

【1. 日本側拠点機関名】

国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学

【2. 日本側協力機関名】

国立大学法人京都大学

【3. 研究課題名】

数理論理学とその応用の国際研究拠点形成

【4. 研究分野】

数理論理学とその応用。多くの理論研究がそうであるように、数理論理学は数学や哲学の基礎理論であるのみでなく、ソフトウェア科学・人工知能・データ科学・暗号などの応用分野での研究指針を与える分野である。

【5. 実施期間】

平成 27 年 4 月～令和 3 年 3 月 6 年間

【6. 交流相手国との中核的な国際研究交流拠点形成】

北陸先端科学技術大学院大学は構成的数学、ソフトウェア検証、知識・信念の論理分野の世界的研究拠点であり、EU 第 7 次研究枠組み計画 (FP7) Marie Curie Actions のプロジェクト CONSTRUMATH・COMPUTAL・CORCON、および EU Horizon 2020 Marie Sklodowska-Curie Actions のプロジェクト CID における日本の拠点



機関である。その中で、構成的数学に基づく証明解析手法、項書換え系における新手法、実数値充足問題の新アルゴリズム、様相論理を用いた人工知能へのアプローチなどで革新的成果を残してきた。

本研究課題では EU プロジェクトの主要な拠点機関 (英国・リーズ大学、スウェーデン・ストックホルム大学、ドイツ・ルートヴィヒ・マクシミリアン大学ミュンヘン、イタリア・パドヴァ大学) とこの研究基盤をさらに発展させ、EU プロジェクトと両輪をなし世界を牽引する中核的な国際研究交流拠点を形成した。また、平成 30 年度から、領域横断研究に強みを持つフランス・ロレーヌ大学を拠点機関に加え、分野横断的な国際共同研究を創出し進展させた。



【7. 次世代の中核を担う若手研究者の育成】

日本側若手研究者・大学院生を相手国拠点機関・協力機関・協力研究者へ 2 週間～10 ヶ月派遣し世界水準の研究を体験させた。受入相手国参加研究者によるセミナーを JAIST Logic Seminar Series として集中講義、セミナーあるいはミニ・ワークショップの形で開催し、若手研究者・大学院生に対する研究への導入を行った。6 年間で集中講義 1 回、セミナー 16 回、ミニ・ワークショップ 1 回を開催した。また、ドイツで開催されたオースタム・スクール Proof and Computation 2017 および 2018 を本事業の連携スクールと位置づけ、若手研究者・大学院生を派遣し研究への

俯瞰力を養成した。特筆すべきは、長期にイタリア側拠点機関へ派遣していた日本側ポスドクが、Marie Curie actions-イタリア国立高等数学研究所のポスドクとして採用された。また、以下に述べるハウズドルフ数学研究所のプログラムに全期間派遣した日本側大学院生 1 名が、イタリア側参加研究者の指導の下で副テーマ研究を HIM において実施し、その成果を論文として一流国際学術雑誌に出版した。同大学院生 (令和 3 年 3 月学位取得) は、ドイツの大学や研究機関で研究・研鑽をつむことを目的としたドイツ学術交流会 (DAAD) の研究奨学生に採用された。さらに、日本側若手研究者が、ドイツの大学や研究機関で 5 年以上継続の研究グループを形成することを目的としたアレクサンダー・フォン・フンボルト財団 ソフィア・コヴァレフスカヤ賞を受賞した。

【8. 研究の背景・目的等】

広い意味での数理論理学 (証明論と構成的数学・計算可能性と再帰理論・代数的論理・非古典論理・公理的集合論・モデル理論など) とその応用分野にまたがる問題解決・先端研究を創出する国際研究交流拠点の形成を目的とした。数理論理学は数学・計算機科学を原理的に解明しその深淵に光を当てる一方、実社会における様々なシステムの正しさを理論的に保証し電子社会の急速な発展の基盤を担っている。また、若手研究者が多様な熟練研究者との議論を通して研究をリードできる環境を整え、領域横断的に研究を国際的に牽引する次世代リーダーの育成を目的とした。

【9. 成果・今後の抱負等】

EU プロジェクトのワーク・パッケージと連携し、証明論と構成的数学、自動定理証明とソフトウェア検証、連続構造の計算可能性、知識と信念の論理に焦点を絞り研究を強力に推進し、6 年間で計 9 回のセミナー・ワークショップを日本・欧州で開催した。特に、EU 側参加研究者と日本側コーディネーターが協働して申請・採択された、ボン大学ハウズドルフ数学研究所 (HIM) の Trimester Program, Types, Sets and Constructions (平成 30 年 5 月 2 日~8 月 24 日) を本事業の連携プログラムとして位置付けた。当該プログラムには EU 側参加研究者の多くが参加し、HIM における対面の共同研究の他、1 つのサマー・スクール、3 つのワークショップを開催した。HIM における集中した対面の緊密な共同研究は、顕著な研究成果を創出するとともに国際研究ネットワークの強化・拡大につながった。これら



相手国側拠点機関との研究協力体制を背景に、日本側・英国側・ドイツ側コーディネーターに Douglas Bridges (カンタベリー大学・名誉教授) を加えた 4 名を編者とし、日本側・相手国側参加研究者 13 名を含む著者による、本研究課題の成果を含む「Handbook of Constructive Mathematics」を出版することで Cambridge University Press と契約した (2021 年刊行予定)。これにより、今後の研究協力体制の強化・維持が期待でき、当該分野における研究への大きな波及効果が期待できる。

