

研究拠点形成事業
平成 28 年度 実施報告書
(平成 25～27 年度採択課題用)

A. 先端拠点形成型

1. 拠点機関

| | |
|-----------------|----------------|
| 日本側拠点機関： | 慶應義塾大学 |
| (英国) 拠点機関： | ウォーリック大学 |
| (英国) 拠点機関： | キングス・カレッジ・ロンドン |
| (米国) 拠点機関： | ボストン大学 |
| (デンマーク) 拠点機関： | コペンハーゲン大学 |
| (イタリア) 拠点機関： | トリエステ大学 |
| (ベルギー) 拠点機関： | ルーヴァン・カトリック大学 |
| (スイス) 拠点機関： | チューリッヒ工科大学 |
| (オーストラリア) 拠点機関： | オーストラリア国立大学 |
| (ドイツ) 拠点機関： | レーゲンスブルク大学 |
| (韓国) 拠点機関： | 延世大学校 |

2. 研究交流課題名

(和文)： 数論と幾何学を核とする数理科学国際連携研究拠点形成

(交流分野：数学)

(英文)： Foundation of a Global Research Cooperative Center in Mathematics focused on Number Theory and Geometry

(交流分野：Mathematics)

研究交流課題に係るホームページ：<http://www.math.keio.ac.jp/~core-to-core/index.html>

3. 採用期間

平成 26 年 4 月 1 日 ～ 平成 31 年 3 月 31 日

(3 年度目)

4. 実施体制

日本側実施組織

拠点機関：慶應義塾大学

実施組織代表者 (所属部局・職・氏名)：学長・清家 篤

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：理工学部・教授・栗原将人

協力機関：大阪大学

事務組織：理工学部学術研究支援課

相手国側実施組織（拠点機関名・協力機関名は、和英併記願います。）

（1）国名：英国

拠点機関：（英文）University of Warwick

（和文）ウォーリック大学

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文）Mathematics Institute・Professor・Keith BALL

経費負担区分（A型）：パターン1

（2）国名：英国

拠点機関：（英文）King's College London

（和文）キングス・カレッジ・ロンドン

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文）Mathematics Department・Professor・Simon SALAMON

協力機関：（英文）Imperial College London, University College London

（和文）インペリアル・カレッジ・ロンドン, ユニバーシティ・カレッジ・ロンドン

経費負担区分（A型）：パターン1

（3）国名：米国

拠点機関：（英文）Boston University

（和文）ボストン大学

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文）Department of Mathematics and Statistics・Professor・Steven ROSENBERG

経費負担区分（A型）：パターン1

（4）国名：デンマーク

拠点機関：（英文）University of Copenhagen

（和文）コペンハーゲン大学

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文）Department of Mathematical Sciences・Professor・Ryszard NEST

経費負担区分（A型）：パターン1

（5）国名：イタリア

拠点機関：(英文) University of Trieste

(和文) トリエステ大学

コーディネーター(所属部局・職・氏名)：(英文) Department Mathematics・Professor・
Giovanni LANDI

経費負担区分(A型)：パターン1

(6) 国名：ベルギー

拠点機関：(英文) Universite Catholique de Louvain

(和文) ルーヴァン・カトリック大学

コーディネーター(所属部局・職・氏名)：(英文) IRMP・Professor・Pierre BIELIAVSKY

協力機関：(英文) Universite Libre de Bruxelles, Universite de Liege, University of
Antwerp

(和文) ブリュッセル自由大学, リエージュ大学, アントワープ大学

経費負担区分(A型)：パターン1

(7) 国名：スイス

拠点機関：(英文) ETH Zurich

(和文) チューリッヒ工科大学

コーディネーター(所属部局・職・氏名)：(英文) Department of Mathematics・Professor・
Paul EMBRECHTS

協力機関：(英文) EPFL

(和文) ローザンヌ工科大学

経費負担区分(A型)：パターン1

(8) 国名：オーストラリア

拠点機関：(英文) Australian National University

(和文) オーストラリア国立大学

コーディネーター(所属部局・職・氏名)：(英文) College of Physical and Mathematical
Sciences・Professor・Alan CAREY

