

アジア研究教育拠点事業 平成27年度 実施計画書

1. 拠点機関

| | |
|-------------------|-----------------------|
| 日本側拠点機関： | 大阪大学 |
| (中国) 拠点機関： | 中国科学院理化技術研究所 |
| (台湾) 拠点機関： | 中央研究院應用科學研究中心 |
| (シンガポール) 拠点機関： | 南洋理工大学 革新的フoton工学センター |

2. 研究交流課題名

(和文)：アジア先進ナノフォトニクス研究教育拠点

(交流分野：応用物理、フォトニクス)

(英文)：Advanced Nanophotonics Research and Education Center in Asia

(交流分野：Applied physics, Photonics)

研究交流課題に係るホームページ：<http://parc.osaka-u.ac.jp/asiaphotonics/index.html>

3. 採用期間

平成23年4月1日～平成28年3月31日

(5年度目)

4. 実施体制

日本側実施組織

拠点機関：大阪大学

実施組織代表者（所属部局・職・氏名）：学長・平野 俊夫

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：大学院工学研究科・教授・河田 聡

協力機関：神戸大学、徳島大学

事務組織：総務企画部国際交流課 国際交流推進係

工学研究科 評価広報係、産学連携係

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：中国

拠点機関：(英文) Technical Institute of Physics and Chemistry, Chinese Academy of Science

(和文) 中国科学院 理化技術研究所

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文）

Organic Nanophotonics, Professor, Xuan-Ming DUAN

協力機関：（英文） Peking University, Jilin University, Fudan University, Tsinghua University,
Institute of Physics Chinese Academy of Sciences(IP-CAS)

（和文） 北京大学、吉林大学、復旦大学、清華大学、中国科学院物理研究所

経費負担区分：パターン 1*、パターン 2

*注：経費負担区分パターン 1 は R12 のみ適用とする。

（2） 国名：台湾

拠点機関：（英文） Research Center for Applied Sciences, Academia Sinica

（和文） 中央研究院 應用科學研究中心

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文）

Research Center for Applied Sciences, Academia Sinica,
Prof. Din Ping TSAI

協力機関：（英文） Institute Technology Research Center, National Applied Research Laboratories,
National Taiwan University

（和文） 国家実験研究院 儀器科技研究中心、国立台湾大学

経費負担区分：パターン 2

（3） 国名：シンガポール共和国

拠点機関：（英文） The Centre for Disruptive Photonic Technologies (CDPT),
Nanyang Technological University (NTU)

（和文） 南洋理工大学 革新的フォトン工学センター

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：（英文）

The Centre for Disruptive Photonic Technologies (CDPT),
Director, Prof. Nikolay ZHELUDEV

協力機関：（英文） National University of Singapore,
Agency for Science Technology and Research

（和文） シンガポール国立大学、科学技術研究庁

経費負担区分：パターン 1

5. 全期間を通じた研究交流目標

光は高密度の多様な情報を早く伝え、安全でありかつ、エネルギーが低い、環境にやさしいキャリアであってプローブ・ツールである。この特性を活かし21世紀はエレクトロニクスに代わって光の技術・フォトンクスが地球と人にやさしい新しい時代を創ると期待されている。しかし、そのためにはこれまでの常識と限界を超えて、光でもナノスケール(注1)の観察・加工・動作を可能にしなければならぬ(注2)。ナノスケールでの光と物質との相互作用を利用できれば、物理、化学、生物、医学、材料、電気の分野横断的な先進ナノフォトンクスの分野を新しく展開でき、光でのナノスケールの世界に分け入り、光の新たな時代を拓くことが出来る。一方で、近年、東南アジア諸国が材料・フォトンクスを含む科学研究の面で著しい発展を示している。本研究交流では、新時代をもたらす先進ナノフォトンクスの研究をいち早くアジアにおいて立ち上げ、人材を育成することを目的とする。すなわち、大阪大学フォトンクスセンターとこれまで研究交流を深めてきたフォトンクス研究分野で中国、および台湾を代表する研究機関である中国科学院理化技術研究所および台湾中央研究院應用科學研究中心、そして平成27年度よりはシンガポールを代表する研究機関である南洋理工大学 革新的フォトン工学センターとで、物理、化学、医学、電気の分野横断的な先進フォトンクス研究に携わっている多様な研究者を結集し、日中台シンガポール国際共同研究を推進し、「アジア先進ナノフォトンクス研究教育拠点」を形成し、21世紀の科学技術の基盤となるフォトンクス研究を先導しうる研究ネットワークを構築する。同時に、
・個別分野の深い専門性と分野横断的なフォトンクスの広い視野、国際的な研究発信能力、
・文化・社会システムの異なる様々な海外研究者との研究交流・共同研究、および人のネットワーク作りの能力を身につけ、次世代のフォトンクス研究を先導し国際的に通用する若手研究者の育成を目指す。

注1: 髪の毛は約80ミクロンで、1ナノメートルは1ミクロンの千分の一。

注2: 光は空間的に振動している波長(ミクロン程度)より小さな構造は見えないとされていた。この限界を越えなければ、更に遥かに小さな寸法の半導体素子の技術・エレクトロニクスに取って代わることは出来ない。

6. 前年度までの研究交流活動による目標達成状況

3テーマ「プラズモニクス・ナノフォトンクス研究」、「光材料とナノ加工」、「プラズモニックデバイス」に「メタマテリアル」を加えた4テーマの融合研究を推進する体制を実現した。メタマテリアルは、プラズモニクスに関連したナノフォトンクスの重要な科学分野で、この先進分野をリードする研究機関の一つであるシンガポールの Centre for Disruptive Photonic Technologies, NTU, Nanyang Technological University を加えることにより、ナノフォトンクス研究体制がより充実したものとなった。日本、中国、台湾、シンガポールの連携が、融合研究の推進に資するよう、シンガポールでの S-2 「アジアプラズモニクス・メタマテリアル国際会議」を実施した。

アジア先進ナノフォトンクス研究教育拠点の研究協力体制を構築するために、大阪大学フォトンクスセンターと中国科学院・理化技術研究所間で日中先進フォトンクス共同研究覚書を2011年に締結し、日中共同研究室、中日共同研究室をそれぞれ日本と中国拠点機関に設置した。大阪大学フォトンクスセンターと台湾国家実験研究院・儀器科技研究中心間では、2011年にフォトンクスに関する学術交流協

定を結んでおり、大阪大学と中国、台湾の拠点機関との間でフォトニクスに関する学術交流協定を結び研究協力の基盤を確立した。上記のように、アジアの有力なフォトニクス研究教育機関であるシンガポールの南洋理工大学 革新的フォトン工学センターを新たにアジア先進ナノフォトニクス研究教育拠点に迎えた。

アジアのフォトニクス学生ネットワーク作りは引き続き拡大発展している。昨年度は 2012、2013 年に開催してきたアジア学生フォトニクスカンファレンスが発展して ACORE 学生カンファレンスをフォトニクスセンターならびに北海道大学にて開催した。また、9 月 13 日フォトニクスセンターにて大阪大学 OSA/SPIE 学生チャプターとフォトニクスセンターとの共催で “Asia Core Student Meeting 2014” を開催した。さらに 9 月 14 日～16 日北海道大学クラーク会館にて “IONS Asia 5 Hokkaido” を “Asia Core Student Meeting”、” JSAP Student Meeting” と共同開催した。本カンファレンスでは日本、中国、台湾、マレーシア、インド、バングラディッシュ、イギリス、スペイン、アイルランド、ウクライナ、アルメニア、アメリカ、メキシコ、モロッコの 14 カ国から、そのうち日本は大阪大学、北海道大学、東京大学、宇都宮大学、電気通信大学、沖縄科学技術大学院大学、東京医科歯科大学などから、総勢 70 名を上回る学生、若手研究者が集い、大規模な学生カンファレンスとなった。Adarsh Sandhu 教授の講演は Ustream でのオンライン配信も行われ、全世界へ学生カンファレンスの様子が発信された。

