

**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：	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

( 3 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、独立行政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28年度研究交流目標

### <研究協力体制の構築>

研究3年目にあたるH28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、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、ドイツ（ウルム）、日本（静岡）、フランス（グルノーブル）にてセミナーを実施し、具体的な研究推進と協力体制の始動を図る。

### <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、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R2コアとの研究交流を重点的に進めた。本年度はR1、R4の交流を積極的に進める。R1において、昨年度は単一光子を用いた意思決定の共同実験に成功した。今年度は理論の確立を図るとともに、グルノーブルでの共同実験によるさらなる散逸ゆらぎ型情報機能の実証を図る。R4において、昨年度はナノ光加工をナノダイヤモンドの加工に適用し、10倍以上の発光強度の増大を確認した。今年度は、これらの研究成果を基に、新しいデバイス応用に展開するための課題抽出を早急に行う予定である。さらに、コア間での交流も盛んになり、新しい共同研究体制も整い、発展的な成果が今後期待される。

### <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。なお、プログラム3では今年度は上述のドイツ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、昨年度、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東京大学にて実施した。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。その結果、学生間の密な交流が見られ大成功であった。今年度以降、各大学の学生の自律性をさらに高めるためにも、慶應義

塾大学、東京工業大学、の持ち回りで同様な学生講演会を実施し、若手学生のさらなる学会運営活動能力向上を促す予定である。

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。

#### <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。現在日程の確定しているものとして、2016年6月2日および7月11日の開催を予定している。(いずれも東大にて)

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。平成28年1月25日に「第1回自然知能シンポジウム」、同2月24日に「第1回自然知能セミナー」を開催し、電子情報・応用物理・化学等の関連分野への“散逸ゆらぎ制御”の応用を議論するとともに、数学や芸術学を含めた広い学術との関連や発展の議論に着手した。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ている。平成28年度には「自然知能セミナー」を開催し、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。

なお関連の WEB サイトとして <https://sites.google.com/site/naturalintelligencejp/> を構築している。

## 6. 平成28年度研究交流成果

### 6-1 研究協力体制の構築状況

研究3年目にあたるH28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、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、ドイツ（ウルム）、日本（静岡）、フランス（グルノーブル）にてセミナーを実施し、具体的な研究推進と協力体制の始動を図った。

#### 【スウェーデン】

スウェーデンとの研究協力に関して、本拠点の信定克幸准教授（分子科学研究所）とスウェーデン王立工科大学（KTH）Department Theoretical Chemistry and BiologyのThylen教授を中心としたチームにより、ナノ領域での光物質相互作用の計算科学による解明について引き続き検討を行った。また、本拠点の成瀬誠プランニングマネージャー（NICT）とスウェーデンKTHのThylen教授らの研究協力により、近接場光を介したエネルギー移動におけるパーコレーション現象を見出しその成果が共著の原著論文として発刊された（Physica A）。

#### 【スイス】

スイスとの協力体制として、スイス連邦工科大ローザンヌ校（EPFL）にて設計議論したナノ構造体において発現する近接場物性に着目し、東大と東工大にて単一分子に至る超高感度分光へと展開した。その分光では、単一分子のゆらぎ物性の計測を実現している。その連携研究の成果は、J. Biophotonics に共著論文として発表し評価を得ている。また、静岡にてJapan-Swiss Workshop 2016を開催し、進捗状況の確認と共に、日本スイス間の連携を今後の競争的資金への申請につなげる議論を行った。

#### 【ドイツ】

ドイツとの協力体制として、日本が先進するダイヤモンド合成技術および表面加工技術と、ドイツ側が主導する量子情報技術を相互融合した新しい応用展開を構築した。これまで、磁気センサーの高感度化については近接場光加工によるスピン緩和時間の長寿命化に世界で初めて成功した。この成果についてセミナー開催中に集中議論し、現在共著論文を投稿中である。これらの成果を元に、今後はさらなる生体センサ応用について共同研究計画および共同研究分担プロセスを明らかにした。さらに、今年度から産総研山崎グループを加えることで、大面積に渡る超平坦ダイヤモンド基板を利用した応用について検討を行った。セミナーでは、ウルム大の理論担当である Plenio 教授と議論を重ね量子コンピュータの実現に向けたデバイスの構想を得て、実証実験に着手した。さらに、ダイヤモンド NV を用いたレーザ応用について構想を有するウルム大 Kubanek 教授とレーザ実用に向けて必