経費負担区分(A型)：パターン1

(9) 国名：ドイツ

拠点機関：(英文) Universitat Regensburg

(和文) レーゲンスブルク大学

コーディネーター(所属部局・職・氏名)：(英文) Fakultat fur Mathematik・Professor・
Guido KINGS

経費負担区分 (A型) : パターン1

(10) 国名 : 韓国

拠点機関 : (英文) Yonsei University

(和文) 延世大学校

コーディネーター (所属部局・職・氏名) : (英文) Department of Mathematics ·
Professor · ByungHan KIM

協力機関 : (英文) Seoul National University

(和文) ソウル大学校

協力機関 : (英文) Pohang University of Science and Technology

(和文) 浦項工科大学校

経費負担区分 (A型) : パターン1

5. 研究交流目標

5-1. 全期間を通じた研究交流目標

数論と幾何学はそれぞれ独立な研究推進とともに、様々な相互作用によって影響を与え合いながら発展してきており、その結びつきは最近さらに顕著になっている。たとえば、数論多様体の研究である数論幾何、ラングランズ予想の数論的及び幾何的両側面、モジュライの幾何学、岩澤理論と結び目理論の関係、ゼータ関数の特殊値に関する同変玉河数予想と位相幾何不変量との関係、また、位相場理論・量子場理論・超弦理論等からも数論と幾何学の問題が多く指摘されている。岩澤理論では世界的に高く評価されている本申請拠点が、数論と幾何学を核として、さらに様々な数理科学研究分野(代数幾何学、離散群、離散力学系、計算代数、暗号、通信情報理論、データサイエンス、最適化問題、リスク理論等)をクロスオーバーさせ、相互研究連携を図り、統合的数理科学先端研究拠点を形成することが目的である。すでに数理科学研究教育連携を行っている大阪大学大学院理学研究科数学専攻の協力とともに、慶應義塾大学統合数理科学研究センターを主拠点として、本申請拠点が研究交流活動の実績を持つ、英国、スイス、ベルギー、イタリア、米国、オーストラリア、ドイツの国際的数理科学研究教育機関と連携をさらに強化し、数論と幾何学を核とする国際共同研究プロジェクトを展開するとともに、その将来を担う若手研究者を世界的水準へと育成していくことができる数理科学の国際研究拠点を構築することが目標である。

5-2. 平成28年度研究交流目標

<研究協力体制の構築>

イギリスのウォーリック大学、キングス・カレッジ・ロンドン、アメリカのボストン大学、デンマークのコペンハーゲン大学、イタリアのトリエステ大学、ベルギーのルーヴァン・カトリック大学、スイスのチューリッヒ工科大学、オーストラリアのオーストラリア国立大学とさらなる連携を深め、共同研究、セミナーを推進する。さらに28年度は、京都で大規模な国際研究集会を関連研究者らと共同開催する。この研究集会では宇宙際タイヒミュ

ラー理論をテーマとして、比較的長期に開催し、実質的な討議によりこの理論を発展させる計画である。また、9月にはアメリカのボストン大学で確率論と統計学に関するサマーワークショップ(定例となった Boston-Keio summer workshop)を行う。今回のボストン・慶應サマーワークショップも日米の他大学の研究者や学生達の参加も積極的に受け入れていく。イギリスで毎年行っている UK Japan winter school を28年度は非可換幾何学をテーマとして同様に計画である。ドイツのレーゲンスブルク大学との共同研究は、相互に学生を派遣しあうなど、さらにこの連携を発展させ、研究を推進する。またイタリア拠点のコーディネーター・Landi 氏、スイス拠点の Paul Embrechts 氏が本拠点を訪問し、同氏らとの集中的な研究討論および打合せにより、更なる連携の強化と研究を推進を図る。

<学術的観点>

ゼータ元の理論はきわめて有用で将来性に富んだものであり、さまざまな発展がこれから期待できるものである。ここ2年でその基礎的な部分はできあがったが、その多くの応用、一般化という最も重要な部分を3年目には行う予定である。今までの整数論的現象が、ゼータ元の理論でどのようにとらえられるか、ということが今年はテーマとなり、この理論の重要な課題をひとつひとつ解決していく。28年度は京都大学で宇宙際タイヒミュラー理論をテーマとした大規模な国際研究集会を京大で開催する。最近、世界でこの理論のための集会が開かれるなど注目を集めているが、一段階進んださらなる発展を計画している。例年開催している Boston-Keio サマーワークショップを、統計分野をテーマに開催することにより、統計分野におけるアメリカと日本との交流をさらに活発にすることに貢献する。また幾何学については、シンプレクティック幾何学をテーマとしたセミナーの開催を通して、非可換幾何学、代数幾何学、大域解析学、可積分系なども含めた大きな枠組みの中で、先端的な幾何学の研究を前進させていく。

<若手研究者育成>

昨年度までの拠点との間で培ってきた連携をさらに強化して、若手研究者育成を推進する。具体的な計画としては、アメリカのボストン大学で9月に確率論、統計学をテーマにした Boston-Keio Summer Workshop を行う。ここでは参加者全員に講演かポスター発表を行わせる予定である。また、UK Japan winter school も若手研究者育成のための重要なプログラムであり、28年度は1月にイギリスの University College of London でシンプレクティック幾何学についての UK Japan winter school を行う。さらに京都大学で行う宇宙際タイヒミュラー理論の集会も、若手研究者を中心に支援する予定である。以上のように、若手研究者のための多くのプログラムを今年度も計画し、若手研究者育成という観点にも十分に配慮している。

<その他(社会貢献や独自の目的等)>

昨年度までの我々の活動により、数学関係者の間で本拠点形成事業の活動が知られるよう

になってきたが、今年度も更に活発な活動を通じて、一般社会に情報を発信する。また、ホームページ等を通して、情報を公開する。また、相手国コーディネーター来日の際の活動報告、および若手研究者らの研究者交流の様子などについても、一般社会に向けて発信していく。

