

2023 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	志賀 拓磨
研究機関名	国立研究開発法人 産業技術総合研究所
所属部署名	計量標準総合センター 物質計測標準研究部門
役職名	主任研究員
研究課題名	時空間サーマルフォノニクスの創生
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

テラヘルツフォノン制御理論構築及び二次元積層体の最適化（研究項目①）では、遷移金属カルコゲナイドなどの二次元材料を積層した二次元積層体に対して、電場印加下でのフォノン振動状態及び熱輸送特性の変調を解析するための量子フォノン熱輸送解析手法の開発に取り組んだ。構築した手法を様々な二次元材料に適用し、外場による熱伝導変調や熱制御に適した二次元積層体の種類・積層数などの構造条件を整理した。また、二次元積層体の層間に特有の電子状態が熱伝導変調と密接に関係する可能性を見出し、熱伝導変調メカニズムの解明に必要な知見を得た。フォノン熱輸送スペクトル計測技術開発（研究項目②）では、繰り返し周波数 1 GHz 程度のモードロックファイバレーザを用いて、高周波変調とパルス光加熱を融合した時間領域サーモリフレクタンス法を新たに構築し、従来手法を一桁上回る、100 MHz 級の時間分割での高速周期加熱応答計測を達成した。これにより 500 nm 程度までの熱拡散長制御と、それによるフォノン熱輸送スペクトル計測が期待される。また、パルス列による加熱の累積効果を考慮した表面温度応答のインパルス応答・フーリエ応答解析手法の構築を実施するなど、計測・解析手法の両方の高度化を行った。フォノン熱輸送特性のゲート変調制御実証（研究項目③）では、材料合成やデバイス研究者らと連携し、ゲート印加状態での熱計測系の設計と、分子論に基づいた二次元積層体・デバイス間の熱輸送モデリングを実施したほか、熱物性値の変調の時空間スケールが熱スイッチの時間応答性等に与える影響を検証するためのモデル格子系の構築を行うなど、次年度以降の高感度計測に必要な要素技術の開発を実施した。