

## 研究拠点形成事業 平成 29 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](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

( 4 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、質的変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29年度研究交流目標

### <研究協力体制の構築>

研究4年目にあたる平成29年度は、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を中心として、これまでの研究協力の内容を具体的に結晶化させることを指向した議論の推進を行うとともに、これまでの成果を踏まえた更なる共同研究の発展を目指す。具体的には、フランスにてセミナーを実施し、また、初年度より推進し多大な成果を収めてきた「集中滞在問題解決型共同研究」プログラムを引き続き推進し協力体制の強化推進を図る。

平成28年度よりR-2に参画したInstitut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M)のO. Sopperaと東京大学八井准教授(R-4日本側代表者)は、それ以前よりナノ電子フォトン<sup>1</sup>の散逸揺らぎを利用した表面平滑化を行っている。この共同研究を通して、従来反応しないと考えられていた光周波数領域の磁場と物質が作用することを発見し、その成果をLight: Science & Applications (NPG, Impact Factor: 14.6)に発表して世界からの注目を集めた。このように海外研究拠点間の連携を推進し、プロジェクト全体の新分野への展開を進める。

### <学術的観点>

ナノ領域での電子とフォトン<sup>1</sup>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、①情報処理、②デバイス、③分析、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。各コアにおいてこれまで培ってきた基礎的な理論や、実験の成果を基に、今年度は、さらなる発展を目指して新しい応用展開を目指す。このような応用展開を加速するために、各コアでの海外拠点でのワークショップに加えて、日本でワークショップを開催し連携強化をはかることを目標とする。昨年度はR1及びR4コアとの研究交流を重点的に進めた。本年度はR2、R3の交流を積極的に進める。R2では、昨年度のR1と連携した取り組みにより、単一光子を用いた意思決定(多本腕バンディット問題)の階層化の共同実験に成功し、散逸ゆらぎ利用型情報機能のスケラビリティについて実証的成果を創出できた。今年度はその理論基盤の充実を図るとともに、多本腕バンディット問題を越えた高次機能への展開を行う。また、金属および酸化物半導体材料の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から、今年度はさらに分子センサーなどのデバイス構造設計や、そこに見られる局所現象を抽出し如何に高感度検出に展開するかを議論する予定である。今年度は、これらの研究成果を基に、新たなデバイス構造やシステム構造に展開するための研究課題抽出を行う予定である。さらに、コア間での交流並びに前年度までの取り組みによる共同研究体制を踏まえた発展的な成果が期待される。

昨年度実施したR4コアとのワークショップによってこれまで想定していた散逸ゆらぎ制御による加工の理論追及から、その加工によって達成される新しいデバイス・応用への道筋を得た。本年度は、それらを具現化することを目標とする。

### <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。

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、一昨年度より、修士課程2年生が主体となった日本の拠点4大学合同の学生講演会を実施している。昨年度は慶應義塾大学が幹事となって講演会を実施した（一昨年度は東京大学が幹事担当）。運営には教員は一切手助けをせず、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した。学生相互でポスター発表の採点を行い、優れた発表に対して表彰を行った。発表会後は懇親会も実施し、学生間の密な交流が見られ成功裡に終えた。運営は持ち回り制としており、今年度は東京工業大学が担当する。

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) に加入し、初年度は各大学の Student Branch に加盟した。この従来の個別の Student Branch の活動から脱却し、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。今年度から東京大学の八井准教授が IEEE Tokyo Branch の理事となり、一層の交流推進を図る。

上記の取り組みをさらに加速させるために、既に締結済みであるフランスコアの École Centrale de Lyon (ECL) と慶應義塾大学のダブルディグリー制度に加えて、大学間協定を結ぶことで、さらなる長期滞在、長期受入を促進する。本プログラムの実施に先駆け、東京大学工学系研究科は、ECL との部局間学術交流協定を締結しており、本プロジェクトと関連して既に3名（半年又は1年間）の学生を受け入れた。これに加えて東京大学工学系では、フランスの Université de technologie de Troyes (UTT)、さらにはドイツコアの Ulm University との部局間学術交流協定を進めている。これらの協定は教員が一定期間相互に滞在して共同研究をする等の制度として整備しているが、これをきっかけに多くの学生が日本に長期滞在することで、これを受け入れる学生や若手研究者のコミュニケーション能力と具体的研究能力の向上が期待される。

### <その他（社会貢献や独自の目的等）>

本研究では「Core-to-Core 若手育成プログラムセミナー」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。

