

# フォトニクス先端融合研究拠点

実施予定期間：平成19年度～平成28年度

総括責任者：平野 俊夫

(国立大学法人大阪大学・総長)

協働機関：株式会社島津製作所、シャープ株式会社、  
日東電工株式会社、株式会社三菱化学科  
学技術研究センター、IDEC 株式会社

## I. 概要

大阪大学は5つの協働機関と協力し、新たなフォトニクスの研究センターを創設し、フォトニクスのイノベーション創出を図る。フォトニクスは物理学、化学、生命科学、マテリアル科学、電子工学、機械工学などの広範な分野に及ぶ融合学問領域であり、かつナノテクノロジー、バイオテクノロジー、IT、環境・エネルギーなどの最先端技術の基盤である。本課題では、フォトニクス研究の世界的拠点として、学問・学会の壁を超えた融合研究を、新たな産学連携方式である相互浸透型協働システムにより推進し、産業界で活躍することのできる国際標準 Ph. D. を育成するとともに、フォトニクス産業におけるイノベーション創出を図る。

### 1. 機関の現状

大阪大学は歴史的にフォトニクス研究が活発であり、多くの部局で基礎から応用に至る研究と教育が行われ、世界の重要なフォトニクス研究の拠点として多大な研究成果を発信し、多くの人材を供給してきた。工学研究科においても科学技術振興調整費・戦略的研究拠点育成プログラム「フロンティア研究拠点構想」事業を平成17年まで推進し、その中にナノフォトニクス・プロジェクトを重点領域の一つとして選定した。同プログラムにおいては、研究分野の学際化と学問の創成に挑戦し、多数の企業とのマッチングファンドによる共同研究を実施するなど、積極的に産学連携も進めてきた。その精神を引き継ぎ、平成18年、工学研究科を横断するナノフォトニクス・リサーチイニシアティブを設立し、大学発ベンチャー企業3社を立ち上げ、国際会議「第1～第3回国際ナノフォトニクスシンポジウム阪大」、社会へのeラーニング講座開催、学術書(Handai Nanophotonics Book Series Vol.1,2,3, Elsevier)の発刊など、ナノフォトニクス研究の牽引、新産業の創成および人材の育成を積極的に行ってきた。

### 2. 拠点化の対象とする先端融合領域及び研究開発

本拠点では、エレクトロニクス(電子の科学)からフォトニクス(フォトンと物質の相互作用の科学)への変革が生み出す新しい科学技術、新しい学問体系、を確立し、新しい産業のイノベーションを目指す。具体的には、フォトンによって構造や性質を制御したり新たな光学的特性を引き出す技術を開発する。ナノマテリアルや超微細ナノ構造による全く新しい光学材料を創りだし、機能性分子・ナノ粒子作製技術を開発し、ナノカーボンの合成、さらには生命活動を可視化するセンサー分子などのバイオ光学マテリアルの開発などを目指す。また、フォトンを操る技術と、フォトンの情報を受け取り処理する技術の開発およびデバイス化を推進する。新規光源、光スイッチング、光検出デバイス、ディスプレイ、光通信、光メモリー、センサー技術の開発などを行う。さらに、原子・分子のサブナノメートル領域から生体・環境のマクロスケール(地球上の生活空間)に至る領域で、生体情報、材料情報などを観察・計測・分析する技術とシステムを開発する。具体的には、ナノ分解能顕微鏡、非線形分光顕微鏡、分

子イメージング技術、ティシューイメージング(組織画像化)技術、マイクロ内視鏡、環境センシングシステムの開発などを行なう。

## 3. 拠点化構想の内容

フォトニクス先端融合研究センター(PARC)を研究拠点の中核施設として設立し、大阪大学と参加企業などの協働機関により相互浸透型協働システムを構築する。

(1)協働機関の研究者を特任教授や社会人ドクターとして迎え、センター内に協働機関の研究室を用意し、物理的な融合空間を創造する。また、協働機関にも大学の研究室を設置して教員や大学院生を一定期間派遣する体制を準備し、双方で基礎研究から出口志向の研究開発まで一貫して行なう。この拠点化構想に参画する教員、研究者、大学院生との間に秘密保持契約を結び、罰則規定を設け、研究成果、ノウハウ、研究成果有体物等の保護を徹底する。

(2)本拠点の研究提案に対してコースドクターや社会人ドクターを参画させ、基礎から応用に移行する研究課題を遂行する育成プログラムを実施し、先端技術シーズから産業化までを見通して「ものづくり」ができる研究者を育成するスキームを構築する。社会人ドクターは特許出願を学位取得の条件とする予定である。そして産業界のニーズに応える学位取得者を送り出し、次世代の産業界を担う人材を輩出させ、学位取得者のキャリアパスを一新していく。

(3)アジアにおけるフォトニクスの研究拠点として、外国人学生や研究者を積極的に受け入れる。アジアの一流大学・企業とのより進んだ教育及び産学連携プログラムを具現化し、欧米に対抗する産業創出型の国際化拠点として貢献を図る。2つの国を往来して教育と研究指導を受けることによって双方で博士号を取得できるdouble degreeシステムを中国科学院との間で締結し、体制を整え発展させる。

