課題である。

(8) 理化学研究所　理論科学連携研究推進グループ

（回答者：初田　哲男　理論科学連携研究推進グループディレクター）

①　設立目的、概要

目的：iTHES（interdisciplinary Theoretical Science, 2013年度 -2017年度）は、理研における理論科学の連携研究を推進するために発足したグループ。研究手法（数理科学、計算科学）や研究分野（基礎物理学、物質科学、生物科学）を横断した学際的理論科学領域を開拓し、素粒子から、生物、宇宙に至るまで、自然界に普遍的に現れる「多階層問題」の論理を解明することが iTHES の目的。さらに、理研ならではの分野を越えた連携研究により、スケールの大きな若手研究者が育つ理想的環境を創ることも重要なミッション。具体的には下記の活動を実施：

１．理論科学（物理学、化学、生物学、計算科学）における分野横断研究の推進

２．分野の枠を越える国際的若手人材の育成
３．国内外の研究機関との連携による頭脳還流
４．産学をまたぐ人材育成

設立経緯：　理研“新領域開拓課題”（複合領域・境界領域における先導的な研究を5 年の期間で実施し、理研の新規研究領域、我が国の中核的研究拠点となることが期待されている）の第１号。2013年度 -2017年度（1.4億円 / 年）

規模：

物理・化学・生物・計算の理論研究室：１１研究室

国際公募による若手フェロー：のべ１８名

理研内外の連携研究者：約５０名

② 人材育成の活動（企業インターンシップ、若手研究者向けセミナーの実施等）

iTHES 定例コロキューム（2 ヵ月毎）、iTHES セミナー（～ 4-5回 / 月）　他。

③ 諸科学との融合研究や企業との共同研究の活動

１．異分野連携共同研究

生物―物理―数学の連携研究：代謝ネットワークの縮約理論、生物―物理の連携研究：網膜細胞のパターン形成、生物―物理の連携研究：染色体凝縮・分離の分子動力学計算、数理―工学の連携研究：光学迷彩理論

２．iTHES: 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として、第１回：自動運転（トヨタ自動車）2014年8月8日以降6回を行っている。

④ 情報発信（成果発表会、サイエンスカフェ、高校生向け科学セミナー等の発信）

４回のプレスリリースや、１０回の YouTube 動画掲載などで情報発信

⑤ その他特記すること

Nature の特集記事（http://www.nature.com/news/how-to-solve-the-world-s-biggest-problems-1.18367）で iTHES 活動が取り上げられる：

“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.

⑥ 現在までの活動についての評価

短期間（２年半）の活動で、分野横断型研究を活性化する素地ができつつある。

⑦ 課題

- 分野融合型研究を自然発生的に起こすための仕組みつくりについては、より良い仕組みを試行錯誤中。
- 国際頭脳還流プラットフォームの構築が今後の主要課題

国際頭脳還流プラットフォームの構築により拠点を本拠とした国内外サテライト内

を自由に移動可能とすることで、理論科学・計算科学分野で各々培ってきた理論科学の手法を共有し、各分野における挑戦的課題の解決を加速すると共に、異分野融合、新領域創出を目指している。さらに、理論科学においてブレークスルーをもたらす可能性が高い優秀な若手人材を、国籍や分野を問わず国際ネットワークの中で育成し、科学界・産業界に輩出することが目標。

(9) 海洋研究開発機構 数理科学・先端技術研究分野

（回答者：阪口　秀　国立研究開発法人海洋開発機構数理科学・先端技術研究分野　分野長）

① 設立目的、概要

海洋研究開発機構（JAMSTEC）における数理科学的アプローチからの研究の促進と定量的予測科学の普及のため。

JAMSTEC では、主として研究船、観測船、探査船、無人船等を利用した海洋及び海底観測と海底ケーブルネットワークを利用した海底観測と、観測によって得られたデータの分析研究が進められているが、観測によって得られた膨大なデータを数理科学的な目で見る研究が欠落していた。また、用いる機器の制御などの理論もブラックボックス的なものが多く、海洋研究の世界最先端を唄うには数理科学と先端技術の融合が必要であるため設立された。とくに数理科学を中心とした生物研究と機械技術開発に力を入れている。

組織は、数理科学・先端技術研究分野として運営・予算等、独立しているが、JAMSTEC 内における全ての研究分野、研究センター、運用部門と連携してプロジェクト型で事業を進めている。

② 人材育成の活動（企業インターンシップ、若手研究者向けセミナーの実施等）

留学生、内地留学、大学院研究生を数多く受け入れている他、毎週火曜日に１時間～２時間程度のセミナーを行っている。また、それとは別に企業と大学教員＋学生、その他研究機関を交えた研究会を４ヶ月に１回の頻度で行っている。その他、生物系の部署、機械工学系の部署と合同セミナー等を定期的に行っている。

③ 諸科学との融合研究や企業との共同研究の活動

JAMSTEC 内における最初の融合研究は、海水中のカルシウムイオンを取り込みながら炭酸カルシウムの殻を増殖させる有孔虫の成長メカニズムに関する実験データから、数理科学的な解析を行い、新たな実験計画を提唱し、有孔虫の成長メカニズムに関する数理モデルを開発したことである。これは、生物学者からの要望であったが、数理科学研究者の協力無しには達成し得ない成果であった。その他、鉄道総合技術研究所からの要請でバラスト軌道の軌道方向に周期的な波状沈下などの非線形挙動についての解析を、数値シミュレーションも交えて行っている。

④　情報発信（成果発表会、サイエンスカフェ、高校生向け科学セミナー等の発信）

一般公開の他、高校での指導等、数多くの場所で情報発信を行っている。

⑤　その他特記すること

波動伝播を可視化する教育用の教材を作り、理論の理解を深める教育を数多くの学校で行った他、このテーマで科研費も獲得した。その結果、東レの理科教育賞を受賞するなど、数理科学的教育教材の開発などにも力を入れている。

⑥　現在までの活動についての評価

組織内での評価も非常に高く、研究開発功績賞を受賞するなど、初年度の評価は非常に高く、全体予算が大幅に削減されている状況下で、研究予算の増資も受けた。

⑦　課題

共同研究のとっかかりとして、数理科学研究者が非数理科学研究者の研究内容を理解する努力は惜しまず理解してから問題に取り組むが、その逆が行われず、成果の妥当性をきちんと評価されにくいこと。例として、火山列の長期的噴火パターンを火山学者と数理科学研究者で行い、振動対流の理論で説明をつけて論文にまとめたが、火山系のジャーナルでは理解が得られないために全く受け入れられず、数物系では理論に目新しさがないからリジェクトされたこと。同じような例は、生物系、機械系、その他の分野との共同研究で多々発生するため、研究者の業績が思うように上がらないことが問題である。