加えて、平成27年度末より本研究の成果発信並びに昨今進歩の著しい「知能」を中心とし

た分野への本研究の発展を指向した「自然知能セミナー」を開始した。これまでにシンポジウムを1回、セミナーを11回開催したほか、平成29年3月10日～11日には人工知能学会（自然計算研究グループ）並びに電子情報通信学会（複雑コミュニケーションサイエンス研究会）との合同研究会を開催した。さらに米国・ハーバード大学、マサチューセッツ工科大学、カナダ・オタワ大学においてワークショップを行っている。なかでもハーバード大学において平成28年12月10日～11日に行ったProto-computation and Proto-life Workshopは米国NASAのWEBサイトにおいてフィーチャーされた。

(<https://nai.nasa.gov/articles/2017/3/6/proto-computation-and-proto-life-workshop/>) これらの内容は、R-1～R-4の研究成果を知能を中心とした新価値創造と社会貢献に結びつける試みとして位置づけるとともに、現在の本C2Cプログラムのコアメンバーとして参画していない北米等におけるパートナー発掘を探索する機会を提供している。平成29年度においても引き続き取り組みを行い、本研究を核とした新たな研究概念の創出と世界への発信および拠点に参画する海外のコアメンバーとの研究交流を目指す。関連のWEBサイトとして <https://sites.google.com/site/naturalintelligencejp/> を構築している。

## 6. 平成29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

研究4年目にあたる平成29年度は、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を中心として、これまでの研究協力の内容を結晶化させることを指向した議論及び具体的研究の推進を図るとともに、これまでの成果を踏まえた更なる共同研究の展開を行った。具体的には、フランスにてセミナーを実施し、また、初年度より推進し多大な成果を収めてきた「集中滞在問題解決型共同研究」プログラムを引き続き推進し協力体制の強化を行った。なかでも、フランス（グルノーブル）との協力体制として、NICTの成瀬総括研究員（R-1日本側代表者）は本年度グルノーブルアルプス大学の招聘教授に任命され、平成29年11月より一ヶ月現地滞在するなど、研究推進及び協力体制の強化を行ったことは特筆される。

今年度、このIS2Mから東大・八井Grに一週間研究員を派遣し研究を行うとともに、東大・八井Grからも「集中滞在問題解決型共同研究」プログラムを利用して一週間IS2Mに大学院生を派遣するなど協力体制をより強固なものとした。このように海外研究拠点間の連携を推進し、プロジェクト全体の新たな分野への展開を進めた。

### 6-2 学術面の成果

本プログラムでは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、学術的観点から①情報処理、②デバイス、③分析、④加工という4つ

の視点を軸としながら海外拠点との連携研究を展開してきた。4年目となる今年度は、各コアにおいてこれまで培ってきた基礎的な理論や、実験の成果を統合すべく、以下の研究を遂行し学術的成果を得た。

R-1のプログラムの中でのミッションは、ナノ電子フォトンにおける特徴的な物理過程に基づいた新規な機能の創出とその基礎理論の構築である。R-2, 3, 4が関わる材料・デバイス設計指針となる「散逸ゆらぎ」を用いた意思決定機能について、「単一のユーザー」の意思決定課題の解決からより発展させ、「複数のユーザー」の競合を孕む問題へ展開し、その光による解決への道筋を得た。これにより、周波数資源、エネルギー資源、計算資源などの効率的かつ公平な制御機能の創出が期待される学術的成果である。

R-2では材料（絞り込み）の観点から、金属や遷移金属酸化物材料の超構造薄膜やナノ構造体及びヘテロ接合における揺らぎ物性制御に関する研究成果を得た。スイスコアとの10月に国際ワークショップ、オランダ Twente 大学と共同で進めている金属酸化物ナノ超構造を用いた揺らぎデバイスの研究では、希土類ガーネット薄膜およびスピネル型フェライト薄膜における高温スピングラス特性の発現に向けて重要な指針となる、エピタキシャル格子歪の制御方法に関する学術的知見を得た。

R-3のフランスコアとは全コア中でも活発な交流を行い同時に当初予定以上の研究成果が生まれた。グルノーブルのグループとの共同研究において、「散逸ゆらぎ」システム全体としての効率性や公平性の実現を問う競合バンディット問題を、光を用いて解決するための基本構造及び原理実験の予備検討を、またパリ（Institut Langevin 及び École nationale supérieure des arts décoratifs）との間で、「散逸ゆらぎ」制御ナノ電子フォトンの数学的基盤に関する検討を行うことができた。

R-4ではNVCの「スピンゆらぎ」を利用したセンサーデバイス実証実験に注力した。特にR-4スイスコア代表者の JELEZKO 教授が来日し、より詳細かつ具体的な実験方法の打ち合わせを行うことで研究が加速した。医療応用に向けたNVCセンサーデバイスが実証することで、超高感度な生体磁気センサーが可能となるため、医療分野の革新に繋がる成果である。将来的には乳がんの転移を迅速に検知可能な放射性物質フリーなセンサーが実現すれば Quality of Life の向上に寄与することが期待される。

