

## 課題の概要

- 提案構想名 「フォトニクス先端融合研究拠点」
- 総括責任者名 「宮原秀夫」
- 提案機関名 「大阪大学」
- 協働機関名 「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」

### 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」事業を昨年まで推進し、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、昨年、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。

### 拠点化の対象とする先端融合領域及び研究開発

エレクトロニクス（電子の科学）からフォトニクス（フォトンと電子の相互作用の科学）への変革が生み出す新しい科学技術、新しい学問体系、そして新しい産業のイノベーションを目指す。物理学、化学、バイオ・生命、ナノテク・材料、IT・電子工学などに関連したフォトニクス研究グループを集結し、光科学・フォトンテクノロジーをコアとして最先端のサイエンスおよび次世代のテクノロジーの中心を担うナノ、バイオ、およびエレクトロニクスを融合させた領域を創成、発展させる。具体的には、次の3領域を融合領域として設定し、要素技術の研究開発とその応用を行う。(1)フォトンマテリアル領域：原子・分子の特性や情報をフォトンによって制御し引き出す技術を開発する。ナノマテリアルや超微細構造による新規光学特性材料の創出、機能性分子・ナノ粒子作製技術の開発、ナノカーボン合成、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。(2)フォトンデバイス領域：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、ロボット・センサー技術の開発など。(3)フォトンシステム領域：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に至る領域で、生体情報、材料情報などを提供する技術とシステムを開発する。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、ティッシュイメージング技術、マイクロ内視鏡、環境センシングシステムの開発など。

大阪大学で研究開発されすでに世界的レベルにある液晶、ワイドギャップ半導体結晶、バイオポリマー、金属ナノ構造、ナノカーボン、量子ドット、生体プローブ、ラマン分光計測、非線形数理学等をキーワードに分野横断的にフォトニクス研究の統合展開を図り、次世代の超精細ディスプレイ、立体映像などの情報視覚化システム、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・診断技術の開発等の先端融合領域研究を新たな産学連携方式である相互浸透型協働研究システムにより推進する。本拠点化構想の形成を通じてエレクトロニクス技術の究極化を図り、光（フォトン）が有する人と環境への優しさを最先端フォトニクス技術として社会に浸透させる日本発の産業イノベーションを創成する。

## 拠点化構想

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。このために、**フォトニクス先端融合研究センター（PARC）**を中核施設として設立し、参画する大阪大学と協働機関により**相互浸透型産学協働システム**を構築する。本システムでは以下の項目を実践し、新たな産学連携の形態を模索する。

- (1) 大阪大学と協働機関が、対等に研究戦略の立案と研究推進を行い、国際交流、広報活動を進める。研究資源や知的財産の運営・管理、マッチングファンドの受入を行う**間接部門をセンターに一元化**するとともに、現給保障・能力給の導入による**人材交流の活発化**等を機動的に行える態勢を整え、シームレスな連携を推進する。
- (2) 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**すると共に、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**する体制を敷き、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う。本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、罰則規定を設けることで、研究成果、ノウハウ、研究成果有体物等の保護を徹底する。
- (3) 本研究拠点において産まれる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の条件とする。産業界のニーズに応える学位取得者を送り出し、革新的志向で次世代の産業界を担う人材を輩出することで、**学位取得者のキャリアパスを一新**する。
- (4) 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国を往来して教育と研究指導をう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、阪大と中国科学院で準備・協議中である。これを他の姉妹校においても発展させていく。
- (5) 研究成果の起業化を積極的に支援すると共に、関連ベンチャーの支援を図り、**フォトンバレー**を本拠点化構想周辺に形成することを目指し、新産業創成のモデル化となす。

