

## アジア研究教育拠点事業 平成25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

### 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

( 3 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：国際交流オフィス 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

(和文) 北京大学、吉林大学、復旦大学、清華大学

経費負担区分：パターン 2

(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, Director  
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

注：コーディネーターDin Ping TSAI 教授の所属換えにより、従来の拠点機関  
と協力機関を組み替えている。

経費負担区分：パターン 2

## 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速く伝え、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。この特性を生かし 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優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ない(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ニクスの広い視野、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、次世代のフォトニ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

アジア先進ナノフォトニクス研究教育拠点の研究協力体制を構築するために、大阪大学フォトニ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ニクス共同研究覚書を2011年9月22日に締結し、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。大阪大学フォトニ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1月27日にフォトニクスに関する学術交流協定を結んでいるので、これにより、大阪大学とすべて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。

先進ナノフォトニクス研究のフロンティアを切り開く3テーマ9共同研究を以下の通り立ち上げ推進した。

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」

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-3 異方性メタマテリアルとその高効率THz光源への応用」、
- 「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」

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の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。

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、上記各テーマの研究成果を報告、議論、研究交流を行った。集中できる環境で、若手研究者がじ

つくり研究成果を議論し、最先端研究の講演を聴講できる「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。それぞれの機会にコーディネーター・会議幹事の打合せを行い、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。

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。

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・プロシーディングス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、台湾をはじめ世界に情報を発信できるよう英文も充実した。

## 7. 平成 25 年度研究交流目標

### 「研究協力体制の構築」

中国、台湾に加えて、アジアナノフォトニクスの共同研究体制を発展強化するために、新たにシンガポールなどいくつかの国の拠点機関を増やす。

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」、「プラズモニックデバイス」で、9 共同研究を実施してきた。新たに数件の共同研究を立ち上げる。研究の発展により試料交換で推進できるものは研究者の相互派遣は行わない。

セミナー S-1 で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 2013」を大阪大学フォトニクスセンターで開催し、より多くのアジアの国々からの学生の参加を実現し、アジア学生のネットワークを強化発展させる。本セミナーは、大阪大学国際光学会学生チャプターと共催する。

拠点機関の拡大及び、上記の共同研究、セミナーにより、研究交流を拡大強化し本研究拠点の先進ナノフォトニクス研究をさらに推進し、研究協力体制を強化発展させる。

### 「学術的観点」

平成 24 年度は 3 テーマ 9 共同研究を実施した。

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」

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-3 異方性メタマテリアルとその高効率 THz 光源への応用」、
- 「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」

これまでの研究交流を踏まえて、学術的な観点の必要性から新たに数件の共同研究を立ち上げる。研究の発展により試料交換で推進できるものは研究者の相互派遣は行わない。

### 「若手研究者養成」

平成 23 年度に築いた日中台学生ネットワークをベースに、大阪大学 OSA 学生チャプターと共催して S-2 アジア学生フォトニクスカンファレンス 2012 を学生が企画・主体で開催し、日中台から多数の学生が参加し、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。この実績をベースに、「アジア学生フォトニクスカンファレンス 2013」を開催し、より多くのアジアの国々からの学生の参加を得、アジア学生のネットワークを強化発展させる。

若手研究者・学生が相互に共同研究に参画し、文化交流を深め、研究を推進する。

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に、引き続きセミナー・プロシーディングス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掲載するとともに、さらに若手研究者交流の内容を掲載し広く公開する。アジアをはじめ世界に情報を発信するため英文をさらに充実する。

### 社会への貢献や、その他課題独自の今年度の目的

フォトニクスの学術研究と産業化は、フォトニクスの発展の車の両輪である。欧米では、先進的なフォトニクスの産業化を担うのは、博士研究者の比率が大きい中・小企業(SME)と認識されて様々な手立てがとられている。これはフォトニクスの最先端領域は高度な科学研究課題であり、その直接的な産業応用が更に科学研究を促進する正の帰還が働くという本拠点の課題の独自の特性のためと考えられる。この点を重視し、本アジア先進ナノフォトニクス研究教育拠点事業において、アントレプレナー教育を引き続き取り上げる。なお、フォトニクスの産業化促進は、本拠点の社会への最も重要な貢献の一つである。