2.4. 実績データ

(1) 数学協働プログラム、数学連携拠点　実績データ 1

- 平成27年9月30日時点
- 2-1～4-3の各データは平成22年度から26年度の合計金額または合計数
- 無回答、不明、非該当については「-」を表示
- 予算、金額の単位は (円)

数学協働プログラム／共同利用・共同研究拠点／大型研究プロジェクト

			数学協働プログラム	共同利用・共同研究拠点				大型研究プロジェクト	
				(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)
		数学連携拠点		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・インダストリ研究所	明治大学先端数理科学インステテュート	東北大学原子分子材料科学高等研究機構数学ユニット	東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構
人員	1-1	常勤研究者数	4	39	47	28	35	75	47
	1-2	非常勤研究者数	−	6	11	2	42	25	3
	1-3	ポスドク数	2	14	9	6	7	33	36
	1-4	学生数	−	37	26	0	0	31	0
	1-5	事務職員数	2	19	14	20	4	56	41
	1-6	数学・数理科学の研究者数	6	96	67	36	84	23	20
資金獲得状況	2-1	運営費交付金	1,511,460	3,735,179,000	0,127,072,000	91,957,000	110,606,000	1,337,507,212	374,316,040
	2-2	外部資金（国や学術振興会等）	97,385,846	826,509,000	2,333,235,000	356,957,550	27,095,000	14,300,039,588	9,557,164,862
	2-3	企業	0	29,758,000	28,593,000	74,106,000	0	1,258,937,467	37,963,981
	2-4	その他	0	−	0	548,796,341	0	6,602,922,291	0
共同研究	3-1	諸科学との共同研究数	63	195	847	53	69	88	24
	3-2	企業との共同研究数	8	47	36	29	33	127	0
	3-3	諸科学との共同研究の予算	−	90,232,000	140,244,000	171,695,788	344,707,500	175,520,000	*
	3-4	企業との共同研究の予算	−	35,323,000	63,827,500	65,606,000	45,962,300	557,976,152	0
論文・許等・特	4-1	発表論文数	−	5401	870	372	1060	1725	1767
	4-2	特許出願数	−	0	6	2	15	162	0
	4-3	プレス発表数	−	1	6	6	450	149	143
		備考		（注4）	（注1）		（注5）	（注2）	（注3）

（注１）　1-1　定員の研究教育職員 (所長含む) ／ 1-2　特任教員／ 1-3　特任研究員の人数／ 1-5　定員の事務系職員の人数／ 1-6　1 ～ 3の合計。

（注２）　本機構全体のデータであり、数学およびその融合研究の予算のみ抽出するのは困難。10-15% の研究者が数学 - 材料科学連携のコアになっている。

（注３）　2-1 大学運営費　* 本機構は、数学、物理学、天文学の融合研究を趣旨としており、3-3の諸科学との共同研究の予算を切り分けるのは困難。すべての研究費は諸科学との共同研究に用いられていることになる。3-1 数理科学分野を基準にし、

数理科学の研究者が異分野の研究者との共同研究を行っている件数を記載。

（注４） 4-1　講究録論文数含む。（常勤研究者の論文数は567報）

（注５） 4-1　常勤35名含む研究者84名の論文数。

大学・研究所内設置センター等

			大学・研究所内設置センター等								
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
数学連携拠点			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	東北大学大学院情報科学研究科数学連携推進室	東京大学大学院数理科学研究科附属数理科学連携基盤センター	東京大学生産技術研究所最先端数理モデル連携研究センター	早稲田大学重点領域研究機構非線形偏微分方程式研究所	慶應義塾大学統合数理科学研究センター	大阪大学金融・保険教育研究センター（CSFI）	理化学研究所理論科学連携研究推進グループ	海洋研究開発機構数理科学・先端技術研究分野
人員	1-1	常勤研究者数	12	3*	19	8	13	25	3	11	17
	1-2	非常勤研究者数	4	0	−	1	1	1	18	6	6
	1-3	ポスドク数	5	0	−	5	0	0	0	6	1
	1-4	学生数	22	0	−	0	12	0	0	0	2
	1-5	事務職員数	3	0	1	0	1	0	2	3	3
	1-6	数学・数理科学の研究者数	9	3	19	6	26	22	5	4	3
資金獲得状況	2-1	運営費交付金	64,273,000	100,000,000	515,000	0	19,500,000	0	77,000,000	270,000,000	28,000,000
	2-2	外部資金（国や学術振興会等）	587,700,000	0	96,595,921	448,180,325	273,310,000	205,300,000	25,000,000	0	16,000,000
	2-3	企業	6,953,000	0	0	17,100,000	0	15,000,000	57,000,000	0	7,000,000
	2-4	その他	4,000,000	0	0	0	0	0	9,000,000	0	
共同研究	3-1	諸科学との共同研究数	24	24	5	0	1	6	0	4	6
	3-2	企業との共同研究数	5	0	0	3	0	5	2	0	5
	3-3	諸科学との共同研究の予算	341,865,000	100,000,000	95,715,921	0	41,700,000	4,800,000	0	0	16,000,000
	3-4	企業との共同研究の予算	6,953,000	0	0	17,100,000	0	2,500,000	57,000,000	0	4,500,000
論文・特許等	4-1	発表論文数	142	56	46	380	222	62	18	106	37
	4-2	特許出願数	5	0	5	33	0	0	0	0	2
	4-3	プレス発表数	7	1	0	130	0	0	2	4	1
		備考	（注1）	（注2）			（注3）				（注4）

（注１） 開所式のプレスリリースを含む。

（注２） 1-1 室長・副室長は兼務／3-3 人件費を含む。

（注３） 1-1 ～ 6　非線形偏微分方程式研究所は平成26年度で終了したため、活動の一部を引き継いでいる「スーパーグローバル大学創成支援 早稲田大学 数物系科学拠点」の情報を記載。