いずれも当初の予定を達成し、最終年度に向け各コアの知見を統合していくことで「散逸ゆらぎ」制御デバイス設計指針の策定にむけた充実した1年であった。

### 6-3 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。

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、一昨年度より、修士課程 2 年生が主体となった日本の拠点 4 大学合同の学生講演会を実施している。今年度は東京工業大学が幹事となって講演会を実施した（一昨年度は東京大学、昨年度は慶応義塾大学が幹事担当）。運営には教員は一切手助けをせず、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した。学生相互でポスター発表の採点を行い、優れた発表に対して表彰を行った。発表会後は懇親会も実施し、学生間の密な交流が見られ成功裡に終えた。運営は持ち回り制としており、来年度は東京大学が担当予定である。

上記の取り組みをさらに加速させるために、既に締結済みであるフランスコアの École Centrale de Lyon (ECL) と慶應義塾大学のダブルディグリー制度に加えて、大学間協定を結ぶことで、さらなる長期滞在、長期受入を促進する。本プログラムの実施に先駆け、東京大学工学系研究科は、ECL との部局間学術交流協定を締結しており、本プロジェクトと関連して既に 3 名（半年又は 1 年間）の学生を受け入れた。これに加えて東京大学工学系では、フランスの Université de technologie de Troyes (UTT)、ドイツコアの Ulm University との部局間学術交流協定を締結した。これらの協定は教員が一定期間滞在して共同研究をする等の制度として整備しているが、これをきっかけに多くの学生が日本に長期滞在することで、これを受け入れる学生や若手研究者のコミュニケーション能力と具体的研究能力の向上が期待される。

本研究では「Core-to-Core 若手育成プログラムセミナー」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。今年度のプログラム開催詳細は下記のとおりある。

・第 20 回：2017 年 5 月 18 日（木）東京大学本郷キャンパスにて実施。物質材料研究機構の FIORI Alixandre 先生に「Boron-doped diamond structures for new electronics: CVD growth and characterization」、中央大学の東條賢先生に「近接場中における気体原子分子のレーザー分光 - 光学許容遷移と光学禁制遷移 -」についてご講演頂いた。

・第 21 回：2017 年 6 月 27 日（火）東京大学本郷キャンパスにて実施。自然科学研究機構分子科学研究所の竹内 嵩先生に「Maxwell-Schrödinger 方程式による近接場の解析 - 光による量子状態制御 -」、東京大学の小林正起先生に「磁性半導体の強磁性機構解明 - 放射光分光による電子構造解析 -」についてご講演頂いた。

・第 22 回：2017 年 8 月 24 日（木）東京大学本郷キャンパスにて実施。Los Alamos National Laboratory の Jinkyoun Yoo 先生に「Semiconductor nanowire heterostructures for energy device applications」についてご講演頂いた。

・第 23 回：2017 年 10 月 26 日（木）東京大学本郷キャンパスにて実施。東京農工大学の鈴木健仁先生に「超高屈折率で極低反射な材料の実現とテラヘルツデバイス応用」、慶應義塾大学の山本詠士先生に「生体膜において観測されるゆらぎ現象と生物学的意義について」についてご講演頂いた。

・第 24 回：2017 年 12 月 6 日（水）東京大学本郷キャンパスにて実施。Indian Institute

of Technology の Dr. Sushmee Badhulika に「Flexible substrates based nanoelectronic devices and their applications in photodetectors and wearable electronics」についてご講演頂いた。

・第 25 回：2017 年 12 月 21 日（木）東京大学本郷キャンパスにて実施。東京大学の河野崇先生に「シリコンニューロンとゆらぎ」、東京大学の矢嶋 起彬先生に「VO2 薄膜の物性研究およびニューロモルフィックへの応用」についてご講演頂いた。

#### 6-4 その他（社会貢献や独自の目的等）

平成 27 年度末より本研究の成果発信並びに昨今進歩の著しい「知能」を中心とした分野への本研究の発展を指向した「自然知能セミナー」を開始している。今年度は、セミナーを 9 回、電子情報通信学会複雑コミュニケーションサイエンス研究会（CCS）との合同研究会を 1 回行った。CCS との合同研究会並びにセミナーのうち 2 回はオープン開催とし、さらに、当該セミナー 2 回はフェースブックライブ（Facebook live）を用いてリアルタイム中継を行った（第 16 回：平成 29 年 6 月 24 日及び第 21 回：平成 29 年 10 月 28 日。場所はいずれも本 C2C の拠点である慶應義塾大学）。なお動画はフェースブックにおいてアーカイブ化されており、現在も視聴できる（<https://www.facebook.com/naturalintelligencejp/>）。なお、CCS との合同研究会は昨年度にも実施しており本年度は 2 回目の開催である。