## 8. 平成25年度研究交流計画状況

### 8-1 共同研究

—研究課題ごとに作成してください。—

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	29 名			
	(中国)側参加者数	12 名			
	( )側参加者数	名			
25年度の研究 交流活動計画	<p>昨年度に引き続き、新規な3次元レーザーナノ加工技術の開発と、そのための感光性ナノコンポジット材料の開発を行う。特に、金属ナノ粒子とポリマーのコンポジット材料の開発と、粒子の位置・配向制御技術を探査し、新奇プラズモニック構造の作製を目指す。ここには、光重合反応と、光放射圧のナノスケールサイエンスが重要な基礎原理となる。24年度の研究成果で、その着想に至った。教員、ポスドク、院生を中国科学院に派遣し、中国で開発する新規光材料の基礎的な特性評価を行う。</p>				
25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>中国科学院では金属・半導体ナノ粒子、さらにそれらのポリマーコンポジットの作製技術があり、日本側が有するナノフォトニクス技術との融合により加工分解能の革新的向上と機能性ナノ構造の開発を目指す。</p>				

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 27 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) 菊地和也・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	11 名			
	(中国) 側参加者数	12 名			
	( ) 側参加者数	名			
25年度の研究 交流活動計画	<p>昨年度に引き続き、生体における蛋白質の機能イメージングを行なうために、蛋白質の修飾・標識技術を開発する。昨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 (Cy3 プローブ及び Cy5 プローブ) を開発した。このうち深赤色蛍光を放つ Cy5 プローブは、高感度・高 S/N 比であったが、赤色蛍光を放つ Cy3 プローブは、感度・S/N 比ともに低く改良の必要性があった。そこで、本研究では、赤色蛍光を放つ蛋白質標識プローブの感度及び S/N 比の向上を目的として、プローブ分子の再設計・開発を行う。</p>				
25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>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り、これまでの研究において、そのうちの一つのプローブの開発には成功している。今後、交流活動により、残りのもう一つのプローブの開発が推進されることが期待される。特に、情報交換を通じて、蛍光色素や発光原理を改良することで、高感度・高 S/N 比プローブの開発につながると考えられる。この結果、より詳細かつ精密な蛋白質の時空間解析が可能になることが期待される。</p>				

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	38 名			
	( ) 側参加者数	名			
25年度の研 究交流活動計 画	<p>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。特にこの研究プロジェクトでは、Tsai 教授の研究室で開発された、金属材料に働く応力を利用した3次元金属ナノ構造の自己組織化作製技術をメタマテリアルの加工に適用し、理研のナノファブリケーション施設を用いて実際にメタマテリアルを試作すると共に、田中メタマテリアル研究室で設計した光学領域で動作するメタマテリアルの実現に応用する。また、実験と平行して、理研の大型計算機設備と有限要素法プログラムを利用して大規模な電磁界シミュレーションを行うことで、得られる光学測定結果の数値解析に取り組む。H24年度の研究で、メタマテリアルの基礎的な加工技術の条件出しとサンプルの作製に成功し、中赤外領域で光の磁場と相互作用するデバイスの作製に成功した。H25年度は、これを大面積3次元メタマテリアルに応用するとともに、加工分解能をさらに高め、近赤外～可視光領域に動作周波数を持つメタマテリアルの実現を目指す。以上の共同研究を実施するために、Tsai 教授研究室の研究員を招聘する予定である。</p>				
25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>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成果となる。特に、等方性メタマテリアルは高機能なレンズやプリズムなどの光学部品を作るために必須の特性であり、従来の主に2次元パターン積層体を用いたメタマテリアルでは実現できない機能であった。これを日本、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、交流活動の結果としても価値のある成果になる。</p>				

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 Inouye, 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 Center, National Applied Research Laboratories, the Director General and Distinguished Researcher, Professor				
参加者数	日本側参加者数	17 名			
	(中国) 側参加者数	1 名			
	(台湾) 側参加者数	38 名			
25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。H25 年度は、金属ナノクラスターの長波長化、合成収率の向上を目指し、合成場となる新たな高分子の探索と合成過程の解明を図る。また、金ナノダーマーによる生体計測では、生体分子カイネティクス計測のリアルタイム化を図るとともに、集団的なダイナミクスを観察する手法について計測する。				
25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	テンプレートとなる高分子と金属イオンとの相互作用等のメカニズムを解明することで、ナノクラスターの合成効率を向上させることおよび原子数の増大による蛍光波長の長波長化が期待される。また、集団的なダイナミクスを観察することで、生体内で機能する分子の確率的な現象を物理的に解明する手法の確立が期待される。				