（注４） 4-2 出願ではなく特許登録の案件。

(2) 数学協働プログラム、数学連携拠点　実績データ２

- 平成27年9月30日時点
- 無回答、不明、非該当については「 - 」を表示

ワークショップ・研究会開催状況

		数学協働プログラム	共同利用・共同研究拠点				大型研究プロジェクト		大学・研究所内設置センター等								
			(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
数学連携拠点			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・インダストリ研究所	明治大学先端数理科学インスティテュート	東北大学原子分子材料科学高等研究機構　数学ユニット	東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構	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	東北大学大学院情報科学研究科数学連携推進室	東京大学大学院数理科学研究科属数理科学連携基盤センター	東京大学生産技術研究所　最先端数理モデル連携研究センター	早稲田大学重点領域研究機構非線形偏微分方程式研究所	慶應義塾大学統合数理科学研究センター	大阪大学金融・保険教育研究センター（CSFI）	理化学研究所理論科学連携研究推進グループ	海洋研究開発機構数理科学・先端技術研究分野
ワークショップや研究会等の開催回数	H22年度	－	90	87	－	101	24	16	－	1	－	27	14	8	14	－	－
	H23年度	－	81	109	53	79	15	14	－	18	－	50	20	9	15	－	－
	H24年度	10	94	115	47	75	23	12	－	14	－	57	16	6	20	－	－
	H25年度	22	93	178	32	65	21	16	－	12	10	38	7	7	12	10	－
	H26年度	39	83	141	35	65	21	16	－	18	11	11	9	14	14	15	4
ワークショップや研究会のうち融合研究や企業との共同研究が目的なものの回数	H22年度	－	0	24	－	65	24	12	－	1	－	6	1	1	14	－	－
	H23年度	－	0	33	4	41	15	10	－	18	－	15	2	1	15	－	－
	H24年度	10	0	38	16	36	23	10	－	12	－	21	3	2	20	－	－
	H25年度	22	1	37	19	33	21	12	－	12	9	18	0	2	12	10	－
	H26年度	39	1	46	23	29	21	12	－	18	11	1	0	2	14	15	4
ワークショップや研究会のうち異分野研究者や企業からの研究者の参加人数（全体からの比率）	H22年度	－	－	26.00%	－	－	30%	30%	－	10%	－	50%	10%	29%	30%	－	－
	H23年度	－	－	10.75%	9.18%	－	30%	40%	－	10%	－	50%	15%	29%	30%	－	－
	H24年度	－	－	5.27%	11.88%	－	30%	40%	－	10%	－	50%	20%	29%	30%	－	－
	H25年度	－	－	21.70%	7.75%	－	30%	50%	－	10%	約80%	50%	5%	29%	30%	50%	－
	H26年度	約36%	－	9.65%	12.24%	－	30%	50%	－	10%	約80%	50%	5%	31%	30%	50%	60%
	備考								（注1）		（注2）		（注3）				

（注１）　発足 H27年度。

（注２）　平成25年度発足のため、H24年度以前データなし 。

（注３）　早稲田大学重点領域研究機構非線形偏微分方程式研究所は H26年度で終了。
現在、同研究所の活動の一部を早稲田大学数物系科学拠点が引き継いでいる。

(3) 数学連携拠点　実績データ 4-2 特許出願数に関連した情報および補足事項

(3.1) 大学共同利用機関法人情報・システム研究機構　統計数理研究所

弊所では、現在のところ、職務発明として認定された発明について機構への譲渡後に、主として下記３種類の方法にて特許出願を行っている。

① 機構による単願
② 共同研究先組織と共同出願契約を締結し、共同出願
③ 共同研究先へ権利譲渡した後、譲渡先より単願

(3.2) 明治大学先端数理科学インスティテュート

- 特許の内訳

2010年

- 発明の名称：ネットワークセキュリティシステム
  発明者：向殿政男、稲吉基悦
  出願人：杉原厚吉
  特許番号：特許第4581104号
  登録日：2010年9月10日
- 発明の名称：勢力圏図作成装置及びプログラム
  出願人：杉原厚吉
  出願番号：特願2004-230652

2011年 0件

2012年

- 発明の名称：時計装置及び時計プログラム
  出願人：杉原厚吉、友枝明保、小野隼
  出願番号：特願 2012-173418
  出願日：平成24年 8 月 3 日

2013年

- 発明の名称：手書き単語認識装置および手書き単語認識用モデル学習装置
  発明者：嵯峨山茂樹、小野順貴、西本卓也、浜村倫行、入江文平
  出願人：国立大学法人東京大学、株式会社東芝
  出願番号：特願 2011-021728
  出願日：平成23年2月3日
- 発明の名称：最適経路探索装置
  発明者：嵯峨山茂樹
  出願人：国立大学法人 東京大学

出願番号：特願 2012-213401
公開番号：特許公開 2014-66949
出願日：平成24年 9 月 27 日
公開日：2014 年 4 月 17 日

- 発明の名称：三次元構造物の製造方法、三次元構造物の製造装置、及び、プログラム
  発明者：萩原一郎、マリア・サブチェンコ、Yu Bo、篠田淳一
  出願番号：特願 2013-080862
  出願日：平成 25 年 4 月
- 発明の名称：時計装置及び時計プログラム
  発明者：杉原厚吉、友枝明保、小野隼
  出願人：明治大学
  出願番号：特願 2013-110085
  出願日：2013 年 5 月 24 日
- 発明の名称：筒状折り畳み構造物の製造方法、筒状折り畳み構造物の製造装置、及び、筒状折り畳み構造物
  発明者：萩原一郎、石田祥子、野島武敏
  出願番号：特願2013-164614
  出願日：平成 25 年 8 月 7 日
- 発明の名称：周波数検出装置、周波数検出方法およびプログラム
  発明者：小野弓絵、池本健亮、佐伯謙太朗、浦野貴文
  出願番号：特願 2013-191074
  出願日：2013 年 9 月 13 日
- 発明の名称：折り紙をベースにした制振構造
  発明者：萩原一郎、石田祥子、内田博志
  出願番号：特願 2013-220548
  出願日：平成 25 年 10 月 23 日
- 発明の名称：非線形ばね及び防振装置
  発明者：萩原一郎、石田祥子、内田博志
  出願番号：特願 2013-220548
  出願日：2013 年 10 月 23 日

2014年

- 発明の名称：三次元構造物
  発明者：日詰明男、山岸義和、須志田隆道
  出願番号：特願 2014-162851
  発明の名称：展開図作成装置、展開図の作成方法、およびプログラム
  発明者：萩原一郎、ホアン・タイタット・グェン、ユウ・ボウ、タイ・フゥン・タオ

出願番号：特願2015-049529
発明の名称：配色支援装置、配色支援方法およびプログラム
発明者：荒川薫
出願番号：特願 2014-177532

- 発明の名称：入力装置及び入力システム
  発明者：加藤邦拓、宮下芳明
  出願番号：特願 2014-122455
  出願日：2014 年 6月

(3.3) 北海道大学電子科学研修所附属社会創造数学研究センター

- 特許の一例

  2008年(H.20) 7.31　に「3次元物体表示制御装置及びその方法」に関する特許を取得した (特許書類(第4493730号))。

  本特許は, PC のカメラなどでパターンが印刷されたボールを読み取り、そのボールに生じた平行移動や回転等などの動きを察知することにより, PC のマウスを置き換える役割をするものである。これにより、PC 内の3次元オブジェクトなどを任意に操作可能なデバイスを提供できる。本特許はその後、PCT 出願されアメリカ合衆国においても有効な特許となっている ("THREE-DIMENSIONAL OBJECT DISPLAY CONTROLSYSTEM AND METHOD THEREOF" アメリカ合衆国特許 No.: US 8,462,105 B2)。本特許により, 広島大学から2度報奨金を得ている。

