

戦略的創造研究推進事業
－CREST(チーム型研究)－

研究領域「独創的原理に基づく革新的光
科学技術の創成」

研究領域中間評価用資料

研究総括：河田 聡

2024 年 2 月

目 次

1. 研究領域の概要	1
(1) 戦略目標	1
(2) 研究領域	1
(3) 研究総括	1
(4) 採択研究課題・研究費.....	2
2. 研究総括のねらい.....	3
3. 研究課題の選考について.....	3
(1) 研究課題の選考方針および選考結果.....	3
(2) 研究課題採択の評価.....	6
4. 領域アドバイザーについて.....	6
5. 研究領域のマネジメントについて.....	7
(1) 研究課題の進捗状況の把握と評価、それに基づく研究課題の指導.....	7
(2) 国際研究交流の推進.....	9
(3) 研究費配分上の工夫.....	9
6. 研究領域としての戦略目標の達成に向けた状況について.....	10
(1) 研究成果の科学的・技術的な観点からの貢献.....	10
(2) 研究成果の社会的・経済的な観点からの貢献.....	10
7. 総合所見	11
(1) 研究領域のマネジメント.....	11
(2) 研究領域としての戦略目標の達成に向けた状況.....	11
(3) 本研究領域を設定したことの意義と妥当性.....	11
(4) 科学技術イノベーション創出に向けた、今後への期待、展望、課題.....	12
(5) 所感	13

1. 研究領域の概要

(1) 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」

(2) 研究領域

「独創的原理に基づく革新的光科学技術の創成」(2019 年度発足)

(3) 研究総括

氏名 河田 聡 (大阪大学 名誉教授)

上記詳細は、以下 URL をご参照ください。

JST 公開資料「新規研究領域の事前評価」

<http://www.jst.go.jp/kisoken/evaluation/before/index.html>

平成 31 年度新規研究領域の事前評価

https://www.jst.go.jp/kisoken/evaluation/before/hyouka_h31.pdf

(4) 採択研究課題・研究費

(百万円)

採択年度	研究代表者	所属・役職 採択時	研究課題	研究費 ¹
2019 年度	岩井伸一郎	東北大学・教授	キャリアエンベロープ位相制御による対称性の破れと光機能発現	303.6 (299)
	小川美香子	北海道大学・教授	光を用いたヒト生体深部での分子制御	279 (279)
	尾松孝茂	千葉大学・教授	光渦が拓く超解像スピンジェット技術	301.2 (300)
	田中拓男	理化学研究所・チームリーダー	メタマテリアル吸収体を用いた背景光フリー超高感度赤外分光デバイス	309.3 (300)
	丸尾昭二	横浜国立大学・教授	光駆動ドロプレット・プリンティングの開発と応用	314 (299)
2020 年度	赤木和夫	立命館大学・招聘研究教授	円偏光発光材料の開発に向けた革新的基盤技術の創成	325 (300)
	芦原聡	東京大学・教授	赤外テラヘルメイド励起を機軸とする革新的振動分光	234.2 (210)
	川田善正	静岡大学・教授	光と電子の融合による超高分解能細胞機能イメージング・制御	307.5 (300)
	竹中充	東京大学・教授	ハイブリッド光位相シフタによるプログラマブル光回路を用いた光演算	324.3 (300)
2021 年度	小野浩司	長岡技術科学大学・教授	幾何学位相回折素子による赤外・THz 偏光撮像技術開発	303 (300)
	金森義明	東北大学・教授	時間変調メタマテリアル非線形フォトリクスの基盤構築	304.8 (299)
	坂本高秀	東京都立大学・准教授	時空間を一括取得する超高速超解像光センサー	300 (300)
	西澤典彦	名古屋大学・教授	任意制御光コムを用いた革新的環境分光計測技術の開発	320 (300)
	安野嘉晃	筑波大学・教授	計算光学顕微鏡による生きた組織の機能イメージング	299 (291)
			総研究費	4,224.9 (4,077)

¹ 各研究課題とも研究期間の総額、進行中の課題は予定を含む(2023 年 12 月 20 日現在)、()内採択時

総括裁量経費および戦略的創造研究推進事業の「国際強化支援策」、「新型コロナウイルス感染に関する追加的研究」の追加施策により研究費を追加配分した。

総括裁量経費では、以下の項目についての提案を募集し、選定した。

[A]. 光科学技術による現在の社会課題解決への試み

(例えば、ウイルス対策・解析、食料問題、環境汚染、遠隔操作)

