

研究計画

1) 研究目的および意義

持続可能なグリーン社会の実現に向けて、廃熱エネルギーの有効利用や集積回路における排熱の促進などの観点からサーマルマネージメントを向上させる技術が求められている。本研究では、固体結晶でのフォノンによる熱伝導が、フォノン同士の散乱過程において、フォノンの運動量の損失を伴わない正常散乱によって支配される場合に期待される熱伝導率の顕著なサイズ依存性、すなわち非フーリエ熱伝導性に着目して、自在な熱伝導制御を可能にする基盤技術の創成を目指す

2) 研究内容および方法

固体結晶においてフォノンによって熱が輸送される際に、フォノン同士の衝突前後でフォノンの運動量が変化しない正常散乱によって熱伝導が支配される場合、フォノンがあたかも流体のように振る舞うフォノンの流体的熱伝導とも言うべき奇妙な現象が現れる。このときフォノンの運動量は試料境界での境界散乱をとおしてのみ失われるため、元来試料の大きさにはよらない物理量である熱伝導率に顕著な試料サイズ依存性が現れる。申請者のこれまでの研究から、フォノンの流体的性質の発現には波数ベクトルの小さいフォノンの励起を可能とするフォノン分散をもつ層状の結晶構造が重要な役割を果たしている可能性があることが分かってきた。

本研究では2次元層状構造をもつ物質に着目し、それらの熱輸送係数測定から正常散乱を通じた活発な運動量交換を可能とする因子の特定を行う。また層状物質に圧力を印加することによってフォノン構造を外部から制御し、フォノンの流体的性質を顕在化させることを試みる。この試みと熱伝導率に対する試料サイズ効果を活用することで熱伝導率が自在に制御可能であることを実証する。

3) 研究スケジュール

研究期間の前半では、フォノンの流体的性質の発現に関わる因子と特定を行う。後半では圧力印加によってフォノン構造に変更を加え、フォノンの流体的性質が外部から制御可能であることを検証する。また熱伝導率の試料サイズ依存性も併せて調べ、フォノン流体力学に立脚した熱伝導制御の実証を目指す。

4) その他（文理融合、大学間連携等について特筆すべき点があればご説明ください）