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, 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	10 名			
	(台湾) 側参加者数	38 名			
	( ) 側参加者数	名			
25年度の研究 交流活動計画	<p>プラズモンデバイスと電子デバイスを組み合わせた電子—光混成型の集積回路の要素技術を開発するために、プラズモンを用いたミクロンからサブミクロンサイズの光情報通信および情報処理デバイスの技術要素を開発する。H25年度は、徳島側から教員と院生を台湾に派遣と台湾側から研究者の徳島への派遣を通じて、シリコン基板など半導体結晶基板上に近赤外～通信波長帯域の光キャリアを用いた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高速変調デバイスに関して、設計指針と作製手法の確立を行う。</p>				
25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>本研究テーマの共同研究体制が強化され、相互交流による研究の加速と学生の研究意欲向上が期待される。共著による国際会議論文発表を目指す。</p>				

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	17 名			
	(中国) 側参加者数	3 名			
	( ) 側参加者数	名			
25年度の研究 交流活動計画	<p>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、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について共同で議論し、そのメカニズム解明を検討する。また、有機ならびに無機太陽電池に半導体ナノ粒子、金属ナノ粒子、ならびに複合材料を導入することにより、活性層材料の低分光感度波長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は十分な吸収を得ることが困難な新赤外線領域の光について、ナノ粒子間の局在プラズモン効果を活用して、高効率化を図る。</p> <p>平成 25 年度は、相互に教員、院生を派遣し、光応答特性、光機能性の評価を行うための計測技術について議論し、ナノ粒子材料の光・電子物性を検討する。また、ナノピラー構造を太陽電池に導入するにあたり、適切なデバイス構造の提案と議論を行い、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。同時に、ピラー構造作製手法、作製条件といったプロセス技術における問題点を明らかにし、ナノピラー構造の最適な配列構造もしくは分散状態を明らかにする。</p>				

<p>25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>中国科学院が有する金属・半導体ナノ粒子ならびにそれらの複合材料の作製技術と、日本側が有する薄膜太陽電池作製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。</p> <p>具体的に平成25年度では、無機ナノピラーの作製技術を有する大学院学生を大阪大学に受け入れて、有機薄膜太陽電池デバイス作製の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を共同で行うことは、高性能デバイスの作製にとって極めて効率的であるばかりでなく、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も可能となり、両者の今後の研究進展においても大きな成果があ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	14 名			
	(台湾) 側参加者数	7 名			
	( ) 側参加者数	名			
25年度の研 究交流活動計 画	<p>昨年度に引き続き、台湾側から日本に学生を派遣し、高強度レーザーを金属ナノ粒子に照射した際の非線形な光散乱効果の理解のための実験的、および理論的な解析を進めていく。昨年度に開発した波長可変パルスレーザーを光源とした計測装置を利用し、各種条件での光散乱効果を把握する。その結果をもとに、金属ナノ構造に入射するレーザー光と散乱光との関係を求め、それを顕微鏡観察に利用した際の空間分解能を見積もる。また、日本から台湾にも学生を派遣し、前年度に開発した超解像顕微鏡を用いた、金属ナノ構造上の非線形な光散乱の分布の観察を行う。また、台湾側の研究代表者と共に、高強度レーザー照射時の光散乱の振る舞いを理解するための散乱体モデルについて検討する。</p>				
25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>本共同研究で見つけた、非線形な光散乱効果のさらなる理解、およびそれを利用した超解像イメージング法の確立がさらに進むと期待している。特に、詳細な光散乱効果の計測と、理論解析とにより、高空間分解能をもたらす物理的な背景を明らかにでき、金属表面の顕微観察のための新しい結像理論を構築できると考える。</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 27 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			
25年度の研究 交流活動計画	研究者の交流は行わないが、試料である蛍光プローブを適宜台湾側から阪大に送付してもらい、その特性評価を行うとともに、高解像度顕微鏡観察技術への応用を目指す。				
25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	蛍光プローブの候補であるナノダイヤモンド粒子は非常に高い安定性を持つため、その発光特性の制御が行いやすい。そのため、本研究における発光特性の把握は、ナノダイヤモンド粒子は新しい光学顕微鏡イメージング技術の開発に有用となる。				