[B]. 当初の研究計画をベースとして、新たな分野、新たな深化・次元への展開、挑戦

[C]. 当初の研究計画をベースとして、新たな研究パートナーの追加(上記[B]も関係)

[D]. コロナ禍克服への対応(実験場所確保、人員増強、機器増強)

2. 研究総括のねらい

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な貢献をし、またそれ自身も大きく発展してきた。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る。

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、数理学に基づく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する。

3. 研究課題の選考について

(1) 研究課題の選考方針および選考結果

① 研究課題の選考方針

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募集した。最初の 2 年間は、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た。最終年は、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おり、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への期待を表明し、募集を行った。

さらに、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た。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、複数のプロジェクトの掛け持ち提案ではなく、本事業本研究領域へ集中して取り組む研究提案をより歓迎することを表明して募集を行った。また、多様な層の研究者からの、革新的な研究提案を求め、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た。

想定する研究分野としては、以下の通りである。

(i) 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たが、その発展は飽和しつつある。計測分野におい

でも、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る。

本研究領域では、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た。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、フォトリソグラフィ、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

(ii) 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」と考える。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た。生命科学分野において光学・フォトリソグラフィの有用性は十分に認識されているが、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た。

- 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リソグラフィ研究
- イ．治療、創薬(薬剤開発と治験)へのフォトリソグラフィ研究の展開
- 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

(iii) 数理学・情報処理への光科学技術の展開

数理学・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た。

- ア．自己組織化、自己成長、カオス・複雑系などの非線形数理学および(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

(iv) 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ある。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る。最終年は特に、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た。

- 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

②選考結果

2019 年度採択課題は、「キャリアエンベロープ位相制御による対称性の破れと光機能発現」、「光を用いたヒト生体深部での分子制御」、「光渦が拓く超解像スピンジェット技術」、「メタマテリアル吸収体を用いた背景光フリー超高感度赤外分光デバイス」、「光駆動ドロプレット・プリンティングの開発と応用」の5研究課題である。5研究課題のうち3研究課題は光科学技術分野において従来にない全く新しい原理(ナノ加工・計測・デバイス)を独創的に提案しかつその実現のプロセスが明確であるものであり、ほかに新たな原理に基づくチャレンジングな光治療応用、および新たな光機能創出に繋がる極限的短パルス科学に関する独創的な研究提案を採択した。

2020 年度採択課題は、「円偏光発光材料の開発に向けた革新的基盤技術の創成」、「赤外テラレーメイド励起を機軸とする革新的振動分光」、「光と電子の融合による超高分解能細胞機能イメージング・制御」、「ハイブリッド光位相シフタによるプログラマブル光回路を用いた光演算」の4研究課題であり、新しい赤外光源、新しい円偏光光源材料、電子ビームを活用した光学顕微鏡、プログラマブルな光回路の実装などの挑戦的な提案を採択した。地方大学、私学からの提案および40代半ばから60代後半の幅広い年齢層の研究者の提案を採択した。

2021年度採択課題は、「幾何学位相回折素子による赤外・THz偏光撮像技術開発」、「時間変調メタマテリアル非線形フォトンクスの基盤構築」、「時空間を一括取得する超高速超解像光センサー」、「任意制御光コムを用いた革新的環境分光計測技術の開発」、「計算光学顕微鏡による生きた組織の機能イメージング」の5研究課題である。最終年度は多くの提案において社会課題解決が意識されており、採択提案にも基礎科学あるいは産業向けの出口だけではなく、グローバル環境への貢献が多く触れられていた。審査の結果、時間変調するメタマテリアルの原理と技術開発、数値計算技術を取り込んだ生体組織のOCT計測、トリチウムなどの微量環境汚染物質の検出、幾何学位相回折格子の広帯域偏光撮像技術、時空間を一括取得する光センサー原理の開発などの挑戦的な提案を採択した。なお、最終年度もまた地方大学および公立大学からの提案が採択され、採択者の年齢分布は40代半ばから50代後半であった。

(2) 研究課題採択の評価

3 年間の採択により、研究領域で想定した幅広い学術分野で研究課題を構成することができた。また、首都圏の国立大学・国立研究機関に過剰に偏重することなく、私立大学や地方大学からの採択を実現できた。さらに、40 代半ばから 60 代後半の幅広い年齢層の研究者の提案を採択することができ、多様な研究者により研究領域を構成できた。

