

高効率熱電変換材料の化学創製

公益財団法人豊田理化学研究所
フェロー 河本 邦仁

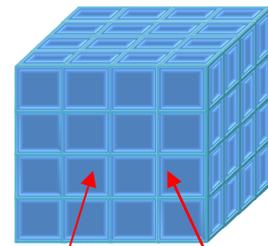
目的

未利用熱エネルギー（太陽熱、廃熱）活用のための革新的技術開発の一貫として、熱電発電技術に必須な高効率熱電変換材料の開発を目指す。そのために、これまで我々が提案・開発を進めてきた SrTiO₃系 3次元超格子セラミックスと無機/有機複合超格子材料をターゲットとして、化学的手法を用いた低次元ナノ構造構築を通して高性能化を実現する。

方法

(1) チタン酸ストロンチウム (STO) 系 3次元超格子材料の開発

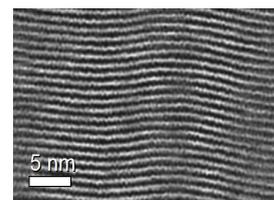
La-STO ナノキューブの界面（粒界）に Nb をドーピングすると量子閉じ込め効果により 2次元電子ガス層 (2DEG) が生成し、熱電性能を大幅に上げることができる。そこで、La-STO ナノキューブの有機分散液にニオブアルコキシド塩を添加し、自己組織化粒子膜を作製する。分散液の蒸発過程で Nb 塩が STO ナノキューブ表面に沈殿する。この後、還元雰囲気中の熱処理によって 2DEG 相を生成するとともに、粒内の Ti⁴⁺の一部を Ti³⁺に還元してキャリアを生成して半導体化する。



La-STO Nb-STO
<3次元 STO 超格子>

(2) 二硫化チタン(TiS₂)/有機複合超格子の構築と高熱電性能化

TiS₂ の層間にインターカレートする有機分子を変化させることにより、種々の組成・構造をもつ無機/有機超格子を構築し、高熱電性能化の可能性を追求する。まず、様々な官能基をもつ有機分子を層間にインターカレートし、TiS₂ 層の電子構造と官能基のカップリングの可能性をチェックする。また、無機/有機ハイブリッド材料の安定性を高めるために、ポリマー、イオン液体のようなより複雑な分子のインターカレーションを試行する。



<TiS₂/有機複合超格子>

期待される成果

低次元ナノ構造の化学構築によって電子系とフォノン系を同時に制御することができれば、これまで不可能であった室温近傍での高性能化すなわち高熱電変換効率化が可能になり、熱エネルギー（太陽熱、廃熱、etc.）の高効率利用やエネルギーハーベスティング等のための革新的技術の開発につながる。