6. 平成28年度研究交流成果

6-1 研究協力体制の構築状況

イギリスのウォーリック大学、キングス・カレッジ・ロンドン、アメリカのボストン大学、デンマークのコペンハーゲン大学、イタリアのトリエステ大学、ベルギーのルーヴァン・カトリック大学、スイスのチューッヒ工科大学、オーストラリアのオーストラリア国立大学、韓国の延世大学と連携し共同研究を推進している。平成28年度は、アメリカのボストン大学で確率論と統計学に関するサマーワークショップ(定例となった Boston-Keio summer workshop)を開催した。日米から多くの若手研究者や大学院生が参加し、積極的な発表や研究者交流が行われた。また、例年の UK Japan winter school は、平成28年度は非可換幾何学をテーマとしてキングス・カレッジ・ロンドンで開催した。ここには慶應義塾大学の若手研究者のみならず他機関に属する研究者らも参加させることができ、日欧の研究者らによる活発な研究討論を通して共同研究をさらに推し進めることができた。日本国内においても、タイヒミュラー理論をテーマとした大規模な国際研究集会を京都大学で開催した。最近注目を集めているこの理論の研究集会では、これまでにない新たな研究交流も生まれ、非常に有意義な成果を得た。

このように、キングス・カレッジ・ロンドンやボストン大学とのセミナー開催によるグローバルな研究者交流、スイスのチューッヒ工科大学やドイツのレーゲンスブルク大学への若手研究者の派遣など、充実した研究協力体制が着実に構築されている。また平成28年度は、イタリア拠点のコーディネーター・Landi氏、スイス拠点の Paul Embrechts氏が本拠点を訪問、さらに日本コーディネーター・栗原が米国を訪問し、研究活動の詳細な計画について集中的な討論および打合せを行った。本事業の更なる発展を見据えた有意義な協議となり、今後の研究協力体制の強化と研究の推進を図ることができた。

6-2 学術面の成果

イギリス拠点の King's College London の Burns 教授、および平成28年の前期は大阪大で、後期から大阪市大に移った佐野昂迪氏、および日本拠点のコーディネーターの栗原による、ゼータ関数の値と対応する数論的な元であるゼータ元の理論の研究については、平成28年度も大きな進展があった。これまでのように同変玉河数予想との関係を探るだけでなく、さまざまな理論との関係を詳しく調べているのだが、平成28年度は特に岩澤理論との関係、すなわちゼータ元の岩澤理論的側面について詳しく研究し、ゼータ元がなす p 進族の性質をきちんと定式化することができた。これは Kummer の合同式の膨大な一般化にあたる。

さらには、ゼータ元がなす Euler 系の理論についても理論を発展させた。これは高階の Euler 系の理論にまったく新しい観点からの進歩をもたらしている。さらには、ドイツ拠点の Greither 教授と日本側のコーディネーターの栗原による同変岩澤主予想の新しい定式化の理論も発展させることができ、同変岩澤主予想の表示を完全なものとすることに成功し、興味深い数値例を具体的に計算することにも成功した。これにより、今までの理論と比べて、どのくらい精密な情報が得られるかを具体的に示すことができた。プレクティック構造の基礎理論に関しては、特に、混合ホッジ構造の淡中基本群の直積として定義される代数群の表現の圏に対して、Ext 群の計算を行い、この圏の対象をフィルトレーションの言葉で正確に記述する方法が得られた。また幾何学については、UK Japan ウィンタースクールを開催を通じて、非可換幾何学、代数幾何学、大域解析学、可積分系なども含めた大きな枠組みの中で、先端的な幾何学の研究を前進させることができた。

6-3 若手研究者育成

昨年度までの拠点との間で培ってきた連携を強化・活用し、若手研究者の育成に努めた。アメリカのボストン大学で8月に開催した、確率論・統計学をテーマにした Boston-Keio Summer Workshop では、ほぼ参加者全員が講演かポスター発表を行った。事前準備のリハーサル指導や事後の反省会開催により、現地での貴重な国際的研究交流がより有意義な体験になったと考えている。UK Japan winter school もまた、若手研究者育成のための重要なプログラムであり、1月にイギリスの University College of London でシンプレクティック幾何学をテーマに開催した。慶應義塾大学以外の機関の若手研究者にも参加し、日欧の様々な研究者らが議論を重ね交流を深める機会を提供することができた。さらに京都大学で行った宇宙際タイヒミュラー理論の集会においても、若手研究者を中心に支援を行うなど、今年度も常に若手研究者育成を意識した活動を行うことができたと言える。

6-4 その他（社会貢献や独自の目的等）

メーリングリストやホームページを通じて、セミナーや研究集会の情報を広く発信した。日本側拠点の役割と責任を果たせるよう、大きな視野を持って取り組み、活動を行った。ホームページなどを通して、一般社会にもより分かりやすい情報を発信するよう努めた。

6-5 今後の課題・問題点

本事業開始当初から、各拠点機関とは若手研究者を含む積極的な研究者交流を行い、共同研究を推進し、数論と幾何を核とする国際研究拠点を形成するという事業に本格的に取り組んできた。相互の連携は深まり、研究協力体制も強化されているが、数論と幾何学の融合という面ではまだ十分とは言えないところもある。しかし来年度開催の大規模な国際研究集会「Iwasawa 2017」およびモチーフに関する国際研究集会、数論に関する UK-JAPAN winter school ではこのような点も意識して、国際連携体制を更に発展させ、研究を推進していきたいと考えている。