当初、首都圏の国立大学・国立研究機関に過剰に偏重することを避けるため、学会にブースを設置し、本研究領域についての説明を実施する場を設けることや、地方大学での募集説明会を実際に調整したが、いずれもコロナ禍により実現できなかった。このため、応用物理学会春季学術講演会の全発表リストから、本研究領域のスコープ内と思われる発表テーマの研究者が在籍する研究機関を抽出し、その研究者と在籍する研究機関の URA に、本研究領域への提案を促すメールを発信し、最終的に 2 件が提案を行い、1 件採択に至った。

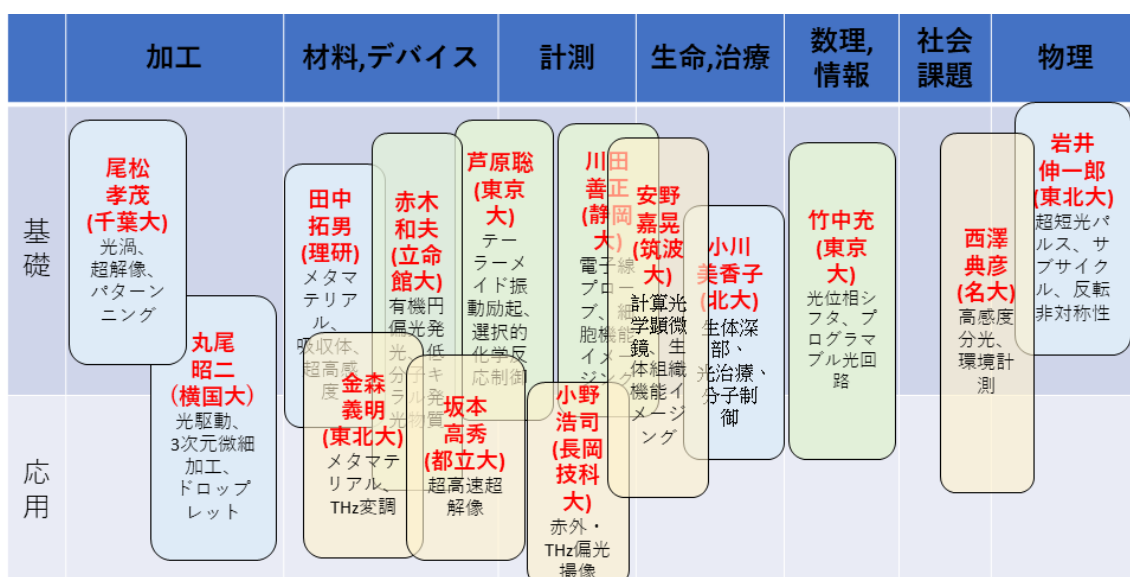


図 1. CREST「独創的原理に基づく革新的光科学技術の創成」領域ポートフォリオ

4. 領域アドバイザーについて

想定する研究分野が、「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」、「生命の観察・治療における独創的光科学技術」、「数理科学・情報処理への光科学技術の展開」と広範なため、これらの分野をカバーし、かつ、複数名で専門的な評価を行うために、各分野に最低でも 2 名の領域アドバイザーを選定した。また、社会課題解決についての評価を意識し、企業所属および企業経験のある大学研究者を領域アドバイザーに選定した。

領域アドバイザー名 (専門分野)	着任時の所属 ¹	役職	任期
石川 正俊 (システム情報学、光コンピューティング)	東京大学 (東京理科大学)	教授 (学長)	2019 年 6 月～2027 年 3 月
石原 美弥 (人間医工学、医用生体工学・生体材料学)	防衛医科大学校	教授	2019 年 6 月～2027 年 3 月
井上 康志 (ナノ光学、分光学、光学)	大阪大学	教授	2019 年 6 月～2027 年 3 月
笹木 敬司 (ナノ構造物理・化学、光工学)	北海道大学	教授	2019 年 6 月～2027 年 3 月
為近 恵美 (シリコンフォトニクス、微細加工)	横浜国立大学	教授	2019 年 6 月～2027 年 3 月
中野 義昭 (電子デバイス、光工学、結晶工学)	東京大学	教授	2019 年 6 月～2027 年 3 月
羽根 一博 (ナノメカニクス、オプトメカニクス)	東北大学	教授	2019 年 6 月～2027 年 3 月
不二門 尚 (眼科学、神経科学、医用工学)	大阪大学	特任教授	2019 年 6 月～2027 年 3 月
吉川 研一 (数理学・化学・生命科学)	同志社大学 (京都大学)	客員教授 (特任教授)	2019 年 6 月～2027 年 3 月
渡邊 裕幸 (分析化学)	富士フイルム株式会社 (ナノフォトン株式会社)	フェロー	2019 年 6 月～2027 年 3 月

