



# エネルギー変換の最先端 —未利用廃熱の高効率回収—

## 研究を始めるのに必要な知識・能力

物理の実験系の研究室ですが、出身分野にはこだわりません。今までにも物理系、電子・電気系、機械系、化学系の学生が本研究室に来て活躍しています。JAISTに入学してから、応用物性数学、量子力学、固体物理学など自然科学系の講義を受講してもらうことをお願いしています。

## この研究で身につく能力

物理系のみならず多様な分野から来た学生が、総合的な科学技術としての熱電変換の研究を行うことにより、修了後に企業や研究機関で社会に貢献することを目指しています。私たちの研究室で身につけられる能力は、具体的には以下のとおりです。

- (1) 実際に手を動かしてものを作る面白さを知ること。
- (2) 先端的な実験機器を用いた物理研究と実験手法の習得。
- (3) 物理的または科学的な考え方の習得、ものごとを定量的に捉える力の獲得。
- (4) プレゼンテーション能力、科学的な論文(主として日本語)の作成の方法。

【就職先企業・職種】 製造業ほか

## 研究内容

ゼーベック効果やペルチェ効果などを利用した『熱電変換技術』を使うと、熱エネルギーと電気エネルギーの相互変換が出来るため、廃熱から直接発電を行う『熱電発電』が可能となります。私たちの研究室では、【はかる】【つくる】【さがす】という3本の柱で熱電変換に関する研究を行っています。

### 【はかる】微小スケールの熱電性能の測定

「はかる」とは熱電材料の特性をはかるための評価手法の開発という意味です。近年、微細な構造を持った新規熱電素子が開発されていますが、システム自体が小さく測定が難しいため、新しい評価手法の開発が望まれています。

私たちの研究室では、3ω法(スリーオメガ法)と呼ばれる熱伝導率測定法を改良して、Bi-Te系熱電ナノ粒子凝集体の熱伝導率を測定することに成功しました。さらにこの3ω法を改良することにより、遷移金属トリカルコゲナイドナノワイヤーの熱伝導率測定にもチャレンジしています。またポイントコンタクト型局所熱電性能測定法も開発しており、将来的にはグラフェンやポストグラフェンなど先端材料のフォノン物性を解明することを目指しています。

### 【つくる】インクジェット技術を用いた新規熱電モジュールの開発

実際に熱電発電を行うためには、Bi-Te系熱電素子を多数配列させた熱電モジュールを作製しなければなりません。われわれは、LCD用カラーフィルターの製造に利用されているインクジェット技術を熱電モジュール作製に応用するという、新たな製造プロセスの開発を行いました。

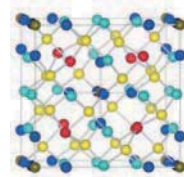
インクジェット印刷を用いることにより、従来作製が難しかった微小サイズモジュールや、ポリイミドをはじめとするフレキシブルな基板を用いたモジュールの試作に成功しました。今後は、焼成後の素子の密度と粒子配向性の向上といった課題を解決し、既存の分野およびエネルギーハーベスティングなど新しい分野への応用展開を図ることを予定しています。

### 【さがす】新しい熱電変換材料の創製

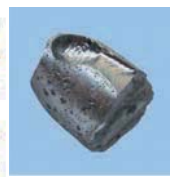
現在実用化されている熱電材料(Bi-Te系材料)は、構成元素のTeが希少・高価であるという問題を抱えています。この問題を解決するため、私たちはTeの代替元素として硫黄(S)を用いた化合物、すなわち新しい硫化物熱電材料の開発を行っています。

最近、私たちはテトラヘドライトと呼ばれる熱電鉱物  $\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$  が、実用化されている材料と比べても遜色ない性能を示すことを発見しました。この材料は母体のままでも良好な熱電性能を示しますが、さらに、CuサイトをNiで置換することにより熱電性能を約1.4倍向上させることに成功しました。

これ以外にも、多様な硫化物の低次元伝導体や、熱電材料と磁性体のハイブリッド材料の合成・開発を行い、その基礎物性や熱電性能を調査しています。



テトラヘドライト



硫化物熱電材料



ポストグラフェン材料

## 主な研究業績

1. Development of thermal conductivity measurement system using the 3ω method and application to thermoelectric particles, S. Nishino, K. Suekuni, K. Ohdaira, and M. Koyano, Journal of Electronic Materials (2014), DOI: 10.1007/s11664-014-2993-9.
2. High-performance thermoelectric mineral  $\text{Cu}_{12-x}\text{Ni}_x\text{Sb}_4\text{S}_{13}$  tetrahedrite, K. Suekuni, K. Tsuruta, M. Kunii, H. Nishiate, E. Nishibori, S. Maki, M. Ohta, A. Yamamoto, and M. Koyano, Journal of Applied Physics 113, 043712 (2013)
3. 廃熱も電気に変える熱電発電, 小矢野幹夫, Ohm Bulletin, 2014年VOL.49冬号(通巻200号)pp. 02.  
[http://www.ohmsha.co.jp/bulletin/pdf/200\\_ohmbulletin.pdf](http://www.ohmsha.co.jp/bulletin/pdf/200_ohmbulletin.pdf)

## 使用装置

物理特性測定装置 PPMS(熱電性能、電気伝導の測定)  
ラマン散乱分光装置(固体中の素励起のエネルギー分析)  
管状電気炉・マッフル炉(無機材料の合成)  
ホットプレス装置(粉体試料の加圧焼結・配向制御)

## <共同研究・連携の方向性など>

自然エネルギーを有効に活用する『グリーン環境発電デバイス』の創製に係る研究開発を協業により推進する。この研究を通じて、狭い研究領域にとらわれない広い視野と行動力を持った未来人材を育成することを目指す。