

【1. 日本側拠点機関名】

国立大学法人 大阪大学

【2. 日本側コーディネーター氏名】

バルマ プラブハット (Prabhat Verma)

【3. 日本側協力機関名】

静岡大学、電気通信大学、岡山大学、理化学研究所、北海道大学

【4. 研究課題名】

ナノ空間で光と物質が紡ぎ出すフォトニクス of 学理探求とグローバルネットワークの構築

【5. 研究分野】

本 Core-to-Core プログラムでは、ナノスケールで様々な物質と光の相互作用を研究するナノフォトニクスという研究分野に焦点を当てました。光、特に可視光域の光は、自然に存在する様々な物質の電子エネルギーと同じエネルギーを持っているため、非常に効率的に相互作用し、ナノスケールで個々の特性に関する正確な情報を得ることができます。ナノフォトニクスは、ナノスケールの世界を見るための、最も効率的で非破壊的な方法となり得ます。

ナノフォトニクスは、照明やディスプレイ、グリーンエネルギー、通信、光コンピューティング、メタマテリアル、光クロッキング、セキュリティ、太陽光発電、海底探査、環境研究、アグリ研究、バイオ・医療フォトニクスなど、日常生活に広く効果的に応用可能な分野・技術です。ナノの世界に足を踏み入れ、光電子デバイスの小型化などの研究も推進できます。究極的には、複雑な電子機器のほとんどが光で置き換えられた新しい未来を見据えて、ナノフォトニクスが社会活動の主軸になると期待されています。

【6. 実施期間】

平成 28 年 (2016 年) 4 月 1 日～令和 4 年 (2022 年) 3 月 31 日 (6 年間)

【7. 交流相手国との中核的な国際研究交流拠点形成】

日本を中心とした 10 カ国 (うちアジア 7 カ国) が参加しました。パートナー国とその拠点は、ナノフォトニクスに関する様々な専門性や研究実績を考慮し、本分野の幅広い研究テーマに対応できるように選定されました。大阪大学を中心に、日本側からは北海道大学、岡山大学、理化学研究所、静岡大学、電気通信大学が協力機関として参加しました。大阪大学教授 Prabhat Verma が本プログラムの議長およびコーディネーターを務めました。以下に、国際的なパートナー、ベースとなる組織、研究分野を示します (五十音順)。

1. アメリカ ライス大学 非線形光学/分光学
2. イギリス オックスフォード大学 バイオ・フォトニクス/イメージング
3. インド タタ基礎研究所 ナノ分光法
4. オーストラリア オーストラリア国立大学 バイオメディカルフォトニクス
5. 韓国 ソウル国立大学 プラズモニクス/メタマテリアル/ナノイメージング
6. シンガポール：南洋工科大学 プラズモニクス・メタマテリアル
7. 台湾：中央研究院 ナノイメージング/バイオイメージング
8. 中国 北京大学 プラズモニクス・非線形光学 3.
9. フィリピン フィリピン大学 プラズモニクス・分光学
10. 香港・香港城市大学 ナノプラズモニックデバイス応用研究室

プラズモニクス、ナノオプティクス、メタマテリアル、ナノ分光、ナノイメージング、ナノデバイス、ナノバイオ・医療研究など、ナノフォトニクスの幅広い研究領域にまたがる 18 種類のプロジェクトを立ち上げました。すべてのプロジェクトで、日本と相手国から 1 名ずつコーディネーターが参加し、双方の若手研究者や大学院生からなる小規模なチームによる二国間共同研究を実施しました。

【8. 次世代の中核を担う若手研究者の育成】

共同研究やネットワークとは別に、日本と相手国の大学院生や若手研究者の積極的な参画も、このプログラムの重要な目的の一つでした。双方の学生や若手研究者間で、国際交流を何度も行いました。もちろん、プロジェクトリーダーの指導のもと、実際に研究を実施するのは学生や若手研究者の場合が多く、彼らが重要かつ中心的な役割を担いました。国際的な環境の中で、最先端の装置の扱い方やエキサイティングな実験について学んだだけでなく、海外の仲間とコミュニケーションをとり、同世代で人脈を作る機会にも恵