セミナー、シンポジウムの枠を日本国内の他の教育研究機関、またアジア諸国に拡大し、本プログラムが研究教育拠点として認知されている実体作りを進めた。

先進ナノフォトニクス研究のフロンティアを切り開く研究を、事業開始年度は 3 テーマ、平成 25 年度からは 4 テーマ設定し、平成 26 年度までに 4 テーマ 12 の共同研究を以下のとおり推進した。

テーマ 1 プラズモニクス・ナノフォトニクス研究:

- 「R-4 ファンクショナル金属ナノマテリアルの開発と物性探索、光ナノ計測への展開」、
- 「R-7 プラズモニック超解像顕微鏡の開発」
- 「R-11 近接場ラマン分光とナノイメージング」
- 「R-12 プラズモニック銀ナノロッド形状制御とハイパーラマン散乱の感度向上」

テーマ 2 光材料とナノ加工:

- 「R-1 光材料とナノ加工」、
- 「R-2 フォトニクス分子イメージングプローブ」、
- 「R-8 高解像度顕微鏡のための蛍光プローブ開発」

テーマ 3 プラズモニックデバイス:

- 「R-5 導波形および局在形機能性プラズモニックデバイス」、
- 「R-6 高効率太陽電池」、
- 「R-9 ナノ粒子表面基板生化学光電子検出デバイスの開発」

テーマ 4 メタマテリアル

- 「R-3 三次元等方メタマテリアルの開発、
- 「R-10 金属メタマテリアル構造の光学特性の数値解析」

中国、台湾よりの研究者、学生の受入れ、および日本から中国、台湾への研究者、学生の派遣を行い、共同研究を推進した。これらのテーマを推進する打合せのために、教員が中国、台湾を訪問し研究者交

流を行った。本拠点のコーディネーターや協力研究者が主催した数多くのナノフォトニクス国際シンポジウムで、本拠点の研究成果の招待講演を行った。

上記各テーマの研究成果を報告、議論、研究交流を行う国際シンポジウムを開催した。若手研究者がじっくり研究成果を議論し、最先端研究の講演を聴講できる機会とした。シンポジウムなどの機会にコーディネーター会議、幹事の打合せを行い、拠点運営や重要企画について協議した。

平成 23 年度には、キックオフセミナーを日中台 3 国(地域)でそれぞれ開催し、「アジア先進ナノフォトニクス 国際シンポジウム 2011」を伊勢志摩で開催した。北京でのセミナーでは、3 拠点機関のコーディネーターが集まって、コーディネーター会議を持ち平成 24 年度の拠点事業計画について審議した。台湾のセミナーでは、パネルディスカッションが行われ、次年度以降、学生が中心となってセミナー、若手交流会を企画実施することが話し合われた。

平成 24 年度には、セミナー“アジア ナノフォトニクス 2012”を金沢で開催し、バイオメディカルフォトニクスに焦点を当て研究交流を行った。学生が中心となってセミナー「アジア学生フォトニクスカンファレンス 2012」を大阪大学フォトニクスセンターで開催し、アジア学生のネットワークを形成した。セミナーアジアコアワークショップ“ナノテクノロジーとフォトニクス”を、これまで大阪大学フォトニクスセンターと交流実績があり MoU を締結しているモロッコ MAScIR で開催した。

平成 25 年度には、「アジア学生フォトニクスカンファレンス 2013」、中国セミナー「Nanophotonics and Nanomaterials」、台湾セミナー「Japan-Taiwan Bilateral Conference on Biomedical and Plasmonic Imaging」を実施した。日中台 3 国(地域)で開催したセミナーへの学生・若手研究者の比率は参加研究者の半数を超えるほど高く、研究交流・議論の機会を通して、相互に国際的に通用する交流力を向上させた。

平成 26 年度には、「国際フォトニクス学生交流会」、シンガポールセミナー「Japan-Singapore International Workshop on Nanophotonics, Plasmonics and Metamaterials」を実施した。2014 年 12 月 11 日～12 月 12 日の 2 日間シンガポール南洋理工大学 革新的フォトン工学研究センター(CDPT)において実施した。大阪大学国際シンポジウム開催経費支援も得て、多くの大阪大学研究者、特に若手研究者・大学院学生の参加が実現し、人材育成と更なる国際化を促進することができた。参加者は、日本から教職員 13 名、学生 11 名の 24 名が参加し、シンガポール、台湾、中国などからは申請時の予想をはるかに上回り、120 名ほどが参加し大規模なシンポジウムとなった。本国際シンポジウムは、ナノフォトニクスの中心課題である「プラズモニクス・ナノフォトニクス研究」、「光材料とナノ加工」、「プラズモニックデバイス」、「メタマテリアル」の先進的な研究の重要な発表、議論の場となり、28 件の口頭発表、ならびに 42 件のポスター発表が行われた。大学院学生や若手研究者にとっては、本国際シンポジウムにて最新の成果を英語で発表し、世界をリードする研究者との交流や議論を行うことによって、研究へのパッションやプレゼンテーションスキルが向上し、本拠点の掲げる世界に通用する人材育成に大いに役立った。物理、化学、医学、電気の分野横断的な先進フォトニクス研究に携わっている多様な研究者と、日・シンガポール国際共同研究についても協議し、「アジア先進ナノフォトニクス研究教育拠点」の更なる発展と、21 世紀の科学技術の基盤となるフォトニクス研究を先導しうる研究ネットワークを構築することができた。また本シンポジウム中に最新の研究施設である革新的フォトン工学研究センターを見学し、今後の共同研究の布石とすることが出来た。

本拠点の研究推進により数多くの成果を挙げ、国際会議や論文で発表した。

アジア先進ナノフォトニクス研究教育拠点のホームページを立ち上げ、セミナー・プロシーディング等の開催内容及びその成果、共同研究、研究者交流などの状況を、ホームページに掲載し、写真や図も含め分かりやすく広く公開した。中国、台湾、シンガポールをはじめ世界に情報を発信できるよう英文も充実した。

共同研究推進や新たな共同研究立ち上げの打合せ、新たなシンガポール拠点との共同研究推進などのための研究者交流が活発に行われた。

7. 平成27年度研究交流目標

<研究協力体制の構築>

4テーマ「プラズモニクス・ナノフォトニクス研究」、「光材料とナノ加工」、「プラズモニックデバイス」、「メタマテリアル」の融合研究を推進する。日本、中国、台湾、シンガポールの連携による融合研究の推進に資するよう、日本で開催するS-2「第8回フォトニクスセンターシンポジウム“アジア ナノフォトニクス2015”」や研究者交流を有効に活用する。

4拠点機関、各協力機関、協力研究者の研究者、大学院生の交流とネットワーク強化を行い、アジア研究教育拠点事業で築いた研究・人的ネットワークを今後も継続的に発展できる体制としてアジアナノフォトニクスシンポジウム委員会（仮称）の準備・基盤作りを行う。

<学術的観点>

先進ナノフォトニクス研究のフロンティアを切り開く融合研究の4テーマの共同研究を引き続き推進する：「プラズモニクス・ナノフォトニクス研究」、「光材料とナノ加工」、「プラズモニックデバイス」および「メタマテリアル」。「R-2 フォトニクス分子イメージングプローブ」および「R-8 高解像度顕微鏡のための蛍光プローブ開発」は、研究目的が達成されたので平成25年度で終了している。

また、昨年度シンガポール拠点が加わったので、平成27年度新たに「R-13 先端増強ラマン測定による2次元遷移金属カルコゲナイド及びトポロジカル絶縁材料の評価」及び「R-14 アルミニウム及びインジウムのナノ構造を用いた紫外近接場プラズモニクス」を開始する。

テーマ 1 プラズモニクス・ナノフォトニクス研究:

「R-4 ファンクショナル金属ナノマテリアルの開発と物性探索、光ナノ計測への展開」

「R-7 プラズモニック超解像顕微鏡の開発」

「R-11 近接場ラマン分光とナノイメージング」

「R-12 プラズモニック銀ナノロッド形状制御とハイパーラマン散乱の感度向上」

「R-14 アルミニウム及びインジウムのナノ構造を用いた紫外近接場プラズモニクス」

テーマ 2 光材料とナノ加工:

「R-1 光材料とナノ加工」

「R-13 先端増強ラマン測定による2次元遷移金属カルコゲナイド及びトポロジカル絶縁材料の評価」

テーマ 3 プラズモニックデバイス:

「R-5 導波形および局在形機能性プラズモニックデバイス」

「R-6 高効率太陽電池」

「R-9 ナノ粒子表面基板生化学光電子検出デバイスの開発」

テーマ 4 メタマテリアル:

「R-3 三次元等方メタマテリアルの開発」

「R-10 金属メタマテリアル構造の光学特性の数値解析」

引き続き、以下の中間評価結果を踏まえて、ナノフォトニクスの中でも 4 テーマの融合研究をさらに推進し、共同研究の成果を積み上げる：「本プログラムだから実現できた共同研究成果のターゲットをより具体的に設定することが望ましい。」、「単なる交流やセミナーでは拠点化は長続きせず、やはり研究レベルの高いことが大変重要と考える。」

<若手研究者育成>

大阪大学 OSA/SPIE 学生チャプターと共催し、S-1「国際フォトニクス学生交流会」を開催する。従来より、フォトニクス学生交流会の企画、準備、運営を学生が主体的に担い、推進することで、国際ネットワーク力、研究交流能力を身につけてきた実績があり、これを引き続き進めていく。日本、中国、台湾、シンガポール拠点・協力機関の学生間のネットワーク強化に注力し、将来のアジアフォトニクス学生ネットワーク（仮称）の立ち上げ準備・基盤作りを行う。

<その他（社会貢献や独自の目的等）>

国際光年 2015 に協賛し、フォトニクスと社会についての内容も盛り込む。

（プレスリリース、一部社会に公開など）

8. 平成27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23年度 | 研究終了年度 | 平成27年度 |
|-----------------------------|---|--------|--------|--------|--------|
| 研究課題名 | (和文) 光材料とナノ加工 | | | | |
| | (英文) Photonic materials for nano-processing | | | | |
| 日本側代表者 氏名・所属・職 | (和文) 河田聡・大阪大学大学院工学研究科・教授 | | | | |
| | (英文) Satoshi KAWATA, Osaka University, Professor | | | | |
| 相手国側代表者 氏名・所属・職 | (英文) Xuan-Ming DUAN, Technical Institute of Physics and Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Professor | | | | |
| 参加者数 | 日本側参加者数 | 22名 | | | |
| | (中国)側参加者数 | 12名 | | | |
| | ()側参加者数 | 名 | | | |
| 27年度の研究交流活動計画 | 平成26年度までの研究交流により得られた知識を元に、金属ナノ粒子/ポリマーコンポジットに最適な感光性樹脂を調合し、任意の形状にプログラミングした構造の作製に取り組む。日本側が有する2種類のレーザー(CWとパルス)を導入した光学系を再構築し、中国側の研究者との技術交換により金属ナノ粒子の配列を制御することによりプラズモニック応用が期待できるコンポジットを任意形状に作製するプログラムを組み上げる。教員、ポスドク、院生を中国科学院に派遣し、構造の作製およびその構造が持つ光学特性の評価を元に、コンポジットの新規応用を目指す。 | | | | |
| 27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 | 金属ナノ粒子/ポリマーコンポジットの作製に必要なプログラミングと光学系の最適化を得意とする日中の研究者の交流を通じて研究を進めることで、コンポジットの安定的な供給が見込める。また、作製したコンポジットの光学特性や物性の測定に精通した研究者たちの交流を深めることで、これまでに知り得なかった情報を得ることができ、応用可能なデバイスの新規構想が期待できる。 | | | | |

| | | | | | |
|---|--|--------|----------|--------|----------|
| 整理番号 | R-2 | 研究開始年度 | 平成 23 年度 | 研究終了年度 | 平成 25 年度 |
| 研究課題名 | (和文) フォトニクス分子イメージングプローブ | | | | |
| | (英文) Photonics probe for molecular imaging | | | | |
| 日本側代表者 氏名・所属・職 | (和文) 菊池和也・大阪大学大学院工学研究科・教授 | | | | |
| | (英文) Kazuya KIKUCHI, Osaka University, Professor | | | | |
| 相手国側代表者 氏名・所属・職 | (英文) Xuan-Ming DUAN, Technical Institute of Physics and Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Professor | | | | |
| 参加者数 | 日本側参加者数 | 10 名 | | | |
| | (中国) 側参加者数 | 12 名 | | | |
| | () 側参加者数 | 名 | | | |
| 27年度の研 究交流活動計 画 | 生体における蛋白質の機能イメージングを行なうための蛋白質の修飾・標識技術がテーマである。平成 25 年度までの研究において、蛋白質の動態をパルスチェイス解析するために、二つの長波長蛍光標識プローブを開発し、両プローブの高感度・高 S/N 比化を達成したので、ひとまず終了している。 | | | | |
| 27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 | 蛋白質の時空間的な生体機能・動態を精密に解析するには、異なる波長の蛍光を発するプローブが少なくとも二つ必要である。本共同研究により、高感度・高 S/N 比プローブを開発し、より詳細かつ精密な蛋白質の時空間解析が可能となった。 | | | | |

| | | | | | |
|---|--|--------|----------|--------|----------|
| 整理番号 | R-3 | 研究開始年度 | 平成 23 年度 | 研究終了年度 | 平成 27 年度 |
| 研究課題名 | (和文) 三次元等方メタマテリアルの開発 | | | | |
| | (英文) Three dimensional isotropic metamaterials | | | | |
| 日本側代表者 氏名・所属・職 | (和文) 田中拓男・理化学研究所・准主任研究員 | | | | |
| | (英文) Takuo TANAKA, RIKEN, Associate Chief Scientist | | | | |
| 相手国側代表者 氏名・所属・職 | (英文) Din Ping TSAI, Instrument Technology Research Center, National Applied Research Laboratories, the Director General and Distinguished Researcher, Professor | | | | |
| 参加者数 | 日本側参加者数 | 4 名 | | | |
| | (台湾) 側参加者数 | 4 名 | | | |
| | () 側参加者数 | 名 | | | |
| 27年度の研究 交流活動計画 | 引き続き、3次元金属ナノ構造でできたプラズモニック・メタマテリアルの作製とその光学特性の評価を目的とする共同研究を実施する。平成27年度は、金属薄膜の変形メカニズムを解析し、より曲率半径の小さなリング構造を加工することで、メタマテリアル共振器としての動作周波数の高周波数化を目指す。また、個々の共振器が2枚の金属薄膜によって構成されている事に着目し、周囲の温度変化に応じて共振器の形状が変化して共振周波数が変化することを利用して、このメタマテリアルを温度センサーに応用することを目指す。 | | | | |
| 27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 | 本研究交流が目的とする、自己組織化技術を利用して作成された大規模な三次元メタマテリアルは、世界初の成果としてメタマテリアルならびにプラズモニクス分野のみならず、光学分野全体に大きなインパクトを与える。さらに、メタマテリアルの動作周波数の高周波数化や、温度センサーといった具体的な応用技術に展開することを目指す。これらを日本、台湾それぞれの研究者が持つ独自の加工技術を融合させることで実現することは、両国の光技術や微細加工技術のレベルの高さを示す事にもなり、また交流活動の成果としても有意義である。 | | | | |