これらの内容は、R-1～R-4 の研究成果を知能を中心とした新価値創造と社会貢献に結びつける試みとして位置づけるとともに、ソーシャルネットワーク（SNS）も駆使した、本拠点の研究の概念、科学基盤、技術基盤のアウトリーチの強化の一環としている。関連の WEB サイトとして <https://sites.google.com/site/naturalintelligencejp/> を構築している。

今年度の開催詳細は下記の通りである。

- ・ 2017. 4. 24：自然知能セミナー（第 13 回）  
「価値・選好を論じるための数学と現実世界について」（広島大学）
- ・ 2017. 5. 19-20：自然知能セミナー（第 14 回）「自然知能と数学 IV」（東京大学）
- ・ 2017. 6. 19-21：自然知能セミナー（第 15 回）  
「Unlocking the Brain」（長浜バイオ大学）
- ・ 2017. 6. 24：自然知能セミナー（第 16 回）「自然知能と複雑系科学 II」（慶應義塾大学）
- ・ 2017. 8. 3-4：自然知能セミナー（第 17 回）  
「意思決定×脳計測」（国立研究開発法人情報通信研究機構 未来 ICT 研究所（神戸））
- ・ 2017. 8. 17-18：自然知能セミナー（第 18 回）「自然知能と数学 V」（長浜バイオ大学）
- ・ 2017. 10. 13-14：自然知能セミナー（第 19 回）「自然知能と数学 VI」（山梨大学）
- ・ 2017. 10. 30-31：自然知能セミナー（第 20 回）  
「Unlocking the Brain II」（長浜バイオ大学）
- ・ 2017. 10. 28：自然知能セミナー（第 21 回）「自然知能と数理」（慶應義塾大学）

### 6-5 今後の課題・問題点

本プログラムの重要な柱と位置付けている1つが当該研究領域の若手研究者育成の課題である。今後も継続して活発な研究交流・ディスカッションを促すための機会を積極的に設ける予定である。特に最終年度となる平成30年度には全コアメンバーが集結する全体WSを日本で開催し、その際にポスターセッション等において重点的にディスカッションをする機会を設けるほか、優れた発表を表彰するなどして大学院生を含む若手研究者のモチベーションを高める事も計画している。

### 6-6 本研究交流事業により発表された論文等

- (1) 平成29年度に学術雑誌等に発表した論文・著書 28本  
うち、相手国参加研究者との共著 4本
  - (2) 平成29年度の国際会議における発表 15件  
うち、相手国参加研究者との共同発表 1件
  - (3) 平成29年度の国内学会・シンポジウム等における発表 15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29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 氏名・所属・職	(和文) 成瀬 誠・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				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) THYLEN Lars Helge・Royal Institute of Technology (KTH)・School of Information and Communication Technology・Professor HUANT Serge・Neel Institute・Department for Nanosciences・Professor MARTIN Olivier・Swiss Federal Institute of Technology Lausanne・School of Engineering・Professor				
29年度の研究 交流活動	<p>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、単一光子 を用いた意思決定の理論的・実験的検討を進捗させた。特に、システム全 体としての効率性や公平性の実現を問う競合バンディット問題を、光を 用いて解決するための基本構造及び原理実験を発展させた。本研究の予 備検討のためフランス・Neel 研究所に平成 29 年 7 月に短期滞在し、グル ノーブルアルプス大学の招聘教授を兼ねる NICT 成瀬が同大及び CNRS 予 算により同 11 月に 1 ヶ月滞在し、理論及び実験を大きく発展させた。ま た、同 11 月には本拠点メンバーの西郷 (長浜バイオ大) 及び岡村 (名古 屋大) がグルノーブル (Neel 研究所) 及びパリ (Institut Langevin 及び École nationale supérieure des arts décoratifs) を訪問し、散逸ゆ らぎ制御ナノ電子フォトンの数学的基盤に関する議論を発展させた。</p>				

29年度の研 究交流活動 から得られ た成果	ナノ電子フォトンにおける特徴的な物理過程に基づいた新規な機能の創出とその基礎理論の構築が R-1 の大きな役割のひとつである。散逸ゆらぎを用いた意思決定機能について、昨年度までに取り組んでいた「単一のユーザー」の意思決定課題の解決に留まらず、「複数のユーザー」の競合を孕む問題に発展させ、その光による解決への道筋を得た。これにより、周波数資源、エネルギー資源、計算資源などの効率的かつ公平な制御機能の創出が期待される。
---------------------------------	---