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	18 名			
	(台湾) 側参加者数	2 名			
	( ) 側参加者数	名			
25年度の研究 交流活動計画	<p>疾病に関する生体マーカーを一度にモニタリングすることができれば、健康維持のためのバイオセンサーが開発できる。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。本年度では、有用なバイオマーカー、ナノ構造を持つセンサー界面の設計と創成を行ない、高感度、多項目検出などについて研究する。</p>				
25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>バイオマーカー成分検出を光検出技術と微細加工技術を利用することによって作製する。民谷研の生体素子配置技術と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が期待できる。</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) 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) 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			
25年度の研究 交流活動計画	ボトムアップ的アプローチにより、新奇形状銀ナノマイクロ構造体を合成する。合成された新奇形状銀ナノマイクロ構造体もつプラズモニック特性を FDTD や FEM を用いた数値計算により調べる。さらに、本構造の配列・配向や光の入射方向などを変えながらシミュレーションを行い、その特性を活かせる最適な配置を模索する。これらの計算結果を実験にフィードバックし、メタマテリアルの創成を目指す。				
25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	国立台湾大学では FDTD や FEM を用いたメタマテリアルの電磁気学的シミュレーションの実績があり、日本側は金属ナノマイクロ構造の作製技術がある。これらの技術融合により、新奇光機能を発現する材料・デバイスの創出が期待できる。				

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	<p>(和文) 近接場ラマン分光とナノイメージング</p> <p>(英文) Near-field Raman spectroscopy and nano-imaging.</p>				
日本側代表者 氏名・所属・職	<p>(和文) バルマ プラブハット・大阪大学工学研究科・教授</p> <p>(英文) Prabhat VERMA, Osaka University, Associate Professor</p>				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Xing ZHU, Peking University, Professor				
参加者数	日本側参加者数	3 名			
	(台湾) 側参加者数	3 名			
	( ) 側参加者数	名			
25年度の研究 交流活動計画	<p>表面増強ラマン分光(SERS)、ナノ粒子およびチップ増強ラマン分光(PERS, SERS)を用いた、近接場とプラズモニクスによる様々な材料のナノスケール解析を目的とします。様々な入射励起光のそれぞれの波長に合わせて、強いプラズモン共鳴を起こす最適な金属ナノ構造を設計・作製します。これらのプラズモニック構造をラマン散乱の選択的な増幅に用い、様々な試料の微弱なラマン振動の検出を行います。これにより多様な試料の基礎物性をナノスケールで調べる事が出来ます。さらに、TERSによりナノイメージングを実現し、プラズモン混成により、空間分解能および増強効果のさらなる向上を実現します。</p>				
25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>本研究により、高空間分解能、高性能ナノ分光及びナノイメージングのためのプラズモニック構造の設計・製作が可能となります。また、ナノ光学、ナノ電子及びナノバイオデバイスへの将来の応用のための種々の材料の諸物性の研究が可能となります。</p>				

## 8-2 セミナー

—実施するセミナーごとに作成してください。—

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 「アジア学生フォトニクスカンファレンス 2013」
	(英文) JSPS Asian CORE Program “Asia Student Photonics Conference 2013“
開催期間	平成 25 年 7 月 24 日 ～ 平成 25 年 7 月 26 日 (3 日間)
開催地 (国名、都市名、 会場名)	(和文) 日本、大阪、大阪大学フォトニクスセンター
	(英文) Photonics Center, Osaka, Japan
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

派遣先 派遣	セミナー開催国 ( 日本 )	
	A.	B.
日本 〈人／人日〉	50 / 120	10
中国 〈人／人日〉	3 / 9	5
台湾 〈人／人日〉	3 / 9	5
合計 〈人／人日〉	56 / 138	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)