(3.4) 東京大学生産技術研究所 最先端数理モデル連携研究センター

- 特許の一例

  発明の名称：アナログ - デジタル変換器及びアナログ信号をデジタル信号に変換する方法
  発明者：傘 昊、丸山 翔、堀田 正生
  出願人：独立行政法人科学技術振興機構
  特許番号：特許第5436508号
  登録日：2013年12月20日
  国際出願番号：PCT/JP2012/072786
  国際出願日：2012年9月6日

  β 写像をアナログ－デジタル変換器 (A/D 変換器)に適用したもので、これまでの2進展開とは原理的に異なる、実数基底 ($\beta \in (1, 2]$) による変換を用いた A/D 変換器の構成と β 値推定方法に関する発明である。精度の高い素子を必要としない、耐環境

性にも優れた A/D 変換器の実現手段を提供する。

※詳細は、https://www.j-platpat.inpit.go.jp/web/tokujitsu/tkbs/TKBS_GM101_Top.action にて、特許番号を入力・検索することで取得可

(3.5) 東京大学大学院数理科学研究科附属数理科学連携基盤センター

• 特許関連情報

2016年1月17日 新井仁之氏(東京大学大学院数理科学研究科教授)からの回答

【本特許群の特徴】

以下の特許群(発明者:新井仁之、新井しのぶ)は、国立研究開発法人科学技術振興機構の援助により構築したものです。本特許群は昨年度の科学技術振興機構 CREST/ さきがけの 説明会の特許戦略のモデルケースとして紹介されました。また、今年度の科学技術振興機構の「技術移転に係わる目利き人材育成プログラム」において講義・グループ討議の教材になる予定です。

本特許群のうちいくつかの特許はすでにライセンスされ、商品化も複数あります。その商品化は読売新聞でも取り上げられました。さらに楽プリ株式会社が本特許群の一部を元に新しいビジネス展開をはじめ、それは昨年テレビ東京のワールドビジネスサテライト「トレたま」で特集されるなど、社会的関心も持たれています。

特許を単に出願したというだけではなく、以下に記載の国内特許はすべて査定登録され、複数のものがライセンス、ビジネス化にまで至っています。米国、ロシアなど海外で査定登録されたものもあります。

関連分野:数学・数理科学、視覚科学、画像処理、知覚心理学、アート

● 査定登録済の特許リスト:

【査定登録済】

発明者:Hitoshi Arai and Shinobu Arai (新井仁之、新井しのぶ)

出願人:National Institute of Japan Science and Technology Agency (国立研究開発法 人科学技術振興機構)

発明の名称:OPTICAL ILLUSION IMAGE GENERATING DEVICE, MEDIUM, IMAGE DATA, OPTICAL ILLUSION IMAGE GENERATING METHOD, PRINT MEDIUM MANUFACTURING METHOD, AND PROGRAM

米国特許登録日:2014年10月28日

米国特許出願日:2013年5月1日

ロシア特許登録日:2014年10月13日

日本国登録日：2012年7月13日（国内特許の名称：錯視画像生成装置、錯視画像生成方法、印刷媒体製造方法、および、プログラム）
日本国・PCT 出願日：2011年11月15日
発明の概要：浮遊錯視生方法など。

【査定登録済】
発明者：新井仁之、新井しのぶ、
出願人：国立研究開発法人科学技術振興機構
発明の名称：錯視の分析装置、原画像のとおり知覚させるように錯視を加味した錯視加味画 像生成装置、錯視の分析方法、原画像のとおり知覚させるように錯視を加味した錯視加味画像生成方法、および、プログラム
国内特許登録日：2014 年 10 月 3 日
国内特許出願日：2013 年 9 月 30 日
発明の概要： 従来、画像が実際にはどのように見えるかは、その人の主観によるものであって、定量化できないという問題点を有していた。特に、自動車等に関する工業デザイナーや、建物等に関するインテリアデザイナー等の配色を施す者は、本人が意図した通りに顧客から見えるわけではないと気付いたとしても、従来は、職人的に経験上習得した技能に頼って、配色を調整 するしかないという問題点を有していた。本発明は、上記問題点に鑑みてなされたもので、任意の画像について発生しうる錯視量を定量化あるいは錯視量を加味した画像を生成することができる錯視の分析装置、錯視加味画像生成装置、錯視の分析方法、錯視加味画像生成方 法、およびプログラムを提供する。

【査定登録済】
発明者：新井仁之、新井しのぶ
出願人：国立研究開発法人科学技術振興機構
発明の名称：画像処理装置、画像処理方法、および、プログラム
国内特許登録日：2014年8月22日
国内特許出願日：2013年5月13日
発明の概要： 従来の画像処理方法においては、自然な画像鮮鋭化や多様なエッジ検出を行うことが難しいという問題点を有していた。本発明は、上記問題点に鑑みてなされたもので、自然な画像鮮 鋭化や様々なエッジの検出など、多様な画像処理を行うことができる画像処理装置、画像処 理方法、プログラム、印刷媒体、および、記録媒体

を提供する。

【査定登録済】
発明者：新井仁之、新井しのぶ
出願人：国立研究開発法人科学技術振興機構
発明の名称：画像処理用ディジタルフィルタ、画像生成装置、画像生成方法、ディジタルフィルタ作成方法、および、プログラム
国内特許登録日：2014 年 1 月 17 日
国内特許出願日：2013 年 8 月 26 日
発明の概要：画像処理用ディジタルフィルタの新しい設計方法等。

【査定登録済】
発明者：新井仁之、新井しのぶ
出願人：国立研究開発法人科学技術振興機構
発明の名称： 文字列傾斜錯視生成装置、文字列傾斜錯視生成方法、印刷媒体製造方法、電子媒体製造方法、および、プログラム
国内特許登録日：2014 年 1 月 17 日
国内特許出願日：2013 年 9 月 4 日
発明の概要： 文字列傾斜錯視を自動生成する方法等の発明。

【査定登録済】
発明者：新井仁之、新井しのぶ
出願人：国立研究開発法人科学技術振興機構
発明の名称：スーパーハイブリッド画像生成装置、スーパーハイブリッド画像生成方法、印刷媒体製造方法、電子媒体製造方法、および、プログラム
国内特許登録日：2013年10月11日
国内特許出願日：2012年12月21日
発明の概要： スーパーハイブリッド画像の生成方法の発明等。

【査定登録済】
発明者：新井仁之、新井しのぶ
出願人：国立研究開発法人科学技術振興機構
発明の名称：印刷媒体、および、記録媒体
国内特許登録日：2013年5月24日
国内特許出願日；2012年6月8日
発明の概要：浮遊錯視画像に関する印刷媒体，記録媒体。

● 国際特許（PCT）出願中のもののリスト
（出願中）
発明者：Hitoshi Arai and Shinobu Arai（新井仁之、新井しのぶ）
出願人：National Institute of Japan Science and Technology Agency（国立研究開発法人科学技術振興機構）
発明の名称：HETEROPTICS ANALYSIS DEVICE, HETEROPTICALLY-ALTERED IMAGE GENERATING DEVICE FOR GENERATING HETEROPTICS TO CREATE PERCEPTION APPROXIMATING ORIGINAL IMAGE, HETEROPTICS ANALYSIS METHOD, METHOD FOR GENERATING HETEROPTICALLY-ALTERED IMAGE TO CREATE PERCEPTION APPROXIMATING ORIGINAL IMAGE, AND PROGRAM
PCT 出願日：2013年9月30日