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				
29年度の 研究交流活動	<p>本研究 R-2 では、ナノ電子フォトン系に特有のゆらぎ物性を利用した新規エレクトロニクス・フォトニクスデバイス（散逸ゆらぎデバイス）の創製を目的として、前年度に引き続き、各国との連携の下、金属や遷移金属酸化物材料の超構造薄膜やナノ構造体及びヘテロ接合における揺らぎ物性制御に関する研究を推進した。また 10 月には、研究成果や情報の共有、今後の研究方針・交流計画の検討・確認を目的として、スイス EPFL において国際ワークショップを開催した。更に、材料作製、デバイス開発の両面において、本グループ内だけでなく、昨年度に引き続き他の共同研究 (R-1, 3, 4) とも積極的に交流・連携を図ることにより、ナノ電子フォトンと物性ゆらぎの融合研究を推進した。特にオランダ Twente 大学と共同で進めている金属酸化物ナノ超構造を用いた揺らぎデバイスの研究では、新たにフランスのパリ第 11 大学の研究者を研究メンバーに加え、2 月には日本側から 2 名の研究者を同大学に派遣し、来年度の共同実験に関して詳細な議論を行った。</p>				
29年度の研 究交流活動か ら得られた成 果	<p>機能的酸化物薄膜では、他の半導体材料、金属材料とは異なり、基板との格子不整合によるエピタキシャル歪を制御することにより、スピングラスやリラクサー等のゆらぎ物性を室温付近の高温領域で発現させることができる。今年度の研究交流の成果として、希土類ガーネット薄膜およびスピネル型フェライト薄膜における高温スピングラス特性の発現に向けて重要な指針となる、エピタキシャル格子歪の制御方法に関する知見を得た。また主要な研究対象である機能的鉄酸化物薄膜は、電子相関によって揺らぎ物性が多彩に変化するという特徴があるため、鉄イオン価数の制御が重要となる。今年度は、従来の元素置換技術に代わる新たなイオン価数制御技術の開発を進め、共同研究により、金属極薄膜蒸着と真空中での熱処理を組み合わせた安価で簡便な手法が有効であることを見出した。</p>				

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) 斎木 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・Professor				
29年度の 研究交流活動	<p>エコール・セントラル・リヨンとの連携では、カルコゲナイド相変化材料を被膜したナノワイヤに埋め込まれた量子ドットの発光制御に継続して取り組んだ。相変化にともなう優れた発光変更特性制御が確認され、共著論文の執筆を終えた。また、本テーマ以前の共同研究の成果をレビュー論文としてまとめ、刊行に至っている。SiC 中赤外表面フォノンポラリトンの相変化材料による分散・空間的閉じ込め制御についても継続して実施し、相変化にともなう閉じ込め波長の制御を実証した。複雑なスペクトルの詳細な解析と赤外微量センシングのデモを終え、論文執筆に着手した。</p> <p>グルノーブルとの連携では、R-1 と共同し、平成 28 年度に続き、単一光子過程を利用した意思決定問題の高次機能化を進めた。11 月に現地にて検証実験を行った。</p> <p>IS2M との連携では、10 月に、IS2M より研究員を受け入れ、近接場光を利用した新しい光化学反応の探索に関する検討を行った。また、平成 30 年 2 月には、大学院生を一週間 IS2M に派遣し、新規光化学反応に関する検証実験を行った。上記の新しい展開と並行してこれまでの共同研究成果に関して、2 編の共著論文の刊行に至った。IS2M との連携では、10 月に、IS2M の研究員を東大八井 Gr に派遣し、近接場光を利用した新しい光化学反応の探索に関する検討を行った。また、平成 30 年 2 月には、東大八井 Gr より、大学院生を一週間 IS2M に派遣し、新規光化学反応に関する検証実験を行った。上記の新しい展開と並行してこれまでの共同研究成果に関して、2 編の共著論文の出版に至った。</p>				

<p>29年度の研究交流活動から得られた成果</p>	<p>相変化材料被膜ナノワイヤ量子ドットの発光偏光制御に成功し、R1で必要な単一光子発生源としての活用を検討した。SiC中赤外フォノンポラリトンの制御は赤外表面増強分光の基盤技術となり、今後R2との連携のもとで酸化物プラズモニクスとの融合の道筋が得られた。また、この成果をもとに、プラズモン粒子と相変化材料による、セルオートマトン機能の実装に関するシミュレーションを開始した。</p> <p>上記のとおり共同研究が順調に進んだことを契機に、エコール・セントラル・リヨンとの新しいテーマ探索が始まった。相変化材料によるフォトニック結晶の制御や単一分子による相変化過程検出など、相変化アクティブ・フォトニクスの大きな展開が期待される。</p> <p>新規光化学反応の探索によって、人工光合成などの地球温暖化の問題解決に向けた議論に至った。新規光化学反応の探索によって、人工光合成などの地球温暖化の問題解決に貢献する。</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				
29年度の 研究交流活動	<p>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、東工大・波多野研が有するナノ電子制御技術、産総研が有するダイヤモンド成長技術を融合することで、電子・光融合デバイス構築を目標とする。今年度は、平成 28 年度に開催されたワークショップを通して抽出された新しいデバイス応用展開の実証を目指した。具体的には、量子コンピュータの基礎実験、医療応用に向けたセンサーデバイス実証実験、などに取り組んだ。上記の具現化を加速するために、10 月末には、代表者の JELEZKO 教授が来日し具体的な実験方法の打ち合わせを行うとともに、東大八井 Gr よりウルム大学に研究者を派遣した（11 月、5 日間、2 名）。医療用センサーデバイスとしてデモ機を作製し、感度評価の検証を行った。ナノ電子フォトン加工技術に関する共同研究成果については、現在共著論文を投稿中である。</p>				
29年度の研 究交流活動か ら得られた成 果	<p>4 年目までに複数回に渡る短期滞在を通じて、プロジェクト開始当時に想定した課題をほぼ実証し、複数の共著論文発表を実証してきた。新しい課題のうち、量子コンピュータについては実証が困難とされているが、ウルム大の理論と、産総研の結晶成長技術、東京大学の散逸揺らぎ制御加工技術を融合させることで、室温での実現を目指す。</p> <p>医療応用に向けたセンサーデバイスが実証することで、超高感度な生体磁気センサーが可能となるため、医療分野の革新が期待される。具体的には、乳がんの転移を迅速に検知可能な放射性物質フリーなセンサーが実現するため、Quality of Life の向上に寄与する。</p>				