<p>セミナー開催の目的</p>	<p>本カンファレンスはアジアのフォトニクス研究に取り組む学生のネットワーク確立とスキルアップを目的とする。</p> <p>ここでいうネットワークとは人や物、知識が行き来できる人的関係の集まりを意味する。フォトニクス研究には電気・物理・化学・生物等の分野を横断的に知ることが求められており、異分野間の連携が急務となっている。特に次世代の中核を担う学生らが国と分野を越えたネットワークを構築することは、将来のフォトニクス分野の発展にとって非常に重要である。</p> <p>前回のカンファレンスではそのネットワークを構築し始める力強いスタートとなった。今回はそのネットワークを活用し連携することを参加者が具体的に考え議論する場となり、将来のアジア初プロジェクトのきっかけとなることを目標としている。</p>
<p>期待される成果</p>	<p>本カンファレンスでは中国と台湾、日本のフォトニクスを専門とする若手研究者を招待し、学生による発表と招待講演者によるセミナーを行う。発表では学生間の討論と学生による口頭・ポスター発表を行う。招待講演ではプレゼンテーション技術、雑誌ネイチャーフォトニクスの編集長によるライティング技術、大学教授による最先端科学論、企業の社長による起業論を予定している。</p> <p>討論会は参加者が意見を交換することで学生間のネットワーク構築のきっかけを作る。口頭・ポスター発表は各分野の需要を把握し共同研究に対する具体案について考える場を提供すると共に、学生間のコミュニケーションを促進する。第一人者達による招待講演はどの学生にとっても刺激的なものとなるトピックを選んでおり、異分野間の連携において必須である説明能力の向上、最先端科学に関する知識の拡充を図る。また招待講演者から若手研究者の発表を踏まえたフィードバックを、学生の発表はスキルアップの機会にもなっている。そして以上の内容を切り口に議論し交流を深めることによって構築したネットワークやスキルを活用することを具体的にイメージできるきっかけとなり、将来社会にインパクトを与えるフォトニクスの共同研究やビジネスを生み出す種となる効果が期待できる。</p>

セミナーの運営組織	委員長：大阪大学 河田 聡 教授 副委員長：大阪大学 Prabhat VERMA 教授 実行委員長：牛場 翔太 大学院博士後期課程		
開催経費 分担内容 と概算額	日本側	内容	国内旅費 金額 232,000 円 外国旅費 68,000 円 備品・消耗品購入費 150,000 円 その他経費(会議費他) 750,000 円 外国旅費に係る消費税 3,400 円
	(中国) 側	内容	外国旅費
	(台湾) 側	内容	外国旅費

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 「台日ナノフォトンクス研究会」
	(英文) JSPS Asian CORE Program “Taiwan-Japan Nanophotonics Workshop“
開催期間	平成 25 年 12 月 日 ~ 平成 25 年 12 月 日 (3 日間)
開催地(国名、都市名、 会場名)	(和文) 台湾
	(英文) Taiwan
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) Prof. Din Ping TSAI Research Center for Applied Sciences, Academia Sinica, Director, Professor

参加者数

派遣先 派遣	セミナー開催国 ( 台湾 )	
	A.	B.
日本 〈人／人日〉	15/ 45	0
	0/ 0	0
中国 〈人／人日〉	54/ 162	0
	0/ 0	0
台湾 〈人／人日〉	69/ 207	0
	0/ 0	0
合計 〈人／人日〉	15/ 45	0
	0/ 0	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）

<p>セミナー開催の目的</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。本セミナーでは、デバイスに重点を置いた「ナノフォトニクス」の研究に焦点を当てる。</p> <p>台湾拠点では、異方性メタマテリアルを用いた高効率、高強度 THz 発光素子の開発や、プラズモンデバイスと電子デバイスや誘電体導波デバイスを組み合わせたハイブリッド形の高密度光集積回路の要素技術、プラズモンを用いたミクロンからサブミクロンサイズの光情報処理デバイスの作製技術を開発する。日中台で、材料・ナノ加工・デバイス・評価を連係してこれらの研究開発を推進しており本セミナーで、最新の研究成果の発表・議論・交流を行う。</p> <p>台湾で開催する第 2 回セミナーとして、参加国の研究者、大学院生の研究交流を行う。</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 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」、「プラズモニックデバイス」9 共同研究、特にこれらに横断的な「ナノフォトニクス」の成果交流、研究推進が期待される。</p> <p>また、世界的に著名な科学者と若手研究者/学生が研究交流する機会を与え、次世代の中核を担う若手研究者の育成および若手研究者/学生のフォトニクスネットワーク発展強化に役立てる。</p>		
<p>セミナーの運営組織</p>	<p>Chairperson: Din Ping Tsai, Academia Sinica, Director Co-chairpersons: 大阪大学 河田聡教授</p>		
<p>開催経費 分担内容 と概算額</p>	<p>日本側</p>	<p>内容 国内旅費 外国旅費 外国旅費に係る消費税</p>	<p>金額 38,400 円 1,350,000 円 67,500 円</p>
	<p>(台湾) 側</p>	<p>内容 会議費 台湾国内旅費</p>	
	<p>( ) 側</p>	<p>内容</p>	

