

CREST・さきがけ複合領域
「素材・デバイス・システム融合による革新的ナノエレクトロニクスの創成」
中間評価報告書

総合所見

将来のエレクトロニクス分野を担う革新的な基盤技術の創成を意図し、材料、デバイス、設計・回路、アーキテクチャ、システムの各技術分野（レイヤー）間の連携を強く意識した研究チーム（CREST）、研究者（さきがけ）の構成で、複合領域として研究総括・副研究総括2名の意向や多数の企業出身者で構成された領域アドバイザーの助言・指導が上手く反映する形で、「桁違いの低エネルギーの実現や新規機能の創出」を目指した独創性の高い研究が推進されている。特に、CRESTでは、実用化に向けたデモンストレーションという高い目標設定を掲げ、研究者の意識を高めている。また、研究総括・副研究総括・領域アドバイザーによる複合領域運営の下、他の研究チームとの研究交流や連携が積極的に行われており、シナジー効果が高まる環境も整いつつある。さらに、緊急案件としての実験設備の修理への対応や、研究項目・内容の精査等により、状況に応じた予算措置（増・減額）もなされており、バランスのよい研究マネジメントが行われている。

戦略目標の達成状況については、数多くの学術論文や特許に加え、招待講演、受賞件数から見ても、高いレベルで研究が推進されており、順調に成果を積み上げつつある。研究テーマによっては、他のテーマとの関連が薄いため、連携強化・推進に課題が残されているように見受けられるものもある。今後、各技術分野（レイヤー）間の連携加速によりシナジー効果が十分に発揮されて、実システムによるデモンストレーションを通じて、真の科学技術イノベーションの創出に貢献する成果が上がることを大きく期待する。

以上を総括し、本複合領域は総合的に優れていると評価できる。

1. 複合領域としての成果について

1.1 さきがけ

(1) 研究領域としての研究マネジメントの状況

CRESTに比べてより中長期的な視野に立って、独創性の高い挑戦的な研究課題が採択されており、分野連携や、他の研究テーマとの連携にも配慮した構成である。1期生では、単原子薄膜やスピントロニクス分野を中心に材料から回路に至るレイヤー間連携を意識して13件、2期生、3期生では、材料・物性からニューロモルフィックコンピューティングシステムにおよぶ広範囲な分野より10件、11件を各々採択しており、且つ研究者の専門分野・所属の観点からも顕著な偏りはなく、バランスは取れている。

領域アドバイザーは、いずれも著名な研究者であり、幅広い研究分野をカバーした適切な布陣と言える。特に、産業界経験者の割合が7割と高く、科学技術イノベーションを強く指向する本領域に適切な領域アドバイザー構成と評価できる。また、採択された研究課題の専

門分野とは少し距離のある研究者も参画し、他分野の視点からのアドバイスを意図した陣容と理解できる。

研究環境の視察・見学、担当領域アドバイザーによる助言に加えて、研究者間の連携推進や CREST との交流のための会合の設定、さらに研究状況に応じた予算配分の見直しや国際強化支援策の実施、また企業訪問の機会が設けられるなどから、きめ細やかなマネジメントが適切に行われている。それらの効果は、さきがけ研究者間の自主的な研究交流のネットワークの形成、それによる CREST への提案・採択等に見ることができる。

国内外での招待講演数の多さもさることながら、サー・マーティンウッド賞 1 件、文部科学大臣表彰 4 件、本多記念研究奨励賞 1 件、井上學術賞 1 件を含めて採択後 40 件の受賞実績は、高く評価できる。特に、アメーバ計算手法の青野研究者や磁気スキルミオンを用いたメモリ・ストレージ応用の望月研究員、エレクトロンマグノンによるテラヘルツ帯に至る電磁波制御の高橋研究者や高強度テラヘルツパルス励起による超高効率光電子物性制御の廣理研究員（いずれも文部科学大臣表彰若手科学者賞受賞）を筆頭に多くの特筆すべき成果を挙げている。

以上により、本研究領域の研究マネジメントは、特に優れていると評価できる。

(2) 研究領域としての戦略目標の達成に向けた状況

新規機能性材料に関する計測・加工プロセス技術の創出、二次元結晶の形成と物性制御、新物質・新機能性材料のデバイス応用、異種材料接合による新機能発現とデバイス化、革新的なデバイス・アーキテクチャ技術の創成、階層連携・協調による超低消費電力化技術の創出に関わる研究課題において、独創的・挑戦的・先駆的な研究が実施され、国際的に高い水準の成果が蓄積されつつある。特に、スピントロニクス、シリコンフォトニクス分野では、科学技術的に大きなインパクトになりえる成果が創出されている。

