

先端研究拠点事業（国際戦略型）の事後評価結果

|                            |   |
|----------------------------|---|
| 領域・分野                      | 数物系科学・数学（代数学）                                       |
| 拠点機関名                      | 広島大学  |
| 研究交流課題名                    | 数論幾何・モチーフ理論・ガロア理論の新展開と、その社会的実用                      |
| 採用期間                       | 平成18年4月1日～平成22年3月31日                                |
| 日本側コーディネーター（職・氏名）          | 教授・松本眞  |
| 交流相手国<br>（国・拠点機関・コーディネーター） | アメリカ・デューク大学<br>(Professor・Richard Hain)             |
|                            | イタリア・パドバ大学<br>(Professor・Bruno Chiarellotto)        |
|                            | フランス・パリ11大学 Orsay<br>(Professor・Jean-Marc Fontaine) |
|                            | カナダ・モントリオール大学<br>(Professor・Pierre L'Ecuyer)        |

1. これまでの交流を通じて得られた成果

当該研究交流課題を実施したことによる国際学術交流拠点の形成、成果の学術的価値、若手人材育成への貢献等につき、どの程度成果があったかへの評価。

|  |
|--|
| <b>評 価</b>   |
| <input type="checkbox"/> 十分成果があった。<br><input checked="" type="checkbox"/> 概ね成果があった<br><input type="checkbox"/> ある程度成果があった。<br><input type="checkbox"/> ほとんど成果が見られなかった。   |
| <b>コメント</b>  |
| <p>本事業の成果は、数論幾何・モチーフ理論・疑似乱数と多様な分野に及び、疑似乱数発生アルゴリズム、暗号などの数学の実社会への応用、また、数多い純粋数学の分野の中でも特に「純粋度」の高い数論幾何という一見すると、数学全体でも極端に離れた分野に関する国際的な研究拠点の形成を目指した挑戦的なものである。こうした目標設定のもとで然るべき成果をあげるのは難しいように思われるが、本課題においては、すべての分野で共同研究などの交流成果を多数含み、目的志向の研究交流が効果的に行われ、コーディネーターの幅広い学識・人脈により設定した目標を達成していると思われる。このような多岐にわたる成果は、すべてを一貫して展望する観点あつての達成であり、それ故に、独創性の基軸がぶれることなく、各分野での発展をもたらしたと思われる。</p> <p>「応用部門」では、単に研究成果を発表するだけでなく、その成果は実装し広島大学のホームページにて配布されており、ダウンロードの件数が4万件を超えているというのは、その注目度・社会貢献度を示す一つの指標であろう。また、新型CPUに対応した疑似乱数生成プログラムは、社会貢献として特筆に値する。</p> <p>「純粋数学部門」では、国際的な研究集会・セミナーを数多く開催し、研究者間の国際交流ネットワークが形成されている。こうしたネットワークの形成は数学研究に不可欠であり、情報集約・国際交流・人材育成面の成果も大きいと思われる。</p> <p>さらに、研究費の多くは日本の若手研究者の海外での研究集会参加に使用されている。これは若手の人材育成に役立っていると考えられ、日本人と外国人の共同研究による研究論文も数多く得られている。若手の人材育成について、日本人若手研究者が海外で学ぶだけでなく、外国人若手研究者が本事業によって学ぶ対等な関係で進んでいることは特に評価できる。また、当該分野の若手研究者が研究職を得たことは、本事業の社会貢献というよりはむしろ、本事業が取り組んだ研究テーマに対する社会的なニーズが高まっている証左とみるべきである。</p> <p>このような状況下においてコーディネーターの異動による最終年度辞退は、本課題にとって残念であり、この交流課題をどのように仕上げる予定であったのかが不明となった感がある。</p> |

