

研究拠点形成事業 平成 29 年度 実施計画書

A. 先端拠点形成型

1. 拠点機関

日本側拠点機関：	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

(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. 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。

6. 前年度までの研究交流活動による目標達成状況

前年度（平成 28 年度）は、本プログラムの 3 年度目としてドイツ（ウルム）及びフランス（グルノーブル）においてワークショップを開催し、これまでに行ってきた共同研究成果を含めた研究ポテンシャルの相互共有を行うとともに、若手研究者の参画促進・人材育成を意識しながら新たな研究テーマの推進を目指した。R-2 ではナノ構造に由来するナノ電子フォトン現象（近接場光相互作用等）を活かした生体や物質内の複雑なナノシステムやダイナミクスを明らかにする方法論の確立を目指し、スイス側拠点機関であるスイス連邦工科大学ローザンヌ校（EPFL）、並びに散逸ゆらぎデバイスの作製と評価に関して協力機関となるユーリッヒ研究所の研究者と今後の共同研究と課題抽出に関して議論を行った。

さらに若手学生・研究者の短中期滞在を通じて実施遂行した共同研究により幾つもの研究成果を挙げる事ができた。具体的には、ドイツコアグループと東京大学八井研究室大学院生との近接場光エッチング処理を施したナノダイヤモンドにおいて、スピン特性改善に成功した。また、フランスコアグループと東京大学ドロネー研究室とのナノ構造制御した金属微細構造によるエタノールの光学酸化の確認、フランスグルノーブルグループと NICT 成瀬誠氏らによる階層型の単一光子意思決定、スウェーデンコアグループとの協力による近接場光のパーコレーション現象のモデルなど、大変興味深い成果が得られている。その研究成果の一部は例えば、共著論文・学会発表として

- F. Brandenburg, R. Nagumo, K. Tahara, T. Iwasaki, M. Hatano, F. Jelezko and T. Yatsui, "Improvement in T_2 times of NV-nanodiamond through near-field etching," The 11th Asia-Pacific Conference on Near-Field Optics (APNF011) July 10-13, 2017 at National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan
(発表予定)
- T. Yatsui, T. Tsuboi, M. Yamaguchi, K. Nobusada, S. Tojo, F. Stehlin, O. Soppera, and D. Bloch, "Optically controlled magnetic-field etching on the nano-scale," Light: Science & Applications, Volume 5, March 2016; e16054 (7 pages)
- M. Naruse, M. Berthel, A. Drezet, S. Huant, H. Hori, and S.-J. Kim: Single Photon in Hierarchical Architecture for Physical Decision Making: Photon Intelligence, ACS PHOTONICS, Vol. 3, No. 12, 2505-2514 (2016).
- M. Naruse, S.-J. Kim, T. Takahashi, M. Aono, K. Akahane, M. D'Acunto, H. Hori, L. Thylen, M. Katori, and M. Ohtsu: Percolation of optical excitation mediated by near-field interactions, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Vol. 471, pp. 162-168 (2017).

をはじめ 48 報の成果をはじめ、その他共著での学会発表等を多数行っている。以上により、当初予定以上(120%)に目標が達成されていると考えている。

7. 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総ぞ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/naturalintelligence.jp/> を構築している。

8. 平成29年度研究交流計画状況

8-1 共同研究

整理番号	R-1	研究開始年度	平成 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 計画	<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 (多本腕バンディット問題) の理論的・実験的検討を進捗させる。特に、多本腕バンディット問題を越えた高次機能への展開を目指す。平成 29 年は NICT 成瀬がグルノーブルアルプス大学の招聘教授を務めることとなり、さらなる連携強化を図る (先方予算により 11 月に 1 ヶ月滞在)。また、必要に応じて他研究 R-2~R-4 と連携し、実験による実証等の計画や実施に着手する。具体的には、グルノーブル・ニール研究所へ 7 月 (約 1 週間) 及び 11 月 (約 1 週間) に各々 2 名の派遣を計画している。なお、ニール研究所は CNRS 及びグルノーブルアルプス大学の 2 機関により運営されているが、上記の招聘教授案件はグルノーブルアルプス大学が管轄し、招聘研究者をニール研究所に置くというシステムになっている。</p>				

