

**研究拠点形成事業
平成 27 年度 実施報告書
A. 先端拠点形成型**

1. 拠点機関

日本側拠点機関：	東京大学
(スウェーデン) 拠点機関：	スウェーデン王立工科大学
(スイス) 拠点機関：	スイス連邦工科大学ローザンヌ校
(オランダ) 拠点機関：	トゥエンテ大学
(フランス) 拠点機関：	国立中央理工科学学校リヨン校
(ドイツ) 拠点機関：	ウルム大学

2. 研究交流課題名

(和文)：散逸ゆらぎ制御ナノ電子フォトン国際研究拠点

(交流分野：ナノ電子・フォトニクス)

(英文)：Nanoscale electron-photon interactions via energy dissipation and fluctuation

(交流分野：Nano electron & photon)

研究交流課題に係るホームページ：

http://www.bioxide.t.u-tokyo.ac.jp/core_index.html

3. 採用期間

平成 26 年 4 月 1 日 ～ 平成 31 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：東京大学

実施組織代表者 (所属部局・職・氏名)：総長・五神 真

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：大学院工学系研究科・教授・田畑 仁

協力機関：慶應義塾大学、東京工業大学、国立研究開発法人情報通信研究機構、

大学共同利用機関法人自然科学研究機構 分子科学研究所

事務組織：東京大学工学系・情報理工学系等事務部国際推進課

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：スウェーデン

拠点機関：(英文) Royal Institute of Technology (KTH)

(和文) スウェーデン王立工科大学

コーディネーター(所属部局・職・氏名)：(英文) School of Information and Communication Technology, Professor, THYLEN Lars Helge

協力機関：(英文) Lund University

(和文) ルンド大学

協力機関：(英文) Acreo

(和文) アクレオ

経費負担区分 (A型)：パターン1

(2) 国名：スイス

拠点機関：(英文) Swiss Federal Institute of Technology Lausanne

(和文) スイス連邦工科大学ローザンヌ校

コーディネーター(所属部局・職・氏名)：(英文) School of Engineering, Professor, MARTIN Olivier

経費負担区分 (A型)：パターン1

(3) 国名：オランダ

拠点機関：(英文) University of Twente

(和文) トゥエンテ大学

コーディネーター(所属部局・職・氏名)：(英文) MESA+, Institute for Nanotechnology, Professor, BLANK Dave

経費負担区分 (A型)：パターン1

(4) 国名：フランス

拠点機関：(英文) Ecole Centrale de Lyon

(和文) 国立中央理工科学学校リヨン校

コーディネーター(所属部局・職・氏名)：(英文) Institute of Nanotechnologies, Professor, VILQUIN Bertrand

協力機関：(英文) Universite de Technologie de Troyes

(和文) トロワ工科大学

協力機関：(英文) Neel Institute

(和文) ニール研究所

協力機関：(英文) National Institutes of Applied Sciences

(和文) 国立応用科学研究所

経費負担区分 (A型)：パターン1

(5) 国名：ドイツ

拠点機関：(英文) Ulm University

(和文) ウルム大学

コーディネーター(所属部局・職・氏名)：(英文) Institute for Quantum Optics, Professor, JELEZKO Fedor

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

電子技術や光技術は我々の生活環境の隅々に浸透したが、その発展を支える技術基盤は、デバイス微細化と情報の物量拡大に耐えるスケーリング則にあった。しかし莫大なエネルギーと環境資源の投入を必要とする従来の技術に代え、地球環境保護を含めた省エネルギーで人・環境にやさしい環境調和性を強く要求し、これに対応した新たなエレクトロニクス創成が喫緊の課題となっている。研究代表者の田畑を中心とした東京大学の研究グループは、ナノ領域での電子系と光(ナノ電子フォトン系)に関する研究で世界をリードするとともに、ここ10年に渡り欧州との国際研究協力を強化し、質的变化が問われる新時代の電子工学を発信してきた。本研究の狙いは、スケーリング則に代わる新しい指導原理として「散逸ゆらぎ」に着目し超消費エネルギーを実現するナノ電子フォトン系の最先端を切り拓く国際共同研究の総合展開と世界的研究拠点の確立にある。「散逸ゆらぎ」とは、開放系において系のエネルギーが安定化する過程において、空間的対称性が自発的に破れて構造形成が起こり(散逸構造)、その結果様々な物理量のゆらぎ状態が形成される現象を示す。従来避けるべきものとされていた「ゆらぎ(雑音)」を積極的に活用する逆転の発想により、革新的な超省エネルギー技術(情報処理、微細加工、デバイス)の創成が期待できる。

具体的な共同研究は、①散逸ゆらぎに基づく新しい省エネルギーを実現する情報処理系の指導原理構築と、②超構造制御形成による散逸ゆらぎデバイス開発、③ナノ電子フォトン系における励起輸送と散逸ゆらぎの評価技術の確立、④省エネを実現する新たなナノ電子フォトン加工原理と技術の実現の4つのコアより組織される。各コアは①スウェーデン王立工科大(KTH)、②スイス連邦工科大ローザンヌ校(EPFL)およびオランダのトゥエンテ大学、③仏エコールセントラルリヨン(ECL)ナノテクノロジー研究所(INL)、④独ウルム大との実績ある研究協力に基づき、日本・スウェーデン・スイス・蘭・仏・独の強みを結集させ、散逸ゆらぎの視点でナノ電子フォトン系の基礎から機能に至る各研究コアの補完的国際研究協力体制を構築し相乗効果を産み出す。これらの具体的な研究の実践に併せて、革新的技術を創出し強靱かつ柔軟な知的体力と国際センスを備えた若手研究者育成プログラムを推進し、将来のエネルギー問題解決に資する時代に即した社会貢献と先端学術を牽引する若手研究者を育成するものである。

5-2. 平成27年度研究交流目標

<研究協力体制の構築>

研究 2 年目にあたる H27 年度は、初年度に引き続き、日本側の拠点コーディネーター及び代表的研究者と相手国側コーディネーター及び代表的研究者および参画メンバーを中心として、プロジェクトの全体構造、全体目標の共有及び議論を集中的に実施するとともに、具体的な研究交流を促進する。特にスイス（EPFL）およびスウェーデン（KTH）にてセミナーを実施し、若手研究者を含め具体的な研究推進と研究協力を進める。