## 4. 具体的な達成目標

### (1) 3年目における具体的な目標

本拠点化構想の中核となるフォトニクス研究を先導するフォトニクス先端融合研究センター(PARC)を設立し、フォトニクス研究に関わる先端融合領域のイノベーション創出に必要な枠組み、効率的な産学協働システム、ならびに人材育成プログラムの確立を図る。具体的には、学内に協働機関に開放する研究スペースを配置し、物理的な融合空間を創造するとともに、教員等を協働機関へ一定期間派遣する制度を創設する。さらに、社会人ドクターコースを開設し、協働機関からの研究者を受け入れるとともに、参画する大学院生、ポスドクも含めた育成スキームを構築する。受け入れ・派遣前に、NDA研修/教育を実施し、守秘義務の徹底を図る。また、インターナショナルセンターの充実を図り、海外からの学生や研究者の受け入れ体制を整備する。これら活動を通して、相互浸透型産学協働システムの立ち上げを行う。また、フォトンマテリアル領域、フォトンプロダクツ領域、フォトン計測分析領域を3つの柱として重点領域と位置づけ、主要テーマの絞り込みを図り、要素技術・基盤技術の確立を目指す。

### (2) 7年目における具体的な目標

バイオ光学マテリアル、光制御デバイス、ペタバイト光記録技術、バイオイメージング/診断システム、ユビキタスセンシングシステムなど、イノベーションのためのコア技術をプロトタイプ化し、産業化の可能性を評価する。選定された

技術に関連する研究開発プロジェクトを継続・発展させ、実用化・産業化への行程を明確化させた上で10件程度のプロジェクトに対して開発推進・支援を行う。また、新たなイノベーション技術の創出を希望する企業を協働機関として受け入れるとともに、相互浸透型産学協働システムの構築状況を諮問委員会に評価いただいた上で、研究・運営組織の体制の見直しを図る。さらに、協働機関から参画し、学位を取得した社会人ドクターに対し、客員研究員としての身分を付与し、企業内においてチーフ開発エンジニアとしてプロトタイプ化技術の産業化・実用化のマネージメントを担当させる。また、ポスドク研究員、博士課程修了者を産業界において活躍させることによって産業創出に貢献するスキームを確立する。

(3) 実施期間終了時における具体的な目標

実用化・産業化を目指す開発プロジェクトの中から、20件以上を製品化・商品化することを目指す。人・技術・空間が渾然一体となる融合環境で創出される卓越した研究開発成果と先端科学技術の産業化への転換に秀でた人材を輩出することで、他に例を見ない相互浸透型産学協働システムを構築する。具体的には、先端融合領域により生み出される新たな産業イノベーションとして、次世代の超精細ディスプレイ、立体映像などの情報可視化システム、一生の記録容量に匹敵するペタバイト光記録、新原理によるレーザー、高度な環境浄化を実現する光・ナノ触媒、環境物質を高感度に検知するプラズモニクセンサー、生体分子・単一細胞から臓器レベルに至る光を用いたリモート・非侵襲な生体の計測と制御、光で誘導するドラッグ・デリバリー技術、近赤外光を用いた痛みを伴わないワイヤレス医療・診断技術の開発などの産業化・実用化を目指す。また50人程度の社会人ドクターが学位を取得し、また、参画するポスドク研究員の半数以上が産業界へ進出することで、学位取得者のキャリアパスを一新させる。創出したイノベーション技術を社会に供給することで、基礎から応用までを一貫して技術開発できるフォトニクス研究拠点のアジアの一大拠点となす。協働機関との間の人事交流を永続的に行える態勢を整備し、研究資金を自ら調達する研究開発体制に展開することで、企業・社会から望まれる組織体として自立する。以上の活動を通し、人と環境に優しい社会に資するフォトニクス技術のイノベーション創出と産業界に向けた高度な人材育成システムを確立し、新たな次元の産学連携研究センターを築き上げる。

## 5. 実施期間終了後の取組

本拠点化構想では、世界トップレベルのフォトニクス技術の研究開発拠点を形成することを目指す。フォトニクス関連の基礎研究から出口志向の研究開発、さらには実用化・産業化の開発フェーズをも融合し、大阪大学と協働機関が対等な立場で運営と研究開発を推進する類例のない産学協働システムを構築する。協働機関や社会に求められる研究開発拠点として本拠点化構想の実現に邁進し、真に求められる研究開発拠点となることで、科学技術振興調整費による実施期間修了後は、学内措置、外部資金の自己調達、協働機関からの研究資金、研究資産の提供を通じて、研究開発活動を発展させる。具体的には、中核機関となるフォトニクス先端融合研究センター（PARC）は概算要求等を行うことで、大学内の新たな組

織として立ち上げ、本拠点化構想の受け皿とする。研究開発活動の実施費用は学内の運営費交付金、競争的資金等、および協働機関からのマッチングファンドを基本として、委託研究についても積極的に受け入れる。また、本拠点化構想を実施しながら大阪大学と協働機関の間の人的交流を永続的に行える態勢を模索し整備することで、産業界に向けた高度な人材育成システムを確立させる。産学が相互に浸透し協働することで、フォトニクス技術の基礎から応用までを一貫して包含した真のイノベーションを先導的に推進する研究開発センターを目指す。

## 6. 期待される波及効果

フォトニクスは大阪大学が得意とする先端科学技術である。本拠点化構想では、世界に冠たるフォトニクス技術を有する企業と協働して、イノベーションの創出と次世代を担う研究者・技術者を育成する拠点の形成を目指す。見込まれる波及効果を列挙すると以下の通りである。