¹変更/移動のあった場合、下段に括弧つき記載

5. 研究領域のマネジメントについて

(1) 研究課題の進捗状況の把握と評価、それに基づく研究課題の指導

研究領域全体会議および研究チーム別のサイトビジットや個別面談により、各研究チームの進捗状況を把握し、今後の進め方を領域アドバイザーも参加して議論している。研究領域主催の主要な会議の開催実績は以下の通りである。

年度	会議名	日時	場所	参加者
2019	1 期生キックオフ会議	11/29 13:20-17:20	AP 市ヶ谷 6 階	39 名
	1 期生サイトビジット	1/29 東北大, 2/26 北大		
2020	コロナ対応情報交換 Web 会議	5/29 15:00-16:30	Zoom 会議	18 名

	1 期生サイトビジット	10/22 横国大, 10/23 理研, 11/5 千葉大		
	2 期生キックオフ会議 (1 期生も参加)	11/6 13:00-17:30	Zoom 会議	74 名
	領域会議	11/27 13:00-17:00	Zoom 会議	66 名
2021	2 期生サイトビジット	10/22 東大, 11/11 立命館大, 11/12 静大, 11/26 東大		
	3 期生キックオフ会議	12/21 13:00-16:40	JST 東京本部別館 4F Zoom 参加	12 名 68 名
	領域会議	12/20 14:30-17:30 12/22 9:30-12:55	JST 東京本部別館 4F Zoom 参加	13 名 78 名
2022	3 期生サイトビジット	7/29 筑波大, 都立大, 9/22 東北大, 9/30 名大, 10/28 長岡技科大		
	領域会議	11/24 13:00-16:25 11/25 9:00-16:20	アクトシティ浜松 Zoom 参加	24 名 53 名
	1 期生中間評価会	11/24 16:30-18:20	アクトシティ浜松	9 名
2023	中間評価後 1 期生との個別打合	5/26 15:30-17:50 9/1 10:30-12:00	JST 東京本部別館 4F 理研(和光)	
	領域会議	11/9 13:00-18:00 11/10 9:00-16:20	大阪大学中之島センター 6F	31 名
	2 期生中間評価会	11/9 18:10-19:00	大阪大学中之島センター 6F	9 名
	3 期生との個別面談	12/26 13:30-15:30	JST 東京本部別館 4F	

2020 年 3 月からのコロナ禍により研究環境は多大な影響を受けた。当時、研究者には研究遂行に当たり混乱が見られ、研究者間での情報共有を目的に 5 月に Web 会議を開催し、各研究機関での状況等について情報交換を行った。

サイトビジットは現場の状況把握を重要視し、全て研究総括が現地へ赴くこととした。コロナ対応もあり、領域アドバイザー含め数名の最小人員で訪問し、本音の議論を行うとともに実際の研究環境を確認した。

領域会議は、2 年目以降コロナ禍の影響を強く受けての開催となった。2020 年は Zoom 会議としたが、2021 年は期毎に発表日を分け、研究総括、領域アドバイザー、当日発表する研究代表者が対面会議を行う形態、2022 年以降は、研究総括、領域アドバイザー、研究代表者が対面会議を行う形態で開催し、コロナ対応にも配慮しながらも対面会議の利点を損なわない会議とした。2023 年の領域会議では、3 期生の研究状況に応じて、研究総括と領域アドバイザーが個別面談を行い、今後の研究に対する要望事項を伝えた。

課題中間評価会は、領域会議の場で各研究代表より報告を行い、領域会議終了後に研究総括と領域アドバイザーによる評価会を開催した。2023 年は、1 期生中間評価を踏まえ、必要と思われる 3 名に対して、研究総括が個別面談を行い、今後の研究についての議論を行った。2 期生、3 期生についても同様の予定である。また、2 期生の中間評価に際して、2 期生の知財活動が低調であることから、領域会議の場で国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)の知財サポートについて説明する場を設けた。