2. 事業の実施状況

事業の戦略性、拠点形成に向けた実施体制への評価。

|   |
|---|
| <b>評 価</b>  |
| <input type="checkbox"/> 非常に効果的に実施された。<br><input checked="" type="checkbox"/> 概ね効果的に実施された。<br><input type="checkbox"/> ある程度効果的に実施された。<br><input type="checkbox"/> 効果的に実施されたとは言えない。  |
| <b>コメント</b>   |
| <p>数学、とりわけ純粋数学の国際拠点として、本事業では、その戦略を「テーマを絞り込む」ことで目標を達成している。広島大学を拠点とするにあたってコーディネーターが意識した戦略、研究テーマにおける独創性の重視、及び分野ごとに目的を絞った連携先と方法を選んで行った研究交流は、極めて有効に働き、同大学を当該テーマの研究センターたらしめ、大学を最先端の研究機関にするためのひとつの解であるといつて良い。</p> <p>さらに、絞り込んだテーマについて、国内外を問わず国際的に高いレベルにある研究機関と連携し、国際研究集会・セミナーを開催し、多くの研究者を派遣している。フランス、イタリア、カナダ等で開かれた多くの研究集会に共催とし参加し、日本の研究者の研究成果を世界に示すことができたと考えられる。国内でも東京大学の研究者等と連携して、広島整数論集会等で若手の研究者を数多く集めて活発に研究を行ったことがわかる。機関どうしというよりは、人と人の多層的な交流を焦点にしたことも、生産性や持続性の点から評価できる。専門的な共同研究から、若手育成の教育的なものまで、交流の質と分野のバランスを取って、幅広い交流が実現されている。こうした戦略・計画のもと、次に述べるような成果があがっている。</p> <p>まず、本ネットワークは広島大学を拠点にして、内外の協力機関を対等に結びつけており、結果として当該分野における日本のプレゼンスを高めることに成功している。次に、拠点機関である広島大学で編集している「Hiroshima Mathematical Journal」の充実、拠点機関のプレゼンスを高めている。そして、拠点を形成すると同時にこれらを受け継ぐ次世代の研究者育成も不可欠であるが、本事業に参加した大学院学生等がその後、研究者としての道を歩んでおり、この点での事業の計画性の高さも示している。人的な面でも経費の面でも協力機関等と十分な連携がなされていたものと考えられる。</p> <p>応用面の課題では、実用乱数アルゴリズムの理論的研究及びその実装について世界レベルの研究拠点の形成に成功している。本課題の実施下において、理論面の研究発表のみならず、ホームページでコードを公開・配布、及び産業界との連携が着々となされていった状況が伺える。「数学はいつどんな形でつかわれるかわからない」という言葉の証左となる拠点形成が計画的に行われている。</p> <p>事務の支援体制としては、海外の協力機関との連携において不可欠な語学に堪能な支援者の措置も含め、国内の連携機関とも常に緊密な連絡体制が敷かれ、運営体制・実施体制は適切であったと考える。</p> |

