

「グローバルCOEプログラム」(平成20年度採択拠点)事業結果報告書

概要

機関名	京都大学	機関番号	14301	拠点番号	G08
1. 機関の代表者 (学長)	(ふりがなくローマ字) (氏名) MATSUMOTO HIROSHI 松本 紘				
2. 申請分野 (該当するものに0印)	F<医学系> G <数学、物理学、地球科学> H<機械、土木、建築、その他工学> I<社会科学> J<学際、複合、新領域>				
3. 拠点のプログラム名称 (英訳名)	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 (Fostering top leaders in mathematics - broadening the core and exploring new ground)				
研究分野及びキーワード	<研究分野: 数学>(数論)(代数幾何)(微分幾何一般)(確率論)(情報数理)				
4. 専攻等名	理学研究科 数学・数理解析専攻、数理解析研究所				
5. 連携先機関名 (他の大学等と連携した取組の場合)					
6. 事業推進担当者	計 19 名				
	※他の大学等と連携した取組の場合: 拠点となる大学に所属する事業推進担当者の割合 [%]				
ふりがなくローマ字 氏名	所属部局(専攻)・職名	現在の専門 学位	役割分担 (事業実施期間中の拠点形成計画における分担事項)		
(拠点リーダー) FUKAYA Kenji 深谷 賢治	理学研究科数学・数理解析専攻・教授	微分幾何・東大理博	リーダー(総括)		
MIIWA Tetsuji 三輪 哲二	理学研究科数学・数理解析専攻・教授	代数解析・京大理博	国際交流プログラム委員長(H22.3.31まで国際交流プログラム担当)		
SHIGEKAWA Ichiro 重川 一郎 (H24.4.1追加)	理学研究科数学・数理解析専攻・教授	確率論・阪大理博	多様な分野における人材育成プログラム実行委員		
TSUTSUMI Yoshiro 堤 蒼志雄 (H23.4.1追加)	理学研究科数学・数理解析専攻・教授	関数方程式論・東大理博	多様な分野における人材育成プログラム担当		
KOKUBU Hiroshi 國府 寛司	理学研究科数学・数理解析専攻・教授	力学系・京大理博	複雑現象の数理解析プログラムディレクター		
MORIWAKI Atsushi 森脇 淳	理学研究科数学・数理解析専攻・教授	数論幾何・京大理博	多様な分野における人材育成プログラム委員長(H23.3.31まで:次世代リーダー育成プログラム委員長,H21.9.1~H22.1.3:数論と代数幾何の融合プログラムディレクターを兼任)		
IKEDA Tamotsu 池田 保 (H22.1.4追加)	理学研究科数学・数理解析専攻・教授	数論・京大博(理)	数論と代数幾何の融合プログラムディレクター		
FUJIWARA Koji 藤原 耕二 (H24.4.1追加)	理学研究科数学・数理解析専攻・教授	幾何学・東大博 (数理科学)	多様な分野における人材育成プログラム担当		