<学術的観点>

ナノ領域での電子と光子の相互作用を散逸ゆらぎ制御というコンセプトに基づいてアプローチする本研究では、学術的観点から、R-1；①情報処理、R-2；②デバイス、R-3；③分析、R-4；④加工という 4 個の視点（これを本研究では「コア」と呼ぶ）を軸としながら展開する。2 年目に当たる平成 27 年度は、初年度で礎を築いた研究成果（例えばスイスコア EPFL との共同研究であるナノアンテナチップ）を基にしたバイオセンシング応用や、オランダコアのトゥエンテ大との連携によるゆらぎ物性の制御技術について積極的に展開していく。

<若手研究者育成>

本研究における若手研究者育成は 4 個のプログラム、すなわち、プログラム 1：課題抽出ワークショップ、プログラム 2：集中滞在問題解決型共同研究、プログラム 3：コア間連携シンポジウム、プログラム 4：全コア合同シンポジウム、を実施する。この企画推進及び実行に若手研究者が参画し、研究構想から研究の実施まで相手国とのコミュニケーション能力と具体的研究能力を育成する。なお、プログラム 3 では今年度は上述のオランダ及びフランスでのセミナーとして実施し、プログラム 4 は東京において実施予定である。プログラム 1、2 は随時実施し、プログラム 2 では 2～4 名の大学院学生または若手研究者を 1 ヶ月程度相手国に派遣する計画である。

修士課程および博士課程の学生による自主的な共同研究推進能力ならびに学会運営活動能力育成のため、今年度から日本の拠点 4 大学合同の学生講演会を実施する。運営には教員は手助けをせず、修士課程 2 年生が主体となり適宜博士課程学生がサポートする形態をとることで学生の自立性を促す。運営に際し、当プロジェクトの他に、東京大学大学院工学系研究科総合研究機構「ナノ電子光子研究センター」および日本光学会「ナノオプティクス研究グループ」が共催としてサポートを行う予定である。今年度は東京大学にて 11～12 月に実施した。今後は慶應義塾大学、東京工業大学、の持ち回りで行う。

上記の国内での活動に加えて海外拠点の学生との交流推進も併せて行う。この活動を行うために電気・電子工学の国際学会組織である Institute of Electrical and Electronics Engineers（IEEE）を通じた国際交流を行う。IEEE では各大学に Student Branch が設置されているが、従来は各大学のみの活動に伴っている。この個別の Student Branch から国際的な大学連合である Core-to-Core Nanoscale electron-photon interactions group を形成して、当研究拠点間での一層の国際交流推進を行う計画である。

<その他（社会貢献や独自の目的等）>

本研究では「Core-to-Core オープンセミナー」を東京にて開催し、本プロジェクトに参加するシニア及び若手研究者の講演及び関連する研究領域の第一線で活躍する研究者による講演を実施する。これにより、本研究に参画する研究者の相互理解・相互連携を強化するとともに、日本国内での研究成果発信及び社会貢献の一助とすべく、本セミナーはオープン開催とする。

6. 平成27年度研究交流成果

（交流を通じての相手国からの貢献及び相手国への貢献を含めてください。）

6-1 研究協力体制の構築状況

【スウェーデン】

2015/11/26～27 にストックホルムのスウェーデン王立工科大学（KTH）に日本側から8名の研究者が訪問し、特に計算科学とナノ電子フォトン系の実験研究の研究協力の一層の推進を目指し、集中したワークショップを行った。ワークショップののち、相互に具体的な研究課題リストを交換した。

KTHからの提案リストを下記に示す。括弧内は両国の研究者名を示す。

【Proposals from KTH】

1. “Modeling the self-assembly properties of X-GAGAGA-X peptides (X=TYR) in solution and their adsorption on graphite interfaces” (Ågren etc with Hayamizu)
2. More general on “Modelling of proteins, peptides and amino acids, their hydration states and surface absorption” (Ågren etc with Yano, Tabata)
3. “Real time, real space TDDFT with embedding” (Ågren with Nobusada)
4. “Core-shell nanostructures and their electronic and optical properties” Nobusada, Noda (Simulation) & Thylen, Toprak, Popov (Device)
5. “Electrical modulation of optical energy transfer in stacked QDs”, Akahane, Naruse (QD devices and characterization) & Thylen, Toprak, Wosinski (Applications)
6. “Graphene optical waveguide and modulator modelling” Nobusada (Simulation), Thylen (waveguide and modulator structures and performance)
7. “Modelling of optical waveguides with dimensions on the order of several nm” Nobusada (Simulation), Thylen (comparison with classical EM and waveguide properties)
8. “Si Nanoparticle array waveguides” Yano (simulation), Thylen (comparison to metal nanoparticle array)
9. “Absorption in Si nanorods (an order of magnitude larger absorption than spherical nanocrystals measured)” Nobusada (calculation), Sychugov (characterization)
10. “Optoelectronic properties of anisotropic nanofibers” Nobusada (calculation), Toprak (characterization)

日本側からの提案リストを下記に示す。括弧内は両国の研究者名を示す。

【Proposals from Japan】

1. Thin-film, nanostructures and their optical properties: Yano (Experiment) & Agren, Monti (Simulation)
2. Core-shell nanostructures and their electronic and optical properties: Nobusada, Noda (Simulation) & Thylen (Device)
3. Electrical modulation of optical energy transfer in stacked QDs Akahane, Naruse (QD devices and characterization) & Thylen (Applications)
4. Peptide self-assembly on graphene (conformation and electrical/optical properties): Hayamizu (Experiment) & Agren, Monti (Simulation)
5. Hydrated states of ions, proteins and DNA etc.: Tabata (Experiment:THz) & Agren, Monti (Simulation:MD)

以上のように具体的な研究ターゲットが双方より提案された。特に、日本側で分子科学を専門とする分子科学研究所信定グループとスウェーデン側の接点が充実していることが明らかとなった。これを踏まえて今後の両国の研究協力の一層の発展を目指す。

【スイス】

スイスとの研究協力体制として、スイス連邦工科大ローザンヌ校(EPFL)が先進するプラズモニック理論およびプラズモニック・ナノ構造作製技術と、日本側が主導する先端ナノ分光技術を相互融合することによって、生体分子の「ゆらぎ」に基づく新規なバイオセンシング法を開発する協力体制が整った。具体的には、集中滞在問題解決型共同研究プログラムを利用して日本側から研究員をEPFLに短期派遣し最先端の金属ナノ構造作製技術を習得すると共に、帰国後に作製した構造を利用して単一分子レベルで生体分子を分光センシングすることに成功した。得られた結果についてワークショップ開催中に集中議論し、最終的に日本側とEPFLとの共著論文を発表するまでに至った。これにより、①EPFLによるナノ構造作製と日本側への提供、②日本側による先端ナノ分光計測とスイス側へのフィードバック、③ワークショップを利用した集中議論および共著論文発表、に至る一連の共同研究分担プロセスが確立された。