| | | | | | |
|---|--|--------|----------|--------|----------|
| 整理番号 | R-4 | 研究開始年度 | 平成 23 年度 | 研究終了年度 | 平成 27 年度 |
| 研究課題名 | (和文) ファンクショナル金属ナノマテリアルの開発と物性探索、 光ナノ計測への展開 | | | | |
| | (英文) Design, fabrication and characterization of functional metal nano-materials | | | | |
| 日本側代表者 氏名・所属・職 | (和文) 井上康志・大阪大学大学院生命機能研究科・教授 | | | | |
| | (英文) Yasushi INOUE, Graduate School of Frontier Biosciences, Osaka University, Professor | | | | |
| 相手国側代表者 氏名・所属・職 | (英文) Xuan-Ming DUAN, Technical Institute of Physics and Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Professor Din Ping TSAI, Instrument Technology Research Laboratories, the Director General and Distinguished Researcher, Professor | | | | |
| 参加者数 | 日本側参加者数 | 15 名 | | | |
| | (中国) 側参加者数 | 1 名 | | | |
| | (台湾) 側参加者数 | 38 名 | | | |
| 27年度の研 究交流活動計 画 | 直径が数 10nm 程度の金属ナノ粒子や原子数個からなる金属ナノクラスターなどの金属ナノマテリアルはバルク金属とは異なり、特定の波長を共鳴的に散乱するプラズモニクス特性や蛍光性などを有する。これまでに日本側で開発してきた金属ナノマテリアルに中国側の高度な有機化学技術を組み合わせることで、磁場や電荷（電場）、pH などにも応答する機能性の創発を目指す。これまでの検討で、プラチナイオンと PAMAM デンドリマーが十分な錯体を形成することを確認し、またプラチナイオンと結合する PAMAM デンドリマー内でのアミド基を特定することに成功した。平成 27 年度は還元過程を詳細に解明する。複数種の還元剤を用いるとともに、還元剤を加える量、タイミング等を変えながら、プラチナイオンを還元し、吸収-蛍光スペクトル、全反射型フーリエ変換型赤外分光、紫外共鳴ラマン散乱分光法、質量分析、蛍光相関分光法等を駆使することで、形成されるナノクラスターの評価を行い、プラチナナノクラスター蛍光の長波長化を目指すとともに、その光物性を解明する。 | | | | |
| 27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 | プラチナイオンの PAMAM デンドリマー内での還元過程を、詳細に解明することで、よりサイズの大きなナノクラスターの形成とそれによる蛍光波長の長波長化を行い、生体細胞・組織の深部イメージング等への展開が期待される。また、プラチナナノクラスターの合成収率向上や、高効率な触媒への応用が期待される。さらに溶液中でのナノクラスター形成メカニズムの詳細な理解と複数種の元素による合金ナノクラスター合成法の可能性の検討についても共同研究による一層の進展が期待される。 | | | | |

| | | | | | |
|--|---|--------|----------|--------|----------|
| 整理番号 | R-5 | 研究開始年度 | 平成 23 年度 | 研究終了年度 | 平成 27 年度 |
| 研究課題名 | (和文) 導波形および局在形機能性プラズモニックデバイス | | | | |
| | (英文) Functional propagating and localized plasmonic devices | | | | |
| 日本側代表者 氏名・所属・職 | (和文) 原口雅宣・徳島大学大学院・教授 | | | | |
| | (英文) Masanobu HARAGUCHI, The University of Tokushima, Professor | | | | |
| 相手国側代表者 氏名・所属・職 | (英文) Din Ping TSAI, Academia Sinica Research center for applied sciences, Director & Distinguished Research Fellow, Professor | | | | |
| 参加者数 | 日本側参加者数 | 12 名 | | | |
| | (台湾) 側参加者数 | 38 名 | | | |
| | () 側参加者数 | 名 | | | |
| 27 年度の研 究交流活動計 画 | 近赤外～通信波長帯領域で動作するプラズモンを用いたマイクロスケールの光情報通信および情報処理デバイス、高感度センシングの技術要素研究のため、徳島側から研究者 1 名と大学院生 2 名を台湾に派遣するとともに、台湾側から研究者の徳島への派遣を通じて、誘電体基板上のプラズモン導波デバイスのための光インターフェースデバイスおよびプラズモン導波構造を用いた変調デバイスおよび高感度センシングデバイスに関して、プロトタイプとなるデバイスの試作を行う。 | | | | |
| 27 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 | 本研究テーマの共同研究体制が深化し、相互交流による研究の加速、学生の研究意欲向上と日本人学生のグローバルな視点を持った研究活動が期待される。また、これらの活動が 28 年度以降も継続すると期待される。これに加えて日本側と台湾側連名による 2 件程度の国際会議発表と 2 件の学術論文発表が期待される。 | | | | |

| | | | | | |
|---|--|--------|----------|--------|----------|
| 整理番号 | R-6 | 研究開始年度 | 平成 23 年度 | 研究終了年度 | 平成 27 年度 |
| 研究課題名 | (和文) 高効率太陽電池 | | | | |
| | (英文) Highly efficient solar cells | | | | |
| 日本側代表者 氏名・所属・職 | (和文) 尾崎雅則・大阪大学工学研究科・教授 | | | | |
| | (英文) Masanori OZAKI, Osaka University, Professor | | | | |
| 相手国側代表者 氏名・所属・職 | (英文) Xuan-Ming DUAN, Technical Institute of Physics and Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Professor. | | | | |
| 参加者数 | 日本側参加者数 | 19 名 | | | |
| | (中国) 側参加者数 | 3 名 | | | |
| | () 側参加者数 | 名 | | | |
| 27年度の研究 交流活動計画 | <p>引き続き、中国科学院で開発を行っている半導体ナノ粒子、金属ナノ粒子、無機ナノピラーさらにはそれらの複合材料について、光誘起吸収、光誘起電荷移動、光誘起電界増強などの光応答特性、光機能性について調べ、局在プラズモンに基づく電場変調効果、そのメカニズム解明を検討する。有機薄膜太陽電池との融合を図る半導体ナノ粒子、金属ナノ粒子、無機ナノピラーならびに複合材料の最適化により、従来は吸収効率が低かった波長領域における量子効率を向上させ、高効率太陽電池の開発を行う。特に、有機系の活性層材料で十分な吸収が困難な波長領域の光について、ナノ粒子ギャップに基づく局在プラズモン吸収および電場を活用して、高効率化を図る。</p> <p>平成 27 年度は、相互に教員、院生を派遣し、種々の新規ナノ粒子材料の光・電子物性を検討し、その光応答特性、光機能性の比較について議論する。また、ナノピラー構造を有する太陽電池におけるデバイス構造の最適化と、ナノ粒子の導入についての議論を行い、フォトン利用効率改善のためのデバイス構造設計を行う。</p> | | | | |
| 27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>中国科学院が有する金属・半導体ナノ粒子、無機ナノピラーならびにそれらの複合材料の合成・作製技術と、日本側が有する薄膜太陽電池作製・評価技術との融合により、従前にはないフォトンの有効利用に基づく高効率太陽電池の開発が期待できる。すなわち、先進的な材料合成、材料加工技術と、信頼性の高いデバイス作製・評価技術の融合により、革新的な応用デバイスの創製が可能になると考えられる。また、密接な連携体制により、デバイス作製・評価に対する議論をもとに、材料合成・開発に対する迅速なフィードバックも可能であると考えられる。具体的には、ナノ粒子合成技術および無機ナノピラー作製技術について検討を進めている中国科学院の大学院学生を日本側に受け入れ、有機薄膜太陽電池デバイス作製について高度な技術をもつ日本側大学院学生とともに、融合デバイスの作製とその評価を共同で行うことは、高性能デバイスの実現にとって極めて効率的であり、太陽電池へのナノ粒子導入によるフォトン利用効率改善が進むことが期待される。さらに、中国側はデバイス作製技術を持ち帰ることができ、日本側もナノピラー作製のノウハウを習得することが可能となり、両者の今後の研究進展に寄与するものと考えられる。</p> | | | | |