須である近接場光加工技術を有する八井との議論を通して、実証実験に着手した。

上記と並行して、海外研究者の日本への長期滞在を積極的に促し、Universite Grenoble Alpe の GHEERAERT 教授（計 4 回 52 日。ホスト：産業技術総合研究所の山崎聡招聘研究員）、Strasbourg University の高倉雅建准教授（計 120 日。ホスト：東大 Delaunay 准教授）、Ecole Centrale de Lyon の VILQUIN Bertrand 准教授（計 40 日）を向かえ入れ、日本の拠点のコアとした共同研究を加速した。

#### 【フランス】

フランスとのセミナーにおいては、グルノーブルとつくばが推進しているプログラム（3Nlab）との連携を行ったことに加え、同プログラムのリーダーである Universite Grenoble Alpes の GHEERAERT Etienne 教授を東大に招きセミナーを行うなど協力体制の強化を行った。また、2017 年に本拠点の成瀬 誠氏（NICT）がこれまでの充実した研究成果が評価され、Universite Grenoble Alpes の招聘教授を兼務することとなりさらなる連携強化を行った。

### 6-2 学術面の成果

ナノ領域での電子とフォトン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している。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新しい応用展開を指向した。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行った。本年度は R-1、R-4 の交流を積極的に進めた。

R-1 においては、フランスと共同しこれまでに単一光子を用いた意思決定の共同実験に世界で初めて成功したが、本成果を踏まえ、当該原理のスケラビリティを実証するための階層型単一光子意思決定システムを提唱し、その共同実験に成功した。また、ランダムナノ構造中の近接場光相互作用を介した光励起移動におけるパーコレーション並びにスケール則の破れを、相互作用の湯川型モデルを用いて理論的・数値的に示すことにスウェーデン等とともに成功した。

R-2 では、長期滞在した高倉准教授との共同研究により、表面ラマン散乱増強効果を使った画期的なセンサーの開発に成功した。また、同じく R2 では、長期滞在(2016/7/3-2016/8/12)した Ecole Central de Lyon の VILQUIN Bertrand 教授との議論を元に酸化物をつかたまったく新しい高速光スイッチの着想を得て、実証実験を行った。

R-4 において、昨年度はナノ光加工をナノダイヤモンドの加工に適用し、10 倍以上の発光強度の増大を確認した。今年度は、これらの研究成果を基に、磁気センサーとしての応用に欠かせないダイヤモンド中のスピン特性の向上を実証することに成功した。さらに、ウルム大でのワークショップを通して、新しいデバイス応用に展開するための課題抽出を行った。具体的には、医療用磁気センサーの開発と量子コンピューター、ダイヤモンド NV レ

ーザの実証に向けた課題を明らかにした。

### 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。なお、プログラム3では今年度は上述のドイツ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した。プログラム1、2は随時実施した。

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、平成28年度、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東京大学にて実施した。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。その結果、学生間の密な交流が見られ大成功であった。今年度は慶應義塾大学が担当をして同様な学生講演会を実施した。昨年度実施経験のある東大から慶應への学生への引継ぎも滞りなく行われた。来年度は東京工業大学が担当となることで、若手学生のさらなる学会運営活動能力向上を促す予定である。

第13回 Core-to-Core 若手研究者育成プログラムセミナーは、2016年6月2日（木）に東京大学本郷キャンパス工学部2号館3F会議室2にて実施。東京大学の Ya-Lun Ho 先生に「Light manipulation and confinement in three-dimensional plasmonic cavity structures」を東京大学の関野正樹先生に「磁気による生体機能計測の基礎と最近の動向」についてご講演いただいた。

第14回セミナーは、2016年7月12日（火）に東京大学本郷キャンパス工学部2号館3F会議室2にて実施。Institut de Ciencia de Materials de Marcelona の Josep Fontcuberta 教授に「The Magnetism of Oxides」についてご講演いただいた。

第15回セミナーは、2016年7月21日（木）に東京大学本郷キャンパス工学部2号館3F会議室2にて実施。宇宙航空研究開発機構の夏秋先生に「人工衛星による地球観測：その最新技術と電磁気学的課題」についてご講演いただいた。

第16回セミナーは、2016年9月29日（木）に東京大学本郷キャンパス工学部2号館3F会議室2にて実施。東京理科大学の根岸雄一先生に「金クラスターの精密合成、高機能化、エネルギー・環境材料への応用」を東京工業大学の Narangerel Ganbaatar 先生にご講演いただいた。

第17回セミナーは、2016年12月22日（木）に東京大学本郷キャンパス工学部2号館3F会議室2にて実施。産業技術総合研究所の山崎聡先生に「ダイヤモンド半導体のユニークな物性と応用」を東京大学の Bin Feng 先生にご講演いただいた。

第18回セミナーは、2017年1月18日（水）に東京大学本郷キャンパス工学部2号館3F会議室1Cにて実施。Zhejiang University の Kuochih Chuang 先生にご講演いただいた。