(a) 大阪大学の各部署・専攻に分かれているフォトニクス関連の研究グループと世界に冠たるフォトニクス技術を有する協働機関を一同に会して融合することで、各研究グループと各協働機関が有する世界トップレベルの先端技術を融合し、世界を主導するフォトニクス技術の研究開発拠点を形成する。とくに、日本学術会議会長声明で謳われる「光科学技術研究ネットワーク機構」の一翼を担い、フォトニクス関連の基礎研究から出口志向の研究開発、さらには実用化・産業化の開発フェーズをも融合した新たな研究開発拠点のモデルを目指す。

(b) 日本唯一の大学／企業間相互浸透型産学協働システムを創出し、産学連携の新たな形態を提示する。具体的には、阪大内に研究スペースを開放し、物理的に空間を融合、共有することで人が集い、知識・経験・ノウハウ等を最大限動員して、基礎研究から実用化・産業化までをシームレスに行える環境を整備する。柔軟な派遣制度・インターンシップ制度等の導入により教員や協働機関所属の研究者のみならず、ポスドク研究員や大学院生までを含めた人的な交流を促進することで、エイジレスな環境も提供する。研究開発活動に人材育成システムを組み込むことで、次世代のフォトニクス関連の研究者、技術者を輩出する。

(c) 産業界が望む博士を育成するシステムを創出する。本拠点化構想では、協働機関からの研究者・技術者がドクターコースへ進学する支援を積極的に行い、次世代を担う企業内研究者を育成する。また、本拠点化構想に参画する大学院生、ポスドクに対しても、先端融合研究を通して、研究成果の産業化・事業化を見通した研究開発活動に従事させることで、産業界への進出を後押しする。これら育成システムを構築することで、海外企業では研究者が博士学位を有するという国際標準への到達を日本国内で促進する。

(d) 本拠点化構想から生み出される研究成果の中でも、協働機関による産業化・実用化よりも、むしろ、ベンチャー企業による産業化・実用化が適した研究成果が創出されることも予想される。そこで、本拠点化構想と関連したベンチャーや本拠点化構想からスピンアウトしたベンチャーに対しても積極的な支援を行うことで、研究成果、技術を死蔵させることなく、効果的・効率的に産業化・実用化する環境を整える。

## 7. 実施体制

氏名	所属部局・職名	当該構想における役割
平野 俊夫	大阪大学・総長	全体の統括
河田 聡	大阪大学・大学院工学研究科・教授	フォトニクス先端融合研究センター運営・フォトニクス融合研究の推進（ナノ計測関係）
高原 淳一	大阪大学・大学院工学研究科・教授	フォトニクス先端融合研究センター拠点推進・フォトニクス融合研究の推進（プラズモニクス関係）
井上 康志	大阪大学・大学院生命機能研究科・教授 （工学研究科・教授兼任）	フォトニクス融合研究の推進（分光分析関係）
民谷 栄一	大阪大学・大学院工学研究科・教授	フォトニクス融合研究の推進（バイオセンサー関係）・相互浸透型産学協働システム構築準備
片山 光浩	大阪大学・大学院工学研究科・教授	フォトニクス融合研究の推進（ナノデバイス関係関係）
尾崎 雅則	大阪大学・大学院工学研究科・教授	フォトニクス融合研究の推進（発光デバイス関係）
桑畑 進	大阪大学・大学院工学研究科・教授	フォトニクス融合研究の推進（ナノ粒子関係）
菊地 和也	大阪大学・大学院工学研究科・教授	フォトニクス融合研究の推進（光センサー分子関係）
吉田 佳一	株式会社島津製作所・基盤技術研究所・所長	大阪大学内にラボを設置し研究を推進
高橋 明	シャープ株式会社・基盤技術研究所・所長	大阪大学内にラボを設置し研究を推進
表 利彦	日東電工・基幹技術センター・センター長	大阪大学内にラボを設置し研究を推進
村山 英樹	株式会社三菱化学科学技術研究センター・代表取締役社長	大阪大学内にラボを設置し研究を推進
藤田 俊弘	IDEC 株式会社・常務執行役員	大阪大学内にラボを設置し研究を推進

## 8. 各年度の計画と実績

### a. 平成19年度

#### ・計画

ナノ、バイオ、メディカル、IT、環境などの先端科学分野がフォトニクスを軸に融合し、人材、技術、産業におけるイノベーションの拠点となるフォトニクス先端融合研究拠点を形成するためのフォトニクス先端融合センター（バーチャル）の発足と、相互浸透型産学協働システムの構築を開始する。また、フォトニクスに関する基礎研究を推進し、フォトニクス融合研究領域策定のための基礎データを収集する。

#### ・実績

- 1) フォトニクス先端融合研究センターを設立し、フォトニクス研究の推進、人材育成、産学協働プログラム運営の拠点体制を確立した。大阪大学として、フォトニクス先端融合研究センター運営に十分な空間を確保・整備し、その運営に携わる事務員の配置を行った。
- 2) 大阪大学拠点組織として、本拠点運営委員会とフォトニクス先端融合研究センターのセンター会議内規などを整備した。
- 3) フォトニクス先端融合研究センターの活動方針を決定し、協働機関とのマッチングファンド形式をとる研究プログラムの開始とそのために必要な研究支援部門を整備した。フォトニクスを軸とした重点研究領域の策定のための産学間の意見交換のためのコロキウムを月1回実施した。また、フォトニクス研究の成果発表や新たな協働機関の獲得を目標とした公開シンポジウムを開催した。