また、スイスにて開催したワークショップでは、ホストであるEPFL(スイス)のみならず、全ての海外拠点研究機関(トゥエンテ大学(オランダ)、KTH(スウェーデン)、ウルム大学(ドイツ)、エコールセントラルリヨン(フランス))から、本Core-to-Coreプログラムメンバーが参集した。そこでお互いの近い研究分野毎にセッション(シングルセッション/デバイス、センシング、加工etc.)を作り、海外研究拠点機関と日本側研究機関との共同研究に関する議論が交わされた。特にナノ光デバイスの作製と評価に関して活発な議論が行われた。次回のワークショップ開催についてスイス側と協議し、2016年の9月に日本で開催することが決まった。

光物質・ゆらぎ科学と圏論に関する研究会

・参加拠点機関：東京大学

・H27 年度主要メンバー：大津元一（東京大学）、成瀬 誠（情報通信研究機構）、金 成主（物質・材料研究機構、本 Core-to-Core 参加メンバー）、小嶋泉（元京都大学、本 Core-to-Core 参加メンバー）、西郷甲矢人（長浜バイオ大学、本 Core-to-Core 参加メンバー）

内容：

本プログラムの主題である“散逸ゆらぎ”について学術的な見地から理解を深め、共通認識を得るためのものである。

第一回目は 2015 年 7 月 28 日～29 日に実施した。メンバーの大津元一からは、“光物質・ゆらぎ科学と圏論に関する問題提起”として、ドレスト光子工学が抱える理論的な問題点を提示し、その解明のための期待について説明した。西郷甲矢人は、圏論チュートリアルとして”圏論の概念、方法の概要を解説した。小嶋泉は、量子場と圏論について、“量子電磁場の局在化を巡って”についての話題提供を行った。マイクロ・マクロ双対性の方法論の本質を明らかにすることを通じて、どうすれば見えるデータに基いて見えないレベルの状況を推測できるのか？ そのような推論を可能にし、その正しさを保証する根拠は一体どこにあるのか？という問題を理解する。これにより得た結論を（或る抽象レベルで）まとめれば、見えないマイクロと見えるマクロとの間の相互関係を、「マイクロ・マクロ双対性」という双方向的関係：「マクロ」？「マイクロ」、として理解する方法論が確立し、それによって多くの自然の謎に合理的な答を大筋で与えることができる。特に量子場と圏論とのかわりを詳細に解説した。その概要は次のとおりである：Newton-Wigner 定理は massless photon の局在可能性を否定するが、photon を実験室で local につかまえるのが実験装置の役割だから、この帰結は量子光学実験と「矛盾」する。この状況の整合的理解には、「量子場」と「圏論」の見方が不可欠で、両者を支えるのは、“縁の下の力持ち”として働く構造・動力学・運動とその捉え方である。“縁の下の力持ち”とは、「マイクロ・マクロ双対性」= duality between 「見えるモノ」vs. 「見えない動き」とその中に捉えられたマイクロ動力学の動的 & sustaining な働きということに他ならない。この基本構造を、「記述の仕方」と見て数学的に敷衍・一般化すれば「圏論」の骨格が形作られ、「自然の在り方・動き方」として捉えれば「量子場」に帰着する。

第二回目は 2015 年 10 月 26 日～27 日に実施した。メンバーの青野真士からは、“アメーバ計算パラダイムとその圏論的理解”としての説明があり、単細胞生物「粘菌」の示す時空間ダイナミクスを用いた解探索に関し、実際の粘菌を用いた実験並びにその特徴を抽出した力学モデルに基づいた理論モデルについて、具体的な NP 困難問題並びに NP 完全問題の解決事例を示しながら概説するとともに、その圏論的理解について意見交換を行った。

小嶋からは、“Categorical QFT for Dressed Photons”・ドレスト光子を捉える理論として、圏論における三角圏を用いた図式と理論が示され、それに関するチュートリアル及び意見交換が行われた。

第三回は 2015 年 12 月 28 日～29 日に実施した。メンバーの大津、小嶋、西郷からは、“ドレスト光子の圏論モデル”として、ドレスト光子の圏論的描像の構築に向けて、ハドロンの類似性及び差異などを含め、着想の入り口となる具体的な課題のリスト化及び個々の

議論を行った。成瀬、金より、“単一光子意思決定実験とその圏論によるモデル化”の研究について意見交換と今後の課題を下記のように議論した。単一光子を用いた意思決定システムを構築しその実験が成功したが、当該システムは、偏光状態とそれに応じた意思決定、選択されたスロットマシンからの報酬の確率的な有無、さらにスロットマシンの報酬確率の変化など、複数の要素が複雑に絡み合っており動作している。今後のシステムの高度化や応用展開を見据えると、理論的基盤を明確な形で構築し、システム構造を捉えることが不可欠と言える。我々は、圏論を規範として、本システムが「三角圏」で知られている「8面体図式」を満たすことを見出した。この考察によって、自律的に性能を改善できるシステム要素と、不確実性を解除不可能なシステム要素の依存関係を、明確に図式化・整理・評価することが可能となった。

第四回は2016年1月22日に実施した。大津、西郷、小嶋、小林らにより、ドレスト光子の理論について、これまでに挙げられた論点について各々意見交換を行った。引き続き、成瀬、堀、青野、金らにより、単一光子意思決定と圏論的考察に関して、単一光子を用いた意思決定システム、実験結果とその圏論的考察について意見交換を行った。

“「自然知能の構造とデザイン」シンポジウム”実施

2016年1月25日（月）9：45～17：30

東京工業大学 地球生命研究所 大ホール

参加者36名

“「自然知能セミナー（第一回）」”実施

■インテンション：圏論を用いた研究の先駆性の確立

主催：

- ・自然知能研究グループ
- ・JSPS Core-to-Core「散逸ゆらぎ制御ナノ電子フォトン国際研究拠点」

2016年2月24日（水）15：15～

理化学研究所（和光）研究本館1階 特別会議室（124,126）

堀裕和（山梨大学）

「圏論による自然知能の基盤構築

～圏論によるナノ光電子系の理論と知能の圏論的解明～」

6-2 学術面の成果

おもな研究交流成果としては以下のものが得られた。

R-1は本プロジェクト全体のなかで、ナノ電子フォトンの特徴的物理過程をインテリジェント機能などの価値創出に繋げるための基盤構築を目的とするものである。特にナノ領域における近接場光を介したエネルギー移動や近接場光の階層的性質を用いた機能構築の検討を進捗させた。