KAITO Tsuyoshi 加藤 毅	理学研究科数学・数理解析専攻・教授 (H21.4.1 准教授より昇任)	位相幾何学・京大博(理)	多様な分野における人材育成プログラム実行委員		
NAKANISHI Kenji 中西 賢次	理学研究科数学・数理解析専攻・准教授	微分方程式・東大博 (数理科学)	次世代リーダー育成プログラム担当		
MORI Shigefumi 森 重文	数理解析研究所・教授	代数幾何・京大理博	国際交流プログラム担当		
MUKAI Shigeru 向井 茂	数理解析研究所・教授	代数幾何・京大理博	数論と代数幾何の融合グループ長(H21.8.31まで数論と代数幾何の融合プログラムディレクター)		
OKAMOTO Hisashi 岡本 久	数理解析研究所・教授	数値解析学・東大理博	複雑現象の数理解析グループ長, 多様な人材育成プログラム担当		
NAKAJIMA Hiraku 中島 啓	数理解析研究所・教授 (H20.10.1 理学研究科数学・数理解析専攻より異動)	表現論・東大理博	無限と大域の対称性グループ長・次世代リーダー育成プログラム委員長(H23.4.1より兼任)		
KUMAGAI Takashi 熊谷 隆	数理解析研究所・教授 (H22.10.1 理学研究科数学・数理解析専攻より異動)	確率論・京大博(理)	多様な分野における人材育成プログラム実行委員長		
OHTSUKI Tomotada 大槻 知忠	数理解析研究所・教授 (H22.4.1 准教授より昇任)	位相幾何学・東大博 (数理科学)	無限と大域の対称性プログラムディレクター		
MOCHIZUKI Shinichi 望月 新一	数理解析研究所・教授	整数論・ Princeton大PhD	次世代リーダー育成プログラム担当		
HASEGAWA Masahito 長谷川 真人	数理解析研究所・教授	計算機科学・ Edinburgh大PhD	計算と最適化の応用数理グループ長		
MOCHIZUKI Takuro 望月 拓郎	数理解析研究所・教授 (H24.4.1 准教授より昇任)	微分幾何・京大博(理)	次世代リーダー育成プログラム担当		
KAITO Kazuya 加藤 和也 (H21.8.31 辞退)	シカゴ大学数学科・教授 (H21.8.31 理学研究科数学・数理解析専攻・教授を辞職)	整数論・東大理博	数論と代数幾何の融合グループ長		
KASHIWARA Masaki 柏原 正樹 (H22.3.31 辞退)	数理解析研究所・GCOE特任教授 (H22.3.31 数理解析研究所・教授を定年退職)	代数解析・京大理博	国際交流プログラム委員長		
KONO Akira 河野 明 (H24.3.31 辞退)	数理解析研究所・特任教授 (H22.9.30 理学研究科数学・数理解析専攻・教授を辞職)	位相幾何学・京大理博	多様な分野における人材育成プログラム実行委員(H22.9.30まで多様な分野における人材育成プログラム委員長)		
IWATA Satoru 岩田 寛 (H25.1.31 辞退)	数理解析研究所・教授 (H25.1.31 数理解析研究所・教授を辞職)	数理計画法・京大博(理)	計算と最適化の応用数理プログラムディレクター, 次世代リーダー育成プログラム・多様な分野における人材育成プログラム担当		

