

研究拠点形成事業 平成 29 年度 実施計画書

A. 先端拠点形成型

1. 拠点機関

日本側拠点機関：	北陸先端科学技術大学院大学
(英国) 拠点機関：	リーズ大学
(スウェーデン) 拠点機関：	ストックホルム大学
(ドイツ) 拠点機 関：	ルートヴィヒ・マクシミリアン大学ミュンヘン
(イタリア) 拠点 機関：	パドヴァ大学

2. 研究交流課題名

(和文)： 数理論理学とその応用の国際研究拠点形成
(交流分野： 情報学基礎)

(英文)： Foundation of a Global Core Research Center for Mathematical Logic and its Application

(交流分野： Fundamental Informatics)

研究交流課題に係るホームページ：<http://www.jaist.ac.jp/logic/core2core>

3. 採用期間

平成 27 年 4 月 1 日 ～ 平成 32 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：北陸先端科学技術大学院大学

実施組織代表者 (所属部局・職・氏名)：学長・浅野 哲夫

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：先端科学技術研究科・教授・石原 哉

協力機関：京都大学

事務組織：北陸先端科学技術大学院大学

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 Leeds

(和文) リーズ大学
コーディネーター (所属部局・職・氏名) : (英文) School of Mathematics・Professor・
Michael RATHJEN
協力機関 : (英文) Swansea University
(和文) スワンジー大学
協力機関 : (英文) University of Strathclyde
(和文) ストラスクライド大学
協力機関 : (英文) University of Cambridge
(和文) ケンブリッジ大学
経費負担区分 (A型) : パターン1

(2) 国名 : スウェーデン
拠点機関 : (英文) Stockholm University
(和文) ストックホルム大学
コーディネーター (所属部局・職・氏名) : (英文) Department of Mathematics・Professor・
Erik PALMGREN
協力機関 : (英文) University of Gothenburg
(和文) イェテボリ大学
経費負担区分 (A型) : パターン1

(3) 国名 : ドイツ
拠点機関 : (英文) Ludwig-Maximilians-University Munich
(和文) ルートヴィヒ・マクシミリアン大学ミュンヘン
コーディネーター (所属部局・職・氏名) : (英文) Department of Mathematics・Professor・
Helmut SCHWICHTENBERG
協力機関 : (英文) University of Siegen
(和文) ジーゲン大学
協力機関 : (英文) Technical University of Darmstadt
(和文) ダルムシュタット工科大学
協力機関 : (英文) Bundeswehr University Munich
(和文) ミュンヘン連邦軍大学
協力機関 : (英文) University of Trier
(和文) トリア大学
経費負担区分 (A型) : パターン1

(4) 国名 : イタリア
拠点機関 : (英文) University of Padova
(和文) パドヴァ大学
コーディネーター (所属部局・職・氏名) : (英文) Department of Mathematics・Academic
Researcher・Maria Emilia MAIETTI
協力機関 : (英文) University of Genova
(和文) ジェノヴァ大学
協力機関 : (英文) University of Insubria
(和文) インスブリア大学
協力機関 : (英文) University of Verona
(和文) ヴェローナ大学
経費負担区分 (A型) : パターン1

5. 全期間を通じた研究交流目標

本研究交流課題では、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・先端研究の創出のための国際研究交流拠点の形成と人材育成を目指す。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きた。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・信念の論理等の分野の世界的拠点をなし、EU 第7次研究枠組み計画(FP7)People プログラム国際スタッフ交流事業 (IRSES) プロジェクト CONSTRUMATH(2009-2011)、COMPUTAL(2012-2015)、CORCON(2014-2017)の一翼を担う中で、構成的数学からの証明解析手法の提唱、項書換え系における新手法の導入、実数値充足問題の新アルゴリズムの開発、様相論理を用いた人工知能へのアプローチといった革新的成果を残してきた。その背景には、2012年発足の領域横断型学内研究ユニット「数理論理学とその応用」による各分野の深い相互理解、また、計算可能性理論と証明論の融合や連続構造の計算可能性で重要拠点をなす東北大学・国立情報学研究所・京都大学との緊密な連携がある。

