

CREST「エネルギー高効率利用のための相界面科学」

さきがけ「エネルギー高効率利用と相界面」

複合領域事後評価報告書

総合所見

エネルギーの高効率利用は、エネルギー資源の乏しい我が国にとって極めて重要な課題であり、その課題解決に向けた研究分野も幅広い。エネルギー高効率利用に向けた課題を相界面科学、相界面現象の切り口から飛躍的な進展を図ろうとするのが本複合領域の狙いである。

相界面科学に関わる学問分野は多岐にわたることから、材料系、化学系、機械系、電気系、システム系、物理系、数理系など幅広い分野から優秀な研究者を適切に選考し、チームまたは個人として事業に参画させることで目標達成を目指した。CRESTのチーム数は各分野に配慮され適切であり、企業のメンバーも参加するなど学術分野に偏りすぎないように配慮された。さきがけでは多様な分野から若い優秀な研究者を選考し、異分野の垣根を越えて研究交流を進めることで人材育成につなげていく姿勢が見えた。領域アドバイザーもさまざまな領域の専門家を配置し、さきがけ研究者も含めて研究チームとの議論の機会を数多く設定し、研究の進展状況に応じて途中で研究内容を修正させる等、適切なマネジメントが行われた。研究予算配分も研究の進捗状況に応じた柔軟な対応がなされ適切であった。

出口から後方を振り返り課題を抽出するアプローチを研究方針にしたのは評価できる。さきがけでは相界面科学に直結する基礎研究の出口を設定している課題が比較的多く相界面科学を掘り下げる姿勢がみられたのに対し、CRESTではむしろ具体的なシステムを出口として設定し、高効率化あるいは実用化に必要な相界面科学問題を解決するための課題設定をしているものが多かった。結果的に研究を進めていく間に、研究総括・領域アドバイザー等の指導で軌道修正した課題もいくつかあり、全体として相応の研究成果が上がったと評価できる。

CRESTは課題の設定のためからか、世界的に卓越した研究成果を生むまでには至らなかったが、期待した研究成果が得られた。一方、若手研究者がチャレンジングな課題に挑戦したさきがけでは、ある程度失敗を恐れずチャレンジした結果、世界的にもインパクトのある研究成果が上がったテーマと予定より遅れたテーマがはっきりと分かれたが、全体としては世界的に高水準の研究成果を上げ、複合領域全体としての成果を押し上げた。

CRESTとさきがけの複合領域にした狙いとして、関連する研究課題間の共同研究ないし連携研究の促進によるシナジー効果があったが、領域合同会議などで情報交換・議論する場を設けて「出口から見通した」課題解決という方針に従って理解を深め、お互いに関連する課題間で研究協力や共同研究が行われ研究成果を上げたという点で、適切なマネジメントが行われたと評価できる。一方で、その効果が定量的にどう表れているか、単独でやる以上の

効果が上がったのかどうか、また、社会的・経済的側面という視点で、エネルギー効率や低コスト化にどれほどのインパクトがあるのかに関して定量的な評価が十分に成されたとは言えず、次のステップへ繋げていく上で検討の余地を残した。

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 CREST

(1) 研究領域としての研究マネジメントの状況

研究進捗状況の把握と評価、それに基づく指導、研究課題間あるいはさきがけとの領域間の連携の推進、研究費の配分上の工夫、人材育成等、概ね良好に行われたと見られる。領域アドバイザーの構成についても、機械系や化学系の人選が中心になってはいるものの、それぞれ電気やシステム全般のアドバイスができる専門家であり、また企業からの人選もされており、全体の研究課題を網羅できる適切な人選が成されている。特に、社会実装を意識して企業との共同研究を強化する点においては、当初より2チームが企業研究者を含んでおり、少なくとも1チームは共同研究によりアルカリ形燃料電池の開発で多大な研究成果を上げている。その他のチームでもCRESTで開発したソフトウェアの一般ユーザーへの提供や、画期的な低摩擦発現技術や波長選択型赤外吸収体など、実用化展開を図る段階に至る研究成果を上げている。CRESTが開発的な応用・実用化研究になりすぎないように、目的基礎研究の根本姿勢を崩さないで研究成果を上げるように持って行ったマネジメントは評価されてよい。

