

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：	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
(2 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. 研究交流目標

5-1. 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。

5-2. 平成28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、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 CORCON(2014-2017)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、本事業の日本側研究者や若手研究者と EU 側研究者の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。5月にドイツのニーデルタイヒで開催される CORCON のプロジェクト・ワークショップ Mathematics for Computation 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。また、9月に京都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) および(3)の研究をさらに深化させるとともに、(4)での動的認識論理の研究を(1)の証明論の研究と多元的また有機的に結びつけ、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。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>

ドイツのニーデルタイヒ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。また、機会を捉え本事業および EU プロジェクトで来日した研究者による若手研究者向けの特別集中講義を開講し、引き続き研究交流課題への導入を行う。また、若手研究者・大学院学生4～6名を相手国研究機関へ1ヶ月以上派遣し、共同研究に参加あるいは研究指導を受ける。

<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発信する。また、本研究課題で得られた成果について、積極的にプレプリント等の形でホームページ上に公開する体制を整える。

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

2つのEUプロジェクトCOMPUTAL、CORCONおよび本研究交流課題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・拡大を目指した。特に、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、本研究課題の日本側研究者や若手研究者とEU側研究者の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した。具体的には、日本側から(若手研究者4名を含む)5名の研究者を英国側のリーズ大学およびスワンジー大学に1~2週間派遣し共同研究および共同研究の立上げを行った。日本側から1名の研究者をスウェーデン側のチャルマース工科大学に1週間派遣し共同研究を行った。日本側から(若手研究者のべ8名を含む)のべ14名の研究者をドイツ側のルートヴィヒ・マクシミリアン大学ミュンヘンに1週間~1ヶ月間派遣し共同研究および共同研究の立上げを行った。日本側から(若手研究者2名を含む)4名をイタリア側のパドヴァ大学およびヴェローナ大学に派遣し共同研究および共同研究の立上げを行った。そのうちの若手研究者1名は、4か月以上の長期派遣であり、他の若手研究者も2週間~1ヶ月間の派遣で共同研究および共同研究の立上げに十分な期間となった。5月にドイツのニーデルタイヒで開催されたCORCONのプロジェクト・ワークショップMathematics for Computationには日本側から(若手研究者5名を含む)9名が参加し、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端緒となった。また、9月に京都で開催したワークショップには(若手研究者10名を含む)13名を派遣し、国際的研究協力体制のみでなく国内での研究協力体制の強化・拡大につながった。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った。

6-2 学術面の成果

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、構成的集合論における independence of premiss rule、構成的逆数学における Weak Koenig's lemma の非構成的原理と従属選択公理による特徴づけ、古典的逆数学における不動点定理(完備可分距離空間での Caristi の不動点定理)、ナッシュ均衡存在の分析、証明論におけるバー帰納法公理・バー帰納法規則、型付きラムダ計算における簡約列の長さの上限の高階ラムダ計算への拡張などで、研究成果を得た。また(2)では、並列計算プログラムの証明からの抽出、クラス理論に基づく証明検証支援システムの開発、配列をもつ分離論理の決定可能性などで、研究成果を得た。さらに(3)では、距離空間上の計算量理論、プログラム合成・検証による情報セキュリティ(サイドチャネル攻撃に対する理論的耐タンパー性の自動合成)、 ω 言語の包含関係判定、WQOにおける有限基底性の正規表現に基づく構成的証明、Inductive type を用いた一般のWQOへ

の拡張可能性、PCFにおける非線形項書き換え系などで、研究成果を得た。

6-3 若手研究者育成

ドイツのニーデルタールティヒでのセミナーでは日本側から3名の若手研究者が講演を行った。著名な研究者が参加する環境で若手研究者が講演・討論を行ったことは、研究者育成の観点から有意義であった。若手研究者をリーズ大学、ルートヴィヒ・マクシミリアン大学ミュンヘンおよびパドヴァ大学に2週間～5か月間派遣し、参加機関の研究者との共同研究の深化および共同研究の立上げを行った。また、機会を捉え本研究交流課題およびEUプロジェクトで来日した研究者による若手研究者向けのセミナー・特別集中講義をJAIST Logic Seminar Seriesとして以下のように開催し、研究交流課題への導入を行った。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。

