

熱輸送のスペクトル学的理解と機能的制御  
2018 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書
------------------

原田 俊太

名古屋大学 未来材料・システム研究所  
准教授

自然超格子フォノンニック結晶による室温熱制御

## § 1. 研究成果の概要

最近の研究で、高度な微細加工によりフォノンニック結晶が実現し、極低温において熱輸送の波動的な制御が可能であることが実証されている。本研究では、これを室温での熱輸送制御に応用するための材料開発を行う。高周波フォノンの熱輸送を制御する材料として酸化チタン自然超格子を用い、自然超格子フォノンニック結晶によって室温熱輸送制御を実証することを目指している。2019年度までの研究で、自然超格子酸化チタン結晶中の面欠陥周期配列はピコスケールの完全性を有することが明らかとなっており、熱フォノンに対してコヒーレントな界面であることが示唆されていた。2020年度は、自然超格子酸化チタン結晶中の面欠陥周期配列を制御して結晶成長を行い、熱伝導率の周期界面依存性、温度依存性を調査した。その結果、熱伝導率が周期界面の密度に対して減少し、増加する、所謂インコヒーレント・コヒーレントのクロスオーバーが室温以下の低温において顕著に観察された。また、熱伝導率の温度依存性から、緩和時間を仮定して、Debye-Callawayモデルを用いて界面粗さをフィッティングにより見積もったところ、電子顕微鏡観察から見積もられた値と同様にピコスケールの界面粗さが期待されることが明らかとなった。以上のように、自然超格子酸化チタンは、コヒーレント界面の周期配列によって生じる、拡散描像とは異なる熱伝導が顕在化することが明らかとなった。