3. 今後の展望

今後も、複数の学術先進諸国との間で、我が国における先端研究交流拠点として、学術国際交流の発展に継続的な活動が期待できるかどうか、拠点としての代表性への評価。

|   |
|---|
| <b>評 価</b>  |
| <input type="checkbox"/> 大いに期待できる。<br><input checked="" type="checkbox"/> 概ね期待できる。<br><input type="checkbox"/> 一層の努力が必要である。<br><input type="checkbox"/> 期待できない。   |
| <b>コメント</b>   |
| <p>数学の研究における一般的特色として、大掛かりな実験装置を必要とすることが少なく、その結果として、「研究拠点」は研究者の交流が如何に活発であるかということや、専門誌の編集・発行を行っているかということで形成される。本事業でも、開発したアルゴリズムの実装・実験やこれらの成果の発信のための設備が必要となるものの、他の自然科学、例えば、物理学や化学に比べるとその規模はかなり異なる。こうした数学研究の特色を考慮した場合、「研究拠点」も少し異なった観点から捉える必要があり、「研究拠点」＝「実験設備の充実した研究所というハコモノ」という見方は適切ではない。むしろ、上で述べたように、研究者交流を活発にするネットワークを「拠点」と見るべきであろう。</p> <p>本事業で形成されたネットワークは、共同研究や双方向の招聘・派遣が海外との対等な関係を示しており、本事業で取り組んだテーマ（疑似乱数発生アルゴリズム等の実用数学及び数論幾何学）に関する日本の「拠点ネットワーク」となっている。</p> <p>また、研究成果の発表の場として質の高い専門誌の編集・発行を維持することは大切である。広島大学数学教室の発行している「Hiroshima Mathematical Journal」では、本事業のテーマに関する論文の投稿が増えたという報告がある。これは、上記ネットワークが一つの拠点としてみなされていることを示している。</p> <p>このような特質は一旦形成されると持続性が高いものである。さらなる学問的発展を目指して研究交流を続けることに相手国側も意欲的であるという報告から、本事業によって築かれた交流基盤は存続し、活動の持続が期待される。また、多くの若手研究者が海外に派遣され人的交流が深まっているので、これからも継続的な交流が期待できる。さらに、これらの成果は拠点機関の広島大学からも評価され、「理事裁量経費」からの援助も決定しているとあり、コーディネーターの拠点機関からの転出によって拠点としての意義が損なわれはしないかという懸念はあるものの、ある程度継続的に「拠点」は維持できると思われる。しかしながら、今後、人的な流動性も視野に入れた戦略を取り入れて、求心力を保つことが求められる。</p> |

4. 総合的評価（書面評価）

|   |
|---|
| <b>評 価</b>  |
| <input type="checkbox"/> 当初の目標は想定以上に達成された。<br><input checked="" type="checkbox"/> 当初の目標は想定どおり達成された。<br><input type="checkbox"/> 当初の目標はある程度達成された。<br><input type="checkbox"/> 当初の目標はほとんど達成されなかった。  |
| <b>コメント</b>   |
| <p>本事業の成果は、数論幾何・モチーフ理論・疑似乱数と多様な分野に及ぶが、研究交流の成果をあげるための、目的志向の人選も成功の秘訣であろう。しかし、どのように優秀な人材が集まっても、方向性がなくては、交流による学問の発展はなく、これらすべてを一貫して展望する観点あつての達成であると思われる。</p> <p>本事業の主要なテーマである疑似乱数発生アルゴリズム、暗号などの数学の実社会への応用、及び数多い純粋数学の分野の中でも特に「純粋度」の高い数論幾何に関し、国際学術交流の拠点形成は次に述べるような多くの成果をあげ、達成されている。</p> <p>まず、研究成果を論文等で発表するだけでなく、実装したものをホームページにおいて公開しており、そのダウンロード数は数万件に達している。さらに、産業界と連携した研究もスタートし、コーディネーターの異動後もこれらの研究は進んでいる。また、著名な雑誌にその成果を発表し、本事業に参加した大学院学生が、その後、様々な形でポジションを取得し研究者としての道を歩んでいる。そして、対等な相互の国際・国内にわたる研究者のネットワークが形成された。数学は普通という直接的な社会貢献は難しい面もあるが、整数論は計算機技術への応用もあり、この研究でも成果をあげているようである。このように、全体としては大きな成果をあげているものと思われる。</p> <p>本事業の実施は、数学の研究交流基盤の構築・運営・維持についての課題も明らかにした。数学の場合、研究交流拠点の意味するところは、他分野と事情が違う。実験装置を要しないために、研究は機関ではなく人に固着し、研究交流も実質的には機関どうしというより、人的交流となる。しかし、一方で、直接話を聴いたりすることによって最先端の研究を理解して研究が進む以上、拠点機関の必要は明らかである。さらに、ひとたび拠点機関となっても、人的移動の多い状況で、その機関ならではの独自性を維持しながら活動的であり続けるための道は自明ではない。コーディネーターの異動により最終年度は辞退せざるを得ないという結果になったのは残念であり、高い評価をすることは困難な面もあるが、コーディネーターがこれらの課題を認識したうえで、あるべき形の模索を続けながら本事業は行われた。</p> |