年月日	講師	講演題目	備考
H28.08.02	Eugenio Moggi (University of Genova)	Categories of Classes for Collection Types	集中講義
H28.08.04		Hybrid System Trajectories as Partial Continuous Maps	
H28.08.05		Models, Over-approximations and Robustness	
H28.08.08	Marco Benini (University of Insubria)	Variations on the Higman's Lemma	セミナー
H28.08.25	Helmut Schwichtenberg (Ludwig-Maximilians-Unive rsität München)	Invariance axioms for realizability	セミナー
H28.09.06	Josef Berger (Ludwig-Maximilians-Unive rsität München)	The fan theorem and convexity	セミナー
H28.09.06	Anton Setzer, Bashar Igried (Swansea University)	Coinductive Reasoning in Dependent Type Theory - Copatterns, Objects, Processes	セミナー
H28.09.28	Chuangjie Xu (Ludwig-Maximilians-Unive rsität München)	Continuity in Type Theory	セミナー
H29.03.16	Josef Berger (Ludwig-Maximilians-Unive rsität München)	Brouwer's fan theorem and convexity	セミナー

6-4 その他（社会貢献や独自の目的等）

昨年度に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発信した。また、本研究課題で得られた成果について、積極的に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な問題点が明らかになった。

6-5 今後の課題・問題点

本研究課題の目標の一つは、できるだけ多くの参加研究者が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することである。理論研究では国際共同研究が深化し新たな共同研究が生まれているが、領域横断的な（応用）研究では国際共同研究があまり進んではいない。今後、領域横断的な（応用）研究での国際共同研究をさらに積極的に支援する必要がある。また、英国側、ドイツ側、イタリア側と比較してスウェーデン側との研究交流が進んでいない。今後、スウェーデン側との積極的な研究交流を促す必要がある。本研究交流課題のセミナー、若手研究者向けのセミナー・集中講義の開催時期を円滑に調整する仕組みが必要である。

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 1本
- (2) 平成28年度の国際会議における発表 12件
うち、相手国参加研究者との共同発表 3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 4件
うち、相手国参加研究者との共同発表 1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 Application				
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・Academic Researcher				
28度の研究交流活動	日本側から(若手研究者4名を含む)5名の研究者を英国側のリーズ大学およびスワンジー大学に1~2週間派遣し共同研究および共同研究の立上げを行った。日本側から1名の研究者をスウェーデン側のチャルマース工科大学に1週間派遣し共同研究を行った。日本側から(若手研究者のべ8名を含む)のべ14名の研究者をドイツ側のルートヴィヒ・マクシミリアン大学ミュンヘンに1週間~1ヶ月間派遣し共同研究および共同研究の立上げを行った。日本側から(若手研究者2名を含む)4名をイタリア側のパドヴァ大学およびヴェローナ大学に派遣し共同研究および共同研究の立上げを行った。そのうちの若手研究者1名は、4ヶ月以上の長期派遣であり、他の若手研究者も2週間~1ヶ月間の派遣である。5月にドイツのニーデラルタイヒで開催されたセミナーには(若手研究者5名を含む)9名を派遣し、9月に京都で開催したセミナーには(若手研究者10名を含む)12名を派遣した。				

28年度の研究 交流活動から得 られた成果	英国側のリーズ大学との共同研究では、構成的集合論における independence of premiss rule に関する研究の深化、古典的逆数学における完備可分距離空間における Caristi の不動点定理に関する研究成果が得られた。スワンジー大学との共同研究では、並列計算プログラムの証明からの抽出に関する研究の深化、Elementary WQO における有限基底性の正規表現に基づく構成的証明および Indutive type を用いた一般の WQO への拡張可能性に関する研究成果が得られた。スウェーデン側のチャルマース工科大学との共同研究では、PCF の Full Abstraction における非線形項書き換え系のアイデアの応用可能性が明らかになった。ドイツ側のルートヴィヒ・マクシミリアン大学ミュンヘンとの共同研究では、構成的逆数学における Weak Koenig's lemma のバリエーションの非構成的原理と従属選択公理による特徴づけに関する研究成果、クラス理論に基づく証明検証支援システムの開発についての有益な示唆、型付きラムダ計算における簡約列の長さの上限の高階ラムダ計算への拡張などで、研究成果を得た。イタリア側のパドヴァ大学との共同研究では、証明論におけるバー帰納法公理・バー帰納法規則などで、研究成果を得た。ヴェローナ大学との共同研究では、非決定性帰納的定義と含意関係に関する研究の端緒を得た。
-----------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

7-2 セミナー

整理番号	S-1
セミナー名	(和文) 計算のための数学
	(英文) Mathematics for Computation
開催期間	平成28年5月9日 ～ 平成28年5月13日 (5日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) ドイツ、ニーデラルタイヒ、ベネディクトイネラブタイ
	(英文) Germany, Niederalteich, Benediktinerabtei St. Mauritius
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 (※日本以外で開催の場合)	(英文) Peter Schuster・University of Verona・Associate Professor