（出願中）
発明者：Hitoshi Arai and Shinobu Arai（新井仁之、新井しのぶ）
出願人：National Institute of Japan Science and Technology Agency（国立研究開発法人科学技術振興機構）
発明の名称：IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE PROCESSING METHOD, PROGRAM, PRINT MEDIUM, AND RECORDING MEDIUM PCT
出願日：2013年5月13日

（出願中）
発明者：Hitoshi Arai and Shinobu Arai（新井仁之、新井しのぶ）
出願人：National Institute of Japan Science and Technology Agency（国立研究開発法人科学技術振興機構）
特許の名称：DIGITAL FILTER FOR IMAGE PROCESSING, AND CHARACTER STRING TILT ILLUSION GENERATING DEVICE
PCT 出願日：2012年12月21日

他に国内出願中、ＰＣＴ出願中のものがある。

(3.6) 海洋研究開発機構　数理科学・先端技術研究分野

- 特許関連情報

特許登録２件とも、粒子シミュレーションのアルゴリズム特許であり、数理科学・先端技術研究分野における平成２７年度の知的財産収入は約１２００万円であった。

3. CREST・さきがけプログラム活動調査

3.1. CREST・さきがけ複合研究「数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索」

事業期間　　2007年10月から2016年3月まで
研究総括　　西浦廉政（東北大学原子分子材料科学高等研究機構 PI/ 教授）

戦略目標：

社会的ニーズの高い課題の解決へ向けた数学／数理科学研究によるブレークスルーの探索（幅広い科学技術の研究分野との協働を軸として）を目指す。

達成目標への取り組み：

数学と異分野の連携を深めるために、まずは一定条件の下で数学研究者の意思に基づくテーマ設定による個人研究を進めつつ、他分野との連携の可能性を模索して共同研究の芽を育て、他分野との共同研究に発展させるといった取り組みを柔軟に組み合わせる。また対象とする研究課題が数学を活用することで有効にソリューションにつながるかどうかの判断には、数学研究者サイドで他分野への視野も広い人材を活用することが必要である。そのため、数学―他分野の連携研究のための以下のような体制構築に取り組んだ。

① 異分野の視点を兼ね備えた数学研究者を研究領域の研究総括として設定したこと。
② 数学研究者から、他分野への展開を期待できる数学の課題を募集し、研究総括によ

る選定の上研究を進めること。

③ 数学研究者と他分野の研究者の交流の場としてワークショップ等を開催し、数学―他分野の連携研究の機運を醸成すること。

④ 課題提案者の申請時における他分野との連携のフェーズに応じて、研究形態（個人研究／チーム型研究）を柔軟に設定できるように配慮すること。

活動の特色：

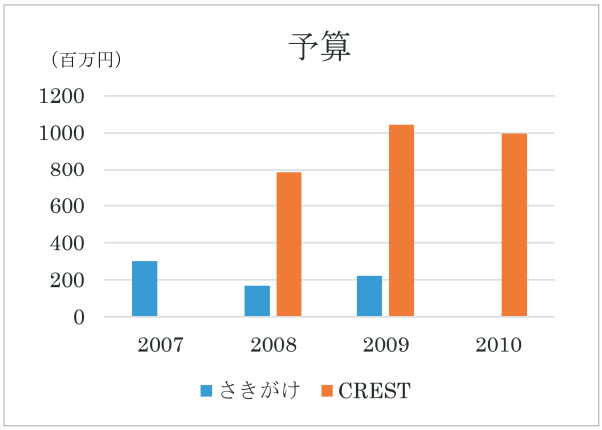
①本領域は、数学で初めての領域であり、同時にさきがけ・CREST 複合領域である。

②数学と諸分野の協働によるブレークスルーを目指し、知的ハブとしての「ヴァーチャル・インスティチュート」を標榜して、ヘテロな研究者集団のなすネットワークの形成を目指した。

③領域会議、さきがけ数学塾、JST 数学キャラバン、文部科学省協働ワークショップ、領域シンポジウム、国際会議（SBM）、大学訪問（サイトビジット）などを有機的に配して、さきがけ先行型複合領域のメリットを活かした領域研究運営体制を構築した。

総合評価（中間評価時点）：

①さきがけ、CREST の時差採択も有効に機能した。これにより、「ポリバレント」な研究を模索する若手研究者への指導・助言を行うシステムが確立されて、これまでの数学者の在り方と共存する新たなタイプの人材群が輩出しつつある。



②主導的な役割を担う研究者たちが相互に学び合い、数学領域におけるチーム型研究の有り様に関する共通理解の醸成が試みられている。

③閉鎖的とも言われてきた日本における数学文化のイノベーションに成功している。

④これは本領域の成果を導いた（さきがけ）／導きつつある（CREST）ことに留まらず、将来的に数学を核とするハイブリッド領域の研究体制に新たなモデルを提供した点で高く評価できる。

課題（中間評価時点）

① CREST では新しい分野の創出については、初期の段階で未だその姿を現していない感がある。その課題を解決するためには、長期滞在型の施設で、そこに実用側からの問題を持ち込む人と数学者が滞在し、ブレインストーミングをおこなうことなどが有効ではないか。

提言（中間評価時点）

①本領域におけるイノベーション探索の成果が数学にフィードバックされ、新たな数学の芽が生まれることや長期的に科学技術の進歩および科学技術イノベーションの

創出に資する研究成果をあげていくためには、このような事業が継続発展されるべきである。

事業の成果：

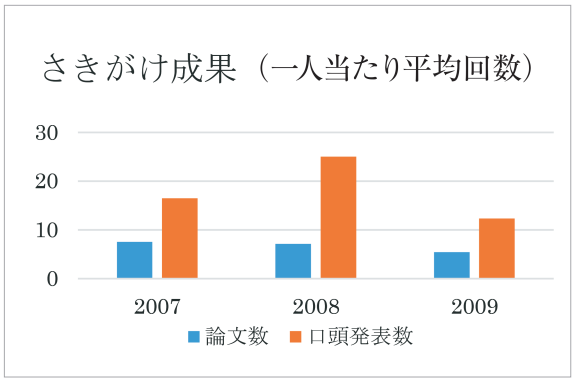
（1）さきがけ研究成果

①人材の育成・養成に予想以上の成功をおさめている。

②諸分野との協働を志向した若手研究者群が誕生しつつあり、領域外の研究者への波及効果も既に見受けられる。

③このような領域が今後も継続されれば、将来の数学イノベーション創出につながっていくことが大いに期待される。

④数学における研究の成果は数十年を経て社会に還元されるのが常であり、研究期間の終了時での最終評価は困難であるが、論文、口頭発表に関する限り、ほぼ十分な数の研究成果が既に公表されている。進行中の研究を含めて、今後の増加も見込まれる。