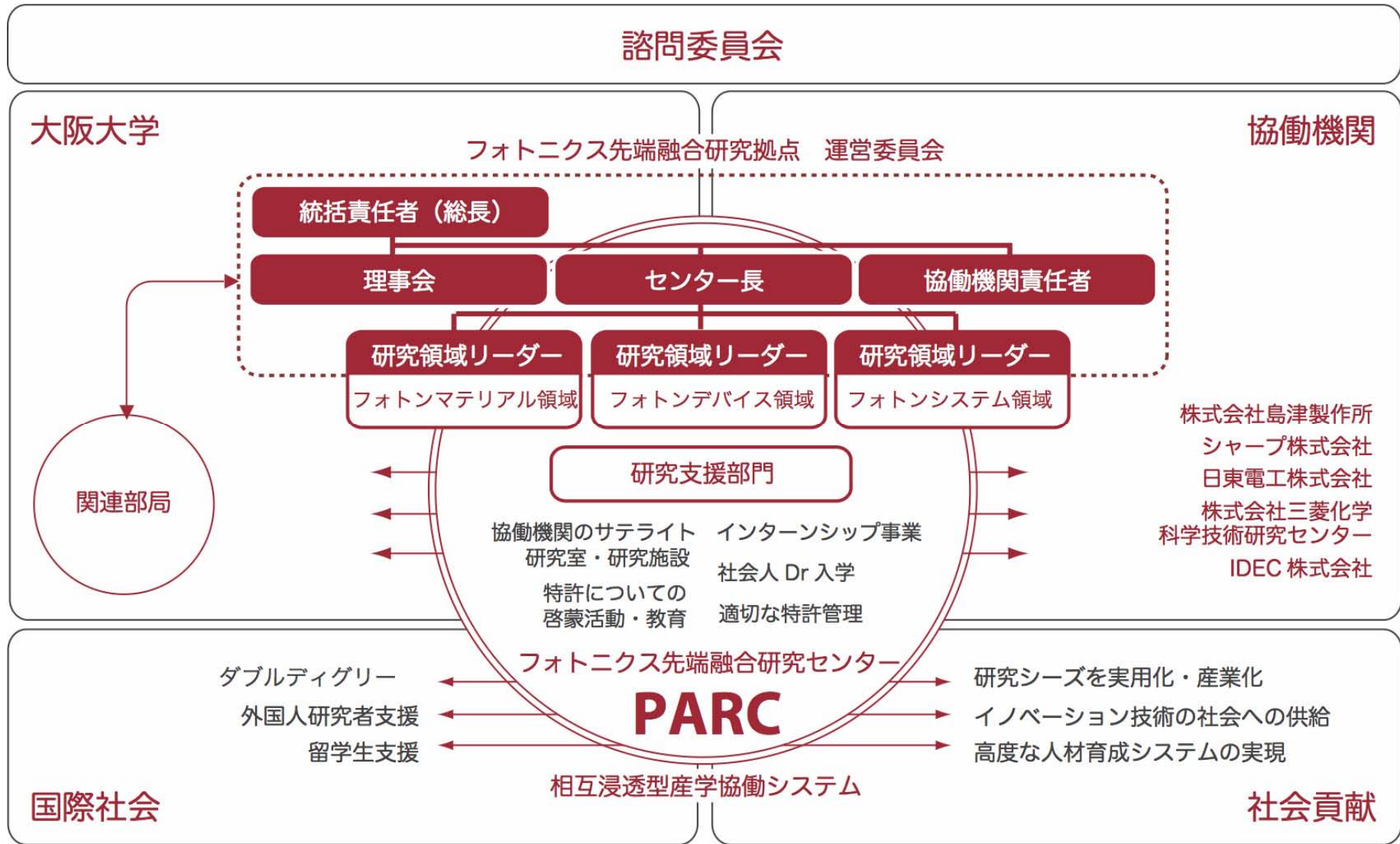
## ミッションステートメントの概要

[3年目における達成目標] 本研究拠点化構想の中心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**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を確立する。具体的には、センター内に融合空間を創造するとともに、教員等の協働機関への派遣、ドクターコースの開設、海外からの学生や研究者の受け入れ、起業化支援態勢の構築を行い、**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、フォトンデバイス領域、フォトンシステム領域を3つの柱として位置づけ、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。

[7年目における達成目標] 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を継続し、産業化への支援を行う。新たなイノベーション技術の創出を希望する企業を新たに協働機関として受け入れるとともに、研究・運営組織の体制の見直しを図る。さらに、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。

[10年目における達成目標] 日本唯一のフォトニクス研究拠点としてのイニシアティブを確立する。とくに、**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。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ことを目指す。**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高度な人材育成システムを確立**する。

# 課題の実施体制





# 課題の実施内容

## 人にやさしい、豊かな社会を作る イノベーションスパイラル

### ■技術イノベーション

ナノフォトニクス、バイオフォトニクス、  
フォトンディスプレイ、フォトンメモリ、  
フォトン加工、分子イメージング

### ■産業イノベーション

次世代超高精細ディスプレイ、超高密度  
光メモリ、分子イメージング、立体映像  
システム、痛みのない治療、病気の早期  
発見・治療、超高速ネットワーク、ユビ  
キタス、省エネルギー、時間と空間の擬  
似的超越。