6-6 本研究交流事業により発表された論文等

- (1) 平成28年度に学術雑誌等に発表した論文・著書 8本
うち、相手国参加研究者との共著 3本
- (2) 平成28年度の国際会議における発表 15件
うち、相手国参加研究者との共同発表 0件
- (3) 平成28年度の国内学会・シンポジウム等における発表 5件
うち、相手国参加研究者との共同発表 0件

7. 平成28年度研究交流実績状況

7-1 共同研究

| 整理番号 | R-1 | 研究開始年度 | 平成26年度 | 研究終了年度 | 平成30年度 |
|--------------------|-----|--|--------|--------|--------|
| 研究課題名 | | (和文) 岩澤理論とゼータ関数の特殊値 | | | |
| | | (英文) Iwasawa theory and special values of zeta functions | | | |
| 日本側代表者 氏名・所属・職 | | (和文) 栗原将人・慶應義塾大学・教授 | | | |
| | | (英文) Masato KURIHARA・Keio University・Professor | | | |
| 相手国側代表者 氏名・所属・職 | | (英文) David BURNS・King's College London・Professor Robert POLLACK・Boston University・Associate Professor Cornelius GREITHER・Univ. der Bundeswehr Muenchen・Professor | | | |
| 28年度の研究 交流活動 | | 今年度も今まで進めてきた研究を継続し、ゼータ関数の特殊値と関係する代数的な元についての研究をさらに進めた。まずは、King's College LondonのBurns教授および大阪市大の佐野昂迪氏と共に進めているゼータ元やスターク元の性質についての研究であるが、アメリカ合衆国のボストンで行われたL関数についての国際研究集会に、3人で出席し、成果についての発表を行い、この集会に集まった世界の第一線の研究者達と議論・討論を重ねることにより、我々の理論をさらに進めることができた。また、カナダのバンフで行われた岩澤理論の国際研究集会に、佐野氏と共に出席し、発表を行って、われわれの理論を多くの研究者に紹介すると同時に、研究集会での議論を通じて我々の理論をさらに発展させることができた。次に、新しい定式化による同変岩澤予想の研究については、ミュンヘン防衛大のGreither教授と共同研究を行っているが、時尾響氏も共同研究者として加え、理論をさらに発展させた。また、コーディネーター・栗原が、10月25～31日の期間、ドイツのミュンヘンにGreither教授を訪ねて共同研究を行い、この研究に主役として現れるイ | | | |

| | |
|--|---|
| | <p>デアルについての研究を発展させた。</p> |
| <p>28年度の研 究 交 流 活 動 から 得 ら れ た 成 果</p> | <p>まず、Burns 氏、佐野氏との共同研究については、ゼータ元間の合同式やゼータ元から得られる数論的に重要な加群の構造についての情報を解明したわれわれの最初の研究が出版され、さらにゼータ元と岩澤理論の一般化との関係を解明した研究が、掲載受理された。さらに、ゼータ元の p 進族としてのふるまいについて、Kummer の合同式を一般化する形で、さまざまなことがわかり、今までにない定式化を得ることができた。次に Greither 氏との同変岩澤主予想についての共同研究については、時尾響氏も共同研究者に加えて、今まで証明できずに残っていた問題でこれまでは予想として提示していたものを完全に解決し、同変岩澤主予想の表示を完全なものとした。同変岩澤主予想の研究で重要な役割を果たすわれわれが定義したイデアルについて、その大きさを評価し、また興味深い数値例を具体的に計算することができた。</p> |

| | | | | | |
|--------------------|---|--------|----------|--------|----------|
| 整理番号 | R-2 | 研究開始年度 | 平成 26 年度 | 研究終了年度 | 平成 30 年度 |
| 研究課題名 | (和文) Eisenstein 類とポリログの研究 | | | | |
| | (英文) Eisenstein classes and polylogarithm | | | | |
| 日本側代表者 氏名・所属・職 | (和文) 坂内健一・慶應義塾大学・准教授 | | | | |
| | (英文) Kenichi BANNAI・Keio University・Associate Professor | | | | |
| 相手国側代表者 氏名・所属・職 | (英文) Guido KINGS・Universitat Regensburg・Professor | | | | |

| | |
|-----------------------------|---|
| 28年度の研究 交流活動 | <p>平成28年度は昨年度に引き続き、Kings氏と共同でHilbertモジュラー多様体のEisenstein類の具体的記述について研究を続けた。Eisenstein類の記述に関する部分については大きな進展はなかったが、9月に慶應義塾大学から1名、また8月と2月にRegensburg大学から2名の若手研究者らが相互訪問を行い、log-rigid syntomicコホモロジーの基本的性質についての共同研究を新たに開始した。</p> <p>また、ネコバー氏とショル氏によって発表されたプレクティクコホモロジー理論の研究は今年度中、東北大学の小林真一氏、大阪大学の安田正大氏を交えて複数回の研究討論を重ねた。</p> |
| 28年度の研究 交流活動から得 られた成果 | <p>本年度より開始したLog-rigid syntomicコホモロジーの研究は、Hilbertモジュラー多様体のEisenstein類のp進実現を計算する場合などでも必要となる理論であり、今後の研究推進の上で非常に有用であると考えている。このことをふまえて、平成29年度にはRegensburg大学の研究者が慶應義塾大学に長期滞在し、共同研究を継続することとなった。</p> <p>またプレクティクコホモロジー理論の研究については、プレクティク混合ホッジ構造の基本的な性質、特に複数の重みフィルトレーションを1つの重みフィルトレーションで特徴付ける方法や拡大群の計算について、証明することに成功した。</p> |