センターの活動内容や研究成果の発信、新たな協働機関の獲得を目標とした、ホームページを開設し、運営した。

- 4) フォトニクスを軸とした光源、光材料、デバイス、計測分析システムについての基礎研究を推進した。

基礎研究の成果をふまえ、イノベーションの創出につながる学術的、産業的、社会的な状況に即したフォトニクス重点

領域、実施テーマの検討、評価を行った。

- 5) 相互浸透型産学協働システム構築準備として、大学と協働機関の研究者によるより密接な融合研究の推進を目標とし、学内に協働機関の研究スペースを開放し、協働機関研究者の駐在、設備品の設置等を協働機関の自由裁量で行いセキュリティの確保された産学融合空間を設置した。

協働機関の研究者が安心して共同研究を遂行できる環境を整えるために、大阪大学-協働機関の間での共同研究契約の締結、大阪大学ならびに協働機関からの参画者に対する秘密保持契約（NDA）を定めた。コロキウムは秘密保持契約の下に行った。

### b. 平成20年度

#### ・計画

フォトニクス先端融合センターにおいて、相互浸透型産学協働システムの構築を推進する。また、フォトニクスに関する基礎研究を推進し、フォトニクス融合研究領域を策定する。

#### ・実績

- 1) センター内での産学融合空間を設置し、相互浸透型産学協働システムの構築を推進した。
- 2) 社会人ドクターコースや人材育成プログラムを実施した。
- 3) 研究支援システムを構築し、情報発信システムとして、ホームページによる社会への発信やシンポジウム、コロキウム等を運営した。
- 4) フォトニクスを軸とした光源、光材料、デバイス、計測分析システムについての基礎研究を発展させ、ナノフォトニクスをフォトニクス融合研究領域に策定した。
- 5) 基盤設備の導入を進めた。

### c. 平成21年度

#### ・計画

- 1) センター内での産学融合空間を設置し、相互浸透型産学協働システムをさらに充実発展させる。
- 2) 社会人ドクターコースや人材育成プログラムをさらに充実発展させる。
- 3) 研究支援を強化し、情報発信システムとして、ホームページによる社会への発信やシンポジウム、コロキウム等を運営する。
- 4) フォトニクスを軸とした光源、光材料、デバイス、計測分析システムについての基礎研究をさらに発展させる。
- 5) 基盤設備の導入を進める。
- 6) 基礎技術情報の蓄積・管理を強化する。
- 7) ナノ領域での光と物質の相互作用を積極的に利用するナノフォトニクスを研究テーマに絞り込み、ナノフォトニクスを基盤としたマテリアル、デバイス、システムのフォトニクス要素技術・基盤技術の確立を目指す。
- 8) 協働企業との相互浸透型協働システムにより、バイオ・診断、メモリ・IT、セキュリティ、環境・省エネルギー、分析、ナノ顕微鏡、ナノ材料の分野でのイノベーション創出を図る。

・実績

1) フォトニクス先端融合研究センター (PARC) の運営

大阪大学-協働企業間での効率的なフォトニクス融合研究の推進と、情報発信を行った。具体的には、ホームページによる社会への発信とその充実、大学研究者-企業研究者間での情報、意見交換の為のフォトニクスコロキアムの実施と、一般や協働機関以外の研究者向けへのシンポジウムの開催を行った。

2) 相互浸透型協働システムの構築

大学研究者-企業研究者間で物理的スペースを共有するため、大阪大学内に立ち上げた企業ラボにおいて、研究の推進とそのサポートを行い、相互浸透型産学協働システムをさらに充実発展させた。

3) フォトニクス融合研究の推進

ナノ領域での光と物質の相互作用を積極的に利用するナノフォトニクス、とくにプラズモニクスを研究テーマに絞り込み、プラズモニクスを基盤としたフォトニクス要素技術・基盤技術の確立を図った。

プラズモニクスを利用した超解像度イメージング技術の開発、表面プラズモン共鳴を利用したラベルフリーバイオ計測手法の開発、プラズモンによる光閉じ込め効果を利用した高効率有機薄膜太陽電池の開発、半導体量子ドット蛍光体を用いた表示機器技術の開発、局在プラズモン効果を利用した光磁気記録高密度化の研究、自己成長型金属ナノ構造に関する研究など基礎・基盤技術開発を推進した。

d. 平成 22 年度

・計画

- 1) 人材育成プログラムを実施する。
- 2) 各種プログラムの評価・修正を行う。
- 3) 研究支援を強化し、情報発信システムとして、ホームページによる社会への発信やシンポジウム、コロキウム等を運営する。
- 4) 基盤設備の導入を進める。
- 5) 基礎技術情報の蓄積・管理を行う。
- 6) コア技術のプロトタイプ化を目指す。
- 7) 産業化のための規格、基準の設定を行う。
- 8) 産学協働体制の構築を図る。
- 9) バイオ光学マテリアル、光制御デバイス、高効率熱輻射光源、ペタバイト光記録技術、ナノ顕微鏡、バイオイメージング/診断システム、ユビキタスセンシングシステムなど、イノベーションのためのコア技術をプロトタイプ化し、産業化の可能性を評価する。