参加者数

派遣元	派遣先	セミナー開催国 (ドイツ)	
日本 〈人/人日〉	A.	12	96
	B.	0	
英国 〈人/人日〉	A.	13	91
	B.	3	
スウェーデン 〈人/人日〉	A.	2	14
	B.	0	
ドイツ 〈人/人日〉	A.	7	49
	B.	4	
イタリア 〈人/人日〉	A.	5	35
	B.	2	
フランス 〈人/人日〉	A.		
	B.	4	
ニュージーランド 〈人/人日〉	A.		
	B.	3	
米国 〈人/人日〉	A.		
	B.	2	
ポルトガル 〈人/人日〉	A.		
	B.	1	
ギリシャ 〈人/人日〉	A.		
	B.	1	
デンマーク 〈人/人日〉	A.		
	B.	1	
オーストリア 〈人/人日〉	A.		
	B.	1	
チェコ 〈人/人日〉	A.		
	B.	1	
合計 〈人/人日〉	A.	39	285
	B.	23	

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	<p>本事業が連携する EU プロジェクト CORCON のプロジェクト・ワークショップである。構成的数学、型理論、逆数学、証明論、証明の複雑さ、論理と複雑さ、計算可能数学、フォーマル・トポロジー、数学基礎論などを含む、形式数学と計算の間の領域横断型研究の深化と進展を目的とし、上記分野に関する議論・意見交換を行った。EU を中心として一流の著名な研究者による 12 件の招待講演、および、プログラム委員会で選ばれた 19 件の一般講演が行われた。</p>
セミナーの成果	<p>日本側からは（若手研究者 5 名を含む）9 名を派遣し、（若手研究者 3 名を含む）4 名が、厳密実数計算における解析関数と常微分方程式、2 次元ラムゼイの定理の証明論的強さ、帰納的定義を持つ Presburger 算術の部分システムの決定可能性、フォーマル・トポロジーにおけるコンパクトおよび局所コンパクト距離空間に関する講演を行った。若手研究者は、構成的数学、非古典論理、Dialectica 解釈、型理論の最新の研究に触れ、有益な情報を得た。一流の著名な研究者による招待講演を含むワークショップの環境で若手研究者が講演・討論を行ったことは、若手研究者育成の観点から有意義であった。CORCON に参加する主要な EU 研究者が参加し、セミナーにおける研究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できた。さらに、本事業との連携について意見交換を行い、様々な形で連携を強化することが確認された。</p>
セミナーの運営組織	<p>実施委員会 Basil Karadais (Ludwig-Maximilians-University Munich) Iosif Petrakis (Ludwig-Maximilians-University Munich) Sam Sanders (Ludwig-Maximilians-University Munich) Peter Schuster (University of Verona、委員長) Dieter Spreen (University of Siegen) プログラム委員会 Marco Benini (University of Insubria) Olaf Beyersdorff (University of Leeds、委員長) Hannes Diener (University of Canterbury) Neil Ghani (University of Strathclyde) 石原 哉 (北陸先端科学技術大学院大学) Helmut Schwichtenberg (Ludwig-Maximilians-University</p>

	Munich)		
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容	金額
		国内旅費	61,870 円
		外国旅費	2,334,035 円
		外国旅費に係る消費税	186,722 円
		合計	2,582,627 円
	(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、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「数理論理学とその応用のワークショップ」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “Workshop on Mathematical Logic and its Application“
開催期間	平成28年9月16日 ～ 平成28年9月17日 (2日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 日本・京都・京都大学
	(英文) Japan・Kyoto・Kyoto University
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〉	22/ 66	
	12	
英国 〈人／人日〉	4/ 16	
	0	
スウェーデン 〈人／人日〉	0/ 0	
	0	
ドイツ 〈人／人日〉	4/ 16	
	0	
イタリア 〈人／人日〉	0/ 0	
	0	
米国 〈人／人日〉	1/ 4	
合計 〈人／人日〉	31/ 102	
	12	