| 整理番号 | R-3 | 研究開始年度 | 平成26年度 | 研究終了年度 | 平成30年度 |
|--|--|--------|--------|--------|--------|
| 研究課題名 | (和文) 大域解析手法による先端幾何学研究 | | | | |
| | (英文) Cutting edge researches in geometry using the method of global analysis | | | | |
| 日本側代表者 氏名・所属・職 | (和文) 井関裕靖・慶應義塾大学・教授 | | | | |
| | (英文) Hiroyasu IZEKI・Keio University・Professor | | | | |
| 相手国側代表者 氏名・所属・職 | (英文) Miles REID・University of Warwick・Professor | | | | |
| | Paul EMBRECHTS, ETH Zurich・Professor | | | | |
| | Rizsard NEST・University of Copenhagen・Professor | | | | |
| | Alan CAREY・Australian National University・Professor | | | | |
| | Giovanni LANDI・University of Trieste・Professor | | | | |
| | Steven ROSENBERG・Boston University・Professor | | | | |
| Pierre BIELIAVSKY・Universite catholique de Louvain・Professor | | | | | |

| | |
|-----------------------------|--|
| 28年度の研究 交流活動 | 今年度は、ボストン大学とは確率論と統計学をテーマとしたセミナーを開催し、イギリスではシンプレクティック幾何学をテーマとしたセミナーを開催し、積極的な研究者交流を通して共同研究を推進した。作用素環と非可換幾何学・離散幾何学について、また力学系・ハミルトン系やエルゴード理論についても各拠点と連携を深めることができた。さらに本年度は、スイスのコーディネーター・P. Embrechts 氏、イタリアのコーディネーター・G. Landi 氏、ベルギーのコーディネーター・P. Bieliavsky 氏が来日し、綿密な打ち合わせを行った。 |
| 28年度の研究 交流活動から得 られた成果 | シンプレクティック幾何学をテーマとしたセミナーにおいて日欧の研究者らが情報交換・研究討論を行うことにより、シンプレクティック幾何学全般、接触幾何学、代数幾何学、ケーラー幾何学、大域解析学、非可換微分幾何学、ゲージ理論、場の量子論、また弦理論や超対称性との関わりなど、分野横断的な研究を行った。また、リスク理論を中心に、確率論、数値解析などについて ETHZ との相互派遣や共同研究を推進し、トリエステ大学とは非可換幾何学に関する共同研究を進めた。力学系、エルゴード理論についてもベルギーなどと連携体制を更に強化することができた。さらに今年度は、スイス拠点、イタリア拠点のコーディネーターの来日および日本コーディネーター・栗原の米国訪問により、研究活動の詳細について直接打合せを行ったことにより、今後の連携体制の更なる強化を図ることができた。 |

7-2 セミナー

| | |
|-----------------|---|
| 整理番号 | S-1 |
| セミナー名 | (和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「宇宙際タイヒミュラー理論サミット2016」 (英文) JSPS Core-to-Core Program “IUT Summit” |
| 開催期間 | 平成28年7月18日～平成28年7月27日(10日間) |
| 開催地(国名、都市名、会場名) | (和文) 日本、京都、京都大学数理解析研究所 (英文) Japan, Kyoto, Research Institute for Mathematical Sciences |

| | |
|--|--|
| 日本側開催責任者 氏名・所属・職 | (和文) 栗原将人・慶應義塾大学・教授 田口雄一郎・東京工業大学・教授 |
| | (英文) Masato KURIHARA, Keio University Professor Yuichiro TAGUCHI, Tokyo Institute of Technology., professor |
| 相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催の場合) | (英文) |

参加者数

| 派遣先 派遣元 | | セミナー開催国 (日本) | |
|----------------|----|-----------------|----|
| | | A. | B. |
| 日本 〈人／人日〉 | A. | 8 / 60 | |
| | B. | 40 | |
| イギリス 〈人／人日〉 | A. | 2 / 20 | |
| | B. | 5 | |
| アメリカ 〈人／人日〉 | A. | 1 / 10 | |
| | B. | 4 | |
| ドイツ 〈人／人日〉 | A. | 1 / 10 | |
| | B. | 4 | |
| 合計 〈人／人日〉 | A. | 12 / 100 | |
| | B. | 53 | |