この中で、北陸先端科学技術大学院大学には各分野の国内外若手研究者が集い、新たな先端研究を発信する場ともなっている。本研究交流課題ではこの基盤をさらに発展させ、EU プロジェクトと両輪をなして世界を牽引する研究の発信拠点をを目指す。また、既存のプロジェクトの枠を広げ、証明からプログラムを抽出するより包括的な枠組みの構築や様々な計算概念の連続構造への拡張等を目指していく。さらに、集う優秀な若手研究者が多様なシニア研究者との議論を経て研究をリードしていける環境を整え、複数分野を股にかけ研究を国際的に牽引する次世代の拠点リーダーへの成長を促す。

6. 前年度までの研究交流活動による目標達成状況

北陸先端科学技術大学院大学は、EU 第7次研究枠組み計画 (FP7) People プログラム国際スタッフ交流事業 (IRSES) プロジェクト COMPUTAL (2012-2015)、CORCON (2014-2017) の拠点機関であり、これらのプロジェクトにより構築された国際研究ネットワークを活かし、その維持・強化・拡大を目指した。COMPUTAL の後継プロジェクトの EU Horizon 2020 Marie Skłodowska-Curie actions (RISE) プロジェクト CID (2017-2020) の申請に参加した。申請は採択され、同プロジェクトは平成29年度以降の相手国側マッチングファンドとなる。また、本研究交流課題では日本側研究者のべ10名と若手研究者のべ15名を1週間～5ヶ月間相手国に派遣し、EU 側研究者との交流により既存の国際共同研究を拡大し研究協力体制を強化した。ドイツのニーデルラタイヒのセミナーには9名（内若手研究者5名）、京都のセミナーには13名（内若手研究者・大学院学生10名）を派遣し、意見交換を通して参加研究者が新たに領域横断的な国際共同研究を立ち上げ研究協力体制を拡大し、若手研究者・大学院学生の研究への俯瞰力を養成した。また、次年度以降の共

同研究とセミナーの運営・企画について意見交換を行った。

本研究交流課題は EU プロジェクトのワークパッケージと連携し、(1) 証明論と構成的数学、(2) 自動定理証明とソフトウェア検証、(3) 連続構造の計算可能性、(4) 知識と信念の論理に焦点を絞り研究を推進した。特に、(1) では自由変数の概念を持たないラムダ計算の構築、前年度に発見された非構成的原理（弱ケーニッヒの補題の変種）と従属選択公理の関係の解明、オペレーションズ・リサーチ（特に、ミニマックス定理）の構成的な再構築、(3) では実数の Gray コード表現とその理論の構築、(4) では動的認識論理の証明論・モデル論など、において研究成果を挙げ国際共著論文等につなげた。

本研究交流課題において平成 27 年度 10 ヶ月、平成 28 年度 5 ヶ月イタリアへ派遣していた日本人ポスドクが、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、相手国参加研究者によるセミナーを JAIST Logic Seminar Series として 9 回（内 3 回分は集中講義として）開催し、若手研究者・大学院学生に対して研究交流課題への導入を行った。

本研究交流課題のホームページを充実させ、セミナーやワークショップの情報を発信する体制を整えた。本研究課題で得られた成果をプレプリント等の形でホームページ上に公開するための技術的問題点が明らかになり、解決策を調査した。

7. 平成 29 年度研究交流目標

<研究協力体制の構築>

北陸先端科学技術大学院大学は、FP7・IRSES プロジェクト CORCON (2014-2017) および Horizon 2020・RISE プロジェクト CID (2017-2020) の拠点機関であり、今までのプロジェクトにより構築された国際研究ネットワークを活かし、引き続きその維持・強化・拡大を目指す。特に、本研究交流課題の日本側研究者や若手研究者と EU 側研究者のフェイス・トゥ・フェイスの共同研究を通じたさらなる交流により既存の国際共同研究を深化させ研究協力体制を強化する。6 月にフランスのナンシーで開催される CID のプロジェクト・キックオフ・ワークショップ CCC 2017 を本事業のセミナーと位置づけ、講演・意見交換などを通して多くの参加研究者が新たな領域横断的な国際共同研究を立ち上げることを支援する。CID に参加している本研究交流課題の相手国以外の参加機関を含めた形の国際研究ネットワークの拡大を模索する。また、3 月に金沢でワークショップを開催し、国際的研究協力体制のみでなく国内での新たな共同研究を立ち上げ研究協力体制を強化・拡大する。これらのセミナーでは、次年度以降の共同研究とセミナーの運営・企画について意見交換を行う。