(2) 国際研究交流の推進

予算増額措置を伴う国際研究交流について、以下に示す。

年度	チーム	種別	内容
2021	赤木チーム	WS 開催	International CREST-CPL Conference in Awaji, JAPAN (ICCC 2022 in Awaji, JAPAN), 2022/3/3, 4. 参加国；日本、英国、フランス、インド、中国 現地参加 34 人、オンライン参加 96 名 合計 130 名
2023	竹中チーム	国際共同研究	東京大学で準備した 3 インチウェハに化合物半導体薄膜を貼り合わせた基板を提供し、オランダ・アイントフォーヘン工科大学でプロセスを行い、III-V 族薄膜を用いた大規模プログラブル光回路を作製する。さらに若手研究者を東京大学から派遣し、国際交流を促進する。
	赤木チーム	国際シンポジウム開催	円偏光発光 (CPL) 研究に関する国際プロジェクトの代表の 1 つである欧州グループに属するフランス・ボルドー大学、イタリア・ブレシア大学で開催。 Joint France-Japan Symposium on Circularly Polarized Luminescence and Related Phenomena, 2023/11/13-14. 発表者；日本 4 名、現地 9 名、聴講約 20 名
			ISCPL - International Symposium on Circularly Polarized Luminescence and Related Phenomena 2023, 2023/11/16-17. 発表者；日本 4 名、現地 13 名、聴講約 30 名
2024		国際共同研究	機能性ホウ素材料の開発技術を持っているインド・P.Thilagar 教授を日本に招聘し、共同で実験を行い、研究を効率的に進める。又、P.Thilagar 教授には、CREST チームの大学を訪問し、各メンバーとの研究討議を行い、円偏光発光 (CPL) 研究の深化を図る。

赤木チームは、いくつかの学術誌の表紙を飾る等、円偏光発光 (CPL) 研究に関する代表的な研究グループであり、国際的な活動にも積極的である。ここと双壁をなす欧州グループとの国際シンポジウムの開催や国際共同研究等の活動について、研究領域としてこれを支援し、今まで以上の円偏光発光 (CPL) 研究における先導的な役割を期待している。

竹中チームは、相変化材料を使った独自の光回路を提案し、研究課題に取り組んでいるが、国際共同研究を通じてさらに大規模な光回路の実現を図ろうとしており、これを支援した。

(3) 研究費配分上の工夫

研究費の追加配分(総括裁量経費)については、研究総括がねらいとする、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志向するため、総括裁量経費では「社会課題解決、提案のさらなる深化・展開・挑戦、コロナ禍克服」についての提案を募集・採択している。また、当初は年度が開始してから募集・選定を行っていたが、コロナ禍やウクライナ戦争の影響を受けて、物品の納期遅延が多く発生するため、2023 年度からは、総括裁量経費の提案・選定を次年度研究計画作成と同時期に行い、年度開始時点で予算措置できるようにした。

6. 研究領域としての戦略目標の達成に向けた状況について

本研究領域は、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すことを目的として、14 の研究課題に取り組んでおり、研究成果の科学的・技術的な観点および社会的・経済的な観点から、特筆すべき研究成果、および、今後の展開が期待される。研究例を以下に示す。

(1) 研究成果の科学的・技術的な観点からの貢献

①研究課題「光渦が拓く超解像スピジェット技術」(尾松チーム)

②研究課題「赤外テラヘルメイド励起を機軸とする革新的振動分光」(芦原チーム)

ほかに、岩井、田中、川田、西澤など

(2) 研究成果の社会的・経済的な観点からの貢献

研究課題「計算光学顕微鏡による生きた組織の機能イメージング」(安野チーム)

研究課題「任意制御光コムを用いた革新的環境分光計測技術の開発」(西澤チーム)

ほかに、小川、尾松、田中、丸尾、赤木、芦原、竹中、金森など

7. 総合所見

(1) 研究領域のマネジメント

本研究領域は、「独創的原理に基づく革新的光科学技術の創成」と称するように、独創的で革新的であることを志向しており、領域会議やサイトビジットの場では常々、「単年度毎の細かい成果は追わずに、5.5 年間じっくり腰を据えて研究を実施し、大きな成果を創出」することを伝えてきた。さらに、「チャレンジによる原理開拓と革新的な技術の創成を求めるが、論文としての成果に止まらず、終了時点においては「他には無い」モノの創出を狙う。具体的には、物事の「解明」の段階に留まることなく、それよりも一歩進んだ「発明」にまで進めるといった本当の意味での独創性を追求する。」ことを、研究総括の運営方針として募集を行った。これらの研究総括の方針を、領域アドバイザーはよく理解し、選考や研究者へのアドバイスにも適切に反映いただいている。