A. 本事業参加者 (参加研究者リストの研究者等)

B. 一般参加者 (参加研究者リスト以外の研究者等)

※日数は、出張期間 (渡航日、帰国日を含めた期間) としてください。これによりがたい場合は、備考欄を設け、注意書きを付してください。

| | | | |
|---------------------|--|------|-----------|
| セミナー開催の目的 | 宇宙際タイヒミュラー理論は、京大の望月新一氏による極めて独創的な理論で、ABC 予想の解決というすばらしい成果が報告されているにもかかわらず、そのあまりの独創性により、ほとんど理解者がいなかった。この状況はここ 1,2 年で大きく変わってきており、世界の一流数学者および多くの若手研究者達がこの理論の勉強を始め、この理論に関する研究集会が世界でいくつか行われた。この新しい展開を踏まえて、京都大学数理解析において、世界から多くの研究者を集め、望月氏本人も参加して、この理論のさまざまな検証、発展について徹底的に議論した。 | | |
| セミナーの成果 | 宇宙際タイヒミュラー理論は、京大の望月新一氏による極めて独創的な理論であり、その望月氏本人が講演を行うということもあって、世界各国から非常に多くの研究者が参加し、活発な議論が行われた。abc 予想の証明に限らず、宇宙際タイヒミュラー理論をさまざまな角度からとらえ、ディオファントス幾何やモデル理論などの既存の理論との比較を行った。さまざまな分野の研究者が参加し、特に若手研究者が多数参加して、この理論の特徴を勉強できたことは、大きな成果であった。 | | |
| セミナーの運営組織 | <ul style="list-style-type: none"> ・ JSPS 研究拠点形成事業 「数論と幾何学を核とする数理科学国際連携研究拠点形成」(栗原 将人) ・ RIMS (京都大学数理解析研究所) ・ EPSRC programme grant | | |
| 開催経費 分担内容 と金額 | 日本側 | 内容 | 金額 |
| | | 国内旅費 | 784,500 円 |
| | (イギリス) 側 | 内容 | 金額 |
| | | 旅費 | 600,000 円 |
| | (アメリカ) 側 | 内容 | 金額 |
| | | 旅費 | 300,000 円 |
| | (ドイツ) 側 | 内容 | 金額 |
| | | 旅費 | 350,000 円 |

| | |
|--|--|
| 整理番号 | S-2 |
| セミナー名 | (和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「ボストン慶應サマールークショップ」 |
| | (英文) JSPS Core-to-Core Program “Boston - Keio Summer Workshop |
| 開催期間 | 平成28年8月15日～平成28年8月20日(6日間) |
| 開催地(国名、都市名、会場名) | (和文) 米国、ボストン、ボストン大学 |
| | (英文) U.S.A., Boston, Boston University |
| 日本側開催責任者 氏名・所属・職 | (和文) 南 美穂子・慶應義塾大学・教授 |
| | (英文) Mihoko MINAMI, Keio University, Professor |
| 相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催の場合) | (英文) Ting ZHANG, Boston University, Assistant Professor Konstantinos SPILIOPOULOS, Boston University, Assistant Professor |

参加者数

| 派遣先 派遣元 | セミナー開催国 (アメリカ) | |
|----------------|-------------------|----|
| | A. | B. |
| 日本 〈人/人日〉 | 19/ 104 | |
| | | |
| アメリカ 〈人/人日〉 | 5/ 30 | |
| | 15 | |
| 合計 〈人/人日〉 | 24/ 134 | |
| | 15 | |
| | | |
| | | |

A. 本事業参加者(参加研究者リストの研究者等)

B. 一般参加者(参加研究者リスト以外の研究者等)

※日数は、出張期間(渡航日、帰国日を含めた期間)としてください。これによりがたい場合は、備考欄を設け、注意書きを付してください。

| | | | |
|--------------------|--|--|---|
| <p>セミナー開催の目的</p> | <p>本拠点とボストン大学を中心とした日米の研究者および学生の参加によるセミナーであり、毎年テーマを変えて、夏にボストン大学で行われているものである。28年度は、確率論と統計学をテーマとして行った。慶應義塾大学の教授、ボストン大学の教授による集中講義を行うと同時に、若手教員や大学院生による自身の研究成果に関する発表も行った。本セミナーの開催は、確率論と統計科学の最新の成果や情報を得ることが最大の目的であるが、同時に大学院生や若手研究者に国際的な育成の場を与えることも大きな目標のひとつである。</p> | | |
| <p>セミナーの成果</p> | <p>統計学・確率論分野の最新の成果報告や研究交流を通して、幾何学的・大域解析学的な手法の統計学あるいは確率論への応用に関する研究が進展した。多くの大学院生や若手研究者達が、確率論と統計学に関するさまざまな最新の成果についての発表に参加し、知識を得ることができた。また本セミナーは、自身の研究成果を発信し、海外の研究者らと活発に議論や討論を行うことができる貴重な機会にもなった。国際的感覚の習得には欠かせない体験の場を提供することができた。</p> | | |
| <p>セミナーの運営組織</p> | <p>組織委員 日本側：南美穂子(慶應義塾大学) 白石博(慶應義塾大学) 米国側：Ting ZHANG(Boston University) Konstantinos SPILIOPOULOS(Boston University)</p> | | |
| <p>開催経費分担内容と金額</p> | <p>日本側</p> | <p>内容 外国旅費 消費税</p> | <p>金額 4,499,650 円 338,492 円</p> |
| | <p>(アメリカ)側</p> | <p>内容 国内旅費</p> | <p>450,000 円</p> |

| | |
|--------------|--|
| <p>整理番号</p> | <p>S-3</p> |
| <p>セミナー名</p> | <p>(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「日英ウィンタースクール — “特異点、対称性と部分多様体”」</p> |