⑤それらの中には、近い将来に科学技術として応用される可能性を思わせるものも含まれ、また、数学的手法を革新する可能性を秘めたものも目に付く。

⑥それまでの蓄積を基礎にした成果とはいえ、32件のさきがけ研究中にこれだけの成果あるいはその萌芽がすでに出ている。

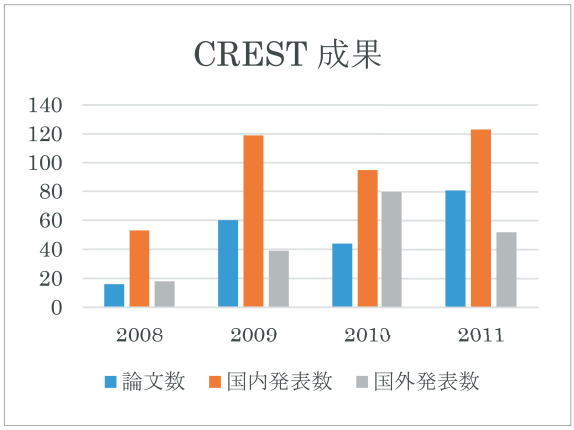
具体的な成果事例（抜粋）

1．渋滞現象のモデル化とその解消（西成活裕）
2．インフルエンザ遺伝子変異に内在する数学構造と変異予測（伊藤　公人）
3．視覚の数理モデルと錯視の制御（新井仁之）
4．量子プログラミング言語における圏論的定式化（蓮尾一郎）
5．微分幾何学のベイズ統計への応用（田中冬彦）
6．誤り訂正符号における高精度・低計算型の近似復号法を提案（平岡裕章）
7．情報幾何学と実験生物学を融合による脳の嗅覚皮質の電気信号の解明（三浦佳二）
8．トポロジー的拘束をもつ高分子溶液の統計的性質（坂上貴洋）
9．離散アルゴリズムに対する品質保証技術（牧野和久）

（2）CREST 研究成果：

①数学領域は結果が出るのにきわめて時間のかかる基礎的な領域であり、さらに中間段階ゆえ、達成度を計るのは容易でないが、特色ある研究が進行している。

②流体、数値計算、力学系、確率過程といった既に応用数学では古典的な分野から、錯視、CG 映像化、材料デザインといった新しい応用まで、選ばれた分野は適切であり、分野構成という点では研究総括のねらいに叶っている。



③今までにない方向性がみえつつあり、科学技術イノベーションの創出の展開の基盤になる成果もおおいに期待される。

④企業側と数学者の合同課題もいくつかあり、このような新たな試みの進展が期待できる。

⑤研究総括のねらいは十分に達成される見込みであり、現時点での判断は難しいが、十分な成果も得られつつある。

⑥ CREST では研究の推進や研究拠点の形成についてはいくつかの拠点あるいはネットワークが形成されつつある。

具体的成果事例

1．離散幾何に基づく数理物質科学の創成（小谷元子）
2．生物に学ぶ自律分散制御型ロボティクスの開発（小林亮）
3．安全・安心エラーフリーな計算工学アルゴリズム（大石進一）
4．グレブナー基底による計算代数統計分野の開拓（日比孝之）
5．相空間全構造計算法の開発と身体リズム機構解明（國府寛司）
6．複雑金融商品の無限次元解析によるリスク評価（コハツ・ヒガ・アルツーロ）
7．多重スケールの流体工学の未解決問題への挑戦（柴田良弘）
8．数理モデリングと基礎医学の協働による腫瘍形成原理の解明（鈴木貴）
9．数学との協働によるデジタル映像表現の開発（安生健一）
10．「ながれ」を言葉に「流体画像情報を数学的処理で文字列化する手法の開発」（坂上貴之）
11．放射線医学と数理科学の協働による高度臨床診断の実現（水藤寛）
12．計算錯覚学の構築（杉原厚吉）
13．数理モデリングによる皮膚疾患の機構解明（長山雅晴）

西浦総括への質問とその回答

1）CREST の課題が新たな小分野の形成につながることを目標として研究を継続発展させることは実現されたか。

（答）物質科学、ロボティクス、臨床医学、皮膚科学、CG など、他分野との協働による新たな小分野形成という意味では、大きな成功を収めた。これらの多くが第二期数学領域にも引き継がれていることからもそのインパクトと発展性はあったと言える。現在、数学へのフィードバックも含め、時間スケールの長い形で、より熟成した新分野の形成が様々な形で進行中である。

2）さきがけでの研究の意図は十分実現されたと思えるが、一番の要因は何か。また、困難であったことは何か、それをどのように乗り越えたか。

（答）最大の要因は、ヘテロな人材と多彩な研究テーマが一同に介し、アドバイザーを含めた形での自由に相互作用できる場と適切な研究資金が提供されたことである。一方、最大の困難であった点は、JST として初めての数学分野であり、それまでのさきがけ研究の推進とは異なった考え方に基づく新しい支援のあり方を構築していくことである。そのために、分野および諸分野との協働を進めるための研究総括としての考え方および数学分野特有の研究の性格などを十分に説明するとともに、JST 内で方法を模索しつつ従来の枠組みや制度を変えながら進めることにより解決を図った。現在では、他分野の領域運営にも影響を及ぼしており、数学的な研究推進の理解が得られた結果と考えている。

3）本事業の評価はどのように行われたか。また、このような融合研究に対する公平かつ適切な評価方法についてご意見をいただきたい。

（答）さきがけは平成２５年３月の終了時に事後評価が実施された。CREST は同時期に中間評価が実施され、平成２８年３月に事後評価が実施される予定である。評価委員長、企業からの委員も含め、全員で５名の委員により実施された。その詳細は JST の戦略的創造研究推進事業のサイトで公開されている。さきがけ、CREST 共に個々の研究成果はその学術的成果や特許などにより評価されるべきである。しかし領域全体としての波及効果、人材育成、さらに当該学術分野（数学）に対する影響等の評価は一定の時間がかかるので、本評価では顕わに見えてこない部分がある。さらに本領域において力を入れた様々なアウトリーチ活動、宣伝活動は、高校生や一般に向けて多く実施し、領域終了後も継続の予定である。これらは直接の学術的成果は生み出さないが、数学への認識を含め、社会への大きな還元と考えられる。

4）数学領域における事業を継続させることに貢献できたか。また、本事業での課題は何か。その解決方法はどのようなことだと考えるか。

（答）第二期のさきがけ國府領域、CREST 坪井領域が平成２６年度から発足し、第一期数学領域の事業の成果の一定の評価並びに継続の必要性が認められたと考えられる。さきがけで大きく成長した研究のフォローアップや CREST 間交流を通じての