第19回セミナーは、2017年2月16日（木）に東京大学本郷キャンパス工学部2号館3F会議室2にて実施。Universite Grenoble AlpesのGHEERAERT Etienne教授にご講演いただいた。

#### 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」(Intelligence)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。平成28年1月25日に「第1回自然知能シンポジウム」、同2月24日に「第1回自然知能セミナー」を開催し、電子情報・応用物理・化学等の関連分野への“散逸ゆらぎ制御”の応用を議論するとともに、数学や芸術学を含めた広い学術との関連や発展の議論に着手した。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ている。平成28年度には下記のように「自然知能セミナー」を開催し、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行った。なお関連のWEBサイトとして<https://sites.google.com/site/naturalintelligencejp/>を構築し、Facebookにおいても<https://www.facebook.com/naturalintelligencejp/>より情報発信を行っている。

- 2016.04.21：自然知能セミナー（第2回）「自然計算・散逸ゆらぎと知能」（東工大）
- 2016.05.07：自然知能セミナー（第3回）（多摩美大）
- 2016.05.24：自然知能セミナー（第4回）「自然知能デバイス」（日立製作所中央研究所）
- 2016.06.23-24：自然知能セミナー（第5回）「自然知能と数学」（山梨大）
- 2016.07.19：自然知能セミナー（第6回）「Reliable computation with unreliable components」（東工大）
- 2016.08.05：自然知能セミナー（第7回）「Intelligence and Photonics」（東工大）
- 2016.08.29-30：自然知能セミナー（第8回）「自然知能と美学・哲学」（名古屋大）
- 2016.09.21：自然知能セミナー（第9回）「自然知能と複雑系科学」（慶大）
- 2016.10.06-07：自然知能セミナー（第10回）「自然知能と数学II」（長浜バイオ大）
- 2016.10.15：自然知能セミナー（第11回）「自然の機能と知能～圏論と位相幾何学からのアプローチ～」(東工大)
- 2016.12.15：Workshop in Ottawa University (オタワ大)
- 2016.12.12：Research Meeting in MIT Media lab (マサチューセッツ工科大)
- 2016.12.10-11：Proto-computation and Proto-life Workshop (ハーバード大)
- 2017.02.10-2017.02.19：アンスティチュ・フランセ東京「第6回 DIGITAL CHOC」に作品出展
- 2017.03.10-11：自然知能研究グループ+人工知能学会自然計算研究会+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 合同研究会（東工大）

圏論に関する研究会本年度の活動内容

[1] 各種研究会などの共催、主催

1. Core-to-Core 若手研究者育成プログラムセミナー（補足資料 27-7-1）  
第 13 回（H28/6/2）、第 14 回（H27/7/12）、第 15 回（H28/7/21）、  
第 16 回（H28/9/29）、第 17 回（H28/12/22）、第 18 回（H29/1/18）、第 19 回（H29/2/16）
2. 第 2 回 Core-to-Core 学生講演会（H28/12/6）
3. ドレスト光子総合チュートリアル  
第 1 講：平成 28 年 10 月 13 日（木）、14 日（金）  
第 2 講：平成 28 年 11 月 10 日（木）、11 日（金）
4. 光物質・ゆらぎ科学と圏論に関する研究会  
第 4 回 2016 年 4 月 25 日、26 日  
第 5 回 2016 年 6 月 27 日、28 日  
第 6 回 2016 年 2 月 23 日、24 日  
第 7 回 2016 年 4 月 25 日、26 日  
第 8 回 2016 年 6 月 27 日、28 日  
第 9 回 2016 年 8 月 4 日  
第 10 回 2016 年 9 月 8 日  
第 11 回 2016 年 9 月 28 日、29 日  
第 12 回 2016 年 11 月 24 日、25 日  
第 13 回 2017 年 1 月 25 日、26 日  
第 14 回 2017 年 2 月 23 日、24 日

[2] 国際交流関係

1. JSPS 研究拠点形成事業 —A. 先端拠点形成型— (Core-to-core program)、H26-30
2. JSPS 二国間交流事業 共同研究・セミナー 韓国との共同研究 (NRF)、H28-H29 (八井)
3. JSPS 二国間交流事業 共同研究・セミナー インドとの共同研究 (DST)、H28-H29 (杉山)
4. Germany-JAPAN Workshop on Nanoscale Electron-Photon Interactions via Energy Dissipation, 2016/8/1-2, Ulm University, Germany
5. 2016 Japan Workshop on Nanoscale Electron-Photon Interactions, 2016/9/3, Seminar & Exchange Center, Hamamatsu, Shizuoka, Japan
6. 2016 France-Japan Workshop on Nanoscale Electron-Photon Interactions, 2016/10/24-25, Institut Neel, Grenoble, France

[3] 共同研究発表

1. T. Ishii, T. Kawazoe, Y. Hashimoto, H. Terada, I. Muneta, M. Ohtsu, M. Tanaka, and S. Ohya, Electronic structure near the Fermi level in the ferromagnetic semiconductor GaMnAs studied by ultrafast time-resolved light-induced reflectivity measurements, Phys. Rev. B 93, 241303(R)

(2016).

