

研究領域「ナノスケール・サーマルマネジメント基盤技術の創出」中間評価（課題評価）結果

1. 研究領域の概要

本領域は、ナノスケールの熱制御基盤技術の創出により、熱を味方につけ、新たな段階の高効率利用法を生み出すことで、高度情報化社会の実現や環境負荷の少ないエレクトロニクスや交通輸送・住宅など社会インフラの実現、健康医療分野での新産業・新市場創成を実現し新たな段階の高度熱利用社会の実現を目指す。

2. 中間評価の概要

2-1. 評価の目的、方法、評価項目及び基準

戦略的創造研究推進事業・CRESTにおける中間評価の目的、方法、評価項目及び基準に沿って実施した。

2-2. 評価対象研究代表者及び研究課題

2019年度採択研究課題

- (1) ヴォルツ セバスチャン (LIMMS東京大学生産技術研究所 ディレクター・シニアリサーチフェロー)

二次元表面フォノンポラリトンの熱伝導制御

- (2) 内田 建 (東京大学大学院工学系研究科 教授)

空間的・時間的に局在化したナノ熱の学理と応用展開

- (3) 森川 淳子 (東京工業大学物質理工学院 教授)

高分子の熱物性マテリアルズインフォマティクス

2-3. 中間評価会の実施時期

2022年11月21日(月曜日)

2-4. 評価者

研究総括

丸山 茂夫 東京大学大学院工学系研究科 教授

領域アドバイザー

小原 春彦 産業技術総合研究所エネルギー・環境領域 執行役員・領域長

喜々津 哲 (株) 東芝研究開発センター シニアエキスパート

徐 一斌 物質・材料研究機構統合型材料開発・情報基盤部門 副部門長

常行 真司 東京大学大学院理学系研究科 教授

鶴田 隆治 西日本工業大学 副学長

花村 克悟 東京工業大学工学院 教授

平山 祥郎 東北大学先端スピントロニクス研究開発センター 総長特命教授・センター長

藤田 博之 東京都市大学総合研究所 特任教授

森 孝雄 物質・材料研究機構国際ナノアーキテクニクス研究拠点 グループリーダー

山内 崇史 (株) 豊田中央研究所エネルギーマネジメント研究領域 Leading

山根 常幸 Researcher
 (株) 東レリサーチセンター研究部門技術・特許調査研究部 取締役
 役・研究副部門長・部長

外部評価者
 該当なし

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名： 二次元表面フォノンポラリトンの熱伝導制御
2. 研究代表者： ヴォルツ セバスチャン (LIMMS 東京大学生産技術研究所 ディレクター・シニアリサーチフェロー)
3. 中間評価結果

新規な熱制御原理として、表面フォノンポラリトン(SPhPs, surface phonon-polaritons)の活用に取り組んでいる点で、特に挑戦的な課題と考えられ、表面フォノンポラリトンが熱輸送に寄与すると示唆する結果をいくつか出している。特筆すべき点として、空間のギャップを越えた Super Planckian 熱放射の示唆もあり、インパクトのある論文発表もしている点で、計画は概ね順調に進捗していると考えられる。他の考え得る影響を厳密に排除証明できれば、あるいは、実デバイスでより大きな明確な効果を見せることができれば、よりインパクトのある成果発表ができると期待される。新規性が高い表面フォノンポラリトンの熱輸送の基礎的な理解に加え、それを応用した熱ダイオードの試作など、新たな展開が期待できる。

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名： 空間的・時間的に局在化したナノ熱の学理と応用展開

2. 研究代表者： 内田 建（東京大学大学院工学系研究科 教授）

3. 中間評価結果

微細加工や結晶成長で得たナノ導電構造に電流を流すことで、極めて短時間のみ継続する局所的な温度上昇を実現する。これを「ナノ熱」と名付けて、高速の応答で省電力のガスセンサなどへの応用を目指す研究である。金ナノシートの H_2S センサや WO_3 ナノワイヤを用いたアセトンセンサで、極低消費電力と超高速加熱の特性を実証した。3種のセンサを用いて呼気に含まれるバイオマーカーである水素、アンモニア、硫化水素の検出も行っている。そのほか、厚みがナノオーダーの各種界面の熱輸送特性、非調和フォノン輸送の計算など多彩な研究成果を挙げており、順調な進捗である。一方、研究内容が発散気味なので、後半では理念の整理、深い解析を通して体系的な提示ができるように研究を運営してほしい。また、ガスセンサを応用対象とする場合、優れた応答に加えて、感度、安定性（時間、湿度や夾雑ガスによるダメージ）、校正法などについて他の方式とのベンチマークも含めて実用化を視野にさらにアピールすることが望まれる。集積化センサアレイもガス濃度と流量の同時計測のメリットから実用化に可能性を示してほしい。高速熱応答性を生かして、一つのセンサでも多段階の温度での信号によって複数のガス種を測れる点などを強調して、センサ表面の修飾を含めた検討を進めることで新産業への貢献が期待される。

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名： 高分子の熱物性マテリアルズインフォマティクス

2. 研究代表者： 森川 淳子（東京工業大学物質理工学院 教授）

3. 中間評価結果

本研究では高分子の熱物性のマテリアルズインフォマティクス（MI）手法を適用可能にする基礎技術として、データを作る技術（計測、材料創生）、データを分析する技術（機械学習）を開発し、物性、プロセスのデータベース構築とそれを利用した新規材料の創製を目指している。壮大な目標であるため、すべてを網羅することはもとより期待すべきでないが、筋道を立て要素ごとに綿密に成果を積み上げており、十分な進捗がある。大規模仮想スクリーニングの実現に向けて、（半）自動化実験によるデータ取得、機械学習による大容量高分子構造・物性予測、高分子物性予測自動計算の多面的な研究により基礎研究の進展に大きく寄与することが期待される。また、MI 手法を活かして、高耐熱性かつ高熱伝導率を持つ高分子の合成に成功している。RadonPy などのオープン化を進め、産学協働コンソーシアムをスタートするなど、産業界との連携が活発であることも高い評価に値する。ミクロスコピックな熱輸送特性測定に向けたデバイス開発やオプトメカニカル高速三次元レーザーマイクロ/ナノ加工システムの研究などでも着実な進展が見られ、論文発表など成果の発信も活発に行われている。