| | | | | | |
|---|---|--------|----------|--------|----------|
| 整理番号 | R-7 | 研究開始年度 | 平成 23 年度 | 研究終了年度 | 平成 27 年度 |
| 研究課題名 | (和文) プラズモニック超解像顕微鏡の開発 | | | | |
| | (英文) High resolution microscopy using plasmonic nanoparticle | | | | |
| 日本側代表者 氏名・所属・職 | (和文) 藤田克昌・大阪大学工学研究科・准教授 | | | | |
| | (英文) Katsumasa FUJITA, Osaka University, Associate Professor | | | | |
| 相手国側代表者 氏名・所属・職 | (英文) Shi-Wei CHU, Department of Physics, National Taiwan University, Associate Professor | | | | |
| 参加者数 | 日本側参加者数 | 7 名 | | | |
| | (台湾) 側参加者数 | 9 名 | | | |
| | () 側参加者数 | 名 | | | |
| 27年度の 研究交流活動 計画 | <p>金属ナノ粒子が生じる光散乱の非線形性についての実験的、理論的な理解、およびそれを用いた超解像顕微鏡の開発、および応用を行う。特に金属ナノ粒子への2つの異なる光照射がもたらす非線形な相互作用を利用し、光散乱効果を光によりスイッチングすることを目指す。これにより、光散乱を狭い空間に閉じ込めることが可能になり、従来の光学顕微鏡の限界を超えた空間分解能を実現することを試みる。さらにこれまでの研究で開発してきたプラズモニック超解像顕微鏡を、酸化グラフェン、二硫化モリブデンの超解像分析観察に応用する。</p> | | | | |
| 27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>昨年度までに実験的に確認された金属ナノ粒子からの非線形な光散乱効果を利用することにより、光散乱効果の on/off を光によりスイッチングできるという新しいナノデバイスを提案することができる。この原理を、試料を染色するためのプローブに適用すれば、回折限界を超えた局所領域に光散乱を局在化させることができ、光散乱を計測する新しい超解像顕微鏡を実現することができる。</p> <p>酸化グラフェン、二硫化モリブデンは様々なデバイス応用に有力な材料として注目されている。本共同研究で、物質のナノ領域での物性を分析しながらイメージングすることが可能になり、その分析に適したツールを提供できると考える。従来の顕微鏡技術では、空間分解能か分析能力のどちらかが不足していたが、本グループで開発した顕微鏡はそのどちらも兼ね備えており、新しい観察技術を同分野にもたらすと期待される。</p> | | | | |

| | | | | | |
|--|---|--------|----------|--------|----------|
| 整理番号 | R-8 | 研究開始年度 | 平成 23 年度 | 研究終了年度 | 平成 25 年度 |
| 研究課題名 | (和文) 高解像度顕微鏡のための蛍光プローブ開発 | | | | |
| | (英文) Fluorescence probes for high resolution bioimaging | | | | |
| 日本側代表者 氏名・所属・職 | (和文) 藤田克昌・大阪大学工学研究科・准教授 | | | | |
| | (英文) Katsumasa FUJITA, Osaka University, Associate Professor | | | | |
| 相手国側代表者 氏名・所属・職 | (英文) Huan-Cheng CHANG, Institute of Atomic and Molecular Sciences, Academia Sinica, Professor | | | | |
| 参加者数 | 日本側参加者数 | 2 名 | | | |
| | (台湾) 側参加者数 | 2 名 | | | |
| | () 側参加者数 | 名 | | | |
| 27 年度の研 究交流活動計画 | 平成 25 年度までに、ナノダイヤモンド粒子を高強度パルスレーザーにより蛍光励起した際の励起-発光特性の測定を試み、高強度のレーザー光の照射に対して、屈折率の大きなダイヤモンド粒子は大きな光放射圧を受けて測定箇所から大きく移動し、蛍光発光特性を把握できないという結果を得た。この結果は、高強度パルスレーザーによるナノダイヤモンド粒子への照射を高解像度観察に利用するのは本質的に難しいことが明らかとなり、本プロジェクトは平成 25 年度をもってひとまず終了とする。 | | | | |
| 27 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 | 高解像度顕微鏡のための蛍光プローブにおいては、屈折率の大きなナノ粒子の強光放射圧が重要な問題であることが明らかとなった。 | | | | |

| | | | | | |
|---|---|--------|----------|--------|----------|
| 整理番号 | R-9 | 研究開始年度 | 平成 24 年度 | 研究終了年度 | 平成 27 年度 |
| 研究課題名 | (和文) ナノ粒子表面基板生化学光電子検出デバイスの開発 | | | | |
| | (英文) Nanoparticle-arrayed surface substrates for optoelectronic biological devices | | | | |
| 日本側代表者 氏名・所属・職 | (和文) 民谷栄一、大阪大学・教授 | | | | |
| | (英文) Eiichi TAMIYA, Osaka University, Professor | | | | |
| 相手国側代表者 氏名・所属・職 | (英文) Pei-Kuen WEI, The Research Center for Applied Sciences, Academia Sinica, Taiwan, Research Fellow | | | | |
| 参加者数 | 日本側参加者数 | 17 名 | | | |
| | (台湾) 側参加者数 | 2 名 | | | |
| | () 側参加者数 | 名 | | | |
| 27年度の研究 交流活動計画 | <p>バイオセンサーの応用として疾病に関する生体マーカーを一度にモニタリングし、医療診断や健康維持に貢献する。特に、異なるバイオマーカーを網羅的に測定するには、微細加工技術を駆使して独立した検出系を作製し、光科学、電気化学の手法を利用できる。昨年度までに、ナノ構造を持つセンサー界面の創成を行ない、バイオマーカー検出のための抗体の配置、高感度、多項目検出などについて、日台両サイドで独自にナノフォトニクスデバイスを作製し、これに民谷研の生体素子を配置する技術を組み合わせることによって、バイオマーカーの検出チップの作製を行い、IgA や CRP などのバイオマーカーを検出できた。本年度は引き続き、多項目のバイオマーカーの検出を研究する。</p> | | | | |
| 27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>日台両サイドで、引き続き微細加工技術を開発し、バイオマーカー成分をElectro Chemical Luminescenceなどにより高感度光検出する独自のナノフォトニクスデバイスを開発する。これに生体素子を配置する技術を組み合わせバイオマーカー検出チップを作製し、さらに多くのバイオマーカーの検出を実現し、医療診断や健康維持に貢献する。</p> | | | | |

| | | | | | |
|--|--|--------|----------|--------|----------|
| 整理番号 | R-10 | 研究開始年度 | 平成 25 年度 | 研究終了年度 | 平成 27 年度 |
| 研究課題名 | (和文) 金属メタマテリアル構造の光学特性の数値解析 | | | | |
| | (英文) Numerical analysis of optical properties on metallic structures for metamaterials | | | | |
| 日本側代表者 氏名・所属・職 | (和文) 河田 聡・大阪大学・教授 | | | | |
| | (英文) Satoshi KAWATA, Osaka University, Professor | | | | |
| 相手国側代表者 氏名・所属・職 | (英文) Din Ping TSAI, Research Center for Applied Sciences, Academia Sinica, Professor | | | | |
| 参加者数 | 日本側参加者数 | 4 名 | | | |
| | (台湾) 側参加者数 | 2 名 | | | |
| | () 側参加者数 | 名 | | | |
| 27 年度の研 究交流活動計 画 | 前年度に引き続き、台湾側と日本側の研究者が協力して、金属メタマテリアル構造の光学特性のシミュレーションとその応用について研究を進める。また担当教員は適宜、台湾側の教員の受け入れ、また台湾への訪問を通して、研究の進捗状況の確認と議論を行う。 | | | | |
| 27 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 | 前年度に引き続き、強い表面増強ラマン散乱を示す金属ナノ構造を検討する。フラクタル構造や集積グレイン構造について、増強度向上の理論を構築し、実際の構造作製法についても検討する。金銀の貴金属だけでなく、新たに、アルミニウムやインジウムをベースとし金属メタマテリアル構造についても、検討を開始する。アルミニウムやインジウムは、紫外でもプラズモニックに振る舞うため、紫外の波長で強い表面増強ラマン散乱を示す構造や、紫外メタマテリアルの実現が期待される。 | | | | |

| | | | | | |
|---|--|--------|----------|--------|----------|
| 整理番号 | R-11 | 研究開始年度 | 平成 25 年度 | 研究終了年度 | 平成 27 年度 |
| 研究課題名 | (和文) 近接場ラマン分光とナノイメージング | | | | |
| | (英文) Near-field Raman spectroscopy and nano-imaging | | | | |
| 日本側代表者 氏名・所属・職 | (和文) バルマ プラブハット・大阪大学工学研究科・教授 | | | | |
| | (英文) Prabhat VERMA, Osaka University, Professor | | | | |
| 相手国側代表者 氏名・所属・職 | (英文) Zheyu FANG, Peking University, Research Professor | | | | |
| | Xing ZHU, Peking University, Professor | | | | |
| 参加者数 | 日本側参加者数 | 3 名 | | | |
| | (中国) 側参加者数 | 3 名 | | | |
| | () 側参加者数 | 名 | | | |
| 27年度の研究 交流活動計画 | 引き続き、先端増強ラマン顕微法(TERS)を用いグラフェンの物理特性評価に取り組む。主に、バンドギャップや電気特性、層間相互作用特性の評価を目指す。硫化モリブデン(IV)の成長条件を最適化し、グラフェンと同様に様々な特性の評価を行う。 | | | | |
| 27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 | 成長方法を最適化し望み通りの特性を有する2次元試料が作製できるようになると期待する。先端増強ラマン顕微鏡(TERS)は層間相互作用や層間ねじれ、欠陥構造、バンドギャップなど、グラフェンや硫化モリブデン(IV)にとって特性を左右する重要なパラメータをナノスケールの空間分解能で解析可能である。この精細な特性評価は、デバイス応用のみならず基礎科学の理解の上でも非常に重要な知見をもたらす。 | | | | |