29年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	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、これまでの単一のユーザーの多本腕バンドセット問題の解決に留まらず、複数ユーザーの競合を孕む問題に発展させることで、「全体最適性」の実現が期待される。これは、散逸ゆらぎ制御の応用範囲が、IoT のような省エネ分散型システムから、データセンターのような集中型ハイエンドシステムまで貢献し得ることを示唆する成果となり得る。
---	---

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 計画	<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）、オランダ Twente 大学と連携して研究を推進する。日本側の研究グループでは、前年度までに得られた知見をもとに、金属や遷移金属酸化物材料の超構造薄膜およびヘテロ接合における揺らぎ物性制御に関する実験を実施する。また、これらの実験から得られる成果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 EPFL や Twente 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。なお、今年度は学生や博士研究員等の若手研究者（若干名）らによる研究交流、研究者派遣、研究者招聘を予定している。9 月頃までにスイスにて交流セミナーを実施（日本から 5 名程度参加）、また 12 月頃までに研究者を派遣して（1～2 名）検証実験と今後の研究展開の議論を行う。</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</p>				

	トンと物性ゆらぎの融合研究を強力に推進する。
29年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	機能性酸化物薄膜では、他の半導体材料、磁性材料とは異なり、電子相関や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。散逸ゆらぎデバイスの実現には、これらのゆらぎ相が室温で安定的に存在できることが必要不可欠である。日本側グループが独自に発展させてきた、パルスレーザー堆積法に基づく酸化物ナノ構造体作製手法と、EPFL、Twente 大のナノ構造制御技術を組み合わせることにより、ゆらぎ相の転移温度やスピン凍結温度が室温を遥かに超える温度領域まで上昇すると期待されるため、本研究の成果はゆらぎデバイス応用の実現に直結する可能性を秘めている。特に前年度までに推進してきた格子歪を導入した鉄酸化物超構造に関する研究では、前述した多国間の連携により、室温において弱磁場で動作する揺らぎマグノニクスデバイスの創製が期待できる。

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 計画	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関する研究がほぼ予定通り進み、若干の確認実験を経て、共著論文の執筆に取り組む。また、昨年度より着手した、酸化物ならびに SiC 中赤外表面プラズモンの相変化材料による分散制御と空間的閉じ込めに関する研究も順調に進み、典型物質による赤外微量センシングのデモを終えた後、速やかに論文執筆に着手する。グルノーブルとの連携では、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大規模化を進め、より高度な最適解探索の実験的実証に取り組む。平成 29 年 2 月にドロネー准教授と八井准教授が ICRELEYON を訪れ E. Puzenat とナノフォトンに基づく人工光合成の高効率化について議論を重ねた。11 月頃までに、研究者を派遣して (2 名、2 週間)、検証実験を行う。
29年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	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、特に単一光子発生源として活用することにより、R1 との連携が深まる。酸化物ならびに SiC 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、かつ対象分子の吸着を必要としないことと相俟って、ガスセンサー応用として現状の電子デバイスが抱える感度、再現性、再利用性などの問題点を根本から解決するデバイスとして期待できる。また、相変化材料による中赤外プラズモンの閉じ込め (粒子化) とその粒子間相互作用は相変化に付随する揺らぎをとめない、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。人工光合成の高効率化は、地球温暖化を解決する非常に重要なテーマである。

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				

<p>相手国側代表者 氏名・所属・職</p>	<p>(英文) JELEZKO Fedor・Ulm University・Institute for Quantum Optics ・Professor</p>
<p>29年度の 研究交流活動 計画</p>	<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 年度に開催し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す。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、ダイヤモンド NV レーザの基礎実験、などに取り組む。上記の具現化を加速するために日本より研究者を派遣する(11月頃、5日間、2名)。</p>
<p>29年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果</p>	<p>3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。</p> <p>ダイヤモンド NV レーザでは、レーザの超低しきい値動作が可能となるため、低消費電力光デバイスの実証が期待される。</p>

8-2 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 (※日本以外での開催の場合)	(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)
日本 (人/人日)	A	5/15
	B	
フランス (人/人日)	A	5/5
	B	
合計 (人/人日)	A	10/20
	B	

