

○戦略目標「最先端光科学技術を駆使した革新的基盤技術の創成」の下の研究領域

独創的原理に基づく革新的光科学技術の創成

研究総括：河田 聡（大阪大学 名誉教授）

研究領域の概要

光科学技術は、これまでの力強い研究ならびに開発によって、産業・学術の両面においてその発展に大きく貢献し、またそれ自身も大きく発展してきました。本研究領域ではこれをさらに進めて、光の有する本質的な特性を使いつつ従来にない独創的な発想に基づく革新的な原理による光科学技術の創出を目指します。また将来あるべき姿やゴールを見定めることによって、バックキャスト的な視点を取り入れながら他の科学・技術分野との相互作用によって、全く新しい光応用分野領域の創成を図ります。

具体的には、既存の原理や技術と異なる新しい発想に基づく光デバイス・装置や計測・分析法、ナノ加工の提案と実証、生命体の理解や医療システムにおける新しい原理と技術の開拓、数理学に基づいた光情報処理システムへの展開、さらには、光による環境モニタリングと環境制御・保全の創出、食の安全の確保などを例とし、持続可能な社会を実現するための解決すべき大きな課題、豊かな社会を支えるための産業上の大きな課題、あるいは未来を切り開く知を得るための大きな課題、これらの課題解決に向けて突破口を開き具体的な貢献を果たすための契機となる具体的でチャレンジングな光科学技術の研究や開発を対象とします。

募集・選考・領域運営にあたっての研究総括の方針

1. 基本的な考え方

本研究領域の主眼とする戦略目標を達成するため、従来技術に頼らない独創的な発想に基づくチャレンジングな光科学分野の研究提案を求めます。これまで2年間に亘り、独創的な光科学技術の原理開拓研究および物理学、生命科学、産業分野への応用研究を採択してきました。この一年は、新型コロナウイルス感染とそれに対する社会活動の規制が、大きな社会課題となっています。そこで、今年度は従来の研究テーマに加えて、特にこの課題に対して貢献を果たす光科学技術の原理研究および応用研究の提案を期待しています。

2. 想定する研究分野

(1) 光計測、ナノ加工、光材料・光デバイスの独創的原理の提案と実証

これまでの光デバイスの研究は、リソグラフィ技術をはじめ様々な半導体製造技術の

発展に依存して高度化が進められてきましたが、その発展は飽和しつつあります。計測分野においても、研究の流れはフェムト秒レーザー、ポンププローブ法、AFM、プラズモニクスなどの既存の装置や技術に依存し始めています。

本 CREST では、従来技術や従来原理の延長やそれらの組み合わせではなく、独創的な光科学技術の原理の開拓とその実証さらには応用を模索する研究提案を求めます。具体例としては、

- ア 自己組織化、自己成長、カオス・複雑系などの非線形数理科学に基づいた新概念のレーザー、光学材料、光検出器等の光デバイス研究
- イ 確率論、確率過程論などのサイバネティクス、複雑系の数理学に基づく新奇な光検出、光制御法の開拓研究
- ウ 既存測定原理に代わる新たな分光法、顕微鏡、分析法の提案と開拓
- エ プラズモニクス、メタマテリアル、フォトニック準結晶、フラクタル構造などにおける本質的な原理開拓と応用、大面積や3次元などこれまでのナノ加工・ナノ計測限界を超える製造法の開拓

(2) 生命の観察・治療における独創的光科学技術の開拓

生命科学とは、「生と死を扱う科学」と考えます。この分野ではこれまでがん治療、脳科学、恒常性などに対して多くの研究開発投資が行われ、優れた成果が得られました。本研究領域ではむしろ十分な研究投資がなされていない分野からの積極的な応募を期待します。生命科学分野において光学・フォトニクスの有用性は十分に認識されていますが、特に生命科学や医療の飛躍的發展を可能とする、生きたままの状態での生命体のダイナミクスの観察・分析・制御に関する研究開発の提案を期待します。