| | | | | | |
|---|---|--------|----------|--------|----------|
| 整理番号 | R-12 | 研究開始年度 | 平成 26 年度 | 研究終了年度 | 平成 27 年度 |
| 研究課題名 | (和文) プラズモニック銀ナノロッド形状制御とハイパーラマン散乱の感度向上 | | | | |
| | (英文) Design and synthesis of silver nano-rod for plasmonic-enhanced hyper-Raman spectroscopy | | | | |
| 日本側代表者 氏名・所属・職 | (和文) バルマ プラバット・大阪大学工学研究科・教授 | | | | |
| | (英文) Prabhat VERMA, Osaka University, Professor | | | | |
| 相手国側代表者 氏名・所属・職 | (英文) Hongxing XU, Institute of Physics CAS, Professor | | | | |
| 参加者数 | 日本側参加者数 | 3 名 | | | |
| | (中国) 側参加者数 | 3 名 | | | |
| | () 側参加者数 | 名 | | | |
| 27年度の研究 交流活動計画 | 銀ナノロッドの作製方法を精査し最適な形状を作製可能にする。形状を最適化した銀ナノロッドを用い、様々な試料の二重に増強されたハイパーラマン散乱測定を行う。 | | | | |
| 27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 | 所望の形状・サイズを有する銀ナノロッドを作製するために、成長条件を最適化する。その銀ナノロッドの二重増強効果を用い、様々な試料のハイパーラマン散乱測定を行う。通常の SERS の増強に比べ 100 倍高い信号増強が達成されると期待される。 | | | | |

注：経費負担区分はパターン1を適用している。

| | | | | | |
|---|--|--------|----------|--------|----------|
| 整理番号 | R-13 | 研究開始年度 | 平成 27 年度 | 研究終了年度 | 平成 27 年度 |
| 研究課題名 | (和文) 先端増強ラマン測定による 2 次元遷移金属カルコゲナイド及びトポロジカル絶縁材料の評価 | | | | |
| | (英文) Tip-enhanced Raman studies of 2D-TMD and topological insulator materials | | | | |
| 日本側代表者 氏名・所属・職 | (和文) バルマ プラブハット・大阪大学工学研究科・教授 | | | | |
| | (英文) Prabhat VERMA, Osaka University, Professor | | | | |
| 相手国側代表者 氏名・所属・職 | (英文) Ze-Xiang SHEN, CDPT, Nanyang Technological University, Professor | | | | |
| 参加者数 | 日本側参加者数 | 3 名 | | | |
| | (シンガポール) 側参加者数 | 3 名 | | | |
| | () 側参加者数 | 名 | | | |
| 27年度の研究 交流活動計画 | 2 次元遷移金属カルコゲナイド結晶(2D-TMD) (二硫化モリブデン、二セレン化モリブデン、二セレン化タングステンなど) やトポロジカル絶縁体は、その突出した光学的及び電気的な特性のため昨今大きな注目を集めている。数ある計測手法の中でも、先端増強ラマン分光法(TERS)は単層や数層の 2D-TMD 材料の固有な分子振動情報や欠陥構造情報をナノスケールの空間分解能で取得することができる強力な計測方法である。本研究では、2D-TMD 材料及びトポロジカル絶縁体の TERS によるナノ分析を目指す。 | | | | |
| 27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 | 2D-TMD 材料の高分解能・高感度ラマン測定を通して、境界での特徴的な結合情報を取得することはもちろんのこと、金属ナノ構造での局在表面プラズモン共鳴によってホット電子を 2D-TMD 材料に注入し、2D-TMD 材料にとって重要な層間遷移のメカニズムも明らかにする。これらの基本的な材料情報を理解することによって、多色ナノ光源やナノディスプレイなどの重要な応用へつながることを期待する。 | | | | |

| | | | | | |
|---|--|--------|----------|--------|----------|
| 整理番号 | R-14 | 研究開始年度 | 平成 27 年度 | 研究終了年度 | 平成 27 年度 |
| 研究課題名 | (和文) アルミニウム及びインジウムのナノ構造を用いた 紫外近接場プラズモニクス | | | | |
| | (英文) Ultraviolet near-field plasmonics of Aluminum and Indium nanostructures | | | | |
| 日本側代表者 氏名・所属・職 | (和文) バルマ プラブハット・大阪大学工学研究科・教授 | | | | |
| | (英文) Prabhat VERMA, Osaka University, Professor | | | | |
| 相手国側代表者 氏名・所属・職 | (英文) Alexander DUBROVKIN, CDPT, Nanyang Technological University, Research Fellow | | | | |
| 参加者数 | 日本側参加者数 | 3 名 | | | |
| | (シンガポール) 側参加者数 | 3 名 | | | |
| | () 側参加者数 | 名 | | | |
| 27年度の 研究交流活動 計画 | <p>プラズモンデバイスの小型化へ向けて、紫外光を用いることは有効な手段である。アルミニウムとインジウムはプラズモン振動によるエネルギーロスが少ないことから、紫外プラズモン材料として注目されている。また、近年実際にアルミニウムやインジウムによる表面増強ラマン散乱現象や紫外光触媒反応のプラズモン増強が報告されている。我々は散乱型近接場顕微鏡を用いてアルミニウムとインジウムのナノ構造の局在表面プラズモン共鳴によって発生する局在電場の分布観察、及び紫外スペクトルの取得を目指す。</p> | | | | |
| 27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>散乱型近接場顕微鏡は 10 nm 以下の極めて高い空間分解能を有するため、100 nm 以下のナノ粒子の特性評価に非常に有効である。真空蒸着法や集束イオンビーム、ナノ粒子リソグラフィ法を用いてアルミニウム及びインジウムのナノ構造を作製する。紫外用の散乱型近接場顕微鏡を構築し、それらをナノスケールで特性評価する。</p> | | | | |

8-2 セミナー

| | |
|--|---|
| 整理番号 | S-1 |
| セミナー名 | (和文) 日本学術振興会アジア研究教育拠点事業 「国際フォトンクス学生交流会 2015」 |
| | (英文) JSPS Asian CORE Program “International Photonics Student Meeting 2015 “ |
| 開催期間 | 平成 27 年 12 月 7 日 ～ 平成 27 年 12 月 9 日 (3 日間) ※12/7【移動日】、12/8【セミナー】、12/9【セミナー】 |
| 開催地(国名、都市名、 会場名) | (和文) 日本・大阪(予定)・大阪大学(予定) |
| | (英文) Japan・Osaka(予定)・Osaka University(予定) |
| 日本側開催責任者 氏名・所属・職 | (和文) 河田 聡・大阪大学・教授 |
| | (英文) Satoshi KAWATA, Osaka University, 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

S1 セミナー参加者は全員 S2 セミナーにも参加する。

日本側参加者は移動日を考慮せず、12/8 と 12/9 の 2 日間を計上している。

相手国側参加者は 12/7 と 12/8 の 2 日間を計上しており、12/9 は S2 セミナーと開催日が重複するため、S2 セミナーで日数を計上している。

| 派遣先 派遣元 | | セミナー開催国 (日本) | |
|------------------|----|-----------------|----|
| | | A. | B. |
| 日本 <人/人日> | A. | 20/ 40 | |
| | B. | 10 | |
| 中国 <人/人日> | A. | 5/ 10 | |
| | B. | | |
| 台湾 <人/人日> | A. | 5/ 10 | |
| | B. | | |
| シンガポール <人/人日> | A. | 5/ 10 | |
| | B. | | |
| 合計 <人/人日> | A. | 35/ 70 | |
| | B. | 10 | |
| | | | |