領域全体のスケールメリットを生かした新領域の開拓などが課題として残っている。予算制度や研究体制の組み替えなど、制度上、必ずしも自由にできない面もあるが、例えば、中間評価時でのめりはりの効いた再編や、総括裁量の自由度の拡大で改善できる面もある。

5）バーチャル・インスティチュートの類型の提供は成功したと思えるが、その要因はなんであったか。数学・数理科学を活用した異分野融合研究には、このようなバーチャル・インスティチュートが重要であると考えるか。

（答）学問の細分化は何もしなければ、徐々に新たな問題、視点、方法論の注入が乏しくなる傾向をもつ。それへの対応策の一つとして、バーチャル・インスティチュートの設定、そこにおけるヘテロなアイデアがぶつかる場は新陳代謝にとって有効であった。むろん数学の自律的な深化という面も極めて重要であるが、上のことと相矛盾するわけではない。数学の場合には、たとえテーマが限定されても、そこに参画する研究者の分野は多様性を維持するべきであり、そのことにより初めて真のブレークスルーが期待できる。そのような化学反応を起こすには、閉じた狭いプロジェクト型ではなく、バーチャル・インスティチュート型がより適切である。

6）前問に引き続くが、このバーチャル・インスティチュートをさらに実質的な長期滞在型研究所に発展させることが期待されていた。欧米あるいはアジア諸国と比して、日本においては数学・数理科学関連で３～４の特色ある研究所が役割分担をすることは自然であると思われるという意見が中間評価として述べられてあった。この点についてはどうか。

（答）滞在型研究所の設置は必要である。とりわけそこにおいて新たな数学的世界観ともいうべきものが醸成されるような場になれば理想的である。短期的成果やvisibility は数学の成果指標として必ずしも適切でない面もあるが、現場と数学の往復運動ができる適切な場は異なる複数の研究所がうまく連携すれば、提供できるものも相補的であるので、効果を発揮できると思われる。

7）数学領域に対する社会的なサポートの獲得を念頭においていっそうのアウトリーチ活動の展開がもとめられていたが、これは実行されたか。

（答）実行しており、現在も継続中である。数学キャラバンは２０１６年1月２３日に岡山大学で実施したもの（「広がる数学 VI」）が１５回目となる。今後は第二期数学領域でも継続する予定である。

さきがけ研究から数学・数理科学の融合研究が芽生え、この芽から、次に発展させるための融合研究の横断的広がりが進んでもいる。CREST・さきがけからの成果の例をあげる（西浦康政統括による）。

（ｉ）計算トポロジー（平岡 CREST）：当初タンパク質解析に適用していた手法が材料科学に多くの適用例，応用例があることが判明し今回の CREST につながった。環境

問題への応用もある。また、水藤 CREST との協働研究も始まりつつある。

（ii）2次元の流れ分類（坂上 CREST）：雇用していた（当時）post-doc の人の分野はトポロジー（葉層構造だったと思います）で流体となんら関係なかったが、結果として2次元の流れ分類に決定的に役立ち、すでに学術論文として出版されている。

（iii）時系列解析などのデータ解析への応用（國府 CREST）：力学系の相空間解析から、その力学系的手法が時系列解析などのデータ解析にも役立つことが判明し，それへの応用も広がっている。

（iv）錯覚を利用した交通事故防止（杉原 CREST）

参考資料

領域評価用資料

http://www.jst.go.jp/pr/evaluation/problem/problem2/kisoken/h24/201307/sanko/shiryo_07.pdf

さきがけ「数学」領域事後評価ならびに CREST 中間評価結果

http://www.jst.go.jp/pr/evaluation/problem/problem2/kisoken/h24/201307/hyouka07.html

3.2.CREST　現代の数理科学と連携するモデリング手法の構築

研究期間　　2014年度～ 2021年度

研究総括　　坪井俊（東京大学大学院数理科学研究科　研究科長 / 教授）

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

社会における諸現象のうち、現時点で支配原理・法則が明確でなく、数理モデル化ができれば社会に対して大きなインパクトが見込まれる現象について、数学・数理科学の研究者と応用分野の研究者などによる異分野協働などを通じて、数学がもつ抽象性・普遍性を活用し、諸現象に潜む複雑な構造の「本質」部分を数学的に見出すことにより、以下の実現を目指す。

○現象を数学的に記述するモデルの導出

○導出された数理モデルの実証・検証および評価のための数学的理論等の構築

領域の概要

数学者と数学を応用する分野の研究者が相互に連携する研究チームを構成して、現時点で解決が困難な社会的課題に取り組むとともに、そのプロセスの中で数学自体の

発展をも目指す。具体的には、応用分野の知見と数学がもつ抽象性や普遍性を利用して、支配原理・法則が明確でない諸現象に潜む「本質」部分を見出し、数学的アイデアに裏付けられた革新的モデルを導出する研究、新しい数理的手法を開発する研究を推進する。また、導出された数理モデルや既存の数理モデルについて、解決すべき課題の核心となる現象を記述していることの実証・検証やモデル評価のための数学理論や技術の構築を行なう研究も含む。対象となる現象としては、社会現象、自然現象、生命現象などが想定されるが、社会的ニーズに対応した新しい研究課題の創出と解決を目指すものであればこの限りではない。数理モデルの導出や課題の解決にあたっては、異なる数学分野の研究者間の連携はもとより応用分野、実験科学や情報科学の研究者との双方向の連携も重視する。更に、導出された数理モデルが普遍性を持ち、様々な分野の課題解決に応用可能なモデリング技術へと発展していくことも期待する。

領域の運営方針

社会的に重要で、従来の科学技術の延長上では解決が難しい課題に取り組み、ブレークスルーを起こすためには、数学・数理科学研究者が諸分野と連携して、対象となる複雑な諸現象を数学的に理解して解決を目指すことがますます重要となっている。例えば、複雑な構造の現象を現代の数理科学の知見を活かし根拠をもって簡略化した記述を行うことで、情報量が多く計算機の処理負荷が高い作業を著しく効率化することができ、複雑な社会現象、自然現象、生命現象などの解明に寄与することが期待できる。また、現代のグラフ理論の発展をとりいれて、現象をネットワーク構造の変化と捉えて数理モデル化することで、例えば、ネットワーク構造を有する、電力供給システム、経済システム、製造のプロセス、各種情報サービス等に対して、不安定になる「兆し」等の検出が可能となり、事前の対策や効果的な制御につながることが期待される。

数理モデルの導出・実証・検証・評価や課題の解決にあたっては、異なる数学分野の研究者間の連携はもとより応用分野、実験科学や情報科学の研究者との双方向の連携が重要であることから、関連するCREST・さきがけの研究領域との連携を進めるとともに、数理的な研究を推進している研究拠点とも連携して、革新的な数理モデリング手法の開発と幅広い分野への展開を目指す。