R-2(EPFL：スイス)については、前年度の研究交流により得られた知見を確たる成果に

つなげるため、特に重点を置いて交流を進め、ワークショップ開催や研究者の長期派遣を実施した。本研究で目指す散逸ゆらぎデバイスやナノバイオセンシング・システムの構築に向けて、ナノ構造作製実験に取り組んだ。このようなナノ構造体において発現する電子と光の融合に関する知見を得ることで、生体や物質内の複雑なナノ情報を効果的に取得することができた。

R-3 では、日本側研究者がフランス・Neel 研究所に 2 週間弱滞在し共同実験を集中的に実施した。さらにナノ電子フォトン扱う計算科学基盤に関し、ワークショップ S-1、S-2 と連携し、スウェーデン KTH 及びスイス連邦工科大ローザンヌ校(EPFL)との研究協力に関する議論を進捗させた。フランス・Neel 研究所と合同で、単一光子を用いた意思決定機能の実験的実証に成功し、その成果が英国 Nature Publishing Group のオンライン雑誌 Scientific Reports に掲載され、MIT Technology Review など内外の多くのメディアで大きく報道された。

R-4 では、ドイツ・ウルム大学の持つ強みであるダイヤモンド「光 (フォトン)」量子情報技術と、東京大学が有するナノ電子フォトン加工技術を融合し、散逸揺らぎを積極的に活用した電子・光融合デバイス構築をすすめた。今年度は、ナノ光加工の詳細を明らかにすること、さらに、ナノ光加工によって得られたダイヤモンド NV の新しい可能性と、それを用いた新規デバイス構築に向けた課題抽出するための交流をすすめた。近接場光加工については、電場と磁場の影響を個別に観測することに成功した。その結果、従来の光化学反応において、無視されていた磁場による効果がナノ領域においては強く影響することを発見した。さらに、近接場光加工によって得られた、ダイヤモンド NV を用いて NV からの発光を観測することで、従来観測が困難であった、NV 同士の近接場光相互作用の観測に成功した。何れの成果も当プロジェクトに参画している修士課程の学生がウルム大や東工大に自ら議論に行くことによって得られた成果である。

6-3 若手研究者育成

本プロジェクトに参加するシニア及び若手研究者の講演及び関連する研究領域の第一線で活躍する研究者による講演会「Core-to-Core 若手研究者育成プログラムセミナー」を、昨年度より実施しているが、今年度は合計 4 回実施した。プロジェクトメンバー間の交流を活性化させるとともに、若手研究者の育成のため、「Core-to-Core 若手研究者育成プログラムセミナー」を開催している。

若手研究者育成のため、参加する学生には特別研究員に応募することを推奨し、自身の研究者としての能力向上の指導を行った。その結果、多くの JSPS 特別研究員に採択された(特別研究員 PD 1 名、特別研究員 DC2 2 名、外国人特別研究員 1 名)。彼らの自主的な活動により、今後さらなるプロジェクトとしての発展が期待される。

本年度、発表をしたうちの 1 人である山崎 洋人氏(慶應義塾大学)は、平成 28 年度日本学術振興会特別研究員(PD)として慶應義塾大学に在籍し、H28 年 5 月 13 日から平成 29 年 3 月末までアメリカ Northeastern 大学に Visiting Researcher として留学予定であり、

本プロジェクトにおける若手育成の成果が早速された結果であると言える。さらに、アメリカとのコネクションが増えることで、さらなる世界的な発展が期待される。

第9回 Core-to-Core 若手研究者育成プログラムセミナーは、2015年5月21日（木）に東京大学本郷キャンパス 工学部新2号館3F会議室2にて実施。長浜バイオ大学、西郷 甲矢人准教授に「代数的確率論の展望——圏論的な思考法から物理現象への視座まで——」について、東京工業大学、田原 康佐氏に「炭素系材料中の点欠陥を用いたスピントロニクス」についてご講演頂いた。

第10回 Core-to-Core 若手研究者育成プログラムセミナーは、2015年6月18日（木）に東京大学本郷キャンパス 工学部新2号館3F会議室2にて実施。東京大学、金 俊亨氏に「DPP 援用過程を用いた GaP フォトンブリーディング素子；原理と課題」について、兵庫県立大学、堀田 育志准教授に「確率共振を利用した新しい制御システム・デバイス」についてご講演頂いた。

第11回 Core-to-Core 若手研究者育成プログラムセミナーは、2015年7月16日（木）に東京大学本郷キャンパス 工学部新2号館3F会議室1A&Bにて実施。東京工業大学 量子ナノエレクトロニクス研究センター、雨宮 智宏准教授に「メタマテリアル 新機能デバイスから光学迷彩まで」について、東京工業大学 精密工学研究所、水野 洋輔准教授に「プラスチック光ファイバ中のブリルアン散乱：特性解明とセンサ応用」についてご講演頂いた。

第12回 Core-to-Core 若手研究者育成プログラムセミナーは、2015年12月10日（木）に東京大学本郷キャンパス 工学部新2号館3F会議室2にて実施。東京大学、Jonathan R. Woodward 先生に「Resolving Radical Pairs : Magnetic Field Effects in Natural Environments」について、慶應義塾大学、山崎 洋人氏に「DNA のナノポア通過と通過直後挙動の光学的観察」についてご講演頂いた。

また、学生のみで企画・運営を行った“Core-to-Core 学生講演会”を2015年12月16日 東京大学本郷キャンパス 山上会館会議室201.202号室にて実施した。

発表者17名、参加者41名、懇親会参加者 学生32名、田畑教授、関助教、1時間の前後半に分け、合計17名の学生がポスター講演を行った。口頭発表と異なり近い距離で話せることで、他研究室の学生同士で密に議論を交わすことができた。また、優秀な発表をした学生6名が表彰された。受賞学生は以下の通りである。慶応大学 津田研究室 B4 稲葉貴洋、東京大学 八井研究室 B4 岡本朋大 東京大学 田畑研究室 B4 石田丈、慶応大学 齋木研究室 M1 秋本良太 東京大学 八井研究室 M1 南雲亮佑、東京大学 田畑研究室 M1 遠藤寿晃

6-4 その他（社会貢献や独自の目的等）

本研究では「Core-to-Core 若手研究者育成プログラムセミナー」を東京にて開催し、主に本プロジェクトに参加するシニア及び若手研究者の講演及び関連する研究領域の第一線で活躍する研究者による講演を実施した。その他にも企業の若手研究者も参加している。これにより、本研究に参画する研究者の相互理解・相互連携を強化するとともに、日本国