[4] 共同研究実績

1. ソウル G-C. Yiードロネー研ー八井研：ZnO ナノワイヤ
2. 東工大・波多野研：ダイヤモンドパワーデバイスの平滑化
3. Ulm University (Germany)：ダイヤモンド基板平滑化
4. RMIT University in Melbourne (Australia): 薄膜ダイヤモンド基板平滑化
5. Institute of Materials Science of Mulhouse (France): 酸化物立体構造平滑化
6. Université PARIS13 - Sorbonne Paris Cité (France): 近接場光エッチング

**6-5 今後の課題・問題点**

海外から特に大学院生が日本へ長期滞在することが難しい点。

大学間協定による単位の互換、授業料の不徴収等の仕組みの整備等も、本プログラムをよりアクティブに進めていく上では必要であると思われる。

大学の国際交流課とも連携して、制度を整える努力に努めていきたい。

**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      25本  
     うち、相手国参加研究者との共著      6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      4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      19件  
     うち、相手国参加研究者との共同発表      2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 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 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
28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、単一光子 を用いた意思決定機能の理論的・実験的検討を進捗させるとともに、新 規機能の検討を行った。特に、単一光子を用いた意思決定に関しては、 本拠点の「集中滞在問題解決型共同研究」の枠組みを用いた共同実験に 成功した。また、フランスに関しては、グルノーブルに加えてブザンソ ンにおけるワークショップ並びにストラスブルグにおける研究打ち合わ せを行い、研究交流と学術の充実を目指した。
28年度の研 究交流活動から得 られた成果	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 機能の理論的・実験的検討を進捗させた。特に、単一光子を用いた意思 決定のスケラビリティのための階層型光システムを提唱し、グルノー ブルでの共同実験に成功した。理論面では圏論を用いた機能の構造化を 行い論文投稿に至った。また、ナノ電子フォトンを扱う計算科学基盤に 関連し、光励起輸送のパーコレーション並びに励起輸送のスケール則か らのずれを、KTH との研究協力により示すことに成功した。

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・	(和文) 田畑 仁・東京大学大学院工学系研究科・教授 原 正彦・東京工業大学・教授				

職	(英文) TABATA Hitoshi・School of Engineering・The University of Tokyo・Professor HARA Masahiko・Tokyo Institute of Technology・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
28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・フォトンクスデバイス（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、スイス連邦工科大ローザンヌ校（EPFL）と連携して研究を推進する。まず、EPFL と日本側研究者間のこれまでの共同実績を踏まえて、金属や酸化物材料のナノ構造作製実験に取り組む。具体的には、超短パルスレーザーを用いた非平衡ナノ構造作製プロセス（レーザー誘起 VLS 法）に電気化学的手法を組み合わせた新しい手法により、酸化亜鉛や酸化鉄等の機能性酸化物ナノ構造体を構築し、このようなナノ構造体において発現するゆらぎ物性に関する知見を取得する。また、これらの知見を散逸ゆらぎデバイスへと発展させていくために、前年度に引き続き、卓越したナノ超構造作製技術を有するトゥエンテ大学との連携により、ナノデバイス構造の設計指針を検討する。</p> <p>更に、材料作製、デバイス開発の両面において、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強力に推進する。</p>
28年度の研 究交流活動か ら得られた成 果	<p>今までの日本からの研究者がスイス EPFL で実施した共同実験から、共著論文をまとめた。また、散逸ゆらぎのデバイスの作製と評価に関して協力機関となるドイツのユーリッヒ研究所において、それらのデバイス構造の生体分子の機能計測への応用を議論した。特に EPFL では、金属および酸化物半導体材料のナノ構造作製実験に取り組み、日本側では、それらナノ構造に基づく局所物性解析を推進し、そ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、ユーリッヒ研究所と連携のもと、生体や物質内の複雑なナノ情報を効果的に取得する手法の検討を実施した。</p> <p>さらに、本構想の研究計画を達成すべく、これまでの成果を踏まえ、実験装置、設備、人材などについて具体的な進展が重要であると検討を重ね、共同して競争的資金の獲得を行う準備を進めた。</p> <p>EPFL-東大-東工大の連携研究の成果として、“Highly sensitive SERS analysis of the cyclic Arg-Gly-Asp peptide ligands of cells using nanogap antennas” J. Biophotonics 1-9 (2016), A. Portela, T. Yano, C. Santschi, O.J.F. Martin, H. Tabata and M. Hara を発表し国指的评价を得</p>