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)

| | |
|------------------|---|
| <p>セミナー開催の目的</p> | <p>本セミナーは、光学（フォトンクス）を中心としてそれに連なる様々な分野で研究に邁進する国内外の学生が互いにネットワークを確立し、アジアを拠点としたフォトンクスの研究開発および発展の将来基盤を築き上げることが目的である。</p> <p>今日の研究開発の最先端においては、その専門性のみならず学際的な知識や連携が必要とされている。中でもフォトンクスは、生物学・医学・化学・電子工学など多様な分野と密接な関わりを持つ。したがって、次世代の中核を担う学生らが、国境と分野の垣根を越えたネットワークを築くことは、将来フォトンクスが成長発展していく上で非常に重要である。</p> <p>2012年度から昨年度にかけて、本拠点のご支援の下でいくつかの学生会議が開催され（Asia Student Photonics Conference, Asia Core Student Meeting, International OSA Network of Students）、中国・台湾・インド・マレーシア・シンガポールなどのアジア諸国をはじめ、世界各国の学生をこれらの会議に招待した。行っている研究を互いに紹介しディスカッションを行い、グループワークや招待講演者によるレクチャーなどを通して、学生同士の幅広いネットワークを構築してきた。</p> <p>2015年度に行う本カンファレンスは、今まで行われてきたこれらのアジアコア学生会議の集大成として位置づける。共同研究拠点である中国、台湾、シンガポールから学生を招待し、濃密なセミナーを行う。研究紹介・実践的なワークショップ・レクチャーを通して、実践的かつ強力なネットワークの構築を図り、アジア研究教育拠点事業が終了した後も持続できるよう努める。そして、アジアを拠点にして広がる若手研究者によるフォトンクス研究開発の基礎を構築する。</p> |
|------------------|---|

| | | |
|--------------|---|--|
| 期待される成果 | <p>本セミナーを通して、学生・若手研究者・招待講演者の間に、強靱で学際的・国際的なネットワークが組織され、そのネットワークがアジアを拠点にしたフォトニクス研究開発の土壌となることが期待できる。</p> <p>参加者の各々がネットワークを構築し、将来に学際的かつ国際的な研究開発の主軸となる能力を養えるよう、セミナーのプログラムを構築する。初日はグループディスカッションや親睦会をとおして、参加者全員が2日目には潤滑にネットワーク構築を行えるように取り計らう。また、講演者を招き、レクチャーを通して、研究者同士のコミュニケーションやネットワークの重要性、効果的なプレゼンテーション方法など全般を学ぶ。2日目からは本格的に、参加学生のオーラル・ポスター発表による研究紹介を行う。この研究紹介は、異なる分野の研究や需要を理解して共同研究開発への具体案を考える場とし、同時に学生間のコミュニケーションを促進する。また、学際的・国際的な研究開発を行う第一人者による招待講演をとおして、国家と分野を横断して研究開発を行うノウハウおよび最先端科学の知識の習得を図る。</p> <p>そして、グループワークでは以上の活動で得られた知識を総動員し、グループのメンバーがもつ様々な分野の知識と経験を生かして、どのような共同研究開発が可能なかを考える。最終日に、グループワークで各グループが導き出した案を、互いに発表し評価する。</p> <p>このセミナーを通して、参加者は互いに強固なネットワークを築き、アジア研究教育拠点事業終了後も持続可能なものとなることが期待され、また、国際的かつ学際的な感覚を身につけることも同様に期待できる。そして参加者が将来、社会にインパクトを与えるようなフォトニクスの共同研究開発を生み出すことを期待する。</p> | |
| セミナーの運営組織 | <p>委員長：大阪大学・河田聡・教授</p> <p>副委員長：大阪大学・Prabhat VERMA・教授</p> <p>実行委員長：大阪大学・田口夏生・大学院博士後期課程</p> | |
| 開催経費 分担内容 | 日本側 | <p>内容 国内旅費</p> <p>備品・消耗品購入費</p> <p>その他経費(会議費他)</p> |
| | (中国)側 | 内容 外国旅費 |
| | (台湾)側 | 内容 外国旅費 |
| | (シンガポール)側 | <p>内容 国内旅費</p> <p>外国旅費</p> |

| | |
|--|--|
| 整理番号 | S-2 |
| セミナー名 | (和文) 日本学術振興会アジア研究教育拠点事業 「フォトニクスセンターシンポジウム “アジア ナノフォトニクス 2015”」 (英文) JSPS Asian CORE Program “Nanophotonics in Asia 2015 “ |
| 開催期間 | 平成 27 年 12 月 9 日 ～ 平成 27 年 12 月 12 日 (4 日間) ※12/9 【移動日】、12/10 【セミナー】、12/11 【セミナー】、12/12 【移動日】 |
| 開催地 (国名、都市名、会場名) | (和文) 日本・未定・未定 (英文) Japan 未定・未定 |
| 日本側開催責任者 氏名・所属・職 | (和文) 河田 聡・大阪大学・教授 (英文) Satoshi KAWATA, Osaka University, 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

日本側参加者は移動日を考慮せず、12/10 と 12/11 の 2 日間を計上している。

相手国側参加者は移動日を含めて 12/9～12/12 の 4 日間を計上している (S1 セミナーにも参加している者については、12/9 分の日数をこちらに計上している)。

| 派遣先 派遣元 | セミナー開催国 (日本) | |
|------------------|-----------------|----|
| | A. | B. |
| 日本 〈人／人日〉 | 35/ 70 | |
| | 15 | |
| 中国 〈人／人日〉 | 8/ 32 | |
| | 0 | |
| 台湾 〈人／人日〉 | 10/ 40 | |
| | 0 | |
| シンガポール 〈人／人日〉 | 10/ 40 | |
| | 0 | |
| 合計 〈人／人日〉 | 63/ 182 | |
| | 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)

| | |
|------------------|--|
| <p>セミナー開催の目的</p> | <p>ナノスケールの光と物質の相互作用を対象とするナノフォトニクス、とりわけナノスケールの構造を持った金属と光の相互作用を対象とするプラズモニクスは、物質の光学的性質、電磁場（光）、ナノ構造という3要素が織りなすこれまでにない未知の現象や新奇な特性の無限の宝庫であり、先端的な研究領域である。応用展開例は、DNAの個々の塩基を色で識別できる光学顕微鏡、プラズモニクス薄膜バイオセンサーで、非侵襲でウェアラブルな未来の健康測定・管理、細胞内の生体分子を映し出す分析機器、高感性・高機能の新しい照明を実現する半導体ナノ粒子を用いた、高効率有機薄膜太陽電池、可動部分無し的高速光スイッチ、超高精細ディスプレイなどを実現し生活革新をもたらす。先進ナノフォトニクスは、従来の光の限界を超えるものであり、21世紀の基盤科学技術であるフォトニクス全体の研究推進のピークルとしての役割を果たす。ナノ科学、ナノ技術の高度化に伴い、ナノフォトニクスは、サイエンス、テクノロジーともに加速度的に進展できる環境が整いつつある。</p> <p>最終年度の本セミナーでは、これまでのアジアコア拠点形成の成果、日本、中国、台湾、シンガポールでのナノフォトニクスの各研究分野をテーマとしたセミナーをベースに、4テーマ「プラズモニクス・ナノフォトニクス研究」、「光材料とナノ加工」、「プラズモニックデバイス」、「メタマテリアル」の14共同研究の先進ナノフォトニクスの研究成果を報告、議論、研究交流を行う。各拠点機関、協力機関、協力研究者の研究者、大学院生の交流とネットワーク強化を行い、アジア研究教育拠点事業で築いた研究・人的ネットワークを今後も継続的に発展できる体制、アジアナノフォトニクスシンポジウム委員会（仮称）についても議論する。</p> <p>国際光年2015に協賛し、フォトニクスと社会についての内容も盛り込む。（プレスリリース、一部社会に公開など）</p> |
| <p>期待される成果</p> | <p>先進ナノフォトニクスは、従来の光の限界を超えるものであり、フォトニクス全体の研究推進のピークルとしての役割を果たす。一方で、フォトニクスは物理、化学、電気工学、生物、医学の基盤となるものである。先進ナノフォトニクスの4テーマ「プラズモニクス・ナノフォトニクス研究」、「光材料とナノ加工」、「プラズモニックデバイス」、「メタマテリアル」の14共同研究における研究成果の研究交流により、今後の研究の発展、共同研究の推進が期待される。各拠点機関、協力機関の研究者、大学院生及び協力研究者の交流とネットワーク強化が進み、今後も継続的に発展できる体制、アジアナノフォトニクスシンポジウム委員会などの具体化・実現が期待される。</p> |