| | |
|--|---|
| セミナー開催の目的 | 本年度はシンプレクティック幾何学をテーマとしたセミナーを行った。シンプレクティック幾何学は、大域解析学の一分野でもあり、可積分系・非可換幾何学・代数幾何学などとも深い繋がりがある。そのため関連する分野も、解析や幾何など、多岐にわたる。本セミナーでは、多様な研究分野の研究者の参加および、関連する専門家の講義や研究成果発表、また学生によるプレゼンテーションを軸とした研究討議を行った。 |
| | (英文) JSPS Core-to-Core Program “UK-Japan Winter school on Singularities, symmetries and submanifolds “ |
| 開催期間 | 平成29年1月4日 ～ 平成29年1月7日 (4日間) |
| 開催地(国名、都市名、会場名) | (和文) 英国、ロンドン、ユニバーシティ・カレッジ・ロンドン |
| | (英文) UK, London, University College of London |
| 日本側開催責任者 氏名・所属・職 | (和文) 前田 吉昭・慶應義塾大学理工学部・名誉教授 |
| | (英文) Yoshiaki MAEDA, Keio University, Emeritus Professor |
| 相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催の場合) | (英文) Jonny EVANS, University College of London, Associate Professor |

参加者数

| 派遣先 派遣元 | | セミナー開催国 (イギリス) | |
|----------------|----|-------------------|----|
| | | A. | B. |
| 日本 〈人／人日〉 | A. | 6 / 55 | |
| | B. | 13 | |
| イギリス 〈人／人日〉 | A. | 8 / 36 | |
| | B. | 15 | |
| 合計 〈人／人日〉 | A. | 14 / 91 | |
| | B. | 28 | |
| | | | |
| | | | |

A. 本事業参加者(参加研究者リストの研究者等)

B. 一般参加者(参加研究者リスト以外の研究者等)

※日数は、出張期間(渡航日、帰国日を含めた期間)としてください。これによりがたい場合は、備考欄を設け、注意書きを付してください。

| | | | |
|-------------|--|-------------------|-------------------------------|
| セミナーの成果 | 本拠点だけでなく他機関の、幾何学、代数幾何学、可積分系など多様な研究分野の研究者も参加し、分野横断的な研究討論や最新の情報交換が行われた。シンプレクティック幾何学全般、接触幾何学、代数幾何学、ケーラー幾何学、大域解析学、非可換微分幾何学、ゲージ理論、場の量子論の研究を推し進めるとともに、日英の拠点の連携を強化することもできた。 | | |
| セミナーの運営組織 | 組織委員 日本側： 前田 吉昭（慶應義塾大学） Martin GUEST（早稲田大学） 英国側： Jonny EVANS（University College of London） Tudor RATIU（EPFL, Lausanne） | | |
| 開催経費分担内容と金額 | 日本側 | 内容 外国旅費 消費税 | 金額 1,467,940 円 89,640 円 |
| | （イギリス）側 | 内容 会場費 | 50,000 円 |

7-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

共同研究、セミナー以外でどのような交流（日本国内の交流を含む）を行ったか記入してください。

| 日数 | 派遣研究者 | | 訪問先・内容 | | 派遣先 |
|------|-------|---------------------------|----------------------|-----------------|-----|
| | | 氏名・所属・職名 | 氏名・所属・職名 | 内容 | |
| 5 日間 | 1-149 | 萩原啓・慶應義塾大学理工学研究科・准訪問研究員 | RIMS研究集会・京都大学数理解析研究所 | 数論に関する情報交換・研究交流 | 日本 |
| 6 日間 | 1-149 | 大槻 玲・慶應義塾大学理工学研究科・訪問研究員 | RIMS研究集会・京都大学数理解析研究所 | 数論に関する情報交換・研究交流 | 日本 |
| 3 日間 | 1-38 | 村上和明・慶應義塾大学理工学研究科・訪問研究員 | RIMS研究集会・京都大学数理解析研究所 | 数論に関する情報交換・研究交流 | 日本 |
| 6 日間 | 1-39 | 北島孝浩・慶應義塾大学理工学研究科・博士3年 | RIMS研究集会・京都大学数理解析研究所 | 数論に関する情報交換・研究交流 | 日本 |
| 6 日間 | 1-49 | 小野雅隆・慶應義塾大学理工学研究科・博士3年 | RIMS研究集会・京都大学数理解析研究所 | 数論に関する情報交換・研究交流 | 日本 |
| 6 日間 | 1-130 | 熱田真大・慶應義塾大学理工学研究科・博士1年 | RIMS研究集会・京都大学数理解析研究所 | 数論に関する情報交換・研究交流 | 日本 |
| 4 日間 | 1-142 | 松村英樹・慶應義塾大学理工学研究科・修士2年 | RIMS研究集会・京都大学数理解析研究所 | 数論に関する情報交換・研究交流 | 日本 |
| 6 日間 | 1-162 | 清水洋介・慶應義塾大学理工学研究科・修士1年 | RIMS研究集会・京都大学数理解析研究所 | 数論に関する情報交換・研究交流 | 日本 |
| 5 日間 | 1-161 | 吉村泰介・慶應義塾大学理工学研究科・修士1年 | RIMS研究集会・京都大学数理解析研究所 | 数論に関する情報交換・研究交流 | 日本 |
| 3 日間 | 1-147 | 太田和惟・慶應義塾大学理工学研究科・特任助教 | RIMS研究集会・京都大学数理解析研究所 | 数論に関する情報交換・研究交流 | 日本 |
| 2 日間 | 1-147 | 山下志士也・慶應義塾大学理工学研究科・准訪問研究員 | RIMS研究集会・京都大学数理解析研究所 | 数論に関する情報交換・研究交流 | 日本 |