内での研究成果発信及び社会貢献の一助とすべく、本セミナーはオープン開催とした。

さらに本事業の主要参画メンバーが中心となって、“散逸ゆらぎ”を新しい見地から検討・議論することを目指して、「光物質・ゆらぎ科学と圏論に関する研究会」を発足させた。若手研究者を中心に新しい研究成果につながる研究会（圏論研究会、自然知能セミナー等）を企画開催し、まずは国内メンバーを中心に啓蒙・教育活動を実施した。この研究潮流が本プログラムを通じて世界の研究者へと発信されていくことが期待される。

「集中滞在問題解決型共同研究においては、Dr. Alejandro Portela Otano氏が今年度の国際共同研究で、ドイツで進められているバイオ材料開発ならびに界面制御手法と、スイスで進められているナノフォトンクス／プラズモニクスとナノ構造設計の両方の技術を組み合わせることから、よりオリジナルな研究展開が可能になると議論を続けてきた。また、日本にて実施している探針並びに表面増強光学実験系との連携、及びフィードバックを行うことで、より高度な研究を推進出来ることから、ドイツでの研究並びにスイスでの研究を実施すると共に、日本と行き来して、実験系の比較検討とセンシング具現化の議論を実施してきた。

6-5 今後の課題・問題点

6-6 本研究交流事業により発表された論文等

- | | |
|-------------------------------|-----|
| (1) 平成27年度に学術雑誌等に発表した論文・著書 | 30本 |
| うち、相手国参加研究者との共著 | 4本 |
| (2) 平成27年度の国際会議における発表 | 22件 |
| うち、相手国参加研究者との共同発表 | 4件 |
| (3) 平成27年度の国内学会・シンポジウム等における発表 | 20件 |
| うち、相手国参加研究者との共同発表 | 1件 |
- (※ 「本事業名が明記されているもの」を計上・記入してください。)
- (※ 詳細は別紙「論文リスト」に記入してください。)

7. 平成27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) ナノ電子フォトン情報物理基盤				
	(英文) Information Physical Foundation for Nanoscale Electron Photon Interactions				
日本側代表者	(和文) 成瀬 誠・情報通信研究機構・主任研究員				

氏名・所属・職	(英文) NARUSE Makoto・Photonic Network Research Institute・National Institute of Information and Communications Technology・Senior Researcher	
相手国側代表者	(英文) THYLEN Lars Helge・Royal Institute of Technology (KTH)・School of Information and Communication Technology・Professor	
氏名・所属・職	HUANT Serge・Neel Institute・Department for Nanosciences・Professor MARTIN Olivier・Swiss Federal Institute of Technology Lausanne・School of Engineering・Professor	
参加者数	日本側参加者数	8名
	(スウェーデン)側参加者数	10名
	(フランス)側参加者数	2名
	(スイス)側参加者数	1名
27年度の 研究交流活動	本研究 R-1 は本プロジェクト全体のなかで、ナノ電子フォトンの特徴的物理過程をインテリジェント機能などの価値創出に繋げるための基盤構築を目的とする。前年度までのスウェーデン王立工科大学 (KTH) 及びフランス・Neel 研究所と日本側研究者の研究協力実績を踏まえ、ナノ領域における近接場光を介したエネルギー移動や近接場光の階層的性質を用いた機能構築の検討を進捗させた。特に、R3 と連携し、日本側研究者がフランス・Neel 研究所に2週間弱滞在し共同実験を集中的に実施した。また、ナノ電子フォトンを用いた計算科学基盤に関し、ワークショップ S-1、S-2 と連携し、スウェーデン KTH 及びスイス連邦工科大ローザンヌ校 (EPFL) との研究協力に関する議論を進捗させた。	
27年度の研 究交流活動か ら得られた成 果	ナノ領域におけるエネルギー移動と相互作用の階層性は、ナノ電子フォトンにおける最も特徴的な物理過程のひとつであり、時空間ダイナミクスや近接場光相互作用を介した偏光制御の基礎理論の構築、さらには意思決定などの新たな機能の構築等が期待されている。本年度は、フランス・Neel 研究所と合同で、単一光子を用いた意思決定機能の実験的実証に成功し、その成果が英国 Nature Publishing Group のオンライン雑誌 Scientific Reports に掲載され、MIT Technology Review など内外の多くのメディアで大きく報道された。	

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) ナノ電子フォトンデバイス基盤				
	(英文) Nanoscale Electron-Photon Devices				
日本側代表者 氏名・所属・ 職	(和文) 田畑 仁・東京大学大学院工学系研究科・教授				
	(英文) TABATA Hitoshi・School of Engineering・The University of Tokyo・ Professor				
相手国側代表 者 氏名・所属・ 職	(英文) MARTIN Olivier・Swiss Federal Institute of Technology Lausanne (EPFL)・School of Engineering・Professor				
	BLANK Dave・University of Twente・MESA+, Institute for Nanotechnology・ Professor				
参加者数	日本側参加者数	7 名			
	(スイス) 側参加者数	6 名			
	(オランダ) 側参加者数	4 名			
	() 側参加者数	名			
27年度の 研究交流活動	<p>本研究 R-2 は、本プロジェクト内において、ナノ電子フォトンに立脚した散逸ゆらぎエレクトロニクス・フォトンクスの創製に向けて、前年度に引き続き、スイス連邦工科大ローザンヌ校 (EPFL) と連携を実施した。EPFL と日本側研究者間のこれまでの共同実績を踏まえて、特に生体揺らぎ情報の検出に向けたナノバイオセンシング・システムの構築に向けて、高性能電子ビームリソグラフ装置を用いた局在プラズモンナノデバイス作製に取り組んだ。このようなナノ構造体において発現する局所光信号に関する知見を得ることで、生体や物質内の複雑なナノ情報を効果的に取得することができた。そして、これらの知見を “散逸揺らぎ” へと発展させていくための更なるナノ構造の最適化も必要となる。この点については、ナノ超構造制御技術で際立った実績を有するトゥエンテ大学との連携により、散逸ゆらぎを内包したナノ構造やデバイス構造の設計指針を前年度に引き続き打ち合わせている。</p> <p>東工大から EPFL に 1 名、2 ヶ月を 2 回にわたり派遣した。</p> <p>酸化物エレクトロニクス関係の研究において R3no リョングループと情報交換を行い今後の共同研究について検討を行った。2 年目に当たる平成 27 年度は、初年度で礎を築いた研究成果を基に積極的に展開した。</p>				