- 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>期待される成果</p>	<p>新応用展開に向けて実施する具体的目標が明らかとなり、今後の共同研究が推進させると期待される。</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が明らかになると期待される。</p> <p>第二回 International Conference on Nanotechnology and Nanomaterials in Energy(ICNNE2017)の間 Core-to-Core プログラムのジョイントワークショップを運営する。この国際会議により、Core-to-Core はより知名度が上がること、ヨーロッパの国々（フランス、アイルランド、スペイン、UK）からの参加者が増えることでネットワークメンバーの増加が期待される。この会議は 50 人の参加者を予定している。また、若い科学者を引き付けるために PhD 候補者のための特別セッションが開催され、JSPS 博士課程修了後のプログラムと同様に日本の優れた研究環境を紹介する機会となるであろう。また、東京大学ドロネー氏、慶応義塾大学齋木教授は Ecole Centrale Lyon ならびに INSA Lyon との学生交流も紹介する。</p>	
<p>セミナーの運営組織</p>	<p>Chairpersons : Prof. VILQUIN Bertrand and APOSTOLUK Aleksandra</p> <p>日本担当：ドロネー ジャンジャック</p> <p>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 300 万円 外国旅費・謝金等に係る消費税 24 万円</p>
	<p>(フランス) 側</p>	<p>内容 会議費 18 万円</p>
	<p>() 側</p>	<p>内容</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 9 月 7 日～平成 29 年 9 月 10 日 (4 日間) (予定)
開催地 (国名、都市名、会場名)	(和文) スイス EPFL ロザンヌ、レス・ディアブレレ会議場 (予定) (英文) Swiss, EPFL Lausanne and Les Diablerets
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	5/30
	B	
スイス (人/人日)	A	5/20
	B	2/8
合計 (人/人日)	A	10/50
	B	2/8

- 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>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する。C to C 参加機関から、日本 5 名+欧州 5 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。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>	
期待される成果	<p>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なると期待される。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も期待される。</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 (yano@chem.titech.ac.jp) スイス担当 : Dr. BUTET Jeremy (jeremy.butet@epfl.ch)</p>	
開催経費 分担内容	日本側	<p>内容 外国旅費（相手国内滞在費を除く） 金額 3,000,000 円 外国旅費・謝金等に係る消費税 240,000 円</p>
	(スイス) 側	<p>内容 開催経費及び招待講演等旅費 449,080 円</p>
	() 側	<p>内容</p>

8-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

- 昨年度までに、シンガポールなどコアパートナー国以外の国においてワークショップを行い、研究成果の発信力強化と研究の充実を図ってきた。本計画書作成時点においては、これらのコアパートナー以外の国への具体的な渡航計画はないものの、今後の議論を通じて、渡航計画等が生じる可能性がある。具体的には、シンガポール・ナンヤン工科大などが挙げられる。
- 「自然知能セミナー」などにおいて、内国の先端研究者を招聘しての研究会、あるいは、本コア参画者が内国の先端研究者を訪問し研究会を行う可能性がある。昨年度は平成 28 年 9 月 21 日に慶應義塾大学において開催した研究会にて、京都大学中嶋浩平博士、早稲田大学郡司幸夫博士を招聘した。本年度においてもこのような研究会を実施する予定である。

8-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

- ・指摘事項 1：海外からの来日者が少ない点、日本からの派遣期間が短い点

中間報告書作成時にも多くの来日者を受け入れているが、平成 29 年度以降さらに活性化させるために、大学間協定など制度整備を行う。

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、海外の大学との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。本プロジェクトの実施に先駆け締結した東京大学工学系研究科と ECL との部局間学術交流協定に基づく交流を活発化している。さらに平成 29 年度には、東京大学工学系研究科では、フランスのトロワ工科大学と部局間学術交流協定を締結予定で、フランスからの研究者の長期滞在、長期受入を促進する。また、本事業におけるドイツの拠点機関である Ulm University との部局間学術交流協定も締結する予定である。

なお平成 28 年度実績として

- Université Grenoble Alpes の GHEERAERT Etienne 教授（計 4 回 52 日。ホスト：産総研山崎聡）
- Strasbourg University の高倉雅建准教授（計 120 日。ホスト：東京大学 Delaunay 准教授）
- Ecole Centrale de Lyon の VILQUIN Bertrand 准教授（計 40 日。ホスト：東京大学 Delaunay 准教授）

