

さがけ「光の利用と物質材料・生命機能」 研究領域事後評価報告書

総合所見

光科学技術の領域で新たな源流となる挑戦的研究を推進するという研究総括の方針に沿って、研究募集期間の3年間で、3年型では463件の応募から38件、5年型では87件の応募から2件、計40件の研究課題が採択され、「光を使いつくす」ことを念頭に置いた「光の利用と物質材料・生命機能」に資する研究課題が、化学、物理、バイオ、機能材料、計測、環境科学、新光源、微細加工等の分野で適切に選考されている。また、研究総括はもちろんのこと、技術参事と外国人領域運営アドバイザーを含めた17名の領域アドバイザーが年2回の領域会議とともに、サイトビジット、終了検討会、アドバイザー・ミーティング等を通して適切な運営・研究マネジメントが行われたものと判断される。

戦略目標の達成度について、研究期間中を通して研究者あたり、国際・国内論文誌に平均6.3報の論文発表と、国際学会に平均7.8回の研究発表となっている。本研究領域では独創的・挑戦的かつ先駆的課題の推進を目指し、結果として難易度が高く、直ぐには成果は得られない研究課題も多く採択されたことから、論文数や研究発表数の多少の評価について、性急な判断は困難である。もう少し時間が経過した時点で発展の推移を調査検討し振り返る必要がある。但し、論文誌の中にはインパクトファクターの高いNature系雑誌、Proc. Nat. Acad. Sci. USA、J. Am. Chem. Soc.、Nano Lett.、J. Biol. Chem.誌等も含まれており、国際的に誇れる多くの成果がでている。学術的には、本研究領域が目指した「光の利用と物質材料・生命機能」の研究が十分に行われ、所期の目標を達成したと判断される。また、産業に繋がり得る実用的な研究成果も幾つか得られている。直ちには産業に繋がらなくとも、「さがけ」研究らしい、基礎的な萌芽研究を推奨した点でも評価され、今後の更なる研究発展が期待される。

「さがけ」研究の大きな役割の一つは若手人材の育成・輩出である。その意味では、研究期間中に大型予算を獲得した者、新学術領域研究の研究代表者になった者、日本学術振興会賞、文部科学大臣表彰、日本化学会進歩賞を受賞した者等、顕著な成果をあげた者がいる。さらに、研究期間中に准教授から教授、助教から准教授、助教から講師、ポストドクターを含む非正規職員から准教授あるいは助教等に昇任し、次世代の研究を牽引すると思われる人材が育っていることは素晴らしい成果であると判断される。

一方、さがけ期間中の論文数が極端に少ない研究者が散見されることも事実である。さがけの運営に携わる者は、この事実を真摯に受け止め、挑戦的で難しい課題を採択した場合、その運営を振り返り、内容を分析し、今後のさがけの改善に活かすことが重要である。

光はそれを特徴付けるパラメータを様々な形で制御することが可能であり、光を通じて物質の多様な機能を引き出すことができる。将来の科学技術の発展において、光科学の推進を抜きにして考えることはできず、我国のこの分野の先駆性を発展させることが重要である。本研究領域の設定は、その意味で的確であったと言える。

研究総括は光に関わる研究の広い範囲にわたって高い見識を持ち、インパクトの高い様々な研究成果をあげてきた我国を代表する光科学分野の研究者である。また、旧来の考え方にとらわれないユニークな発想で研究領域をマネジメントすることに優れ、若手研究者の挑戦的・萌芽的な研究活動をサポート・アドバイスする役割を担う人物である。本研究領域の設定は、反応や計測の光源、あるいは光機能分子・材料等個々の研究分野を越えて光利用科学のすそ野を大きく広げる試みであった。そのため、研究総括は様々な分野の研究者を採択するとともに、適切な領域アドバイザーを配置して研究を進めた。