## 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-フランスワークショップ」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “Japan-France Joint Workshop on Nanoscale Electron-Photon Interactions via Energy Dissipation and Fluctuation “(Japan-France Workshop 2017)
開催期間	平成 29年 7月 8日 ~ 平成 29年 7月 8日 (1日間)
開催地 (国名、都市名、会場名)	(和文) フランス、リヨン、INSA リヨン
	(英文) INSA Lyon, Lyon, France
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) ドロネー ジャンジャック・東京大学大学院工学系研究科・准教授
	(英文) DELAUNAY Jean-Jacques・School of Engineering, The University of Tokyo・Associate 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) APOSTOLUK Aleksandra ・National Institutes of Applied Sciences・Associate Professor, Vice-coordinator

### 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〉	A.	5 / 25
	B.	0
フランス 〈人／人日〉	A.	3 / 6
	B.	12
合計 〈人／人日〉	A.	8 / 31
	B.	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>プロジェクトの後半に向けて新しい応用展開に向けた課題抽出を加速するために、関連するメンバーが一同に介したセミナーを開催し、集中的に議論を行うことで今後の共同研究を推進させることを目的とする。東京大学ドロネー氏は 2017 年 7 月に Ecole Centrale Lyon を訪問し Core-to-Core ネットワーク拡大と JSPS プログラムの評価を高めるために Lyon での Core-to-Core ワークショップを開催する。</p>	
<p>セミナーの成果</p>	<p>ドロネーグループはこのセミナーで Vilquin グループとともに選択的な熱エミッターに取り組み始め、研究結果は最近 ACS 光通信学に提出された。(東京大学と ECL との共同研究事業)。このコラボレーションによって提案されたデザインは、既存の報告されたデザインよりも優れたものとなっている。また、このセミナーの結果として、INSA リヨンの博士号学生予定である Marcin Zyskowski 氏がドロネー研究室の交換留学生として 6 か月間滞在予定となった。</p>	
<p>セミナーの運営組織</p>	<p>Chairpersons: Prof. VILQUIN Bertrand and APOSTOLUK Aleksandra          日本担当: ドロネー ジャンジャック          フランス担当: Prof. VILQUIN Bertrand and APOSTOLUK Aleksandra</p>	
<p>開催経費 分担内容</p>	<p>日本側</p>	<p>内容 外国旅費 (相手国内滞在費を除く)          金額 1,458,133 円          外国旅費・謝金等に係る消費税 116,651 円</p>
	<p>(フランス) 側</p>	<p>内容 なし (現物提供)</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 2017)
開催期間	平成 29 年 10 月 1 日～平成 29 年 10 月 5 日
開催地（国名、都市名、会場名）	(和文) スイス、ロザンヌ、EPFL (英文) Swiss, Lausanne, EPFL
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 原 正彦・東京工業大学・教授 (英文) Masahiko Hara・Tokyo Institute of 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) MARTIN Olivier・Swiss Federal Institute of Technology Lausanne・Professor

#### 参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 (スイス)
日本 〈人／人日〉	A	3/15
	B	0
スイス 〈人／人日〉	A	0
	B	2/20
合計 〈人／人日〉	A	3/15
	B	2/20

- 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	昨年度、静岡県浜松市におけるワークショップで議論した具体的なトピックスについてこれまでの検討状況と今後の連携研究推進を議論した。C to C 参加機関から、日本 3 名＋欧州 4 名が、それぞれの最新の研究成果を報告し、ディスカッションを行った。特に若手研究者の育成を視野に、実際に研究を行っている、実験室を訪問し、それらの実験装置の前で、成果と今後の展開について具体的な議論を行った。
-----------	---