27年度の 研究交流活動か ら得られた成 果	散逸ゆらぎデバイスの実現に向けて、特にコア2:EPFL 所有の高機能の超 高压電子ビームリソグラフ装置による超微細加工・ナノ構造制御を実施し た。その過程において、ナノ構造に由来するナノ電子フォトン現象を活かし て生体や物質内の複雑なナノシステムやダイナミクスの一部が明らかにな った。この共同研究成果は、Journal of Biophotonics, 2016 への掲載が掲載 が決定している。このように EPFL の傑出した超微細加工技術、Twente 大学 の高温熱電特性評価技術およびデバイス加工技術と、東大グループが培って きた酸化物結晶薄膜成長技術、および東工大グループの計測技術を融合する ことによって、薄膜のゆらぎ特性理解の深化と散逸ゆらぎデバイスの新たな 設計指針が得られた。
---------------------------------	---

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) ナノ電子フォトン評価基盤 (英文) Nanoscale Electron-Photon Analysis				
日本側代表者 氏名・所属・ 職	(和文) 齋木 敏治・慶応義塾大学理工学研究科・教授 (英文) SAIKI Toshiharu・Graduate School of Science and Technology, Keio University・Professor				
相手国側代表 者 氏名・所属・ 職	(英文) VILQUIN Bertrand・Lyon Institute of Nanotechnologies ・Ecole Centrale de Lyon・Associate Professor				
参加者数	日本側参加者数	11 名			
	(フランス) 側参加者数	10 名			
	() 側参加者数	名			
27年度の 研究交流活動	本研究 R-3 では、ナノ電子フォトン固有の物理過程をナノスケール分解能で 計測、評価する技術を開発し、本年度はさらにその応用展開に着手した。エ コール・セントラル・リヨンとの連携を中心として、電子フォトン融合デバ イスを見据えた相変化材料被膜ナノワイヤ量子ドットの発光制御に取り組 んだ。日本側が構造設計と相変化材料被膜、分光評価、リヨン側がナノワイ ヤ量子ドット試料作製をそれぞれ分担した。また、相変化材料薄膜上の自己 組織的周期構造形成における構造揺らぎや照射光強度揺らぎが果たす役割 を実験、シミュレーションを通して明らかにした。グルノーブルとの連携で は、単一光子の不可分性と揺らぎを利用した意思決定問題の効率的解法の実 験的な実証に取り組んだ。日本側の発案、計画立案のもと、グルノーブルに てダイヤモンド NV センターを単一光子源として利用した実験を実施した。 相互訪問によるミーティングは、9/7~9レ・ディアブルレ、12/7 リヨン、 12/8~12/16 グルノーブル、3/9 日本にて開催した。				

<p>27年度の研 究交流活動か ら得られた成 果</p>	<p>リヨングループにて作製された量子ドット試料上に慶應グループにてカルコゲナイド相変化薄膜を成膜し、フィードバック付き局所的相変化を行うことにより、複数の量子ドットに対する発光波長同時制御に成功した。この成果は Applied Physics A に掲載された。これを契機に誘電率変化によるナノワイヤ量子ドットの発光偏光制御の着想に至った。</p> <p>情報通信研究機構グループで発案された多本腕バンディット問題の効率的解探索法を、グルノーブルグループにて単一光子実験にて実証に成功した。この成果は Scientific Report に掲載された。</p> <p>複数の量子ドットに対する発光波長同時制御に成功し、その成果を以下の論文にまとめた。</p> <p>Y. Sato, S. Kanazawa, A. Yamamura, M. Kuwahara, P. Regreny, M. Gendry, and T. Saiki, “”, Applied Physics A 121, 1329 (2015).</p> <p>単一光子を利用した多本腕バンディット問題の効率的解探索に成功し、その成果を以下の論文にまとめた。</p> <p>M. Naruse, M. Berthel, A. Drezet, S. Huant, M. Aono, H. Hori, and S.-J. Kim, “Single-photon decision maker”, Scientific Report 5, 13253 (2015).</p>
---	---

整理番号	R-4	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) ナノ電子フォトン加工基盤				
	(英文) Nanoscale Electron-Photon Fabrications				
日本側代表者 氏名・所属・ 職	(和文) 八井 崇・東京大学大学院工学系研究科・准教授				
	(英文) YATSUI Takashi・School of Engineering, The University of Tokyo・Associate Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・ 職	(英文) JELEZKO Fedor・Ulm University・Institute for Quantum Optics ・Professor				
参加者数	日本側参加者数	4 名			
	(ドイツ) 側参加者数	8 名			
	() 側参加者数	名			
27年度の 研究交流活動	本研究 R-4 では、ドイツ・ウルム大学の持つ強みであるダイヤモンド「光 (フォトン)」量子情報技術と、東京大学が有するナノ電子フォトン加工技術を融合し、散逸揺らぎを積極的に活用した電子・光融合デバイスを構築することにある。初年度ウルム大・東大との連携に加えて、東工大・波多野研、マックスプランク研究所との連携によりダイヤモンド基板の平滑化のみならず、ナノダイヤモンドの発光特性向上を実現した。今年度は、ナノ光加工の詳細を明らかにし、さらに、ナノ光加工によって得られたダイヤモンド NV の新しい可能性と、それをを用いた新規デバイス構築に向けた課題抽出を早急に行った。				
27年度の研 究交流活動か ら得られた成 果	近接場光加工については、電場と磁場の影響を個別に観測することに成功した。その結果、従来の光化学反応において、無視されていた磁場による効果がナノ領域においては強く影響することを発見した。さらに、近接場光加工によって得られた、ダイヤモンド NV を用いて NV からの発光を観測することで、従来観測が困難であった、NV 同士の近接場光相互作用の観測に成功した。何れの成果も当プロジェクトに参画している修士課程の学生がウルム大に 2 日間滞在し、議論を重ね、研究したり東工大に自ら議論に行くことによって得られた成果である。				

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「散逸ゆらぎ制御ナノ電子フォトン相互作用に関する日本-スイス国際ワークショップ」 (英文) JSPS Core-to-Core Program “Japan-Swiss International Workshop on Nanoscale Electron-Photon Interactions via Energy Dissipation and Fluctuation “(Japan-Swiss Workshop)
開催期間	平成 27年 9月 7日 ~ 平成 27年9月9日 (3日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(英文) Swiss, EPFL Lausanne and Les Diablerets (和文) スイス、EPFL 及びレス・ディアブレレ会議場
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(英文) HARA Masahiko・Tokyo Institute of Technology・Professor (和文) 原 正彦・東京工業大学・教授
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) MARTIN Olivier ・School of Engineering ・Professor