募集対象研究

数学的アイデアに裏付けられた革新的モデルを導出する研究、新しい数理的手法を開発する研究、数理モデルの実証・検証および評価のための数学的理論等の研究をおこなう研究チーム。解決すべき社会的課題をしっかり設定した上で、研究対象に対する理論構成を行う研究者、実験、観測、データ収集などにより、研究対象のデータを提供する研究者、現代の数理科学の研究の進展を生かして研究対象に対する数理モデルを構築する研究者、さらに数理モデルを用いたシミュレーションなどで現場への

フィードバックを行う研究者などにより有機的に構成されたもの。

対象となる現象と応用分野

例えば社会現象においては、経済変動、感染症の伝搬、交通流、電力・通信ネットワークの変動、災害時の住民行動、各種社会インフラの老朽化等、自然現象においては、気候変動、集中豪雨・地滑り・竜巻・津波等の突発的な自然現象等、また、生命現象においては、遺伝子間の相互作用メカニズム、脳内の知覚認識・情報処理メカニズム等、戦略目標に例示されているものを含むが、これに限定されるものではない。より本質に迫る数学的アイデアに裏付けられた汎用性のあるモデリング手法の構築を目指すことを期待している。また、導出された数理モデルや既存の数理モデルについて、解決すべき課題の核心となる現象を記述していることの実証・検証やモデル評価のための数学理論や技術の構築を行なう研究も重要と考えている。

研究推進のうえで期待すること

研究チームとして、数学の広い分野、関連する諸科学分野との交流に積極的であること。また、数学の持つ普遍性を生かし、数理モデリングの手法を幅広い分野において有効に活用できる人材が重要であると考えている。チームの中から若い研究者が理論と現場を結ぶリーダーとして輩出されることも期待している。

H26年度　応募件数：57件　採択件数：

認識の数理モデルと高階・多層確率場による高次元実データ解析
研究代表者（所属）　石川 博　（早稲田大学 理工学術院基幹理工学部 教授）
他、計7件。

H27年度　応募件数：42件　採択件数：

臨床医療における数理モデリングの新たな展開
研究代表者　水藤 寛（岡山大学 大学院環境生命科 学研究科 教授）
他、計4件

3.3. さきがけ　社会的課題の解決に向けた数学と諸分野の協働

研究期間　　2014年度～ 2019年度
（各研究者の研究期間は3.5年，領域進行期間は2014年度～ 2019年度）
研究総括　　國府 寛司（京都大学 大学院理学研究科　教授）

戦略目標

①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

②分野を超えたビッグデータ利活用により新たな知識や洞察を得るための革新的な情報技術及びそれらを支える数理的手法の創出・高度化・体系化

趣旨と目的

従来の科学技術の延長ではなかなか解決できない社会的課題に取り組み、ブレークスルーを起こすためには、現代の数学から幅広いアイディアや方法を取り入れた斬新な発想による挑戦が強く求められている。そのためには、代数、幾何、解析などの純粋数学や応用数学、統計数学、離散数学など、数学内の様々な分野において「社会的課題を数学的問題として取り上げる」ことが必要である。

本研究領域は、社会的課題の解決に向けて数学の力を最大限発揮するとともに、課題に取り組むプロセスの中で数学自体の発展をも目指すものである。研究推進においては、社会での様々な問題に対して研究者自らが現場に入り込んで課題を認識し、その解決に向けたアプローチを意識して基礎研究を推進することを重視する。数学分野の研究者が自然科学、情報科学、工学、生命科学の理論や実験の研究者と連携することや、諸分野の研究者が数学分野に参入し課題解決に取り組むことを期待する。研究領域の運営においては、研究者が相互に影響し合い、異分野横断・融合的な視点で問題解決に取り組む姿勢を重視し、これにより、新しい数理科学の分野の形成や牽引の担い手となる将来の世界レベルの若手研究リーダーの輩出を目指す。

本研究領域は、文部科学省の選定した戦略目標「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」「分野を超えたビッグデータ利活用により新たな知識や洞察を得るための革新的な情報技術及びそれらを支える数理的手法の創出・高度化・体系化」のもとに、平成26年度に発足した。

領域運営の概要

本研究領域の課題採択にあたっては、重要な社会的・人類的課題を取り上げて、数学・数理科学の斬新な方法や発想に基づいてそれを解決する意欲が旺盛である研究提案や、その解決のための数理的方法の有効性をこれまでにない新しい形で明確に示す提案を重視している。

H26年度とH27年度の募集では、採択件数はそれぞれ９件ずつであった（末尾の採択者リスト参照）。そのおおよその内訳は、全体のほぼ２／３かそれ以上を数学・数理科学分野の出身者が占めており、それ以外の分野の出身者も何らかの形で数理科学に密接に関わる研究歴を有している。JST さきがけ研究の予算規模は、研究者１人あたり3.5年の通期で３～４千万円を原則としており、本研究領域でも、必ずしも全員がその通りではないが、その原則を踏襲している。

本研究領域では、年２回の領域会議の他に、各研究者に担当アドバイザーを付けて研究の進行状況を密に確認し支援する体制をとっているほか、研究成果や数学・数理科学の重要性を国民、特に高校生や大学生に伝える公開シンポジウムなどのさまざまなアウトリーチ活動も重視して行う予定である。

推進のうえで期待すること

本研究領域は、同時に発足した CREST 研究領域「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）と連携して、平成27年度に終了する JST さきがけ・CREST 複合研究領域「数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索」（研究総括：西浦廉政）を継承し、それをさらに拡充・発展させることを目指している。特に本領域では、数学の持つ普遍性や汎用性というポテンシャルを活かして科学技術諸分野と連携する広い意味の数理科学の若手研究者を見出し、さきがけ研究活動の経験とそれによって得られた国内外の人的交流を基にして、彼らが将来の科学技術のイノベーションを牽引する国際的研究者に成長するべく支援することを重視している。

本領域のさきがけ研究者の研究テーマは生命科学、材料科学、情報通信、機械工学、計算科学、気象学、言語学などの多くの科学技術分野や金融、経済、都市・社会システムにおける広汎な社会的・人類的課題に密接に関係しており、またそれぞれが代数学・幾何学・解析学・応用数学・統計数学・離散数学など、数学と数理科学の幅広い分野のいずれかを基盤とするものである。

このような多種多様な研究テーマと数理的アイディアや方法の連携により、幾多の困難な社会的課題の解決に向けたブレークスルーが見出されると共に、新たな数学の発展のための契機にもなることが期待される。

H26年度採択件数：

都市・社会システム最適化のための離散的数学理論の深化
研究代表者：神山 直之 （国立大学法人 九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 准教授） 他、９件

H27年度採択件数：

１．非疫学データによる感染症流行動態解析の新展開

研究代表者：大森 亮介（国立大学法人 北海道大学 人獣共通感染症リサーチセンター 助教）他、計９件