<学術的観点>

本研究交流課題は EU プロジェクトのワークパッケージと連携し、(1) 証明論と構成的数学、(2) 自動定理証明とソフトウェア検証、(3) 連続構造の計算可能性、(4) 知識と信念の論理に焦点を絞り引き続き研究を推進する。特に、前年度の国際研究交流により研究成果が得られた (1)、(3) および (4) の研究をさらに深化させるとともに、(1) での

新たな非構成的原理の発見と解析、古典的逆数学では捉えられなかった定理の構成的逆数学での解析における核心的な問題点を明らかにするとともに、その解決を目指す。またオペレーションズ・リサーチの構成的な再構築における問題点を明らかにする。さらに上記分野の境界的な国際共同研究の創出、およびこれらの分野の実社会や他分野への応用の可能性を探り国際共同研究の創出につなげる。

<若手研究者育成>

フランスのナンシーおよび金沢でのセミナーでは著名な研究者による招待講演を行い、若手研究者の研究への俯瞰力を養成する。金沢のワークショップの企画・立案・運営の主体を若手研究者とし、リーダーシップの育成・国際ネットワーク形成を支援する。また、相手国参加研究者によるセミナーを JAIST Logic Seminar Series として集中講義あるいはセミナーの形で開催し、引き続き若手研究者・大学院学生に対する研究交流課題への導入を行う。また、大学院学生2～5名を9月にミュンヘン近郊で開催されるオータム・スクール (Proof and Computation 2017) に派遣し、研究交流課題への導入および研究への俯瞰力を養成する。

<その他(社会貢献や独自の目的等)>

引き続き本研究交流課題のホームページで、セミナーやワークショップの情報を国内外の研究者や国民に発信する。また、本研究課題で得られた成果をプレプリント等の形でホームページ上に公開する際の技術的問題点を解決し、国内外の研究者に向けた公開の体制を整える。

8. 平成29年度研究交流計画状況

8-1 共同研究

整理番号	R-1	研究開始年度	平成27年度	研究終了年度	平成31年度
研究課題名	(和文) 数理論理学とその応用の研究 (英文) Study of Mathematical Logic and its Applications				
日本側代表者 氏名・所属・ 職	(和文) 石原 哉・北陸先端科学技術大学院大学・教授 (英文) Hajime ISHIHARA・Japan Advanced Institute of Science and Technology・Professor				
相手国側代表 者 氏名・所属・ 職	(英文) Michael RATHJEN・University of Leeds・Professor Erik PALMGREN・Stockholm University・Professor Helmut SCHWICHTENBERG・Ludwig-Maximilians-University Munich・Professor Maria Emilia MAIETTI・University of Padova・Associate Professor				

<p>29年度の 研究交流活動 計画</p>	<p>理論分野における共同研究は、いままでの研究経過・研究成果を考えると、日常的な電子メールやテレビ会議による共同研究に比べ、たとえ数週間でも同じ場所で集中して討論・意見交換を行うことにより、著しく進展し顕著な研究成果が得られる。EU プロジェクトのワークパッケージと連携し、(1) 証明論と構成的数学、(2) 自動定理証明とソフトウェア検証、(3) 連続構造の計算可能性、(4) 知識と信念の論理を中心にフェイス・トゥ・フェイスの共同研究をメールやテレビ会議を併用しながら引き続き推進する。特に、前年度のフェイス・トゥ・フェイスの国際研究交流により研究成果が得られた(1)、(3)および(4)の研究をさらに深化させる。特に、新たな非構成的原理の発見と解析、古典的逆数学では捉えられなかった定理の構成的逆数学での解析における核心的な問題点を明らかにするとともに、その解決を目指す。また、セミナーなどにおける日本側参加研究者や若手研究者とEU側参加研究者の双方向の交流を通して、項書換えや定理証明支援系の分野などで新たな国際共同研究の立上げを行う。CIDのプロジェクト・キックオフ・ワークショップでは本研究交流課題の相手国以外の研究者と今後の交流の可能性について意見交換を行う。相手国参加研究者によるセミナーをJAIST Logic Seminar Seriesとして集中講義あるいはセミナーの形で開催する。大学院学生2～5名を9月にミュンヘン近郊で開催されるオータム・スクール(Proof and Computation 2017)に派遣する。</p>
<p>29年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果</p>	<p>既存の国際共同研究の進展のみならず、CIDの参加研究者との交流により国際研究ネットワークのさらなる強化・拡大につながる。新分野・領域横断分野での新たな国際共同研究の創出が期待できる。特に、多くの若手研究者をセミナーに派遣するとともに、長期に共同研究に参加させることにより、若手研究者が参加する国際共同研究を深化・発展させることができる。また、前年度に引き続き上記(1)、(3)および(4)の国際研究交流がさらに深化し、研究成果が国際共著論文の形につながる。項書換えや定理証明支援系などの新たな分野で国際共同研究が立ち上がる。相手国参加研究者による集中講義・セミナーを通して、若手研究者・大学院学生に対する研究交流課題への導入が期待できる。大学院学生をオータム・スクールに派遣することにより、研究交流課題への導入および研究への俯瞰力の養成が期待できる。さらに、若手研究者・大学院学生を相手国研究機関へ1ヶ月以上派遣することにより、これらの分野で共同研究に参加あるいは研究指導を受け、次世代をリードする研究者の育成につながる。</p>