(2) 研究領域としての戦略目標の達成に向けた状況

研究領域の全研究期間の半ばとなる 4 年目となり、本研究領域の活動方針も各チームに浸透し個々の研究が本格的に展開される中、革新的光技術の創出に向けた戦略目標の達成に貢献する研究成果が着実に創出されている。特に 1 期生の 5 チームは、研究開始半年も経たない時期にコロナ禍の直撃を受け、半年前後研究に支障をきたす経験を経ながらも優れた成果を出し、研究期間は余すところ一年と少しとなった。今後とも研究領域発足時に掲げた戦略目標の達成に向かって、きめの細かい状況把握に即した、適切なアドバイスと総括裁量経費による予算支援を行い、前進を続けていきたい。

(3) 本研究領域を設定したことの意義と妥当性

本研究領域は、従来にない独創的な発想に基づく革新的光科学技術の創出を目指して発足し、選考は戦略目標に従って、

- ①独創的な光計測、ナノ加工法、光材料・光デバイスの原理提案と実証
- ②光の特性を活かした独創的な生命の観察・治療技術の創出
- ③数理科学・情報処理への光科学技術の展開
- ④グローバルな社会課題に対する光科学技術の開発

に該当する研究を中心に行った。とくに独創性、革新性を重視し、これまでの研究の延長や流行のテーマ、キーワードの組み合わせでないこと、新しい分野開拓への挑戦であることを重要視した。本研究領域の開始以降、世界的なコロナウイルス感染のパンデミックとそれによる歴史的な経済活動および社会活動の制限が起きた。本研究領域では初年度より戦略項目の④の具体例として環境汚染や感染症・伝染病に対する革新的な光技術や光応用の展開の提案を期待し、最終募集年度では多くの提案において社会課題解決が意識されており、採択提案にも基礎科学あるいは産業向けの出口だけではなく、グローバル環境への

貢献が多く触れられた。このことは、戦略目標で掲げた革新的光科学技術の内容に加え、さらに革新的光科学技術と社会との関わりにまで考慮して研究が進展していることを意味し、大変意義深いことである。本研究領域から持続可能な将来社会に資する創造的な研究成果が創出されるものになると確信する。

(4) 科学技術イノベーション創出に向けた、今後への期待、展望、課題

シュンペーターのイノベーションとは革新ではない新機軸だと繰り返し言われてきた。そしてイノベーションは社会が困っている(不足している)こと、科学が困っている(説明できない)ことを解決するところから始まる。困っていることを探しはじめるのではなく、いま困っていること(課題)を解決するための科学技術のイノベーション創出が求められる。

ところが、最近のインターネットによる情報氾濫とフィルタリングは、個々の個性、独創性を育てない。本研究領域では個々の研究者・研究グループが大きなスケールで個性、独創性を主張してイノベーションを創出されることを期待した。そのために、異分野のアドバイザーや研究者達との領域会議や夜の懇談会での意見交換は研究者に有益であったと思う。

革新的光科学技術の創出を目指した 14 課題にわたる本研究領域の研究は概ね当初の計画どおりに遂行されており、すでに世界をリードする研究成果をあげている研究チームが過半数を占めているとみてよいと思われる。さらに、優れた研究成果にとどまらず、自らの研究の社会への貢献も意識した展開が数多く見られる。

選考時には基礎研究に偏重していると思われていた岩井チームは、多くの特許出願をし、TLO(技術移転機関)を介して分光器メーカと協議する等、社会展開への動きも活発である。研究成果は申し分ない。

赤木チームは提案時には 3 次元でディスプレイへの適用を最終目標としていたが、より原理的な材料開発に集中し優れた研究成果をあげており、そちらにより注力していただくのが良いと考えている。

小川チームはチェレンコフ放射を 1 つのサブテーマとしていたが、より重要と思われるそのルミネッセンス応用などにシフトしている。これもその方がよいと考えている。

尾松チーム、田中チーム、芦原チーム、西澤チームはいずれも極めて独創的な研究でありかつ順調に研究推進しており、将来が大いに期待できる。丸尾チームも独自の発想に基づくチャレンジングな研究を提案しているが、より当初の提案に集中して研究を進めて欲しい。

