

マクロに見た熱電材料 ミクロに見る熱電変換

Thermoelectric materials and Thermoelectricity from Macroscopic and Microscopic Viewpoints

北陸先端大, [○]小矢野幹夫, 宮田全展, Pham Xuan Thi

JAIST, [○]Mikio Koyano, Masanobu Miyata, and Pham Xuan Thi

E-mail: koyano@jaist.ac.jp

熱電変換技術は、ペルチェ効果やゼーベック効果を利用して熱エネルギーと電気エネルギーを相互に変換する技術である。ペルチェ効果を利用した熱電冷却は既に温冷庫や精密温度制御機器として実用化されており、近年はゼーベック効果を応用して温度差から電力をとりだす熱電発電が廃熱活用技術の有力な手段として注目を集めている。

熱電変換に用いられる材料は熱電材料と呼ばれ、その性能は一般に熱電性能指数 ZT で評価される。これは、熱電変換効率 η やペルチェ冷却で得られる温度差 ΔT が、 ZT の単調増加関数であるためである。従って、良い熱電材料ほど高い ZT を持つものと信じられている。

第一原理電子状態計算が簡単に使えるようになってきた現在では、計算で高いパワーファクターを持つ候補材料を見つけ出し、その熱伝導率を下げることで、高い ZT を得るという戦略がとられることが多い。熱伝導率を下げる方法としては、フォノンの特性長程度のサイズを持った散乱中心を導入することにより、格子熱伝導率を下げるのが一般的である。この視点に立つと、より ZT の大きな材料を開発するためには、フォノン特性長のオーダーにおける熱電物性を明らかにすることが重要である。そこで我々は、熱電材料にポイントコンタクト接合を形成し、その接合点での局所ペルチェ係数 π^* がコンタクトサイズによって変化するかどうかを測定する事により、熱エネルギー⇔電子エネルギーの変換過程を直接

観測することを試みた。[1]

試料ホルダーに熱電材料を設置し、その表面にマンガン線製の鋭い針を接触させる (Fig. 1 inset)。試料全体を断熱真空にした後、外部からアクチュエーターで針を試料に押しつけポイントコンタクトを形成する。強く押しつけた場合、コンタクト径はマイクロメートルオーダーとなる。このコンタクトに DC 電流を流すことにより π^* を測定する。

Figure 1 に、 $p\text{-(Bi,Sb)}_2\text{Te}_3$ の π^* の接触抵抗依存性を示す。 π^* は、接触抵抗の大きさすなわちコンタクト径を小さくすると増大する傾向を示している。この結果は、マイクロメートルという比較的大きなオーダーであっても、特性長を変化させることにより熱電物性が変化することを示唆している。

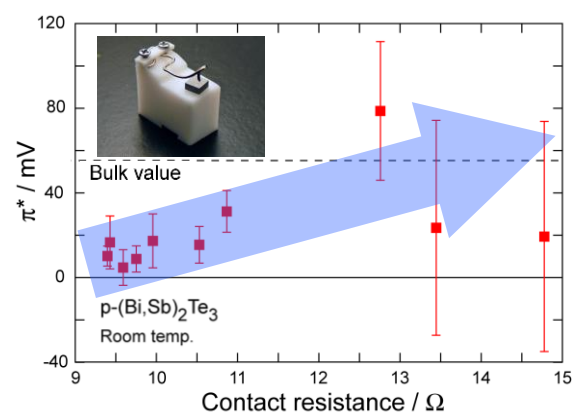


Figure 1: local Peltier constant π^* of $p\text{-(Bi,Sb)}_2\text{Te}_3$

講演では、この結果の詳細に加え、第一原理電子状態計算を用いた物質探索や単層硫化物材料の性能評価の試みについても紹介する。

[1] Measurement of Local Peltier Constant at a Micro Contact, M. Koyano, and N. Akashi, J. Electronic Materials, **37**, 1037-1040, (2009).