

2023 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	石井智
研究機関名	物質・材料研究機構
所属部署名	ナノアーキテクトニクス材料研究センター
役職名	チームリーダー
研究課題名	光学微細構造を用いたサーマルフォトンクス
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

研究成果の概要

熱ふく射の上限は一般的に黒体ふく射であるが、本創発研究ではふく射流束を黒体ふく射以上に増大させ、ふく射によるエネルギー輸送の高出力化することを目指している。それに向けて 2023 年度は 2 つの手法を並行して進め、その 1 つが近接場を利用する方法である。近接場領域であれば遠方場と比べてふく射熱流束が格段に増大することは既知であるが、それは真空のナノギャップに限られ、ギャップ間距離が大きくなると指数関数的に減少する。他方、本研究では固体中の近接場熱ふく射を対象とし、揺動電磁気学に基づき解析モデルを構築して周期多層膜間の熱ふく射を計算した。その結果、真空ナノギャップの場合とは異なる特異な近接場熱ふく射伝搬が起こり得る手がかりをつかんだ。今後、解析計算を更に進めると同時に、その物理的解釈を深めていく予定である。もう 1 つの手法は、試料に非平衡状態にすることで非熱的なふく射が放射されることを目指したものである。一次元量子井戸構造に電圧を印加し、試料からのふく射を測定したが今のところ非熱的なふく射成分は測定できていない。今後は、試料構造を変更したり測定方法を見直したりして、非熱的なふく射成分の観測を目指す。

上記のふく射増大を狙った研究の実験では、薄膜を扱う。薄膜の熱伝導率を実測することは、ふく射の測定結果を解析する上で重要である。薄膜の熱伝導率を測定する手法は既に複数開発され、一部は市販の装置として販売されているが、今回は定常状態で測定できる光学的な測定法の開発を行った。定常状態の測定であると、熱伝導率の測定において試料の比熱や密度を知る必要がないのが利点である。3 種類の異なる薄膜を測定したところ、サーモリフレクタンスでの測定値と良く一致する結果が得られた。現状、透明基板上の透明薄膜しか測定できないが、不透明材料でも測定できるように今後光学系の改良を進める。