	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) 斎木 敏治・慶応義塾大学理工学研究科・教授 成瀬 誠・情報通信研究機構・主任研究員				
	(英文) SAIKI Toshiharu・Graduate School of Science and Technology, Keio University・Professor 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) VILQUIN Bertrand・Lyon Institute of Nanotechnologies ・Ecole Centrale de Lyon・Associate Professor				
28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、評価し、さらに物性制御や機能発現へと導くことを研究目的とする。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む。H27 年度に終えたシミュレーション、予備測定に基づき、リヨンがナノワイヤ量子ドットの成長、慶應が発光偏光制御実験を分担する。また酸化物中赤外表面プラズモンの分散関係を相変化材料によって制御し、さらに空間的に閉じ込める実験に着手する。リヨンが酸化物成膜、慶應が試料設計と光学測定を分担する。グルノーブルとの連携では、H27 年度に続き、単一光子過程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む。2 名の長期滞在者を招聘し (Strasbourg University・高倉准教授				

	<p>(2016/2/1-2016-7-31)、Ecole Centrale de Lyon・VILQUIN Bertrand 准教授 (2016/7/3-2016/8/12)) それぞれ表面ラマン散乱増強効果を使った画期的なセンサーの開発と、酸化物をつかった全く新しい高速光スイッチの開発を行った。</p>
<p>28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より、電子フォトン融合デバイス実現に不可欠な要素技術が確立し、R1との連携が深まる。酸化物中赤外プラズモンの制御は周辺環境のセンシング感度向上をもたらし、ガスセンサーへの応用を視野に入れる。また、中赤外プラズモン粒子間相互作用と相変化にともなう揺らぎを利用した確率過程を含む、セルオートマトン機能の発現が期待され、同様に酸化物プラズモニクスと揺らぎの活用に取り組むR2との連携が深まる。</p> <p>また 表面ラマン散乱増強効果を使った画期的なセンサーの開発に関して ACS Photonics, 3, 2405, 2016 を出版し世界的に大きな注目を集めた。</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	<p>(和文) ナノ電子フォトン加工基盤</p> <p>(英文) Nanoscale Electron-Photon Fabrications</p>				
日本側代表者 氏名・所属・職	<p>(和文) 八井 崇・東京大学大学院工学系研究科・准教授</p> <p>(英文) YATSUI Takashi・School of Engineering, The University of Tokyo・Associate Professor</p>				
相手国側代表者 氏名・所属・職	<p>(英文) JELEZKO Fedor・Ulm University・Institute for Quantum Optics ・Professor</p>				

<p>28年度の研 究交流活動</p>	<p>本研究 R-4 では、本プロジェクト全体の中で、散逸揺らぎを積極的に活用した加工技術の構築とそれを応用したデバイス構築を目指す。ナノ電子ドイツ・ウルム大学 Jelezko グループ、東京大学八井グループ、東工大波多野グループに加えて、今年度から産総研・山崎グループが有するダイヤモンド結晶成長技術を融合することで、電子・光融合デバイスに基づく新しい応用展開を目指した。ワークショップ S-1 と連携することで、新しい応用展開に向けた課題抽出を行った。</p> <p>また、産業技術総合研究所の山崎聡招聘研究員がホストとなり、Universite Grenoble Alpe の GHEERAERT Etienne 教授を長期で招聘し（計 4 回 52 日）、ダイヤモンドパワーデバイスの高性能化に向けた課題抽出を行った。</p>
<p>28年度の研 究交流活動か ら得られた成 果</p>	<p>近接場光の持つ散逸ゆらぎによって、従来反応しないと思われていた光周波数領域の光と磁場の相互作用による、新しい光加工を実証することに成功した。本成果は英国 Nature Publishing Group の Light: Science &amp; Applications (Journal Impact Factor: 14.6) に掲載され、世界的な注目を集めた。</p> <p>これまでの近接場光加工は、対象とするダイヤモンドセンサーの感度向上のために実施してきたが、ウルム大 Jelezko グループ、東工大波多野グループと合同で近接場光エッチングによるスピン緩和時間の長寿命化に世界で初めて成功した。今年度から産総研山崎グループを加えることで、磁気センサー応用に加えて量子コンピュータの実現に向けたデバイスの構想を得て、実証実験に着手した。</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-ドイツワークショップ」 (英文) JSPS Core-to-Core Program “Japan-Germany Workshop on Nanoscale Electron-Photon Interactions via Energy Dissipation and Fluctuation “(Japan-Germany Workshop 2016)
開催期間	平成 28年 8月 1日 ～ 平成 28年 8月 2日 (2日間)
開催地 (国名、都市名、会場名)	(和文) ドイツ、ウルム市、ウルム大学 (英文) Ulm University, Ulm, Germany
日本側開催責任者 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
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催の場合)	(英文) JELEZKO Fedor・Ulm University・Institute for Quantum Optics・Professor