整理番号	S-3
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 「ナノフォトニクス国際シンポジウム 2014」
	(英文) JSPS Asian CORE Program “International Symposium on Nanophotonics 2014 “
開催期間	平成 26 年 2 月 日 ~ 平成 26 年 2 月 日 (3 日間)
開催地 (国名、都市名、 会場名)	(和文) 中国・北京
	(英文) Beijing, China
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)	Xuan-Ming Duan, Technical Institute of Physics and Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Professor

参加者数

派遣先 派遣	セミナー開催国 ( 中国 )	
	A.	B.
日本 〈人／人日〉	15/ 45	0
中国 〈人／人日〉	23/ 69	0
台湾 〈人／人日〉	0/ 0	0
合計 〈人／人日〉	38/ 114	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)

<p>セミナー開催の目的</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。本セミナーでは、本拠点の参加研究者が世界をリードしている光ナノ材料に重点をおいた「非線形ナノフォトニクス」を取り上げる。</p> <p>フォトンを用いてナノ物質・ナノ構造の計測・操作・加工を行えば、他のナノプローブ・テクノロジーでは得られない興味深い効果と新たな特徴が期待できる。光ナノ材料と深く関わるナノスケールの加工・形成技術を確立することが重要である。初年度の中国でのセミナーに引き続き、半導体ナノ粒子の特異な電子・光物性を利用して、作製されるマイクロ・ナノマシンに新たな機能性を付加し、その光物性の評価などの研究成果を報告、議論、研究交流する。</p> <p>中国で開催する第2回セミナーとして、参加国の研究者、大学院生の研究交流を行う。</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」、「プラズモニックデバイス」9共同研究、特にこれらに横断的な光ナノ材料に重点を置いた「ナノフォトニクス」の成果交流、研究推進が期待される。</p> <p>また、世界的に著名な科学者と若手研究者/学生が研究交流する機会を与え、次世代の中核を担う若手研究者の育成および若手研究者/学生のフォトニクスネットワーク発展強化に役立てる。</p>
<p>セミナーの運営組織</p>	<p>Chairperson: Xuan-Ming Duan, Technical Institute of Physics and Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Professor</p> <p>Co-chairpersons: 大阪大学 河田聡教授</p>

開催経費 分担内容 と概算額	日本側	内容	国内旅費	金額	38,400 円
			外国旅費		1,350,000 円
			外国旅費に係る消費税		67,500 円
	(中国) 側	内容	会議費		
			中国国内旅費		
	( ) 側	内容			

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 河田 聡	台湾・台北 中央研究院	平成 25 年 4 月～5 月	台湾側コーディネーターと協議する為
大阪大学 教授 VERMA Prabhat	台湾・台北 中央研究院	平成 25 年 4 月～5 月	台湾側コーディネーターと協議する為
大阪大学 教授 河田 聡	中国・北京 中国科学院 理化技術研究 所	平成 25 年 10 月～11 月	中国側コーディネーターと協議する為
大阪大学 教授 VERMA Prabhat	中国・北京 中国科学院 理化技術研究 所	平成 25 年 10 月～11 月	中国側コーディネーターと協議する為

## 9. 平成25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	日本 〈人／人日〉	中国 〈人／人日〉	台湾 〈人／人日〉	合計 〈人／人日〉
日本 〈人／人日〉		20/ 117 ( )	29/ 217 ( )	49/ 334 ( 0/ 0 )
中国 〈人／人日〉	9/ 277 ( 5/ 15 )		( )	9/ 277 ( 5/ 15 )
台湾 〈人／人日〉	14/ 627 ( 6/ 20 )	( )		14/ 627 ( 6/ 20 )
合計 〈人／人日〉	23/ 904 ( 11/ 35 )	20/ 117 ( 0/ 0 )	29/ 217 ( 0/ 0 )	72/ 1238 ( 11/ 35 )

※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。)

※日本側予算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。(合計欄は( )をのぞいた人数・人日数としてください。)

### 9-2 国内での交流計画

10/30 <人／人日>
--------------

10. 平成25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	4,031,475	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	4,560,500	
	謝金	0	
	備品・消耗品購入費	150,000	
	その他の経費	750,000	
	外国旅費・謝金等に係る消費税	228,025	
	計	9,720,000	研究交流経費配分額以内であること。
業務委託手数料		972,000	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		10,692,000	