

訪問日 2017年11月8日

東北大学 大学院理学研究科 物理学専攻 松下 ステファン悠 助教

研究題名：3次元トポロジカル絶縁体 BSTS 薄膜を用いた表面ディラック電子系の熱電物性の
直接観測とその解明

研究紹介文にもとづき、助成対象となったご研究の詳細を伺いました（図1）。以下は主な質疑応答です。

ご研究を始めた契機はなんですか？

地球温暖化の原因が化石燃料の消費にあると呼ばれて久しいです。しかし、再生可能エネルギーと異なり扱いやすさや天候に左右されない点など利点が多く、総発電量に対して、依然として化石燃料由来の電力が高い割合を占めています。発電とは化石燃料、あるいは原子力も含めて熱を機械的な運動に変え、発電機を動かすことで行うことが一般的です。別のタイプのエネルギーにするため、損失が大きく、得られた熱エネルギーの25%程度しか発電に用いられていません。残りの75%は熱として捨てられているのが現状です。地球温暖化を抑止するためには、化石燃料の消費を減らすことはもちろん有効ですが、熱からの変換効率を上げることも効果的です。私は捨てられている熱を効率よく、直接電力に変えられれば、無駄な燃料消費を抑えられ、地球温暖化抑制につながっていくと考え、この研究を始めました（図2）。

ご研究の独創性を改めて伺います

熱をいったん機械的な運動にすることなく、直接電気に変換する物質に、熱電変換素子があります。理想的な熱電変換素子は、熱は伝え難い一方で、エネルギー変換によって取り出す電気は良く流れる物質です。ところが、一般的には電気をよく流す材料は、熱をよく伝え、理想的な材料からかけ離れているのが実状です。そこで私は、トポロジカル絶縁体に注目しました。トポロジカル絶縁体は物質の表面だけ電気を流しやすく、物質の内部では電気を流しません。この性質は物質を極限まで薄くしても維持されます。一方、熱は物質を薄くすればするほど通り難くなるので、トポロジカル絶縁体を極限まで薄くすれば熱を伝え難いが、電気は流す、理想的な熱電材料として使える可能性があります。トポロジカル絶縁体を熱電材料としてとらえられている研究は少なくユニークな点であるといえます。

研究者を志したきっかけを教えてください

自然の本質を知りたいと考え、物理学を志したのがきっかけと言えます。物理を深く理解することで世の中のいろいろなものが見えてくる。例えば化学や生物も理解できると考えました。研究者になったのは、ある方から博士号をとって初めて面白みがわかるといわれたことが影響しています。確かに博士号を取り研究を進めて理解できたこともたくさんあります。それらの結果が今につながっていると考えています。

研究活動の面白さは何ですか？

ある瞬間の目の前の現象を見ているのが自分だけであり、世の中の誰も知らない現象を見られるのは研究の醍醐味だと思います。また、本質を知ること、その経験がほかに生かせることも研究の面白さと言えると思います。例えば今日理解できない事でも、1年後に別の現象の本質を理解したときに2つの事象がつながっていることに気づき、そこから理解の範囲が一気に何倍にもなる。一気に目の前の世界が広がる感覚は、研究の面白さだといえます。

後進の方に伝えたいことは何ですか？

毎回『絵』にして現象を理解することが大事だと思います。目の前の現象はいくつもの原因が複雑に絡みあった結果です。一つの絵にするには5つも6つも原因を理解することが必要です。絵にできるということは、数式や文字を使わなくても具体的に物事が見えるようになってきます。絵を描くことで現象の予測が立てやすくなるというメリットもあります。

後記

現象の本質の重要さと、本質を理解する方法。松下ステファン悠先生のお話からはユニークな発想の原点を見た気がしました。松下先生のご研究が早期に実現されることを期待しています。

(技術部長 鳥越昭彦)