・実績

1) フォトニクス先端融合研究センター (PARC) の運営

フォトニクス先端融合研究センターでのフォトニクス研究の推進に関しては、各研究室での研究活動もさることながら、共通実験設備の十分なる活用を図った。人材育成に関しても、これまでからの継続アクティビティであるシンポジウムも、今年度は新たにアジアからの研究者と共に研究者シンポジウムを開催した。本学内で企業との接点を意図したフォトニクス・デイの開催や、コロキウムでも学内及び企業に出向き、大学、協働企業の相互浸透環境を創りだした。そして、フォトニクス先端融合領域のテーマについて e ラーニング教材の開発を始め、フォトニクス研究に欠かせない講座を制作した。さらに、英語版、モバイル版も制作し、簡便に視聴できる環境を揃えた。

ホームページによる情報公開、社会貢献については、適宜更新をしその充実を図った。アクティビティとして新しく小学生対象のこども科学教室を実施し理系人材育成の一翼を担った。

これまでのバーチャル組織であったフォトニクス先端融合研究センターに研究推進の強化を図るため実際の研究スペースを確保するフォトニクスセンタービルも完成した。

また、フォトニクスセンターに大阪大学として教授 1 名を配置し更なる体制の強化を実現した。

2) 相互浸透型協働システムの構築

協働企業との研究も 4 年目に入り、研究スペースの確保や産学融合空間の設備品を活用するなど、相互浸透型産学協同の拠点として充分機能するようになった。特に企業間のセキュリティを十分に保ちながら、大学研究者、企業研究者が共に交流できるセンタービルの完成により更なる相互浸透の足場ができたと言える。また、協働機関の研究者が安心して共同研究を遂行できる環境を整えるために、本学-協働企業の間での共同研究契約の締結、本学ならびに協働企業からの参画者に対する秘密保持契約 (NDA) の徹底を行なった。上述したようにコロキウムについては、秘密保持契約の観点から、契約趣旨に基づき記名した後入室するなどの管理は十分行なった。

本学-協働機関の間だけでなく、協働企業間同士の意見交換などから具体的な連携が模索される場もできてきた。

3) フォトニクス融合研究の推進

ナノ領域での光と物質の相互作用を積極的に利用するナノフォトニクス、とくにプラズモニクスを研究テーマに絞り込み、プラズモニクスを基盤としたフォトニクス要素技術・基盤技術開発を引き続き推進した。

プラズモニクスを利用した超解像度イメージング技術の開発では金ナノ粒子上に近赤外蛍光プローブの固定化、表面プラズモン共鳴を利用したラベルフリーバイオ計測手法の開発ではプラズモンによる薄膜干渉の増強による酸化ストレスマーカーの検出、高効率有機薄膜太陽電池の開発では塗布膜で世界最高レベルのキャリア移動度のフタロシアニン誘導体とそれを用いた高効率バルクヘテロ有機薄膜太陽電池、無毒性半導体量子ドット蛍光体を用いた表示機器、セキュリティ応用技術の開発、局在プラズモン効果を利用した光磁気記録高密度化の研究では引き続き新型記録・再生用磁気ヘッドの要素技術、自己成長型金属ナノ構造、ナノ光分析・観察技術および高速分光顕微鏡の開発ではプラズモニックな光散乱の増強効果を利用した細胞内の生体分子の高感度検出技術など、基礎・基盤技術開発を推進した。

e. 平成 23 年度

・計画

- 1) 人材育成プログラムを実施する。
- 2) 各種プログラムの評価・修正を行う。
- 3) 研究支援を強化し、情報発信システムとして、ホームページによる社会への発信やシンポジウム、コロキウム等を運営

する。

- 4) 基盤設備の導入を進める。
- 5) 基礎技術情報の蓄積・管理を行う。
- 7) コア技術のプロトタイプ化を目指す。
- 8) 産業化のための規格、基準の設定を行う。
- 9) 産学協働体制の構築を図る。
- 10) バイオ光学マテリアル、光制御デバイス、高効率熱輻射光源、ペタバイト光記録技術、ナノ顕微鏡、バイオイメージング/診断システム、ユビキタスセンシングシステムなど、イノベーションのためのコア技術を実用化し、産業化の可能性を評価する。

・実績

#### 1) フォトニクス先端融合研究センターの運営

フォトニクス先端融合研究センターでの人材育成に関して、今年度は新たにアジア先進ナノフォトニクス拠点（日本学術振興会プログラム）と共催しより多くのアジアからの研究者と共に研究者シンポジウムを開催した。本学内で企業との接点を意図したフォトニクス・デイの開催や、コロキウムでも学内及び企業に出向き、大学、協働企業の相互浸透環境を創りだした。そしてeラーニング教材の開発を始め、フォトニクス研究に欠かせない講座を制作した。さらに、英語版、モバイル版も制作し、簡便に視聴できる環境を揃えた。

ホームページによる情報公開、社会貢献についてもより充実した活動をした。アクティビティとして昨年引き続き小学生対象のこども科学教室を実施し理系人材育成の一翼を担った。

これまでのバーチャル組織であったフォトニクス先端融合研究センターに研究推進の強化を図るため実際の研究スペースを確保するフォトニクスセンタービルも完成し更なる共有設備等の充実を図った。