8-2 セミナー

整理番号	S-1
セミナー名	(和文) 連続性、計算可能性、構成性：論理からアルゴリズムへ (英文) Continuity, Computability, Constructivity: From Logic to Algorithms (CCC 2017)
開催期間	平成29年6月26日 ~ 平成29年6月30日 (5日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) フランス・ナンシー・ロリア (英文) France・Nancy・Loria
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 石原哉・北陸先端科学技術大学院大学・教授 (英文) Hajime ISHIHARA・Japan Advanced Institute of Science and 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) Dieter SPREEN・University of Siegen・Professor

参加者数

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (フランス)	
	A.	B.
日本 〈人／人日〉	7 / 49	0
英国 〈人／人日〉	6 / 42	0
スウェーデン 〈人／人日〉	1 / 7	0
ドイツ 〈人／人日〉	8 / 56	0
イタリア 〈人／人日〉	2 / 14	0
合計 〈人／人日〉	17 / 119	0

- 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>本ワークショップは本研究交流課題のマッチングファンドでもある EU プロジェクト CID のプロジェクト・キックオフ・ワークショップであり、実解析、計算可能性理論と構成的数学に関する議論・意見交換を目的とする。全体としての目的は、実数や関連する解析的データの計算に対する正確で正しいアルゴリズムを得るための基礎づけのために上記分野の論理的な方法を応用することである。本ワークショップは過去にケルン (2009)、トリア (2012)、スワンジー (2013)、リュブリャナ (2014)、コッヘル (2015、平成 27 年度本研究交流課題セミナー) で開催されている。</p>	
<p>期待される成果</p>	<p>本ワークショップにより、正確な実数計算、実効的トポロジー、スコット・ドメイン、ヴァイハラーフの TTE などを含む関連分野の参加研究者で最新の結果を含む成果が共有できる。タイムリーなテーマでチュートリアルが予定されており、日本側から若手研究者 3～4 名が参加するため視野・知識を広げることにつながる。また、EU プロジェクト CID の中心的な参加研究者が参加するため、本事業との連携について意見交換が期待できる。CID に参加している本研究交流課題の相手国以外の参加機関を含めた形の国際研究ネットワークの拡大が期待できる。</p>	
<p>セミナーの運営組織</p>	<p>プログラム委員会 Ulrich Berger (Swansea University) Erik Palmgren (Stockholm University) Dieter Spreen (University of Siegen) Martin Ziegler (KAIST) 他 実行委員会 ・Anne-Lise Charbonnier (INRIA) ・Mathieu Hoyrup (INRIA)</p>	
<p>開催経費 分担内容</p>	<p>日本側</p>	<p>内容 外国旅費 外国旅費・謝金等に係る消費税</p>
	<p>(英国) 側</p>	<p>内容 外国旅費</p>
	<p>(スウェーデン) 側</p>	<p>内容 外国旅費</p>

	(ドイツ) 側	内容 外国旅費、会議費
	(イタリア) 側	内容 外国旅費

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「第2回数理論理学とその応用ワークショップ」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “The second Workshop on Mathematical Logic and its Applications“
開催期間	平成30年3月5日 ~ 平成30年3月9日 (5日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 日本・金沢・未定
	(英文) Japan・Kanazawa・unfixed
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 石原哉・北陸先端科学技術大学院大学・教授
	(英文) Hajime ISHIHARA・Japan Advanced Institute of Science and 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)	
日本 〈人／人日〉	A.	22/	110
	B.	10	
英国 〈人／人日〉	A.	3/	15
	B.	0	
スウェーデン 〈人／人日〉	A.	1/	5
	B.	0	
ドイツ 〈人／人日〉	A.	4/	20
	B.	0	
イタリア 〈人／人日〉	A.	3/	15
	B.	0	
合計 〈人／人日〉	A.	29/	145
	B.	10	