を向かえ入れた。また平成 27 年度に約 2 週間滞在した Institut des Nanotechnologies de Lyon の Associate Professor APOSTOLUK Alexandra との共同研究成果として下記の論文を出版済みである。

A. Ahmad, D. Hosseini, M. Mirfasih, *A. Apostoluk*, C. Muller, J.-J. Delaunay,
“Formation of NiO nanoparticle-attached nanographitic flake layers deposited
by pulsed electrophoretic deposition for ethanol
electro-oxidation, ro-oxidation, anol electro-oxidation, on, ro-oxidati

平成 29 年度も引き続き長期受入を促進し、日本の拠点をコアとした共同研究を一層加速させる。

これまで日本から派遣期間が短かった要因として、大学での授業の関係から一ヶ月以上の長期滞在が不可能であったことが大きい。上記のような部局間学術交流協定によってそのような制度上の制約も緩和されるため、日本からの派遣もより長期間での滞在が可能になる。

・指摘事項 2：海外研究拠点間の連携推進が少ない点

上記に記載した、各大学間との 1 対 1 協定に加えて、東京大学工学系とドイツコアの Ulm 大学、協力研究機関の Max-Planck-Institute for Solid State Research、Stuttgart 大学、カナダの The University of British Columbia からなる量子材料センターを形成し、世界的な拠点間連携推進を行う。本センターは東京大学、Ulm 大学、Max-Planck-Institute for Solid State Research をコアメンバーとして設立した。既存の設備、人材の交流促進によって、共同研究の促進をはかるものである。本協定について各機関の部局長が一同に介して調印式を行った。

・指摘事項 3：新分野への展開が少ない

平成 28 年度より参画したフランス Institut de Science des Matolumbiate de Mulhouse (IS2M) の O. Soppera と東京大学八井准教授は、それ以前よりナノ電子フォトン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 Nature Publishing Group の Light: Science & Applications (Impact Factor: 14.6) に発表して世界からの注目を集めた。

T. Yatsui, T. Tsuboi, M. Yamaguchi, K. Nobusada, S. Tojo, F. Stehlin, O. Soppera, and D. Bloch, “Optically controlled magnetic-field etching on the nano-scale”

Light: Science & Applications, Volume 5, March 2016; e16054

この成果については当初全く予想もしていなかったことであり、この現象を用いた新しい微細加工技術の応用展開を行う。

平成 28 年度よりダイヤモンド結晶成長を得意とする産総研山崎聡氏が参画し、平成 28 年 8 月にウルム大で開催された WS を通して、これまで想定していなかった応用展開である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東京大学八井准教授との議論を通して、実証実験に着手した。本実験にはオーストラリアの RMIT University も参画するなど、日本のコアを中心として新しい応用の世界的展開を押し進める。

9. 平成29年度研究交流計画総人数・人日数

9-1 相手国との交流計画

派遣先 派遣元	日本	スウェーデン	スイス	オランダ	フランス	ドイツ	合計
日本		()	5/30 ()	()	8/36 ()	2/14 ()	15/80 ()
スウェーデン	()		()	()	()	()	()
スイス	(5/20)	()		()	()	()	(5/20)
オランダ	()	()	()		()	()	()
フランス	(2/10)	()	()	()		()	(2/10)
ドイツ	()	()	()	()	()		()
合計	(7/30)	()	5/30 ()	()	8/36 ()	2/14 ()	15/80(7/30)

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流する人数・人日数を記載してください。(なお、記入の仕方の詳細については「記入上の注意」を参考にしてください。)

※相手国側マッチングファンドなど、本事業経費によらない交流についても、カッコ書きで記入してください。

9-2 国内での交流計画

40/60 <人/人日>

10. 平成29年度経費使用見込み額

(単位 円)

	経費内訳	金額	備考
研究交流経費	国内旅費	400,000	国内旅費、外国旅費の合計は、研究交流経費の50%以上であること。
	外国旅費	10,350,000	
	謝金	150,000	
	備品・消耗品 購入費	2,960,000	
	その他の経費	300,000	
	不課税取引・ 非課税取引に 係る消費税	840,000	
	計	15,000,000	研究交流経費配分類以内であること。
業務委託手数料		1,500,000	研究交流経費の10%を上限とし、必要な額であること。また、消費税類は内額とする。
合計		16,500,000	