参加者数

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (スイス)	
	A.	B.
日本 <人/人日>	9/ 54	0
スウェーデン <人/人日>	1/ 3	0
スイス <人/人日>	2/ 6	3
オランダ <人/人日>	0/ 0	1
フランス <人/人日>	1/ 3	0
ドイツ <人/人日>	1/ 3	0
合計 <人/人日>	14/ 69	4

- 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)

セミナー開催の目的	<p>nano photonics, plasmonics, near-field optics, nano structured materials, surface and interface, new research fields in nanotechnology and nanoscience 等を課題とした研究紹介を行い、今後の連携研究推進を議論する。CtC 参加機関から、日本 9 名+欧州（主にスイス）9 名程度が、近い研究分野毎にセッション（シングルセッション）を作り、ディスカッションを行う。</p> <p>学生+若手研究者の育成も視野に、参加希望があれば、または教員からの推薦があればポスター展示場所を設け、人数が集まるようであれば、一人 3～5 分程度の口頭プレゼンセッションも設定する。</p>	
セミナーの成果	<p>全ての海外拠点研究機関（スイス連邦工科大学ローザンヌ校、オランダ・トゥエンテ大学、スウェーデン王立工科大学、ドイツ・ウルム大学、フランス・エコールセントラルリヨン）から参加者を集いスイスでワークショップを開催した。日本 9 名+欧州（主にスイス）9 名が、近い研究分野毎にセッション（シングルセッション）を作り、ディスカッションを行った。ナノフォトニクスに関する共同研究内容に関して議論が交わされ、海外研究拠点機関と日本側研究機関との共同研究が加速された。特にナノ光デバイスの作製と評価に関して活発な議論が行われた。次回のワークショップ開催についてスイス側と協議し、2016 年の 9 月に日本で開催することが決まった。</p> <p>また、日本側およびスイス側から修士および博士課程の学生に口頭発表の機会を与え、学生間のフリーディスカッションの場も設けることによって、大学院生の国際性を涵養した。</p>	
セミナーの運営組織	<p>Chairperson : Prof. MARTIN Olivier Co-Chairperson : Prof. HARA Masahiko 日本担当 : Dr. YANO Taka-aki スイス担当 : Dr. BUTET Jérémy</p>	
開催経費 分担内容	日本側	<p>内容 外国旅費 2,899,231 円 外国旅費・謝金等に係る消費税 212,949 円</p>
	(スイス) 側	<p>内容 開催経費及び招待講演等旅費 300,000 円</p>

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「散逸ゆらぎ制御ナノ電子フォトン相互作用に関する 2015 スウェーデン-日本ワークショップ」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “2015 Sweden-Japan Workshop on Nanoscale Electron-Photon Interactions via Energy Dissipation and Fluctuation”
開催期間	平成 27 年 11 月 26 日から平成 27 年 11 月 27 日
開催地 (国名、都市名、会場名)	(和文) スウェーデン、ストックホルム (英文) Sweden, Stockholm
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 成瀬 誠・国立研究開発法人情報通信研究機構・主任研究員 (英文) NARUSE Makoto・Photonic Network Research Institute, National Institute of Information and Communications Technology・Senior Researcher
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) THYLEN Lars Helge・Royal Institute of Technology (KTH)・Professor

参加者数

派遣先 派遣		セミナー開催国 (スウェーデン)
日本 〈人／人日〉	A.	8/ 40
	B.	
スウェーデン 〈人／人日〉	A.	8/ 8
	B.	15
〈人／人日〉	A.	
	B.	
合計 〈人／人日〉	A.	16/ 48
	B.	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)

セミナー開催の目的	スウェーデン王立工科大学(KTH)とはこれまでに深い交流実績があり、本プログラムではこの強固な協力体制を基盤として、新たな具体的な研究協力の可能性を探索する。特に、KTHが強みを有する計算科学分野との連携を見据えながら、ナノ電子フォトンの実験系や散逸ゆらぎ制御のコンセプトとの相乗発展を指向し、研究協力の発展を目指すことを目的とする。		
セミナーの成果	ナノ電子フォトン概念とその加工・デバイス・コンピューティング応用について相互理解を形成し具体的な共同研究のさらなる発展のための議論を行った。特に、スウェーデン側の計算科学的アプローチとの連携の具体的発展を指向し、日本側の関連の実験的及び理論的研究の現状課題との接点を探索した。セミナー終了後に研究課題リストを相互に交換し、現在、10個の新規な研究課題を特定することができた。		
セミナーの運営組織	実行委員長：成瀬 誠 (NICT)、TYLEN Lars Helge (KTH) 実行委員会：信定克幸 (分子研)、HANS Argen (KTH)、WOSINSKI Lec (KTH)		
開催経費 分担内容	日本側	内容	金額
		外国旅費	2,353,023 円
		外国旅費・謝金等に係る消費税	177,434 円
	(スウェーデン) 側	内容 会議費	300,000 円
	() 側	内容	

7-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

所属・職名 派遣者名	派遣・受入先 (国・都市・機関)	派遣期間	用務・目的等
長浜バイオ大学・講師・西郷甲矢人	日本・東京・東京大学	2015/7/28 ～ 2015/7/29	東京大学で実施の光物質・ゆらぎ科学と圏論に関する研究会参加
元京都大学・小嶋 泉	日本・東京・東京大学	2015/7/28 ～ 2015/7/29	東京大学で実施の光物質・ゆらぎ科学と圏論に関する研究会参加
東京工業大学・准主任研究者・青野 真士	日本・東京・東京大学	2015/7/28	東京大学で実施の光物質・ゆらぎ科学と圏論に関する研究会参加
東京工業大学・准主任研究者・青野 真士	日本・東京・東京大学	2015/10/26	東京大学で実施の光物質・ゆらぎ科学と圏論に関する研究会参加
国立研究開発法人 物質・材料研究機構・NIMS 特別研究員・金成主	日本・東京・東京大学	2015/10/26	東京大学で実施の光物質・ゆらぎ科学と圏論に関する研究会参加
山梨大学・助教 坂野 斎	日本・東京・東京大学	2015/10/26	東京大学で実施の光物質・ゆらぎ科学と圏論に関する研究会参加
長浜バイオ大学・講師・西郷甲矢人	日本・東京・東京大学	2015/10/26 ～ 2015/10/27	東京大学で実施の光物質・ゆらぎ科学と圏論に関する研究会参加
元京都大学・小嶋 泉	日本・東京・東京大学	2015/10/26 ～ 2015/10/27	東京大学で実施の光物質・ゆらぎ科学と圏論に関する研究会参加
東京工業大学・准主任研究者・青野 真士	日本・東京・東京大学	2015/12/28 ～ 2015/12/29	東京大学で実施の光物質・ゆらぎ科学と圏論に関する研究会参加
長浜バイオ大学・講師・西郷甲矢人	日本・東京・東京大学	2015/12/28 ～ 2015/12/29	東京大学で実施の光物質・ゆらぎ科学と圏論に関する研究会参加
長浜バイオ大学・講師・西郷甲矢人	日本・東京・東京大学	2016/1/22	東京大学で実施の光物質・ゆらぎ科学と圏論に関する研究会参加