#### 2) フォトニクス融合研究の推進

ナノ領域での新規な光と物質の相互作用の科学、ナノフォトニクス、プラズモニクスを基盤とし積極的に利用するフォトニクス要素技術・基盤技術開発を引き続き推進した。プラズモニクス超解像度イメージング技術開発では、集合化した金ナノ粒子上に集積させた色素の蛍光強度の増強、表面プラズモン共鳴を利用したポリマーフィルムバイオセンサーの開発では、高血圧、アルツハイマー、糖尿病の生活習慣病マーカーの検出、高効率有機薄膜太陽電池の開発では、フタロシアニン誘導体を用いた塗布型バルクヘテロ太陽電池特性の改善、無毒性半導体量子ドット蛍光体を用いた研究では、金属・量子ドット系も加えた表示機器、セキュリティ応用技術の開発、局在プラズモン効果を利用した光磁気記録高密度化の研究では、光透過軟磁性体MnZn フェライトを用いた新型記録・再生用磁気ヘッドの要素技術開発、基礎・基盤技術開発として、引き続き自己成長型金属ナノ構造、ナノ光分析・観察技術および高速分光顕微鏡技術を開発し、新たにプラズモニック導波路の研究テーマを加え推進した。

#### 3) 相互浸透型産学協働システム構築

企業間のセキュリティを十分に保ちながら、大学研究者、企業研究者が共に交流できるセンタービルの完成により更なる相互浸透の足場ができた。さらに今年度は、毎週、研究者・企業研究者・学生などが集うTMT (Tuesday Morning Tea) を開催し、より深い相互浸透を実現した。

#### f. 平成24年度

・計画

- 1) 人材育成プログラムを実施する。
- 2) 研究成果を起業・製品化に結び付けるアントレプレナー教育を実施する。

3) 各種プログラムの評価・修正を行う。

4) 研究支援を強化し、情報発信システムとして、ホームページによる社会への発信やシンポジウム、コロキウム等を運営する。

5) 基盤設備の導入を進める。

6) 基礎技術情報の蓄積・管理を行う。

7) フォトニクス応用研究を展開する。

8) コア技術のプロトタイプ化を目指す。

9) 産業化のための規格、基準の設定を行う。

10) 新たに研究成果を起業・製品化に結び付ける産業化事業を立ち上げる。

11) 産学協働体制の構築を図る。

12) 研究開発ロードマップを見直す。

13) 融合技術・学問創出を目指す。

14) バイオ光学マテリアル、光制御デバイス、高効率熱輻射光源、ペタバイト光記録技術、ナノ顕微鏡、バイオイメージング/診断システム、ユビキタスセンシングシステムなど、イノベーションのためのコア技術を実用化し、産業化の可能性を評価する。

・実績

#### 1) フォトニクス先端融合研究センターの運営

フォトニクス先端融合研究センターでのフォトニクス研究の推進体制に関しては、共通実験設備の十分なる整備強化を図った。特に研究の進捗に沿い製品化のための試作・評価・研究開発装置の充実を目指した。産業創出の観点では、協働機関である島津製作所と新ガスクロマトグラフ装置を製品化した。

人材育成に関して、フォトニクスコロキウム、国際会議7th PARC Symposium: Photonics in Asia および Nanophotonics workshop in Morocco を開催した。フォトニクス eラーニングはフォトニクス研究成果を活用し産業創出・社会貢献を目指すフォトニクス起業講座を新規開講した。ホームページによる情報公開、社会貢献についてもより充実させた。またアジアのフォトニクス学生ネットワークを形成し、国際的に通用する人材育成に資するフォトニクスアジア学生カンファレンスを開催した。アウトリーチ活動として、OSA/SPIE 学生チャプターが中心となって、小学生を対象とする第3回こども科学の教室を開催した。サザンプトン大学フォトニクスセンターとMoUを締結し、マックスプランク光科学研究所とのMoU等と合わせて7のMoUを交わし、フォトニクスイノベーションを国際連携の基に推進した。

#### 2) フォトニクス融合研究の推進

ナノ領域での新規な光と物質の相互作用を積極的に利用するナノフォトニクス、プラズモニクス基盤技術とそれを基にしたバイオ・診断、イメージング、メモリ・IT、エネルギー、セキュリティ、環境・省エネルギー、分析・ナノ顕微鏡、ナノ・光材料の分野でのイノベーション創出を引き続き推進した。具体的には、バイオ・診断、イメージング：酵素反応検出用プラズモン増強型近赤外蛍光プローブの開発、生活習慣病マーカーの多項目検出のプラズモンセンサーの再現性・信頼性評価、金ナノ粒子による細胞内3D近接場イメージング顕微鏡、バイオイメージング標識としての蛍光性白金ナノクラスターの開発メモリ・IT：次世代高密度近接場磁気記録材料の磁化反転解析技術の開発と3次元ディスプレイ応用を目指した磁性論理演算素子の周辺デバイス開発エネルギー：塗布型低分子太陽電池におけるドナー/アクセプターマイクロ相分離構造の最適化によるエネルギー変換効率向上およびpn接合面でのキャリア挙動ナノスケール評価装置の開発セキュリティ、環境・省エネルギー：コア・シェル構造および表面安定化剤導入による蛍光消光抑制および結晶性の高い半導体

薄膜作製、など半導体ナノ粒子の材料応用技術開発分析・ナノ顕微鏡：島津製作所と共同開発のガスクロマトグラフ用プラズマフォトン検出器を組み込んだガスクロマトグラフ装置の商品化および販売（平成25年2月、日本、米国、ヨーロッパ、中国）、近接場ナノ・分光顕微鏡の開発ナノ・光材料：計測・加工用紫外レーザー用高品質紫外光発生用波長変換結晶製造技術の開発を各々推進した。

