

CREST「ナノスケール・サーマルマネージメント基盤技術の創出」
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

ナノスケールの熱制御基盤技術の創出を目標に掲げて、新材料・デバイスの創製や材料・デバイス設計技術の構築を目指す斬新かつ挑戦的研究を募集し、計 13 件の研究課題を採択した。ナノスケールでの熱輸送、熱発生、断熱、熱変換などに関する意欲的な研究課題がバランスよく採択されており、物性物理、化学、材料工学、分子科学、伝熱工学等の幅広い分野の研究者が結集しているのを見ると、選考方針は妥当であったと判断される。

11 名の領域アドバイザーには、熱科学研究者、理論・計測・解析・シミュレーション・データベース科学、新たな学理の創出に関わる研究者、モノの具現化に関わる研究者が人選されており、関連する研究課題ばかりでなく研究領域全体の運営に対しても適切なアドバイスが期待できる構成になっている。

年 1 回の合同領域会議、サイトビジット、個別面談において研究進捗状況の把握とそれに基づくアドバイス、指導を行っており、適切にマネジメントが実施されている。事例として、小原チームの研究状況に応じて研究チーム再編を行ったこと、柳チームに理論解析強化のために新たなメンバーを加えたことなどは、適切なアドバイスの結果と見なせる。また、ナノワイヤーの熱拡散率・熱伝導率評価に関して関連する 4 チーム間でラウンドロビンテストを行ったり、さきがけ研究領域「熱制御」の研究者に材料提供や材料特性評価を行うなど、研究領域間での連携が行われている。

研究費配分上の工夫としては、総括裁量経費を活用した国際会議・ワークショップの開催や研究者の派遣・招聘等による異分野との連携・協力の推進が挙げられる。また、研究総括が編集代表者となり、多数の研究参加者の共同執筆で書籍「マイクロ・ナノ熱工学の進展」を発行し、異分野の融合を積極的に進めた。

(2) 研究領域としての戦略目標の達成に向けた状況

ナノスケール熱動態の理解と制御技術による革新的材料・デバイス技術の開発という戦略目標の下で、サーマルマネジメント基盤技術の創出を目指して高いレベルの研究を行い、まずまずの研究成果を上げている。

科学的・技術的な観点からの貢献に関わる研究成果として、先ずは内田(健一)チームの異方性磁気ペルチェ効果の世界初観測が挙げられる。スピントロニクス・異方性磁気効果はゼーベック効果において以前から注目されていたが、今回はペルチェ効果において成果を上げており、既存のペルチェ素子と異なる設計を可能とするものとして高く評価される。竹内チームは熱電変換、熱制御デバイスの分野で独創的な研究を行い、熱ダイオードや熱流スイッチといった新たなコンセプトを提案している。柳チームは主に SWCNT の熱電特性を支配する「界面熱動態」に着目した研究を進め、電子顕微鏡内での熱輸送の可視化、熱伝導率のキャリア注入依存性の解明などを行っている。また、福島チームの走査型サーマル顕微鏡を用いたナノスケール熱輸送特性の可視化技術や高橋チームのナノ計測技術等はサーマルマネジメント基盤技術の創出に貢献する研究成果である。これらはいずれもナノスケールの熱動態に着目して新奇な熱電変換現象の考案・発見や材料計測技術の開発を可能にした研究成果で、高 IF ジャーナルに多数論文が掲載されるとともに国内・国際特許出願も 26 件あり、科学的・技術的に大きなインパクトが期待できる。ただし、研究成果の獨創性・先行性・優位性が見えにくい研究課題も多く、特に海外と比較して真にトップレベルの研究成果が得られているのか疑問な点もあるため、研究後半では成果目標を再度クリアにして研究推進することが望まれる。

一方、社会的・経済的な観点からの貢献に関わる研究成果として、小原チームの熱界面材料による界面熱抵抗の低減、複数チームで開発に取り組むフレキシブル熱電変換材料、内田(建)チームのナノ熱センサ、大宮司チームのナノ空間材料などの開発が挙げられるが、いずれもミクロな基礎的現象を扱っているものが多く、デバイス化に向けて必要な熱制御技術の基礎的検討段階にあるため、現時点では直接的に社会的・経済的価値につながるには言い難い。研究後半ではアプリケーションのイメージを絞り、実現のために必要な技術を開発する視点を持ちつつ目的基礎研究の先導を心掛けて、世界に先駆けた研究成果が上がるよう邁進していただきたい。

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貢献が期待できると評価できる。

以上