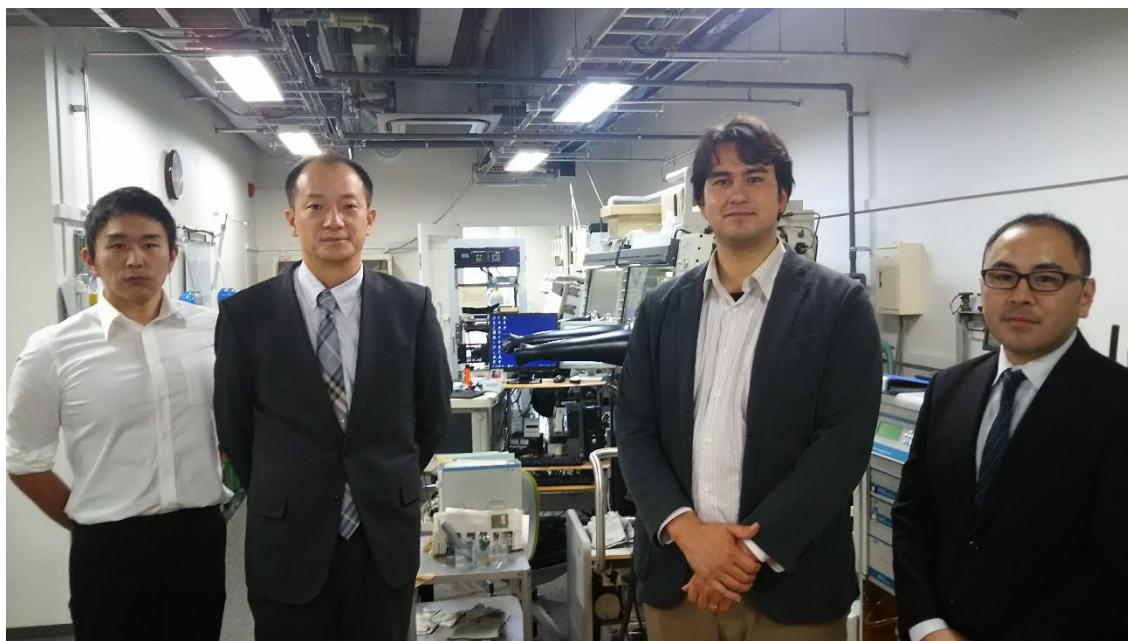


図 1: 右から二人目が松下ステファン悠先生

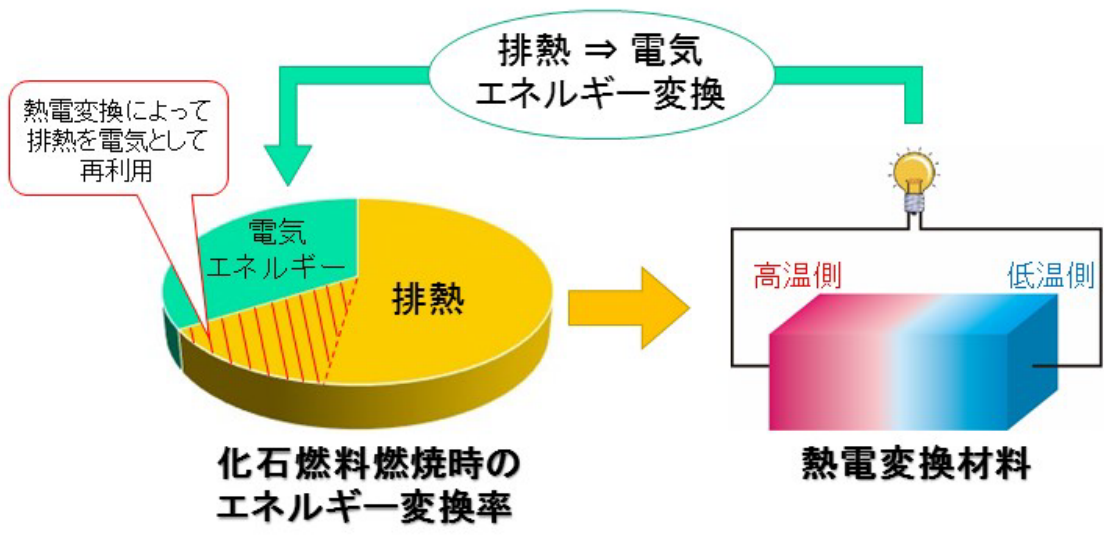


図 2: 熱電変換材料による排熱を用いた発電