(機関名: 京都大学 拠点のプログラム名称: 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)

機関（連携先機関）名	京都大学
拠点のプログラム名称	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
中核となる専攻等名	理学研究科 数学・数理解析専攻
事業推進担当者	（拠点リーダー） 深谷 賢治・教授 外 18 名
<p>〔拠点形成の目的〕</p> <p>数学の教育・研究はわが国の発展に不可欠の要素である。我が国の数学研究は現在、世界のトップレベルにあるが、次世代の指導者となるべき若手の研究者の層が以前より薄くなりつつあることが指摘されている。高度科学技術社会では数学的素養をもった社会人や研究者が今以上に必要とされる。数学の世界的リーダーの輩出を続け、国際数学研究拠点をより発展させる一方、高度な数学的能力をもった人材を多様な分野で育成し、社会（数学以外の学術分野も含む）へ供給するためのプログラムに真摯に取り組む。</p> <p>〔拠点形成計画及び達成状況の概要〕</p> <p>拠点形成計画：</p> <p>(1) 数学研究のトップリーダーの育成</p> <p>(i) 優れた若手研究者を業績・将来性に応じて、職位や給与などの待遇に差をつけて雇用する。</p> <p>(ii) 若手研究者を一定期間海外に派遣し、国際的な研究経験を与える。</p> <p>(iii) 海外の優秀な大学院生を受け入れ、国内の大学院生と刺激し合い研究意欲の高揚を図る。</p> <p>(2) 多様な分野での人材の育成：きめ細かい教育により高度な数学的能力を育てると同時に、コミュニケーション能力や社会でのニーズに応えられる柔軟性を養う。</p> <p>(i) アドバイザリーボードの助言のもとで、数学の高度な素養をもって多様な分野でリーダーとなる人材を養成するためのモデルを作る。社会で既に活躍している卒業生を含む実行委員会の助けを借り、多様な分野での人材の育成プログラムに活用する。</p> <p>(ii) 社会の最先端で活躍している人々を特任教員や講師として招聘し、博士号取得者のキャリアパスの拡大、数学的人材の有用性の認識を図る。</p> <p>(iii) 多様な分野での人材育成プログラムに適した従来とは異なる学位取得の基準を設ける。</p> <p>(iv) 大学院で、きめ細かい対話型教育を行う。大学での数学教育の有能な人材を供給するため、特定助教を雇用し、経験を積んだ教員の指導のもとに、学部における教育の経験を積ませる。</p> <p>(v) 博士後期課程の大学院生をTA・RAに採用し、研究の支援と教育能力の向上を図る。</p> <p>(3) 国際数学拠点の発展：国際数学拠点をより発展させる。京都大学で常に国際的な数学研究が行われている状況を継続発展させ、国際的な優れた研究環境を人材育成にも活用する。</p> <p>達成状況：上記の各項目について、以下のように拠点形成計画は十分に達成された。</p> <p>(1) 数学研究のトップリーダーの育成</p> <p>(i) 特定教員11名、特定研究員延べ45名を含む若手研究者を雇用し、切磋琢磨する研究環境で、顕著な研究業績があがった。その多くは現在、大学や研究機関の常勤研究者として活躍している。</p> <p>(ii) 京都大学の若手研究者を延べ170回以上、長・短期で海外派遣した。延べ390名以上の外国人研究者を招聘し、特別講演や共同研究により、若手研究者が国際的な研究者と接する機会を提供した。</p> <p>(iii) 復旦大学（中国）、ソウル国立大学（韓国）、ハウスドルフセンター（ドイツ）、国立研究大学高等経済学院（ロシア）を含む海外の7つの大学・研究機関と協力関係を構築し、交流事業を行って、延べ180名以上の学生・若手研究者が相互訪問した。</p> <p>(2) 多様な分野での人材の育成</p> <p>(i)-(ii) アドバイザリーボードの助言を基に、産業界を含む外部講師による集中講義やセミナーを多数開催した。理化学研究所（神戸）などの協力で、幅広い連携教員が指導する体制を整えた。</p> <p>(iii) 拠点専攻数学系で「多様な分野での人材育成プログラム」への入進学・修了要件を新たに設定し、数学を使って他分野で意義深い研究を行う学生に博士の学位を取得する可能性を拡大した。</p> <p>(iv) 合計8名の教育力養成特定助教を雇用し、数学の高い教育力を持つ人材を育成した。</p> <p>(v) 毎年度20名前後の大学院生をTA・RAで雇用し、教育研究補助活動と経済的支援を行った。</p> <p>(3) 国際数学拠点の発展：優れた研究業績を持つ研究者を国内外から多数招聘し、拠点の研究の更なる活性化に役立てた。大規模な国際会議を含む様々な規模・テーマの研究集会を30件以上主催・後援し、数学研究活動の一層の向上を図った。少人数国際共同研究を9件行った。</p> <p>(4) その他：数学に意欲・興味を持つ優秀な学生を博士課程に確保するために、博士後期課程学生＋若手研究者、修士課程学生＋学部上級生、学部学生という様々なレベルの合宿形式のセミナーを実施した。上級レベルでは、運営を大学院生に主体的に行わせ、事業推進担当者がそれを補助した。</p>	

6-1. 国際的に卓越した拠点形成としての成果

国際的に卓越した教育研究拠点の形成という観点に照らしてアピールできる成果について具体的かつ明確、簡潔に記入してください。

【卓越した研究成果】

中島啓らは、望月拓郎のドナルドソン型不変量の研究も用いて、サイバーク・ウィッテン理論とドナルドソン理論の一致に関する長年の予想を代数曲面の場合に解決した。ロンドン数学会が隔年に海外の数学者1名を招待して行うハーディ・レクチャーの2010年の講演者に選ばれ、これを報告した。