以上により、本研究領域の研究マネジメントは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状況

① 研究成果の科学的・技術的な観点からの貢献

論文、学会・会議における発表状況を見る限り一定の研究成果を挙げているが、大きなインパクトのある高い国際水準の研究成果は必ずしも十分ではない。既存のシステムを想定した相界面科学研究からは性能改善的な研究成果は出てきたが、飛躍的な成果が出なかった印象を受ける。ブレークスルーするための相界面科学的要素を途中で整理しなおすか、関連課題をまとめて先鋭化するなどして、目的基礎研究の範疇で国際的に大きなインパクトが期待できるような構成を考えるべきであったかもしれない。一方で、CREST間、CREST-さきがけ間、企業との連携研究や共同研究が積極的に行われ、研究促進・応用展開に成功した例も多く、技術面での貢献度は大きいと言える。

以上により、研究成果の科学的・技術的な観点からの貢献については、高い水準にあると評価できる。

② 研究成果の社会的・経済的な観点からの貢献

各チームで特許出願数、社会実装の検討状況等に隔たりがあり、応用への広がりあまり感じられないものも散見される。エネルギー利用における高効率化、低コスト化、という2つの重要な必要条件が将来本当に達成されるのか、本研究の成果がどこに繋がり、どのように最終目標が達成されるのかという点で、現時点ではイメージが十分には見えない。しかし、開発された技術にはそれぞれ独自性・先行性があると考え。チーム内に企業を加えて研究を進めるだけでなく、チーム外での企業連携を積極的に進め、いくつかのチームが実装あるいは実装に極めて近い段階にあり、高い水準の研究成果が得られている。

以上により、研究成果の社会的・経済的な観点からの貢献については、高い水準にあると評価できる。

1.2 さきがけ

(1) 研究領域としての研究マネジメントの状況

「出口から見通した課題設定」という方針に基づいて、32 研究課題のうち7割近い研究課題に対して研究の進め方を修正するなど、研究成果の出ているテーマを加速させ、期待した研究成果が出ていないテーマは早期終了させる勇気あるマネジメントが実施されたことを高く評価する。課題が多分野に亘るため構成がやや散漫なきらいがあったが、将来性のある若い優秀な研究者を育てていく狙いもある“さきがけ”では、関連分野のトップレベルの若手研究者が採択されており評価できる。研究総括・領域アドバイザーなどから適切な指導がなされ多くの研究成果が上がった。また、研究進捗状況の把握と評価、それに基づく指導、研究課題間あるいはCRESTとの連携の推進、研究費の配分上の工夫等、概ね良好であったといえる。受賞、招待講演の数も比較的多く、またキャリアアップの状況も良好である。

以上により、本研究領域の研究マネジメントは優れていたと評価できる。

(2) 研究領域としての戦略目標の達成状況

論文、特許、受賞、招待講演など総じて高い水準の研究成果が上がったと評価できる。具体的には、新型STEM検出器による原子電場の直接観察、有機液晶半導体による新しい太陽電池、Si/III-Vヘテロ接合によるトンネルFETなど、独創的かつ先進的成果が上がった。また、熱とスピントロニクス融合分野「スピнкаロリトロニクス」の形成やフォノンニックエンジニアリングを切り拓く挑戦的研究など、国際的に見ても高い水準にある研究がなされた。一方で、システム（主に電気化学デバイス）の新規開発や高効率化のためのブレークスルーを目指す研究は、すでに多くの知見の集積があるため独創性、先進性を出すこと自体が難しく、苦戦を強いられたとの印象を受ける。最終的に、基礎科学で高い研究成果が出た課題が約半分あり、研究者の3分の1が企業との共同研究を行い、1課題で社会実装も実現しており、全体的にバランスが取れた構成であったと評価できる。なお、CRESTチームよりさらに基礎研究志向の強い“さきがけ”の中にCRESTチームより多くの特許出願をした研究者がいるのは注目に値する。

以上により、本研究領域としての戦略目標の達成状況は特に高い水準にあると評価できる。

2. その他