学術論文、国際会議発表、招待講演の件数のみならず、成果を公表した学術誌や学会のレベルからも、先駆的で国際的にも高い水準の成果が上がっていると言える。特許出願件数は、研究課題数に比べて、多数とは言えないが、知財の確保による優位性は高まっていると言える。また、出口を見据えた連携研究の推進や国際コンソーシアム立ち上げによる波及効果や社会的インパクトは十分期待できる。進捗が思わしくない研究課題については、研究項目や内容の精査と目標設定の再検討を研究総括・副研究総括・領域アドバイザーを交えて、進める必要がある。今後、実用化に向けた企業との共同開発等への進展や、科学技術イノベーション創出への貢献を期待したい。

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が期待できると評価できる。

1.2 CREST

(1) 研究領域としての研究マネジメントの状況

革新的なナノエレクトロニクス基盤技術の創成が十分期待できる研究課題を採択している。材料・デバイスからアーキテクチャー・システムの研究者が連携・協働して研究に取り組むチーム、特に、多くの採択課題で、企業の研究者が参画する体制で出口イメージを強く意識したチームを採択している点は評価できる。各研究課題内および領域内の研究者の専門分野・所属に著しい偏りもなく、バランスの良い採択となっている。

領域アドバイザーは、いずれも優れた研究実績のある研究者であり、幅広い研究分野で基礎から応用（社会実装）までカバーできる適切な布陣と言える。そのほとんどが、産業界で実績を積まれた研究者であり、また国際技術ジャーナリストも配置され、多角的な視点からのアドバイスが期待できると高く評価できる。

革新性や実用化を常に意識した研究、特に最終段階では、実システムによるデモンストレーションが必須となっており、単なる知識や技術の集積に留まることなく、社会実装に向けた高い目標設定がなされている。各研究課題の担当領域アドバイザーによる年2回の視察、チームミーティングへの参加等を通じて、研究環境、進捗状況が研究総括に報告される体制・運営となっており、多くの優れた研究成果が出ていることから、十分に機能していると言える。また、ヒヤリング会議での研究計画や体制の見直しを踏まえ研究費の配分の増減を行っている点や国際強化支援策、裁量経費を使った研究加速も評価できる。

以上により、本研究領域の研究マネジメントは、優れていると評価できる。

(2) 研究領域としての戦略目標の達成に向けた状況

① 研究成果の科学技術への貢献

全ての研究課題に共通して桁違いの低エネルギーの実現や新規機能の創出が求められている中、ほぼすべての研究課題で、中間目標値をクリアしており（一部の研究項目では、最終目標値もクリア）、いずれも世界トップクラスの成果である。数多くの学术论文や招待講演からも、世界をリードする成果が上がっていると判断できる。また、一部の研究課題では、当初計画では予期されていなかった新たな展開がみられ研究成果も上がっている。各研究課題において、より一層の連携強化により最終目標に向けた研究が進展し、目標値がクリアされ、さらに実用化に向けたデモンストレーションができれば、科学技術的に大きなインパクトが十分に期待できる。

以上により、研究成果の科学技術への貢献については、高い水準が期待できると評価できる。

② 研究成果の科学技術イノベーション創出への貢献

いずれの研究課題において、順調に研究成果が上がっており、また、最終目標に向けた方向性や指針が見出されており、技術的に大きなインパクトは、十分期待できる。最終段階で、当初の予定通り、実デバイスによるデモンストレーションで、設計通りの性能が発揮できれば、社会的にも大きなインパクトに繋がると期待できる。学术论文数や国際会議発表件数に

比べると、特許出願件数は、現時点では多いとは言えないが、研究成果に基づいた技術の優位性は、着実に高まっており、権利化の一層の強化が望まれる。さらに、シナジー効果による当初の見込み以上の成果も強く期待したい。

以上により、研究成果の科学技術イノベーション創出への貢献については、高い水準が期待できると評価できる。

2. その他

社会実装に向けた、革新的なプロセス技術の開発という観点からは、十分とは言えない面もある。まずは関連分野の研究者との情報共有・連携からマテリアルズ・プロセスインフォマティックスの要素も取り入れる体制を検討して、更なる連携強化、人的ネットワークの広がりを通して、最終目標に向け、新たな発想に基づいた挑戦的な研究・技術開発が、推進・加速されることを期待する。

以上