望月拓郎は調和バンドルと純ツイスターD加群という、代数・幾何・解析の三つの数学の分野のすべてにまたがる理論を研究した。この理論は21世紀の数学の基盤の一部を成すものと期待されている。その応用として、極めて難しく解決には50年かかるともいわれていた柏原予想を解決したことが特筆される。この研究が評価されて、平成23年に日本学士院賞を受賞した。

大槻知忠ら是有理ホモロジー球面のLMO不変量から一般の単純リー環に対する摂動的な不変量が導出されるという10年来の重要な予想を完全に解決した。

熊谷隆らは、フラクタル上のブラウン運動の一意性に関する重要な未解決問題を肯定的に解決するとともに、相転移現象を持つ確率モデルの解析を推し進め、日本学術振興会賞を受賞した。熊谷はSt. Flour(フランス)で毎年開催される歴史ある確率論夏の学校において、2010年にこの結果に関する8回の招待講義を行った。これは日本からは熊谷を含め4人しかいない名誉あるものである。

中西賢次らは非線形波動・分散型方程式に対して、不安定基底状態の近傍から出発する解の大域的挙動を完全に決定した。また、ザハロフ方程式のシュレディンガー極限を考察し、その特異極限方程式の性質を決定した。この結果により、解析学の分野で最もレベルの高い雑誌の1つであるAnn. IHP Anal. Non-Linearの2010年最優秀論文賞を受賞した。また、平成24年度の学術振興会賞を受賞した。

岩田寛は劣モジュラ最適化における近似アルゴリズムの研究を行い、2010年の国際数学会会議(ICM)で招待講演を行った。また、1980年以来未解決であった重み付き線形マトロイド・パリティ問題に対する多項式時間解法を開発した。

【新しい研究分野の開拓】

場の量子論や繰り込み理論にホモロジー(ホモトピー)代数と関わりが深い部分があることが次第に明らかになってきている。特に位相的場の理論と呼ばれるものに関しては、モジュライ空間にもとづく対応がその数学的背景であると考えられ、数理論理学、位相幾何学、シンプレクティック幾何学、代数幾何学、表現論、可積分系などにまたがる研究領域が開けつつある。拠点リーダーの深谷らの、モジュライ空間の仮想ホモロジー類、ホモロジー代数による対称性の把握、非線形方程式を用いた理論の基礎付けとその応用は、その数学的な実現の中心的な部分を占めるものであり、また中島啓らの代数幾何学と表現論にまたがる構成もその発展の重要な部分になっている。この研究成果は、量子幾何学と呼ばれる新しい分野として発展しつつある。

離散幾何解析は、本GCOEが強力に推進した新しい研究分野の1つであり、離散幾何解析セミナーを中心に活発な研究活動が行われた。また、平成24年度には、RIMSプロジェクト研究「離散幾何解析」をGCOEでサポートし、分野横断的な大規模研究集会を開催する事で共通理解を深めるとともに、学際的テーマである当該研究を深める事に成功した。

【国際的に活躍する若手研究者の育成】

次世代の数学研究のトップリーダーと期待される卓越した数学の若手研究者が多数育成され、本拠点だけでなく我が国の数学研究の進展に貢献し、世界的に見ても数学研究のトップリーダーを輩出した。それは、GCOEで採用した特定教員・特定研究員や博士後期課程学生が、文科省若手科学者賞(木田良才)、井上研究奨励賞(福島竜輝)、日本数学会賞幾何学賞(木田良才)、日本数学会賞建部賢弘特別賞(福島竜輝)、日本数学会賞建部賢弘奨励賞(岸本展、白石大典)などの受賞実績を挙げたこと、博士後期課程学生や特定研究員が日本数学会の特別講演者(福島竜輝、宮部賢志、白石大典)に選ばれたこと、また、本拠点の若手研究者の研究成果が一流学術誌に発表されて、国際的にも高く評価されたことなどから十分に明らかであろう。