- ア 発生学、新陳代謝などに関する数理学を基礎としたフォトニクス研究
- イ 治療、創薬（薬剤開発と治験）へのフォトニクス研究の展開
- ウ 臨床・治療に供する新しい光学顕微鏡・分光顕微鏡の開発
- エ 生体深部の非破壊的臨床検査や非侵襲治療法の実用的研究
- オ 眼科（眼内レーザー手術、眼底検査、眼内レンズ等）や外科の腹腔手術、皮膚科などでのレーザー手術における革新的基盤光技術の開発

(3) 数理科学・情報処理への光科学技術の展開

数理科学・情報処理への学術的に新しくかつ実用性のある光科学の研究開発提案を期待します。

- ア 自己組織化、自己成長、カオス・複雑系などの非線形数理科学および（あるいは）確率論、確率過程論などサイバネティクスを基礎とした研究
- イ 革新的な光センシング、イメージングシステム技術の開発

(4) グローバルな課題の解決のための光科学技術の開発

これまで光科学技術の研究開発は通信等の産業界と連携しながら発展し、実現化に成功してきました。しかしながら、現在は、地球人口が急増し、環境汚染・破壊、生態系維持、食糧難、水不足、伝染病・感染症の蔓延など、グローバルな課題解決がより重要です。世界的には、この問題を解決するために、新しい産業も育ちつつあります。今年は特に、グローバルな社会課題解決に寄与する光科学技術の原理開拓および応用研究の提案を重視します。

- ア 「ウイルス感染」「環境汚染」「食糧・水問題」などのグローバルな社会課題の解決を図るための光技術の開発
- イ 爆発物や毒薬、ウイルス・細菌の検出および処理など、人と国の安全と命を守ることに繋がる光技術の開発
- ウ 上記を可能とする光源・検出器・分光法等の要素技術の開発

3. 研究実施に係る体制や規模について

(1) チーム構成、研究期間及び研究費について

提案課題の目標達成に応じたチーム構成とし、研究期間は5年半以内、予算規模は下記の二段階とする。

- ア 予算規模 I : 4~5 億円程度 (採択予定 : 1 課題程度)
- イ 予算規模 II : 1.5~3 億円程度 (採択予定 : 3~4 課題)

(2) 提案者について

- ア 短期的な成果よりも、研究期間全体を通しての骨太で挑戦的な研究提案を期待します。独創的な研究、すなわち流行のキーワードやその組み合わせではないテーマが望まれます。また複数のプロジェクトの掛け持ち提案ではなく、本事業本領域へ集中して取り組む研究提案をより歓迎します。
- イ 多様な層の研究者からの、革新的な研究提案を求めます。年齢や出身、所属に囚われることなく幅広い層からの採択を目指します。

4. 運営方針

(1) 研究のアウトプットについて

本研究領域では、挑戦的な原理の開拓と革新的な技術の創成が求められます。プロジェクトの出口は論文発表ではなく、原理・技術が将来に活かされ、それぞれの分野、社会で実用化されることにあります。また、原理や事象の「解明」に留まることなく、「発明」にまで求められます。応用研究においては、新しい市場創出を示すことがアウトプットとして求められます。

(2) 研究交流について

採択されたチームは、本研究領域の他のチームとの積極的な交流や連携を期待します。こ

れにより、分野を異にする科学技術の間からの新しい芽の創出とその展開を図ります。また、2015 年度に開始した CREST「次世代フォトニクス」、さきがけ「光極限」を始めとする JST 内の関連する研究領域はもちろん、国内外の主要な研究者との共同研究を含めた交流や連携を推進することによって、より多くの興味深くかつ意義深い研究構想が、本研究領域で取り組まれるようにしたいと考えています。

(3) 人材育成について

各研究チームに属する若手人材には、採択された課題のみでなく分野を異にする研究に触れるチャンスを作り、その中からも新しい研究課題の創出や、人材の育成を図ります。