川田チームの提案は非常にリスクあるテーマであり、故に計画通りには進まないかもしれないが、それが研究をする意味である。問題の解決にはバイオサイエンス・生理学の専門家との議論が有用であろうと考える。

竹中チーム、金森チーム、安野チームは申請時点からそれぞれ緻密な研究計画がありその通りに進めているが、研究進捗過程でより大胆に新たなアイデアが加わったり大胆な変

更があっても良いと考える。計画通り進捗するよりは、研究の過程で大きな躓きや発見があるほうが面白い。

その他の最終年度のグループはまだアドバイザー等との議論が足りていない部分があるが、今後の独創性と社会課題解決に向けての進捗に期待したい。

(5) 所感

日本の科学技術の停滞は 2004 年に始まり、いまや各種のランキングを見れば凋落の様相である。2004 年はたまたま大学の独立法人化の開始の年であり、それとも無縁でないと考えるが、国からの研究予算額の推移だけでは現状の急落傾向の説明はできない。一部の研究者への過度な研究費の集中や、一部の大学への過度な研究費の集中、さらには一部のトピックスへの過度な助成の集中が、うまく効果を発揮しなかったのではないかと考えている(日経新聞 2023 年 9 月 29 日)。実際、欧米・中国と比べて日本では研究組織と研究者層の広がりが圧倒的に足りない。そこで、本研究領域では意図的に年齢層を広げ(65 歳以上を含む)、地方大学・単科大学・私学などこれまで CREST 経験の少ない大学の教員からの提案を採択した。採択した研究代表者の所属機関は長岡技術科学大学や東京都立大学、立命館大学などが含まれる。しかし、やはり旧帝大および首都圏大学の研究者の提案が優れておりまた成果も手堅く、一領域だけの工夫で解決できることではなさそうである。

期待した研究計画案は、これまでの研究の流れを破断する disruptive な原理、技術、応用の研究であり、この CREST 領域での研究支援が、新しい分野創出に貢献することを期待した。実際、スピン・ジェットや、ドロップレットによる大面積 3 次元加工、背景光フリー赤外吸収分光法、円偏光発光材料、テーラーメード・スペクトル光源など、従来にない原理の研究が支援されている(一例)。これらはメタマテリアル、プラズモニクス、周波数コム発生器、光渦、フェムト秒レーザー、深層学習などといった陳腐なキーワードの組み合わせではなく、新たなキーワードを生み出している。将来に多くのフォロワーが生まれることを期待している。

採択後は、論文発表がゴールではないと繰り返しお話しし、社会(基礎科学、自然科学、産業、医療)での貢献までを目指すようお願いした。しかし現代の研究者コミュニティは論文至上主義に陥っており、論文発表以降の社会実装への努力は全く不十分である。

研究課題に関しては技術開発よりも原理開発、特に複雑系の数理科学に基づく研究を呼びかけたが、実際の提案は現有技術、現有材料に依存した研究提案がほとんどを占めた。できる限り既存の言葉を使わない原理提案を採択した。応用に関しては従来取り組まれてこなかった社会課題解決の提案を求めた。COVID-19 のパンデミック時には、この課題(ウイルス検査・診断、パンデミック対策、偽情報対応など)を光科学研究がどう解決できるかを議論していただき、それを実施するための研究計画修正をお願いした(総括裁量経費などを活用)。各分野内での流行よりも、社会全体の時代感に沿った研究が必要である。

領域アドバイザーは、物理・応用物理2名、電気・電子2名、機械工学2名、情報・数理2

名、化学2名、バイオ・医学2名、企業出身2名(一人が2分野もある)とし、各領域アドバイザーにとっては、採択された研究課題は、専門的に評価できるものと一般科学者として評価するものが混在するようにした。専門外の研究課題を扱う際、領域アドバイザー間で積極的な質疑・議論が交わされ、研究者へ向けた的確なコメントに反映されていくのを大変頼もしく感じた。

研究者間での議論においても同様で、幅広い分野の研究者が集うことによる多様さと、その場で交わされる議論での多くの気づきが、研究推進に新たな質の向上をもたらしていることを感じる。今後も領域アドバイザーおよびJSTスタッフとの緻密な連携とともに、後半の力強い研究展開を推進していきたい。

以上