国際的という観点からは、特に以下のような若手研究者も現れた:尾高悠志は博士後期課程での研究成果が数学分野での世界最高レベルの学術誌Ann. Math.に掲載され、フィールズ賞受賞者であるImperial College Londonのドナルドソン教授に招かれて共同研究を行った。鈴木咲衣は博士後期課程3年次に京都大学優秀女性研究者賞(たちばな賞)を受賞し、フランスのフーリエ研究所で共同研究を行った。小布施祈織はウズボール海洋科学研究所(米国)のサマースクールに選抜され、最先端の数理論地球科学の知識を吸収して、その研究成果が著名な国際雑誌Physica Dに掲載された。

さらに、海外の大学・研究機関(フランスのフランシェ・コント大学、韓国のソウル大学やポハン工科大学、ロシアの国立研究大学高等経済学院)に職を得る若手研究者も現れた。

「グローバルCOEプログラム」（平成20年度採択拠点）事後評価結果

機 関 名	京都大学	拠点番号	G08
申請分野	数学、物理学、地球科学		
拠点プログラム名称	数学のトップリーダーの育成		
中核となる専攻等名	理学研究科数学・数理解析専攻		
事業推進担当者	(拠点リーダー名)深谷 賢治		外 18 名

◇グローバルCOEプログラム委員会における評価（公表用）

（総括評価）

設定された目的は十分達成された。

（コメント）

大学の将来構想と組織的な支援について、本グローバルCOEプログラムは、京都大学の教育研究の中核をなす事業として運営され、数理解析研究所へのスペースの提供や、補完的とはいえ予算措置を伴う全学的支援が行われるなど、国際的にも卓越した拠点形成を目指し、重点的な取組が行われたと判断される。

拠点形成全体について、「グローバルCOEプログラム推進委員会」などのマネジメント体制はよく機能し、国際数学拠点としてのプレゼンスは本グローバルCOEプログラムによって格段の向上を見せ、国際的に卓越した拠点確立に成功している。

人材育成面については、「数学研究のトップリーダー」と「多様な分野での人材」育成を目標とし、前者については若手研究者や大学院学生の学会賞受賞など人材育成に成功した。後者についても6分野に関わる「多様な分野での人材育成プログラム」を実施するとともに、保険数学分野においては、「アクチュアリーサイエンス部門」客員講座を新設し、このプログラムから4名の博士学位取得者を出した。博士課程修了者の総数は多くないが、終了後直ちに大学教員となる者も毎年輩出し、企業や大学以外の学校教員への就職者もわずかではあるが増加傾向にあり、成果が現れているようである。大学院教育の国際化については、取組の機運は生まれたようであるが、諸外国一流大学院の取組を参考に、事業終了後も更に充実することが望まれる。

研究活動面については、世界水準の研究レベルを維持するだけでなく、事業担当者達の研究活動は急速に勢いづき、歴史に残る重要な研究がなされた。若手奨励賞を受賞したトップリーダーを多数輩出するなど、本拠点の研究成果は今や世界的に注目されている。海外への情報発信はもちろん、新たな分野の開拓と深い学術的知見が得られたと認められる。

今後の展望については、数理解析研究所を基盤に本プログラムの理念は継続される。プログラムフォローアップ支援事業などにより、補助事業終了後の財政的な支援を考慮しているが、事業規模の大幅な縮小を避けるための効果的な方策は模索中であり、プログラム内容を精査し競争的資金を獲得することで対応しようとしている。大学院教育の国際化には財政的な支援が必要であるが、見通しは立っていないようである。一方で、抜本的な教育の国際化を図るには、教員に対し相当な時間的犠牲が求められるが、研究水準の維持との兼ね合いもあるため、難しい選択に遭遇するかもしれない。