| | | |
|----------------------|--|-------------------------------------|
| セミナーの運営組織 | 議長：大阪大学・河田聡・教授 共同議長：中国科学院 理化技術研究所・Xuan-Ming DUAN・教授 中央研究院 應用科學研究中心・Din Ping TSAI・教授 南洋理工大学・Nikolay ZHELUDEV・教授 実行委員長：大阪大学・Prabhat VERMA・教授 | |
| 開催経費 分担内容 と概算額 | 日本側 | 内容 国内旅費 備品・消耗品購入費 その他経費(会議費他) |
| | (中国)側 | 内容 外国旅費 |
| | (台湾)側 | 内容 外国旅費 |
| | (シンガポール)側 | 内容 外国旅費 国内旅費 |

8-3 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) | 派遣時期 | 用務・目的等 |
|--------------------------------|---|-------------|--|
| 大阪大学 教授 Prabhat VERMA | シンガポール・ 南洋理工大学・革 新的フォトン 工学センター | 平成27年 6月 | シンガポール側コーディネーターと 協議する為。 |
| 大阪大学 大学院生 博士後期 田口 夏生 | 台湾・ 国立台湾大学 | 平成27年 9月 | 本プログラムで日中台の学生交流を目的に支援を行 ってきた Asia Student Photonics Conference の第4回目 が台湾にて引き継がれることになり、日本からも学 生を派遣しさらなるネットワークの深化を図るた め。また、12月開催予定のアジア学生交流を目的 とした学生カンファレンス学会の開催にあたり、そ のノウハウを習得する為。 |
| 大阪大学 大学院生 博士後期 桶谷 亮介 | 台湾・ 国立台湾大学 | 平成27年 9月 | 本プログラムで日中台の学生交流を目的に支援を行 ってきた Asia Student Photonics Conference の第4回目 が台湾にて引き継がれることになり、日本からも学 生を派遣しさらなるネットワークの深化を図るた め。また、12月開催予定のアジア学生交流を目的 とした学生カンファレンス学会の開催にあたり、そ のノウハウを習得する為。 |

| | | | |
|------------------------------|---------------|-------------|--|
| 大阪大学 大学院生 博士後期 橋本 彩 | 台湾・ 国立台湾大学 | 平成27年 9月 | 本プログラムで日中台の学生交流を目的に支援を行ってきたAsia Student Photonics Conferenceの第4回目が台湾にて引き継がれることになり、日本からも学生を派遣しさらなるネットワークの深化を図るため。また、12月開催予定のアジア学生交流を目的とした学生カンファレンス学会の開催にあたり、そのノウハウを習得する為。 |
| 大阪大学 大学院生 博士前期 加茂 航 | 台湾・ 国立台湾大学 | 平成27年 9月 | 本プログラムで日中台の学生交流を目的に支援を行ってきたAsia Student Photonics Conferenceの第4回目が台湾にて引き継がれることになり、日本からも学生を派遣しさらなるネットワークの深化を図るため。また、12月開催予定のアジア学生交流を目的とした学生カンファレンス学会の開催にあたり、そのノウハウを習得する為。 |
| 大阪大学 大学院生 博士前期 何 伝 | 台湾・ 国立台湾大学 | 平成27年 9月 | 本プログラムで日中台の学生交流を目的に支援を行ってきたAsia Student Photonics Conferenceの第4回目が台湾にて引き継がれることになり、日本からも学生を派遣しさらなるネットワークの深化を図るため。また、12月開催予定のアジア学生交流を目的とした学生カンファレンス学会の開催にあたり、そのノウハウを習得する為。 |

8-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

中間評価結果の指摘「セミナー、シンポジウムの枠を日本国内の他の教育研究機関、またアジア諸国に拡大し、本プログラムが研究教育拠点として認知されている実体作りにも努力していただきたい。」に沿って、昨年3テーマ「プラズモニクス・ナノフォトニクス研究」、「光材料とナノ加工」、「プラズモニクスデバイス」に加えて、「メタマテリアル」の融合研究を推進し、日本、中国、台湾、シンガポールの連携が、融合研究の推進に資するよう、シンガポールでのS-2「アジアプラズモニクス・メタマテリアル国際会議」や研究者交流を有効に活用したところである。また、中間評価結果「参画機関自体が個々に当該分野での研究拠点を別途構築している実体（たとえば阪大では、「大阪大学フォトニクスセンター」、「大阪大学ナノフォトニクス先端融合研究拠点」）に鑑みて、本プログラムだから実現できた共同研究成果のターゲットをより具体的に設定することが望ましい。」および「単なる交流やセミナーでは拠点化は長続きせず、やはり研究レベルの高いことが大変重要と考える。」を踏まえて、ナノフォトニクスの中でも4テーマの融合研究を引き続きさらに推進し、共同研究の成果を積み上げる。

上記方針に沿って最終年度の本年度は、日本に於いて、広く国内研究者の参加を呼びかけ、全4拠点が参加するナノフォトニクスアジアシンポジウムを開催し、4テーマの融合研究の成果を集約し、本アジア研究教育拠点事業を引き続き拡大発展できる体制・基盤をつくる。

中間評価結果「本プログラムの中で対象となっているナノフォトニクスは広い分野であるが、プラズモニクスの分野は必ずしも広い分野とはいえない。その中で広くナノフォトニクスの見ることの出来る若手研究者を育成して欲しい。」に沿って、フォトニクスの広い視野を育成できる広い分野の学生のネットワークを形成する大阪大学OSA・SPIE学生チャプターと共催し、S-1「国際フォトニクス学生交流会」を引き続き拡大発展させる。

9. 平成27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 〈人/人日〉 | 中国(パターン1) 〈人/人日〉 | 中国(パターン2) 〈人/人日〉 | 台湾 〈人/人日〉 | シンガポール 〈人/人日〉 | 合計 〈人/人日〉 |
|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|------------------|------------------|--------------------|
| 日本 〈人/人日〉 | | 2/ 20 (0/ 0) | 2/ 120 (0/ 0) | 10/ 180 (0/ 0) | 1/ 7 (0/ 0) | 20/ 327 (0/ 0) |
| 中国(パターン1) 〈人/人日〉 | 0/ 0 (1/ 7) | () | () | () | () | 0/ 0 (1/ 7) |
| 中国(パターン2) 〈人/人日〉 | 10/ 102 (0/ 0) | () | () | () | () | 10/ 102 (0/ 0) |
| 台湾 〈人/人日〉 | 20/ 271 (0/ 0) | () | () | () | () | 20/ 271 (0/ 0) |
| シンガポール 〈人/人日〉 | 0/ 0 (10/ 57) | () | () | () | () | 0/ 0 (10/ 57) |
| 合計 〈人/人日〉 | 30/ 373 (10/ 57) | 2/ 20 (0/ 0) | 2/ 120 (0/ 0) | 10/ 180 (0/ 0) | 1/ 7 (0/ 0) | 40/ 700 (10/ 57) |

9-2 国内での交流計画

| | |
|--------|--------|
| 55/180 | <人/人日> |
|--------|--------|

10. 平成27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 | 4,795,860 | 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 | 2,160,000 | |
| | 謝金 | 0 | |
| | 備品・消耗品購入費 | 1,051,340 | |
| | その他の経費 | 1,000,000 | |
| | 外国旅費・謝金等に係る消費税 | 172,800 | |
| | 計 | 9,180,000 | 研究交流経費配分額以内であること。 |
| 業務委託手数料 | | 918,000 | 研究交流経費の10%を上限とし、必要な額であること。また、消費税額は内額とする。 |
| 合計 | | 10,098,000 | |