セミナーの成果	これまでの成果を迅速に論文化するための具体的な課題、さらに今後の競争的資金獲得に向けた方策が明らかにした。また、国際連携研究推進強化のみならず、学生＋若手研究者の育成と交流への次の展開の方策を提示した。	
セミナーの運営組織	Chairperson : Prof. MARTIN Olivier Co-Chairperson : Prof. HARA Masahiko 日本担当 : Dr. YANO Taka-aki (yano@echem.titech.ac.jp) スイス担当 : Dr. BUTET Jeremy (jeremy.butet@epfl.ch)	
開催経費 分担内容	日本側	内容 外国旅費 (相手国内滞在費を除く) 金額 1,326,466 円 外国旅費・謝金等に係る消費税 106,117 円
	(スイス) 側	内容 なし (現物提供)

7-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

日数	派遣研究者		訪問先・内容		派遣先	
	氏名・所属・職名	氏名・所属・職名	氏名・所属・職名	内容		
2 日間	小嶋 泉	前京都大学数理解析 研究所・准教授			東京大学で実施の自然知能 セミナーに参加	日本
1 日間	大久保 潤	埼玉大学・准教授			慶應義塾大学で実施の自然 知能セミナーにて講演	日本
1 日間	春名 太一	東京女子大学・准教 授			慶應義塾大学で実施の自然 知能セミナーにて講演	日本
1 日間	竹内 嵩	自然科学研究機構分子 科学研究所・特任 研究員			東京大学で実施の若手研究 者育成プログラムセミナー にて講演	日本
1 日間	今野 紀雄	横浜国立大学・教授			慶應義塾大学で実施の自然 知能セミナーにて講演	日本
1 日間	梅野 健	京都大学・教授			慶應義塾大学で実施の自然 知能セミナーにて講演	日本
1 日間	尹 熙元	株式会社 CMD ラボ・ 代表取締役			慶應義塾大学で実施の自然 知能セミナーにて講演	日本
4 日間	関 宗俊	東京大学・准教授	Andres Santander Syro	Université Paris Sud・Associate Professor	パリ大学にて議論ならびに 研究協力打合せを行った	フランス
3 日間	山原 弘靖	東京大学・助教	Andres Santander Syro	Université Paris Sud・Associate Professor	パリ大学にて議論ならびに 研究協力打合せを行った	フランス
4 日間	原 正彦	東京工業大学・教授	YONG Ken Tye	南洋理工大學・准教授	南洋理工大學にて研究打合 せならびに議論を行った	シンガポ ール
8 日間	Olivier SOPPERA	IS2M・CNRS researcher	八井 崇	東京大学・准教授	共同研究打ち合わせ、新規 実験検討	日本
5 日間	齋地 康太	東京大学・修士課程 学生	JELEZKO Fedor	ウルム大学・教授	共同研究打ち合わせ、論文 執筆打ち合わせ	ドイツ
5 日間	ブランデンブ ルグ フェリ ックス	東京大学・博士課程 学生	JELEZKO Fedor	ウルム大学・教授	共同研究打ち合わせ、論文 執筆打ち合わせ	ドイツ
2 日間	八井 崇	東京大学・准教授	Olivier Soppera	IS2M・CNRS researcher	共同研究打ち合わせ、論文 執筆打ち合わせ	フランス
2 日間	ドロネージャ ンジャック	東京大学・准教授	Olivier Soppera	IS2M・CNRS researcher	共同研究打ち合わせ、論文 執筆打ち合わせ	フランス
1 日間	JELEZKO Fedor	ウルム大学・教授	八井 崇	東京大学・准教授	共同研究打ち合わせ、論文 執筆打ち合わせ	日本
6 日間	ブランデンブ ルグ フェリ ックス	東京大学・博士課程 学生	Olivier SOPPERA	IS2M・CNRS researcher	共同研究打ち合わせ、実験 検討	フランス
6 日間	八井 崇	東京大学・准教授	Olivier SOPPERA	IS2M・CNRS researcher	共同研究打ち合わせ	フランス

#### 7-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

##### ①-1 評価コメント（抜粋）： 1. これまでの交流を通じて得られた成果 の項目

「コア間の連携シンポジウムや全コア合同シンポジウム等を開催し、新たな連携・人的交流を推進しているが、その具体的な成果・展開は読み取れない。更なる密な交流を行うことによって、新規事項の発生を期待したい。」

対応：

本プログラムの重要な柱である当該研究領域の若手研究者育成において、学生および若手研究者だけで企画・実施する若手研究者・学生セミナーを実施した。ここでは活発な研究交流・ディスカッションが行われ、新しいテーマでの共同研究に発展したのも生まれた。上記の自主セミナーではポスターセッションが設けられ、緊密なディスカッションがなされたとともに、優れた発表に対しては相互評価（参加者全員投票）により表彰するなどしてお互いのモチベーションを高める工夫も実施した。