### 3) 相互浸透型産学協働システム構築

協働企業との研究も6年目に入り、研究スペースの確保や産学融合空間の設備備品を活用するなど、相互浸透型産学協働の拠点として充分機能するようになった。特にセキュリティを十分に保ちながら、大学研究者、企業研究者が共に交流できるセンタービルの完成により更なる相互浸透の足場ができたが、さらに共通実験設備の十分なる活用を図り、特に研究の進捗に沿って製品化のための試作・評価・研究開発装置の充実を目指した。協働企業間同士の意見交換などから具体的な連携が醸成される場もできてきた。さらに今年度も引き続き、毎週火曜日の午前中1時間余り、研究者・企業研究者・学生などが集うTMT (Tuesday Morning Tea) を開催し、より深い相互浸透を実現した。

#### g. 平成25年度

##### ・計画

- 1) 人材育成プログラムを実施する。
- 2) 研究成果を起業・製品化に結び付けるアントレプレナー教育を実施する。
- 3) 各種プログラムの評価・修正を行う。
- 4) 研究支援を強化し、情報発信システムとして、ホームページによる社会への発信やシンポジウム、コロキウム等を運営する。
- 5) 基盤設備の導入を進める。
- 6) 基礎技術情報の蓄積・管理を行う。
- 7) フォトニクス応用研究を展開する。
- 8) コア技術のプロトタイプ化を目指す。
- 9) 産業化のための規格、基準の設定を行う。
- 10) 研究成果を起業・製品化に結び付ける産業化を推進する。
- 11) 産学協働体制の構築を進める。
- 12) 融合技術・学問創出を目指す。
- 13) バイオ光学マテリアル、光制御デバイス、高効率熱輻射光源、ペタバイト光記録技術、ナノ顕微鏡、バイオイメージング/診断システム、ユビキタスセンシングシステムなど、イノベーションのためのコア技術をプロトタイプ化し、産業化の可能性を評価する。
- 14) 製品開発および市場投入に寄与する。

##### ・実績

#### 1) フォトニクス先端融合研究センターの運営

フォトニクス先端融合研究センターでのフォトニクス研究の推進に関しては、特に研究の進捗に伴い製品化に近づけるための試作・評価・研究開発装置の充実を目指した。産業創出の観点では、協働機関である島津製作所と新ガスクロマトグラフ装置を製品化し、世界同時発売した。今年度末までにさらに3件の製品試作・製品化が行われた。人材育成に関しても、従来からの継続アクティビティも、年間6回のフォトニクスコロキウム、UV-DUV Plasmonics and Nanophotonics Workshop、および日本学術振興会アジア先進ナノフォトニクス研究教育拠点事業と共催で北京シンポジウム(130名参加)、台湾カンファレンス(102名参加)を開催した。さらにイギリス領事館と共催でUK-Japan Workshop on Nanophotonics, Metamaterials and Plasmonics at Handaiを開催した。大阪の中小企業へフォトニクスの浸透を図るフォトニクス・シンポジウム in 東大阪(80名以上参加)を開催した。eラーニン

グについては日本語版や英語版コンテンツを拡充した(13講座を新たに開始)。フォトニクス研究成果を活用し産業創出・社会貢献を目指すフォトニクス起業・製品化公募・選定も3年目を迎え、2件の起業・製品化案件を採択した。

ホームページによる情報公開、社会貢献についてもより頻繁な更新を図り、充実した活動をした。また、OSA/SPIE 学生チャプターと共催して、アジアのフォトニクス学生ネットワークを形成し、国際的に通用する人材育成に資する第2回フォトニクスアジア学生カンファレンスを学生が主体的に企画運営して開催した。諮問委員会、運営会議、センター会議(7回)などを通じ、PDCA サイクルを確立して運営を強化した。

#### 2) フォトニクス融合研究の推進

ナノ領域での新規な光と物質の相互作用を積極的に利用するナノフォトニクス、プラズモニクス基盤技術とそれを基にしたバイオ・診断、イメージング、メモリ・IT、エネルギー、セキュリティ、環境・省エネルギー、分析・ナノ顕微鏡、ナノ・光材料の分野でのイノベーション創出を引き続き推進した。具体的には、バイオ・診断、イメージング：酵素反応検出(pH感受)用プラズモン増強型近赤外蛍光プローブの開発、生活習慣病マーカーの多項目検出のプラズモンセンサーの健康医療診断センサーとしての応用可能性を検証、金属ナノ構造近傍の非線形散乱効果の高解像イメージング、近赤外顕微イメージングによる植物内の水分分布可視化、ポイントオブケアを可能とする電気化学と発光を結合した診断装置のプロトタイプ試作、現場使用(POCT)に耐えうる迅速・簡易・高感度なPCR検査のための遺伝子増幅技術の実用化開発メモリ・IT：次世代高密度磁気記録技術として、光を伝える透明導磁路材料の開発を進め、その局所磁界による磁路材料の磁化反転観察・解析技術の開発と磁性理論演算素子の周辺デバイス：情報を複数に分割する素子を開発、プラズモニク導波路・デバイス応用の研究開発エネルギー：塗布型低分子太陽電池における複数材料の混合によるパフォーマンスの最適化の可能性を検証セキュリティ、環境・省エネルギー：コア・シェル構造および表面安定化剤導入による蛍光消光を抑制し良好な特性を与えるシェル材料と表面修飾剤の組み合わせを見出し半導体ナノ粒子の材料応用技術開発の指針を得た。また、DNAインキ中に分散した量子ドット蛍光体からの蛍光検出を確認し認証技術としての利用可能性を検証分析・ナノ顕微鏡：島津製作所と共同開発のガスクロマトグラフ用プラズマフォトン検出器を組み込んだガスクロマトグラフ装置の商品化および世界同時販売(平成25年2月)、さらにダイナミックレンジ工場の研究開発、近接場ナノ・分光顕微鏡の開発・製品化。ナノ・光材料：計測・加工用紫外レーザー用高品質紫外光発生用波長変換結晶製造技術の開発と次年度内起業の見通しを得、さらに緑色レーザーなどに有用なGaN大口径低反低転位ウェハ製造技術：マルチポイントシート作製技術開発及びNaフラックス法高速成長技術開発を各々推進した。