まれ、異なる研究室でグローバルな仕事をする経験を積むことができました。若い人たちに国際的な科学文化を広め、将来研究職に就くモチベーションを与える上でも非常に重要かつ実りあるものであり、最終的には日本社会のみならず世界全体にとって意義あるものとなり得ます。

【9. 研究の背景・目的等】

本 Core-to-Core プログラムでは、近年この分野で目覚ましい研究成果を上げているアジア諸国の参加を得て最先端ナノフォトニクス研究・教育拠点を構築し、日本がそのフォトニクス研究のリーダーとして推進するとともに、アジア以外の米国、英国、オーストラリアも招いて、リーダーシップを世界展開することを目的としています。アジア諸国の多くはフォトニクス分野で急速に発展しており、過去にはノーベル賞を受賞するような画期的な成果を上げています。また、この地域は経済成長率が著しく高く、研究を関連産業に実用化するチャンスでもあります。さらに、アジア以外の地域からパートナーが参加することで、グローバルなレベルで知識の交換・共有が可能になります。

フォトニクスは、光と試料（先端材料、化学物質、生体試料、環境など）との相互作用に関する研究分野です。光は、非接触・非破壊で、試料の性質を調べることができます。また、ナノスケールで観察することで、それを分子レベルで行うことも可能です。そのため、多くの研究者が近年このテーマに取り組んでおり、目覚ましい進歩を遂げています。ナノフォトニクスの様々な分野の専門家が参加する国際共同研究プログラムは、最新の研究進捗を世界レベルで共有し、本分野を共同で発展させられる高い可能性を持っています。大阪大学は、数十年にわたりフォトニクス研究の世界的トップランナーであり、日本国内のその他の研究機関も、ハイレベルなフォトニクス研究を実施しています。大阪大学を中心としたフォトニクス研究拠点は、グリーンエネルギー、高速通信、バイオソリューションなど、より良い未来のために、人類の幸福のために、そしてナノフォトニクス研究を推進するために、アジアのみならず世界でも主導的な役割を担うことができます。

【10. 成果・今後の抱負等】

本プログラムでは、日本のコーディネーターと 10 カ国のコーディネーターが、ナノイメージング、プラズモニクス、メタマテリアルからナノバイオ・医療研究まで、ナノフォトニクスに関する多くの重要な研究テーマを扱う二国間プロジェクトを実施しました。学生、若手研究者、教授が数日から数週間、パートナーグループ間で訪問・交流し、共同研究を実施してきました。また、国際シンポジウム「グローバル・ナノフォトニクス (GNP)」を毎年開催し、日本と全パートナーの 10 カ国から参加者が集まり、最近の研究の進捗状況について議論しました。GNP シンポジウムの魅力の一つは、学生や若手研究者が積極的に参加していることであり、ポスター発表を通じて研究の進捗状況を議論することができました。第 1 回 GNP2016 と最終年度の GNP2022 は、日本で開催されました。その他 3 つのシンポジウムは、フィリピンの GNP2017、インドの GNP2018、台湾の GNP2019 と、パートナー国で開催されました。最終年度の GNP2022 は、世界的なパンデミックにより開催が遅れ、最終的には国内の参加者は対面式参加、海外の参加者はオンライン参加というハイブリッド方式で開催されました。COVID-19 のパンデミックによって影響を受けた共同研究プロジェクトはいくつかありましたが、それでもナノフォトニクス研究の様々な分野で目覚ましい進展を遂げ、実際に得られた素晴らしい成果が、高いランクの国際誌に掲載されました。また、GNP シンポジウム以外にも、日本やパートナー国が基調講演や招待講演を含む多くの国際会議や国内会議で研究成果を発表し、国際レベルでフォトニクス研究における中心的地位を確立することができました。

本 Core-to-Core プログラムでは、シニアメンバーだけでなく、若手研究者間でもフォトニクス研究に関する強力な国際ネットワークを構築することができましたが、これは本助成期間が終了した後も、必ず継続させたいと考えています。フォトニクス研究は、様々な面でより良い未来社会実現のために大きな可能性を秘めており、二国間や少人数グループ、あるいはグローバルな共同研究であっても、同じ熱意を持って共有し続けることが重要だと考えています。



2022 年 3 月 14～15 日に大阪国際会議場で開催された GNP2022 のグループ写真。