### ■人材イノベーション

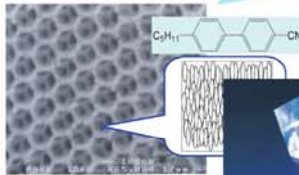
分野・領域にとらわれない技術・  
知識・発想をもつ人材の輩出。



3次元ナノ光造形



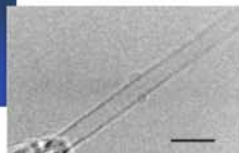
自己組織液晶によるレーザー発振



チューナブルフォトニック結晶



CLBO 非線形光学結晶



5 nm

### フォトンデバイス

レーザー、検出器、ナノステージ、  
バイオチップ、光制御ナノエレクト  
ロニクス

### フォトンシステム

レーザー顕微鏡、ラマン分光装置、  
分子イメージング、光通信、光メモリ、  
ディスプレイ、遺伝子解析装置

### フォトンマテリアル

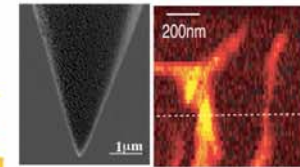
液晶、バイオポリマー、  
カーボンナノチューブ、量子ドット、  
生体プローブ、メタマテリアル



分子イメージング



レーザー顕微鏡



ナノ分光イメージング

### フォトンが分野・領域を駆け抜ける。

光技術 = 領域横断型研究分野（日本学術会議「新分野の創成  
に資する光科学研究の強化とその方策について」より）

- 提案構想名 「フォトニクス先端融合研究拠点」
- 総括責任者名 「宮原秀夫」
- 提案機関名 「大阪大学」
- 協働機関名 「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」

(1) 拠点化構想の概要

本拠点化構想では、エレクトロニクス（電子の科学）からフォトニクス（フォトンと電子の相互作用の科学）への革新が生み出す新しい科学技術、新しい学問体系、そして新しい産業のイノベーションを目指す。フォトンマテリアル領域、フォトンデバイス領域、フォトンシステム領域からなる重点領域を発足させ光科学・フォトンテクノロジーをコアとして、最先端および次世代のサイエンスとテクノロジーの中心を担うナノ、バイオ、およびエレクトロニクスを融合させた領域を創成、発展させる。本拠点化構想の実務と研究推進を遂行するセンターとして、フォトニクス先端融合研究センター(PARC)を設立する。総括責任者から任命されたセンター長の強いリーダーシップのもとトップダウンで運営を行い、各部門の責任者を協働機関と大阪大学と双方から任命し、大阪大学と協働機関の融合によって運営する。協働機関の研究室と大学の研究室とを交互に配置し、物理的な融合を図るとともに、人材の流動化を図る。アジアのフォトニクス研究拠点として、外国人学生や研究者を積極的に受け入れ、そのための環境を整える。大阪大学が締結する姉妹校との間での double degree 制度の導入、近隣の国際中学・高等学校との連携、英語の公用語化、海外大学・企業との教育・産学連携プログラムの具現化などを図り、欧米に対抗する産業創出型の国際化拠点として国際貢献する。人材育成面からは、大学院生には産業化・実用化に根ざした分野横断型融合研究を指向する研究者として、ポスドクは企業内での産業研究活動をリードする人材として、企業からの社会人ドクターは企業内における大学研究成果の産業化にリーダーシップを発揮できる人材として、育成を行う。産業界のニーズに応える学位取得者を排出することによって、学位取得者のキャリアパスを一新するシステムを構築する。以上の結果、日本で唯一の、大学／協働機関の相互浸透型産学協同システムを構築し、大阪大学にアジアを牽引するフォトニクス研究拠点を形成する。

(2) 絞り込み期間終了時（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、国際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、フォトンデバイス領域、フォトンシステム領域を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。

(3) 中間時（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・産業化への工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。

(4) 終了時（10年目）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、参画するポスト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ン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ン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ンクス技術の研究開発拠点を形成することを目指す。フォトン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終了後は、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ン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、フォトン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

フォトン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ン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) 大阪大学の各部局・専攻に分かれているフォトンクス関連の研究グループと世界に冠たるフォトン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ン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機構」の一翼を担い、フォトン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、ポスト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、次世代のフォトンクス関連の研究者、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、ポストドクに対しても、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ナ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。