以上を総括し、本研究領域は総合的に優れていると評価できる。

I. 研究領域としての成果について

1. 研究領域としての研究マネジメントの状況

多くの応募者の中から、研究総括の方針に沿って化学、物理、計測、バイオ系分野等、研究者の所属に偏りなく採択されている。いずれも光が関与する研究分野であるが、「光の利用と物質材料・生命機能」の研究に相応しい広い研究分野から課題が採択されている。それぞれが国際的に高い水準の研究内容であり、選考方針、採択課題の構成は適切で優れたものであったと判断される。ただし、理論研究や振動分光学、テラヘルツの課題が少ないとの印象はある。多岐にわたる研究分野を含む研究領域であるために領域の運営・研究指導は困難な点もあったと思われるが、研究総括とともに、外国人研究者を含めた多彩な専門分野と所属からなる 17 名の領域アドバイザー、外国人領域運営アドバイザーと技術参事の積極的な関与により適切な領域の研究運営が行われた。また、定期的に領域会議を開催して研究討論を行うとともに、終了検討会やアドバイザー・ミーティングも開催して研究を推進・運営している点も良い取り組みである。さらに、各研究者に担当アドバイザーを決めて研究現場の視察、共同研究の推進、研究者が作成する「半期報告書」に基づく研究討論を行い、きめ細かい研究指導が行われている点も高く評価される。領域会議における英語での研究発表・討論や、外国人領域運営アドバイザー・有識者等による国際的な情報交換の場を設定した事も若手研究者には有意義であったと思われる。本研究領域発足当初の計画であった、関連する CREST や文科省プロジェクト(光拠点)、他の「さきがけ」領域との合同シンポジウムも行われている。

独創的、挑戦的かつ先駆的な研究課題を選定しているために領域運営に難しい点もあったものと思われるが、多くの研究課題で研究総括のねらいに沿った研究成果が得られており、領域の運営は適切に行われたと結論できる。なお、研究費の配分については、全般的に適切であったと判断される。

研究成果もさることながら、「さきがけ」研究の重要性の一つは人材の育成と輩出である。「さきがけ」研究では研究領域内の研究討論を含めて若手研究者を支援することにより、より強力に人材を育成し輩出することができる。この点において、学会等から 1 期生 12 件、2 期生 5 件、3 期生 6 件の受賞者が出ていることは、各研究者の活躍が広く認められたとともに、有為な人材を輩出した証拠であり、領域研究の大きな成果である。また、研究期間

内により高位の職に就いた者が全研究者の半数以上いることも特筆すべき点である。さらに、新学術領域研究の代表者になった研究者や、大型研究費用に採択された研究者等を総合的に勘案すると、本研究領域は多くの人材を育成し輩出していると高く評価できる。本研究領域を契機として、次世代研究のフロントランナーとなる人材が更に増えることが期待される。

以上により、本研究領域の研究マネジメントは特に優れていたと評価できる。

2. 研究領域としての戦略目標の達成に資する成果

独創的・挑戦的・先駆的かつ国際的に高水準の発展が見込まれる成果として、従来品と比較し 10 倍以上の輝度を示す化学発光タンパク(ナノランタン)の開発により蛍光観察の問題を解決した化学発光バイオイメージング技術、時間のかかる染色処理を不要とする誘導ラマン散乱顕微鏡を用いた生体組織イメージング、作成が困難な膜タンパク質結晶への道を開いた光を利用したタンパク質結晶化法、極端紫外～真空紫外光に対する電子の局所光学応答を利用した 1Å の超高空間分解能イメージング、軟 X 線レーザーを用いた分子中の電子の姿をアト秒で捉える技術、プラズモニック物質の波動関数を光で制御する研究などを挙げることができる。また、科学技術イノベーションの源泉となる萌芽が認められるかという観点からは、上記の研究に加え、生きているマウスのその場のイメージングを可能にする治具の開発、光パルスで超高速な磁気の波を自在に制御しイメージングする技術などが挙げられる。