甲矢人			
元京都大学・小嶋 泉	日本・東京・ 東京大学	2016/1/22	東京大学で実施の光物質・ゆらぎ科学と 圏論に関する研究会参加
国立研究開発法人 物質・材料研究機構・NIMS 特別研究員・金成主	日本・東京・ 東京大学	2016/1/22	東京大学で実施の光物質・ゆらぎ科学と 圏論に関する研究会参加
山梨大学・教授・小林 潔	日本・東京・ 東京大学	2016/1/22	東京大学で実施の光物質・ゆらぎ科学と 圏論に関する研究会参加

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27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	日 月 年	日本		スウェーデン		スイス		オランダ		フランス		ドイツ		合計	
		人数	人日数	人数	人日数	人数	人日数	人数	人日数	人数	人日数	人数	人日数	人数	人日数
日本	1		()		()		()		()		(1/7)		()	0/0	(1/7)
	2		()		()	9/54	()		()		()		()	9/54	(0/0)
	3		()	8/40	()	1/61	()		()	4/32	()		5/46	()	18/179 (0/0)
	4		()		()	1/64	()		()		()		()	1/64	(0/0)
	計		()	8/40 (0/0)		11/179 (0/0)		0/0 (0/0)		4/32 (1/7)		5/46 (0/0)		28/297 (1/7)	
スウェーデン	1		()		()		()		()		()		()	0/0	(0/0)
	2		()		()		(1/3)		()		()		()	0/0	(1/3)
	3		()		()		()		()		()		()	0/0	(0/0)
	4		()		()		()		()		()		()	0/0	(0/0)
	計	0/0	(0/0)			0/0	(1/3)		0/0 (0/0)		0/0 (0/0)		0/0 (0/0)	0/0	(1/3)
スイス	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)
オランダ	1		()		()		()		()		()		()	0/0	(0/0)
	2		()		()		()		()		()		()	0/0	(0/0)
	3		()		()		()		()		(2/7)		()	0/0	(2/7)
	4		()		()		()		()		()		()	0/0	(0/0)
	計	0/0	(0/0)	0/0	(0/0)	0/0	(0/0)		0/0 (2/7)		0/0 (0/0)		0/0 (2/7)	0/0	(2/7)
フランス	1		(1/28)		()		()		()		()		()	0/0	(1/28)
	2		()		()		(1/3)		()		()		()	0/0	(1/3)
	3		()		()		()		()		()		()	0/0	(0/0)
	4		()		()		()		()		()		()	0/0	(0/0)
	計	0/0	(1/28)	0/0	(0/0)	0/0	(1/3)		0/0 (0/0)		0/0 (0/0)		0/0 (0/0)	0/0	(2/31)
ドイツ	1		(1/32)		()		()		()		()		()	0/0	(1/32)
	2		()		()		(1/3)		()		()		()	0/0	(1/3)
	3		()		()		()		()		()		()	0/0	(0/0)
	4		()		()		()		()		()		()	0/0	(0/0)
	計	0/0	(1/32)	0/0	(0/0)	0/0	(1/3)		0/0 (0/0)		0/0 (0/0)		0/0 (0/0)	0/0	(2/35)
合計	1	0/0	(2/60)	0/0	(0/0)	0/0	(0/0)	0/0	(0/0)	0/0	(1/7)	0/0	(0/0)	0/0	(3/67)
	2	0/0	(0/0)	0/0	(0/0)	9/54	(3/9)	0/0	(0/0)	0/0	(0/0)	0/0	(0/0)	9/54	(3/9)
	3	0/0	(0/0)	8/40	(0/0)	1/61	(0/0)	0/0	(0/0)	4/32	(2/7)	5/46	(0/0)	18/179	(2/7)
	4	0/0	(0/0)	0/0	(0/0)	1/64	(0/0)	0/0	(0/0)	0/0	(0/0)	0/0	(0/0)	1/64	(0/0)
	計	0/0	(2/60)	8/40	(0/0)	11/179	(3/9)	0/0	(0/0)	4/32	(3/14)	5/46	(0/0)	28/297	(8/83)

※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
3/3 (66/66)	5/7 (4/8)	8/12 (44/45)	5/5 (47/47)	21/27 (161/166)

9. 平成27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	342,170	
	外国旅費	11,690,395	
	謝金	108,000	
	備品・消耗品 購入費	1,204,761	
	その他の経費	230,248	
	外国旅費・謝金等に 係る消費税	917,790	
	計	14,493,364	
業務委託手数料		1,450,000	
合計		15,943,364	

10. 平成27年度相手国マッチングファンド使用額

相手国名	平成27年度使用額	
	現地通貨額[現地通貨単位]	日本円換算額
フランス (French National Agency for Research)	3,000 [Euro]	377,665 円
フランス (French National Agency for Research)	1,500 [Euro]	188,832 円
ドイツ (European Research Council)	50,000 [Euro]	6,294,420 円

スイス (Swiss National Science Foundation)	10,000/12 [CHF]	1,152,890/12 円相当
スイス (Swiss National Science Foundation)	3,000 [CHF]	345,867 円相当
スイス (Swiss Federal Institute of Technology Lausanne, EPFL)	8,000 [CHF]	922,312 円
スウェーデン (Swedish Research Council)	1,250,000 [SEK]	17,056,000 円
スウェーデン (Swedish e-Science Research Center)	1,700,000 [SEK]	23,196,160 円
スウェーデン (Swedish Foundation for Strategic Research Council)	1,000,000 [SEK]	13,644,800 円
オランダ (Dutch Technology Foundation STW)	100,000 [Euro]	12,591,080 円

※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。