参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 (ドイツ)
日本 <人/人日>	A	9/45
	B	1
ドイツ <人/人日>	A	4/4
	B	6
合計 <人/人日>	A	13/49
	B	7

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	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。	
セミナーの成果	<p>日本およびドイツのダイヤモンド NV の研究者が一堂に会することで、新応用展開に向けて実施する具体的な目標が明らかとなった。</p> <p>具体的には医療用磁気センサーとして解決すべき課題と、実証実験の具体化を議論し、今後の方針を決めることができた。</p> <p>量子コンピューター応用については、ダイヤモンド NV を用いた量子コンピューターの理論を提唱したウルム大Plenio教授と、ダイヤモンド合成の第一人者である産業技術総合研究所の山崎聡招聘研究員も会議に参加することで、具体的な今後の実験方針を確認することができた。</p> <p>上記に加えて、ダイヤモンド NV を用いたレーザ応用に向けて、ウルム大 KUBANEK Alexander 教授と東京大学八井准教授とで議論を行い、具体的な今後の実験方針を確認することができた。</p> <p>また、これまでの成果の発展的な内容を論文化するための具体的な課題を明らかにした。</p>	
セミナーの運営組織	<p>Chairperson : Prof. JELEZKO Fedor (Ulm University)</p> <p>日本担当 : 八井崇</p> <p>ドイツ担当 : Prof. JELEZKO Fedor</p>	
開催経費分担内容と金額	日本側	<p>内容</p> <p>外国旅費 金額 3,770,350 円</p> <p>外国旅費・謝金等に係る消費税 276,742 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日本ワークショップ」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “Japan Workshop on Nanoscale Electron-Photon Interactions via Energy Dissipation and Fluctuation “(Japan-Swiss Workshop 2016)
開催期間	平成 28年 9月 3日 ～ 平成 28年 9月 3日( 1日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 日本、静岡県浜松市、アクトシティ
	(英文) ACT CITY, Hamamatsu, Shizuoka, Japan
日本側開催責任者 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)	
		A.	B.
日本 〈人／人日〉	A.	6/6	
	B.		
スイス 〈人／人日〉	A.	2/2	
	B.	1	
フランス 〈人／人日〉	A.		
	B.	1	
合計 〈人／人日〉	A.	8/8	
	B.	2	

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>昨年度 Les Diablerets におけるスイス国際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を議論するとともに、昨年度ポルテラ氏がスイス滞在中に得られた進捗状況を踏まえて、さらに具体的な今後の共同研究の進め方について明らかにすることを目的とする。</p>		
<p>セミナーの成果</p>	<p>本セミナーでは R-2 (スイスコア) のリーダーである EPFL の MARTIN Olivier 教授に加えて、同じ EPFL より 2 名の参加者があった。これまで継続してきた、共同研究のさらなる発展について具体的な議論ができ、また、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が明らかになった。さらに、R-3 のフランス、および R-4 に参画している日本側メンバーも新しく参加することで、新しい共同研究課題について議論することができた。これによって、コア間の垣根を越えた協力体制を構築することができ、本プロジェクト終了に向けて、さらなる成果が出せると期待される。</p>		
<p>セミナーの運営 組織</p>	<p>Chairperson : Prof. YATSUI Takashi Co-Chairperson : Prof. MARTIN Olivier 日本担当 : Prof. YATSUI Takashi スイス担当 : Prof. MARTIN Olivier</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</p>	<p>金額 60,140 円</p>

整理番号	S-3
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 日仏ワークショップ」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “France-Japan Workshop on Nanoscale Electron-Photon Interactions via Energy Dissipation and Fluctuation“
開催期間	平成 28年 10月 23日 ～ 平成 28年 10月 29日 (7日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) フランス、グルノーブル
	(英文) Grenoble, France
日本側開催責任者 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
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催の場合)	(英文) HUANT Serge・CNRS, Université Grenoble Alpes & Grenoble INP・Directeur adjoint de l’Institut Néel, Directeur du département Physique Lumière Matière

