

CREST「トポロジカル材料科学に基づく革新的機能を有する材料・デバイスの創出」  
研究領域中間評価報告書

1. 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

本研究領域は、デバイス化までを視野に入れてトポロジカル物質・材料に関する多角的な研究を推進する意欲的なものである。それに応えた応募者は数の上では多いとは言えなかったが、高い実績をもつ研究者たちであり、その中から選りすぐりの精鋭が採択されたので、本研究領域はこの分野で我が国を代表するものとなっている。また分野、ダイバーシティ両面からもバランスのとれた構成になっていることが確認できる。様々なトポロジカル特性をデバイスに応用する上で、どの材料や領域が本命となって行くのかまだ不透明な段階であるため、理論、物性計測、物質科学、フォトニクス、スピントロニクスの分野をバランスよくカバーし、戦略目標達成の確率を高めている。

本研究領域の運営に対して多方面からの助言を提供する領域アドバイザーの構成は適切である。その分野（物性、材料、光、数学、スピントロニクス、電子デバイス）、所属（企業関係が3名）ともバランスのとれた人選をされている。

研究領域のマネジメントは、COVID-19の影響により難しい面があったものと想像されるが、サイトビジット等を通じて、各チームの活動を把握し助言を与えると同時に、領域内の相互作用・連携を高めるための領域会議等イベントも実施されている。さきがけとの合同開催・情報共有も良い試みである。上記のサイトビジットや、中間評価の際に、各チームの強みを活かすための指導がなされ、研究の進捗状況を把握するとともに必要に応じて助言・要望を伝えており、研究領域のマネジメントは適切に行われているものと判断される。特筆すべき研究の進捗に応じてそれらを加速するための予算の重点追加配分も行われている。

人材育成に関して、本研究領域の多くの研究者が本研究期間中に高位の職（教授、准教授等）に昇進したり、受賞したりしている。また、参加学生の多くが学会の発表賞等を受賞していることはそれぞれの研究コミュニティにおいて成果が高く評価されていることを示している。特に、河東チームでは緒方・山下がそれぞれ国際的に認知される賞を受賞したことは高く評価できる。総括の狙いである、理論家と実験家との連携を促進する人材育成の取組がうまく進んでおり、また、数学と物理の境界を自由に行き来できるような人材の育成にも期待したい。加えて、国際的活動に関しては、チームごとに活発に行うとともに、領域として非公開の国際ワークショップが日米のトップサイエンティストを集結して開催され、今後、パンデミックの状況が改善するに従って、研究交流や国際的な発信がさらに加速されることを期待する。

(2) 研究領域としての戦略目標の達成に向けた状況

研究成果の科学的・技術的な観点からの貢献については、中間評価の段階で期待に応える、あるいは期待を超える成果を挙げているものと判断される。国際的に注目される分野であり、競争も激しいが、本研究領域が我が国のこの分野を牽引していることは疑いのないところであろう。トポロジカル物質という数理の新しいアイデアに導かれた新規概念を基に革新的なデバイスを開発するという野心的な領域であるので、それぞれのチームが基礎から応用までを目指す構成で課題に取り組んでおり、ワイル反強磁性体、スキルミオン結晶、マヨラナ準粒子など、世界の注目を集めるような基礎研究の発見が生まれている。ほとんどのチームでハイインパクトジャーナルへの論文掲載が多くなされていることから、科学的に極めて優れた成果が多いことは明らかである。このように、論文等の成果物は言うまでもなく、新たな物質の開発や測定技術の開発についても特筆すべきものがある。また、研究を通じて新たな人材も育てていると見受けられる。

研究成果の社会的・経済的な観点からの貢献については、基礎研究に留まることなく、デバイス開発へとつなげようという意欲的な研究も力強く進んでいる。科学的発見からデバイス化、そして社会実装へはそれぞれ大きな障壁が予測されるが、省電力メモリ応用や、トポロジカルフォトンクスなどいくつかの課題で室温動作もトライされているなど、将来の実用化も視野に入れて多くの課題が推進されている。特に、フォトンクスにおいては集積化に向けた先駆的研究を推進しようとしており、これは将来のデバイス開発の鍵技術へと発展すると期待できる。ARPESによる計測での新現象の発見とともに、検出器の開発は日本がこの分野をリードするうえで重要であり、良く支援すべきである。数理理論を中心とする課題や有機材料の課題が採択されていることも本研究領域の展開という観点から、それぞれのチームでの活動成果とともに、他チームとの連携や情報交換がユニークな役割を果たしている。

中間評価時点での特許出願状況は研究チームによる多寡の差が大きいところもあるが、この点に関しては、「領域全体としては常に知財化を念頭に置きつつも、特に突出した学術的成果に到達しようとしているチームについては学術的優先権の確立に注力することも認める」という研究総括の方針を支持したい。

以上、物理と化学、数学と物理・化学、工学など多くの分野がかかわる本研究領域ならではの成果と進展が認められ、デバイス化までを視野に入れる、というのが本研究領域の設定趣旨であるので、最終段階においては産業界が触手を伸ばすような魅力的な研究成果が数多く提示されることを期待する。

以上より、本研究領域は戦略目標の達成に資する成果の創出に十分な貢献が期待できると評価できる。

以上