- 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	本事業の参加研究者が国内を中心に集まり、（１）証明論と構成的数学、（２）自動定理証明とソフトウェア検証、（３）連続構造の計算可能性、（４）知識と信念の論理の研究に関して、国際的研究協力体制のみでなく国内での研究協力体制を強化・拡大することを目的とする。平成 27 年度に京都で開催したセミナーの 2 回目であり、EU 側との国際研究連携における、上記分野の重点分野について意見交換を行う。特に、CID の参加研究者との新たな共同研究について意見交換を行う。国内の研究連携、および次年度以降の国際共同研究とセミナーの運営・企画について意見交換を行う。
-----------	--

期待される成果	<p>本事業の日本側の研究者や若手研究者との交流により既存の国内共同研究体制が強化するとともに、講演・意見交換などを通して、新たな国内連携体制の構築が期待できる。本事業に参加する若手研究者を中心とした、新たな研究ネットワークの構築につながる。ワークショップの企画・立案・運営の主体を若手研究者とすることにより、リーダーシップの育成・国際ネットワーク形成が期待できる。また、今後の国際研究交流とその重点分野、セミナーの運営・企画について意見交換を行い、次年度以降の本事業の方向性を見出すことができる。</p>	
セミナーの運営組織	<p>運営委員会 秋吉亮太（早稲田大学） 河井達治（パドヴァ大学） 藤原誠（早稲田大学） 根元多佳子（北陸先端科学技術大学院大学） 横山啓太（北陸先端科学技術大学院大学）</p>	
開催経費 分担内容	日本側	内容 国内旅費、会議費
	(英国)側	内容 外国旅費
	(スウェーデン)側	内容 外国旅費
	(ドイツ)側	内容 外国旅費
	(イタリア)側	内容 外国旅費

8-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

共同研究、セミナー以外の交流（日本国内の交流を含む）計画を記入してください。

平成29年度は実施しない。

8-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

該当なし。

9. 平成29年度研究交流計画総人数・人日数

9-1 相手国との交流計画

派遣先 派遣元	日本 〈人/人日〉	英国 〈人/人日〉	スウェー デン 〈人/人日〉	ドイツ 〈人/人日〉	イタリア 〈人/人日〉	フランス 第三国 〈人/人日〉	韓国 第三国 〈人/人日〉	合計 〈人/人日〉
日本 〈人/人日〉		6/ 96 ()	2/ 12 ()	13/ 196 ()	4/ 53 ()	7/ 49 ()	2/ 14 ()	17/ 249 (0/ 0)
英国 〈人/人日〉	(5/ 150)		()		()	()	()	0/ 0 (5/ 150)
スウェー デン 〈人/人日〉	(2/ 60)	()		()				0/ 0 (2/ 60)
ドイツ 〈人/人日〉	(9/ 270)	()	()		()	()	()	0/ 0 (9/ 270)
イタリア 〈人/人日〉	(6/ 180)	()		()				0/ 0 (6/ 180)
合計 〈人/人日〉	0/ 0 (22/ 660)	6/ 96 (0/ 0)	2/ 12 (0/ 0)	13/ 196 (0/ 0)	4/ 53 (0/ 0)	7/ 49 (0/ 0)	2/ 14 (0/ 0)	17/ 249 (22/ 660)

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流する人数・人日数を記載してください。(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。

9-2 国内での交流計画

23/112〈人/人日〉

10. 平成29年度経費使用見込み額

(単位 円)

	経費内訳	金額	備考
研究交流経費	国内旅費	1,504,800	国内旅費、外国旅費の合計は、研究交流経費の50%以上であること。
	外国旅費	12,300,741	
	謝金		
	備品・消耗品 購入費		
	その他の経費	410,400	
	不課税取引・ 非課税取引に 係る消費税	984,059	
	計	15,200,000	研究交流経費配分額以内であること。
業務委託手数料		1,520,000	研究交流経費の10%を上限とし、必要な額であること。また、消費税額は内額とする。
合 計		16,720,000	