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。また、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。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。</p>		
<p>セミナーの成果</p>	<p>セミナーでは、20 件の研究発表が行われた。内、日本側の参加研究者によるもの 16 件、英国側・ドイツ側の参加研究者によるもの 4 件である。また、若手研究者による研究発表は 11 件であった。海外の参加研究者による講演の内容は、構成的解析学における連続性、型理論に基づく定理証明系、証明からのグレー・コードの抽出、ファン定理と凸性、である。国内の参加研究者による講演の内容は、無限ゲームの決定性、順序数を含む逆数学、位相的ブール代数の双対性、ラムダ計算の証明論、正規化性の自動証明・反証を行う手法などに関するものであった。</p> <p>セミナーにより本研究課題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し、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できた。本研究課題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った。また、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た。</p>		
<p>セミナーの運営組織</p>	<p>運営委員会 石原 哉・北陸先端科学技術大学院大学・教授 立木 秀樹・京都大学・教授 照井 一成・京都大学・准教授 ディブレクト マシュー・京都大学・特定講師 根元 多佳子・北陸先端科学技術大学院大学・助教</p>		
<p>開催経費 分担内容 と金額</p>	<p>日本側</p>	<p>内容 国内旅費 外国旅費 外国旅費に係る消費税 会議費</p>	<p>金額 619,172 円 76,400 円 6,112 円 67,352 円 合計 769,036 円</p>
	<p>(英国) 側</p>	<p>内容 外国旅費</p>	
	<p>(ドイツ) 側</p>	<p>内容 外国旅費</p>	

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。

研究者交流は実施しなかった。

7-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

該当なし。

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 派遣元	回 #期	日本	英国	スウェーデン	ドイツ	イタリア	アメリカ (日本側参加研究者)	合計
日本	1	()	()	()	8/102 ()	1/68 ()	()	9/170 (0/0)
	2	()	5/60 ()	()	1/13 ()	2/93 ()	()	8/166 (0/0)
	3	()	1/2 ()	()	2/64 ()	()	()	3/66 (0/0)
	4	()	2/23 ()	1/6 ()	4/56 (1/28)	2/14 ()	()	9/99 (1/28)
	計	()	8/85 (0/0)	1/6 (0/0)	15/235 (1/28)	5/175 (0/0)	0/0 (0/0)	29/501 (1/28)
英国	1	(1/91)	()	()	()	()	()	0/0 (1/91)
	2	(4/154)	()	()	()	()	()	0/0 (4/154)
	3	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	4	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	計	0/0 (5/245)	()	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (5/245)
スウェーデン	1	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	2	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	3	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	4	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	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)
ドイツ	1	(2/33)	()	()	()	()	()	0/0 (2/33)
	2	(3/72)	()	()	()	()	()	0/0 (3/72)
	3	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	4	(2/63)	()	()	()	()	()	0/0 (2/63)
	計	0/0 (7/168)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	()	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (7/168)
イタリア	1	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	2	(2/56)	()	()	()	()	()	0/0 (2/56)
	3	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	4	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	計	0/0 (2/56)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (2/56)
アメリカ (日本側参加研究者)	1	()	()	()	1/8 ()	()	()	1/8 (0/0)
	2	1/5 ()	()	()	()	()	()	1/5 (0/0)
	3	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	4	()	()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	計	1/5 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	1/8 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	2/13 (0/0)
合計	1	0/0 (3/124)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	9/110 (0/0)	1/68 (0/0)	0/0 (0/0)	10/178 (3/124)
	2	1/5 (9/282)	5/60 (0/0)	0/0 (0/0)	1/13 (0/0)	2/93 (0/0)	0/0 (0/0)	9/171 (9/282)
	3	0/0 (0/0)	1/2 (0/0)	0/0 (0/0)	2/64 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	3/66 (0/0)
	4	0/0 (2/63)	2/23 (0/0)	1/6 (0/0)	4/56 (1/28)	2/14 (0/0)	0/0 (0/0)	9/99 (3/91)
	計	1/5 (14/489)	8/85 (0/0)	1/6 (0/0)	16/243 (1/28)	5/175 (0/0)	0/0 (0/0)	31/514 (15/497)

※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。(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
	()	11/38 (3/10)	1/2 ()	()	12/40 (3/10)

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	1,049,581	
	外国旅費	12,201,083	
	謝金	0	
	備品・消耗品 購入費	0	
	その他の経費	95,968	
	不課税取引・ 非課税取引に 係る消費税	978,368	学会参加費（外国）に 係る消費税相当額
	計	14,325,000	
業務委託手数料		1,432,500	消費税額は内額とする。
合 計		15,757,500	

10. 平成28年度相手国マッチングファンド使用額

相手国名	平成28年度使用額	
	現地通貨額[現地通貨単位]	日本円換算額
英国	6,600 [GBP]	900,000 円相当
スウェーデン	0 [SEK]	0 円相当
ドイツ	11,500 [EUR]	1,332,000 円相当
イタリア	4,200 [EUR]	487,000 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。