### 3) 相互浸透型産学協働システム構築

コロキウム(1回/2ヶ月)にも協働企業からの参加も多く、研究面のみならずイノベーションに向けた様々な情報収集、情報共有等もますます密になった。運営委員会においては協働企業の責任者が参加することで、研究者だけではなく会社全体としての取り組みがさらに強化され、中間評価時点におけるイノベーションに向けての更なる確認等もできた。センタービルの完成(平成23年4月)により更なる相互浸透の足場ができたが、さらに共通実験設備の十分なる活用を図った(前年度比70%増)。本学・協働機関の間だけでなく、協働企業間同士の意見交換などから具体的な連携が進展した。更に今年度も引き続き、毎週火曜日の午前中1時間余り、研究者・企業研究者・学生などが集うTMT (Tuesday Morning Tea) を開催し、より深い日常的な相互浸透を実現した。

h. 平成28年度までの計画（平成26—28年度の計画）

- 1) 人材育成プログラムを実施する。
- 2) 情報発信システムとして、ホームページによる社会への発信やシンポジウム、コロキウム等を運営する。
- 3) フォトニクス応用研究を展開する。
- 4) 融合技術・学問創出を目指す。
- 5) コア技術のプロトタイプ化を目指す。
- 6) 産業化のための規格、基準の設定を行う。
- 7) 産学協働体制の構築を図る。

8) 製品開発および市場投入に寄与する。

9) 先端融合領域により生み出される新たな産業イノベーションとして、次世代の超精細ディスプレイ、立体映像などの情報可視化システム、一生の記録容量に匹敵するペタバイト光記録、新原理によるレーザー、高度な環境浄化を実現する光・ナノ触媒、環境物質を高感度に検知するプラズモニクセンサー、生体分子・単一細胞から臓器レベルに至る光を用いたリモート・非侵襲な生体の計測と制御、光で誘導するドラッグ・デリバリー技術、近赤外光を用いた痛みを伴わないワイヤレス医療・診断技術の開発などの産業化・実用化を目指す。

9. 年次計画

項目	19年度	20年度	21年度	22年度	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	28年度
◆拠点化構想										
●拠点設置および運営										
○センター内産学融合空間の設置	←→									
○各種プログラム作成、設置	←→									
・産学協働システム	←→									
・社会人ドクターコース	←→									
・人材育成プログラム	←→									
○各種プログラムの実施	←→									
○各種プログラムの評価・修正						←→				
○研究支援システムの構築	←→									
○社会への情報発信	←→									
・情報発信支援システム構築	←→									
・ホームページ、シンポジウム等を通じた情報発信	←→									
●研究推進および産業創出	←→									
○研究開発ロードマップ作成	←→									
○研究開発ロードマップ見直し						←→				
○基礎技術開発	←→									
・基盤設備の導入	←→									
・基礎技術情報の蓄積・管理	←→									
○応用研究展開						←→				
○融合技術・学問創出						←→				
○コア技術プロトタイプ化				←→						
○産業化のための環境整備										
・規格、基準の設定						←→				
・協働体制の構築						←→				
○製品開発および市場投入							←→			
◆補助金等充当計画										
●拠点設置および運営のうち	←→									
○各種プログラム作成、設置	←→									
○各種プログラムの実施	←→									
○研究支援システムの構築	←→									
○社会への情報発信	←→									
・情報発信支援システム構築	←→									
・ホームページ、シンポジウム等を通じた情報発信	←→									
●研究推進および産業創出のうち	←→									
○基礎技術開発	←→									
○応用研究展開						←→				
○融合技術・学問創出						←→				
○コア技術プロトタイプ化				←→						
総計	579 百 万円	579 百 万円	579 百 万円	1,178 百万円	1,000 百万円	1,000 百万円	1,000 百万円	1,000 百万円	1,000 百万円	1,000 百万円
うち補助金等分	297 百 万円	291 百 万円	299 百 万円	650 百 万円	640 百 万円	609 百 万円	560 百 万円	431 百 万円	500 百 万円	500 百 万円

10. 諮問委員会

委員	所属	備考
(研究実施者) 平野 俊夫 河田 聡	大阪大学 総長 大阪大学 大学院工学研究科 教授	総括責任者 フォトニクス先端融合研究センター長
(外部有識者) ○村井 眞二 田中 一宜 丸山 瑛一 潮田 資勝 宮原 秀夫	(国) 奈良先端科学技術大学院大学 特任教授 (独) 科学技術振興機構研究開発戦略センター 上席フェロー (株) 理研イノベーションキャピタル 取締役 (独) 物質・材料研究機構 理事長 (財) アジア太平洋研究所 理事 所長 (社) ナレッジキャピタル 代表理事	