7-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

中間評価において、若手研究者と大学院生に国際的発表の場を多く提供したことが高く評価されていたので、今年度も継続して多くの国際交流の機会を提供した。具体的には、例年行っている Boston-Keio サマースクールおよび UK-Japan ウィンタースクールが高く評価されていたので、今年度もほぼ全員の若手研究者と大学院生にポスター発表もしくは口頭発表を行わせた。そして、評価いただいた国際研究集会後の反省会・討論会についても引き続き実施した。参加者らが自らの体験を検証し、問題点や課題、新たな目標などを明確化することができる有意義な機会となった。このような機会を通して、課題の一つとなっているプレゼンテーションスキルの向上にも繋げていきたいと考えている。また、高く評価して頂いた研究活動、特に数論関係の活動をより活発化させ、来年度も大きな国際研究集会を予定している。

8. 平成28年度研究交流実績総人数・人日数

8-1 相手国との交流実績

| 派遣先 派遣先 | 1 | 2 | 3 | 4 | 計 | 日本 | 英国 | 米国 | デンマーク | イタリア | ベルギー | スイス | オーストラリア | ドイツ | 韓国 | カナダ (米国側参加研究者) | フランス (第3国) | スペイン (第3国) | 合計 | |
|-------------------|---|---|---|---|---|-----|-----|-----|-------|------|------|-----|---------|-----|-----|-------------------|---------------|---------------|-----|-----|
| 日本 | 1 | 2 | 3 | 4 | 計 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| 英国 | 1 | 2 | 3 | 4 | 計 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| 米国 | 1 | 2 | 3 | 4 | 計 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| デンマーク | 1 | 2 | 3 | 4 | 計 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| イタリア | 1 | 2 | 3 | 4 | 計 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| ベルギー | 1 | 2 | 3 | 4 | 計 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| スイス | 1 | 2 | 3 | 4 | 計 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| オーストラリア | 1 | 2 | 3 | 4 | 計 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| ドイツ | 1 | 2 | 3 | 4 | 計 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| 韓国 | 1 | 2 | 3 | 4 | 計 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| カナダ (米国側参加研究者) | 1 | 2 | 3 | 4 | 計 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| フランス (第3国) | 1 | 2 | 3 | 4 | 計 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| スペイン (第3国) | 1 | 2 | 3 | 4 | 計 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| 合計 | 1 | 2 | 3 | 4 | 計 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流した人数・人日数を記載してください

い。(なお、記入の仕方の詳細については「記入上の注意」を参考にしてください。)

※相手国側マッチングファンドなど、本事業経費によらない交流についても、カッコ書きで記入してください。

8-2 国内での交流実績

| 1 | 2 | 3 | 4 | 合計 |
|----------|----------|-----------|----------|----------------|
| 4/15 () | 8/60 () | 14/63 () | 8/31 () | 34/169 (0/0) |

9. 平成28年度経費使用総額

(単位 円)

| | 経費内訳 | 金額 | 備考 |
|---------|---------------------------|------------|----|
| 研究交流経費 | 国内旅費 | 2,985,062 | |
| | 外国旅費 | 10,252,204 | |
| | 謝金 | 110,257 | |
| | 備品・消耗品 購入費 | 4,146 | |
| | その他の経費 | 89,596 | |
| | 不課税取引・ 非課税取引に 係る消費税 | 778,735 | |
| | 計 | 14,220,000 | |
| 業務委託手数料 | | 1,422,000 | |
| 合 計 | | 15,642,000 | |

10. 平成27-28年度相手国マッチングファンド使用額

| 相手国名 | 平成27-28年度使用額 | |
|---|---------------|---------------|
| | 現地通貨額[現地通貨単位] | 日本円換算額 |
| the United Kingdom (University of Warwick) | 7,000 [GBP] | 1,000,000 円相当 |
| the United Kingdom (King's College London) | 2,100 [GBP] | 300,000 円相当 |

| | | |
|------------------------------|--------------|---------------|
| the United States of America | 11,000 [USD] | 1,200,000 円相当 |
| Denmark | 570 [EUR] | 70,000 円相当 |
| Italy | 2,500 [EUR] | 300,000 円相当 |
| Belgium | 400 [EUR] | 50,000 円相当 |
| Switzerland | 1,400 [CHF] | 150,000 円相当 |
| Australia | 590 [AUD] | 50,000 円相当 |
| Germany | 6,000 [EUR] | 700,000 円相当 |
| Korea | 4,700 [KRW] | 450,000 円相当 |

※交流実施期間中に、相手国が本事業のために使用したマッチングファンドの金額について、現地通貨での金額、及び日本円換算額を記入してください。