参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 (フランス)
日本 <人/人日>	A	7/49
	B	
フランス <人/人日>	A	14/28
	B	
合計 <人/人日>	A	21/77
	B	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>フランス・グルノーブルのニール研究所とはナノオブティクスや炭素材料を中心に交流実績があり、本プログラムではこれまでの協力体制を基盤として、新たな具体的研究協力の可能性を探索する。特に、グルノーブルが世界的に強みを有する凝縮系物理学における広範かつ充実した研究ポテンシャルとの連携を見据えながら、日本側のナノ電子フォトン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。</p>	
<p>セミナーの成果</p>	<p>散逸ゆらぎ制御ナノ電子フォトン概念とその材料・デバイス及び応用に関し、「材料」「光」「情報」のバランスを意識しながら、相互理解を形成するための議論を行った。その上で、これまでの共同研究及び両国側関連研究の現状と課題を共有し、研究のさらなる発展及び新規な具体的研究テーマ探索を行った。具体的には、フランス側より近接場光におけるカイラリティ（偏光）に関する理論・実験研究、微小領域における揺動散逸定理の破れに関する実験研究、ナノ物質合成に関する実験技術等の最新状況が示され、日本側からは酸化物質材料、光システム物理、圏論による散逸ゆらぎの理論化、競合的意思決定等の機能高度化等の最新状況が示された。互いの最新研究データを共有し、具体化への道筋を明確化した。</p>	
<p>セミナーの運営組織</p>	<p>実行委員長：成瀬 誠 (NICT)、HUANT Serge (Inst. NEEL)</p>	
<p>開催経費 分担内容</p>	<p>日本側</p>	<p>内容 外国旅費 2,596,189 円 外国旅費・謝金等に係る消費税 180,361 円</p>
	<p>(フランス) 側</p>	<p>内容 会議費 25 万円</p>

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	
1 日間	坂野 斎	山梨大学・助教			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
1 日間	小林 潔	山梨大学・教授			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
2 日間	西郷 甲矢人	長浜バイオ大学 講師			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
2 日間	小嶋 泉	元京都大学			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
2 日間	岡村 和弥	名古屋大学・助教			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
2 日間	西郷 甲矢人	長浜バイオ大学 講師			ドレスト光子研空起点で実施の光物質・ゆらぎ科学と圏論に関する研究会参加
2 日間	小嶋 泉	前京都大学数理解析研究所 准教授			ドレスト光子研空起点で実施の光物質・ゆらぎ科学と圏論に関する研究会参加
2 日間	岡村 和弥	名古屋大学・助教			ドレスト光子研空起点で実施の光物質・ゆらぎ科学と圏論に関する研究会参加
1 日間	田畑 仁	東京大学・教授			東京工業大学で実施の自然知能セミナー(第2回)に参加
1 日間	山川 宏	ダウンゴ人工知能研究所・所長			東京工業大学で実施の自然知能セミナー(第2回)に参加
1 日間	田畑 仁	東京大学・教授			多摩美術大学で実施の自然知能セミナー(第3回)に参加
1 日間	中嶋 浩平	京都大学・特定助教			慶應義塾大学で実施の自然知能セミナー(第9回)に参加
1 日間	郡司 幸夫	早稲田大学・教授			慶應義塾大学で実施の自然知能セミナー(第9回)に参加
1 日間	根岸 雄一	東京理科大学・助教			第16回 Core-to-Core若手研究者育成プログラムセミナーにて講演
1 日間	ガンバーター ナランゲル	東京工業大学・博士課程学生			第16回 Core-to-Core若手研究者育成プログラムセミナーにて講演
3 日間	田畑 仁	東京大学・教授	APOSTOLUK Aleksandra	National Institutes of Applied Sciences・	イタリアローマ郊外での第11回ナノサイエンス&分子ナノテクノロジー2016にて基調講演を行うとともに主催者である
1 日間	山崎 聡	産業技術総合研究所・招聘研究員			第17回 Core-to-Core若手研究者育成プログラムセミナーにて講演
2 日間	田畑 仁	東京大学・教授	Ken Tye Yong	Nanyang Technological University・ Associate Professor	両国の研究協力について話し合いを行った
2 日間	斎木 敏治	慶應義塾大学・教授	Ken Tye Yong	Nanyang Technological University・ Associate Professor	両国の研究協力について話し合いを行った
4 日間	松井 裕章	東京大学・講師	Ken Tye Yong	Nanyang Technological University・ Associate Professor	両国の研究協力について話し合いを行った
4 日間	成瀬 誠	国立研究開発法人情報通信研究機構・主任研究員	Ken Tye Yong	Nanyang Technological University・ Associate Professor	両国の研究協力について話し合いを行った
5 日間	八井 崇	東京大学・准教授	VILQUIN Bertrand	Ecole Centrale de Lyon・Professor	Ecole Centrale Lyon, IRCELYON, INSA Lyon, NEEL Instituteにて話し合いを行った
10 日間	ジャンジャック ドロネー	東京大学・准教授	VILQUIN Bertrand	Ecole Centrale de Lyon・Professor	Ecole Centrale Lyon, IRCELYON, INSA Lyon, NEEL Instituteにて話し合いを行った