これらを含む本研究領域の研究成果は Nature 系雑誌、Proc. Nat. Acad. Sci. USA、J. Am. Chem. Soc.、Nano Lett.、J. Biol. Chem. 等のインパクトファクターの高い学術誌に論文として発表されており、国際的かつ先駆的な成果であることの証左である。極めて大きな成果をあげている研究者の中には、本研究領域終了後に、他の大型予算を獲得した者(先端的低炭素化技術開発、藤田)、新たな研究領域を推進している者(科研費 新学術領域研究 領域代表者、永井)もいるなど、本研究領域の研究者の中から次世代を牽引する研究者が誕生している。さらに、日本学術振興会賞(新倉、永井)、文部科学大臣表彰(井村、香月、新倉、西村)、Asian and Oceanian Photochemistry Award(八ツ橋、Biju)、日本化学会進歩賞(岩倉)等の受賞者も相当数おり、萌芽的研究を含めて各研究者が期間内に真摯に研究に取り組んだ結果である。中には製品販売に至ったケース、製品化が期待されるケース、企業との共同研究を通して数年後に製品化を目指すケース等も見受けられ、技術的・社会的にも大きなインパクトが期待できる成果となっている。

一方、さきがけ期間中の論文数が 1～2 報と極端に少ない研究者が散見されることも事実である。挑戦的で難しい課題を敢えて採択した場合、目標、それを達成するための方策や研究計画の妥当性、あるいは、進捗状況を踏まえた軌道修正等について、振り返り、その内容を分析し、今後のさきがけ運用の改善に活かすことが重要である。

また、光科学技術の最も基礎をなす分野の挑戦的研究課題では、装置立ち上げ等で膨大な時間と労力がかかるのが常であり、研究期間の終了間際によりやがて芽が見えてきたというケースがあることも事実である。このような研究課題の中から、今後、大きな成果をあ

げる研究者が出てくることも期待され、その意味で、研究者の活躍を長い目で見守ることが必要である。

また、特許出願数は 18 件で必ずしも多くはない。本研究領域で得られた学術的、基礎的に優れた成果で、将来的に実用化が期待されるものについては特許出願の仕掛けが不十分であったといえる。研究者個人に任せるのではなく、JST が特許出願を主導する体制の強化が必要である。

以上により、本研究領域としての戦略目標の達成に資する成果は高い水準にあると評価できる。

Ⅱ. 研究領域の活動・成果を踏まえた今後の展開等についての提言

1. 本研究領域の活動や成果を、科学技術の進歩へと展開させるための方策

本研究領域は基礎的な分野を主として対象としており、これらの研究成果が直ちに社会・産業レベルの発展に繋がるとは必ずしも言えない。しかしながら、すでに幾つかの研究成果に関連して製品化やそれに向けた開発研究が進んでいるとともに、その基盤となる様々な新しい知見やコンセプトも得られている。従って、本研究領域の成果・活動を将来の科学技術の進歩に展開させるためには、研究を持続的に発展させる必要がある。今後、本研究領域がカバーする分野を包含した新規さがけ、CREST、ERATO 等を新たに設定することにより、本研究領域で得られた成果や研究領域を確固なものとする必要がある。

2. 本研究領域の活動や成果を、社会還元や産業化・実用化に向けて実現させるための方策

本研究領域では、バイオ系において社会・産業への実装に結びつく可能性のある成果が出ている。具体的には、タンパク質結晶化技術は既に商品化へと繋がっていると同時に、ナノランタンや光機能性タンパク質に関する研究は企業などが興味をもつはずである。特に、光機能性タンパク質は、光遺伝学として現在、大きな注目を集めている分野である。このような新規分野では、更なる基礎研究を通して、大きく発展し産業化される可能性がある。そのためには、本研究領域の成果を積極的に発信し、企業研究者・技術者を含めた幅広い議論や、企業との共同研究を推進することで研究開発、実用化を積極的に進めることも必要である。このような役割を JST が担うことが強く望まれる。

3. その他の提言

先端的な光の利用研究において、我が国の基礎研究の水準は高い。高い研究水準をさらに持続的に発展させて世界最高水準の域に高めることが重要である。そのためにはこの光研究の分野に於ける日本の研究戦略を検討し継続的な研究投資の強化・推進を図ることが重要となる。

以上