加えて、最終年度である平成 30 年度には上記の企画を海外の若手研究者・大学院生にも拡張することを計画し、今年度はその準備を進めた。

##### ①-2 評価コメント（抜粋）： 1. これまでの交流を通じて得られた成果 の項目

「国際共著論文等に少々物足りなさを感じる」

対応：

平成 29 年度に学術雑誌等に発表した論文・著書 28 本  
うち、相手国参加研究者との共著 4 本 の実績を得た。

##### ②評価コメント（抜粋）：

総合的評価

「現状では酸化物材料、先進光応答、ダイヤモンド等の個々の研究の並列参加になりかねない懸念がある。それらの研究について「散逸ゆらぎ」で総合的に扱う主導原理を明確にすることで、あらたな研究分野が創出されることに期待したい。」

##### 1. これまでの交流を通じて得られた成果 の項目

「本課題開始前には交流がない、もしくは薄かった研究者間での共同研究の展開や海外研究拠点間の連携推進など、本課題ならではのシナジー効果について、具体的な成果・展開は読み取れない。」

対応：フランスコアを足掛かりにして、「散逸ゆらぎ」に関する研究を積極的に進めている研究グループ（パリ 11 大学）を開拓し、新たにメンバー参入して頂いた。2 月には 2 名の日本サイドの若手研究者が訪問して当該研究領域を推進するための具体的な研究交流を開始した。

##### ③評価コメント（抜粋）： 3. 今後の研究交流活動計画 の項目

「R-4 における新デバイス応用展開・医療応用に向けた課題抽出においても具体的な記載がない」

対応：R-4 の 29 年度の研究交流活動

「具体的には、量子コンピュータの基礎実験、医療応用に向けたセンサーデバイス実証実験、などに取り組んだ。上記の具現化を加速するために、10 月末には、代表者の JELEZKO 教授が来日し具体的な実験方法の打ち合わせを行うとともに、東大八井 Gr よりウルム大学に研究者を派遣した（11 月、5 日間、2 名）。医療用センサーデバイスとしてデモ機を作製し、感度評価の検証を行った。」

## 8. 平成29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	四半期	日本	スウェーデン	スイス	オランダ	フランス	ドイツ	シンガポール	合計
日本	1		( )	( )	( )	( )	( )	( )	0/0 (0/0)
	2		( )	( )	( )	7/45 ( )	( )	( )	7/45 (0/0)
	3		( )	3/15 ( )	( )	1/9 ( )	2/10 ( )	( )	6/34 (0/0)
	4		( )	( )	( )	4/18 ( )	( )	1/4 ( )	5/22 (0/0)
	計		0/0 (0/0)	3/15 (0/0)	0/0 (0/0)	12/72 (0/0)	2/10 (0/0)	1/4 (0/0)	18/101 (0/0)
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)	0/0 (0/0)
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)	0/0 (0/0)
オランダ	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)	0/0 (0/0)
フランス	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)	0/0 (0/0)
ドイツ	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)	0/0 (0/0)
合計	1	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)
	2	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	7/45 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	7/45 (0/0)
	3	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	3/15 (0/0)	0/0 (0/0)	1/9 (0/0)	2/10 (0/0)	0/0 (0/0)	6/34 (0/0)
	4	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	4/18 (0/0)	0/0 (0/0)	1/4 (0/0)	5/22 (0/0)
	計	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	3/15 (0/0)	0/0 (0/0)	12/72 (0/0)	2/10 (0/0)	1/4 (0/0)	18/101 (0/0)

※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	
4/5	( 57/77 )		( 18/18 )	3/3	( 92/92 )		( 20/20 )	<b>7/8</b>	( 187/207 )

9. 平成29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	67,800	
	外国旅費	8,290,178	
	謝金	144,000	
	備品・消耗品 購入費	5,438,020	
	その他の経費	407,151	
	不課税取引・ 非課税取引に 係る消費税	652,851	
	計	15,000,000	
業務委託手数料		1,500,000	
合 計		16,500,000	

#### 10. 平成29年度相手国マッチングファンド使用額

相手国名	平成29年度使用額	
	現地通貨額[現地通貨単位]	日本円換算額
スウェーデン	125,000 [SEK]	<b>1,598,628</b> 円相当
スウェーデン	170,000 [SEK]	<b>2,174,134</b> 円相当
スイス	2,000 [CHF]	<b>223,159</b> 円相当
スイス	2,000 [CHF]	<b>223,159</b> 円相当
フランス	1,500 [EUR]	<b>197,369</b> 円相当
フランス	1,000 [EUR]	<b>131,579</b> 円相当
ドイツ	50,000 [EUR]	<b>6,578,998</b> 円相当
オランダ	100,000 [EUR]	<b>13,157,996</b> 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。