## 7-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

【指摘】研究者交流については、海外からの来日者が少なく、減少傾向にあり、日本から海外協力機関への派遣期間の多くは短い。数日のセミナーや試料交換等で想定上の成果を得られることもあるが、今後の世界的な拠点形成のためには、長期的な視点での交流が必要と思われる。

【対応】2名の長期滞在者を招聘し（Strasbourg University・高倉准教授、Ecole Centrale de Lyon・VILQUIN Bertrand 准教授）それぞれ表面ラマン散乱増強効果を使った画期的なセンサーの開発と、酸化物をつかった全く新しい高速光スイッチの開発を行った。

また、Core-to-Core でフランスの Etienne GHEERAERT 教授が平成 29 年 2 月 14～24 日来日コアメンバーの AIST に滞在し、期間中に拠点である東大にてセミナーを行い、学生・若手研究者を含めて研究交流を実施した。

【指摘】海外からの若手研究者の 1 年程度の招聘、ならびに日本からも同様に若手研究者を 1 年程度の期間で派遣する必要があると思われる。

【対応】昨年度は複数回に分けての滞在となったが、東工大の若手研究者が実質的に 1 年間スイス（EPFL）に滞在して研究している。その研究成果は EPFL-東大-東工大の連携研究の成果として、“Highly sensitive SERS analysis of the cyclic Arg-Gly-Asp peptide ligands of cells using nanogap antennas” J. Biophotonics 1-9 (2016), A. Portela, T. Yano, C. Santschi, O. J. F. Martin, H. Tabata and M. Hara として当該分野の一流学術誌に掲載され、国際的に硬い評価を得ている。今後も引き続き同様の長期滞在を計画している。

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	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	イタリア (第3国)	シンガポール (第3国)				
日本	1		( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	2		( )	( )	( )	2/30 ( )	9/45 ( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	3		( )	( )	( )	7/49 ( )	( )	1/3 ( )	( )	( )	( )	( )	( )
	4		( )	1/3 ( )	( )	5/42 ( )	1/4 ( )	( )	4/12 ( )	( )	( )	( )	( )
	計		0/0 (0/0)	1/3 (0/0)	0/0 (0/0)	14/121 (0/0)	10/49 (0/0)	1/3 (0/0)	4/12 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	3
スウェーデン	1	( )		( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	2	( )		( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	3	( )		( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	4	( )		( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	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)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)
スイス	1	( )	( )		( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	2	( )	( )		( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	3	( )	( )		( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	4	( )	( )		( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	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)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)
オランダ	1	( )	( )	( )		( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	2	( )	( )	( )		( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	3	( )	( )	( )		( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	4	( )	( )	( )		( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	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)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)
フランス	1	( )	( )	( )	( )		( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	2	( )	( )	( )	( )		( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	3	( )	( )	( )	( )		( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	4	( )	( )	( )	( )		( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	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)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)
ドイツ	1	( )	( )	( )	( )	( )		( )	( )	( )	( )	( )	( )
	2	( )	( )	( )	( )	( )		( )	( )	( )	( )	( )	( )
	3	( )	( )	( )	( )	( )		( )	( )	( )	( )	( )	( )
	4	( )	( )	( )	( )	( )		( )	( )	( )	( )	( )	( )
	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)	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)	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)	2/30 (0/0)	9/45 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	1
	3	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	7/49 (0/0)	0/0 (0/0)	1/3 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	1
	4	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	1/3 (0/0)	0/0 (0/0)	5/42 (0/0)	1/4 (0/0)	0/0 (0/0)	4/12 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	1
	計	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	1/3 (0/0)	0/0 (0/0)	14/121 (0/0)	10/49 (0/0)	1/3 (0/0)	4/12 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	3

※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
11/17 ( 2/4 )	8/8 ( 0/0 )	1/1 ( 21/21 )	( 14/14 )	20/26 ( 37/39 )

## 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	361,232	
	外国旅費	10,642,283	
	謝金	108,000	
	備品・消耗品 購入費	2,829,870	
	その他経費	282,394	
	不課税取引・非課税 取引に係る消費税	776,221	
	計	15,000,000	
業務委託手数料		1,500,000	消費税額は 内額とする。
合計		16,500,000	

## 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
フランス (French National Agency for Research)	1,250 [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)	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)	333,333 [SEK]	4,221,109 円

平成25～27年度採択課題

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。