

## 炭素資源利用学

### 熱 - 電気直接エネルギー変換のための 熱電変換材料の研究

大瀧 倫卓 九州大学 大学院総合理工学研究院 エネルギー物質科学部門



**【概要】** 社会の至る所で発生し捨てられている廃熱エネルギーの有効利用を目的として、高温大気中で安定で、環境に優しく安価で安全な酸化物熱電変換材料の開発を進めている。実用デバイスを指向した酸化物セラミックス材料において、ナノ構造制御や複合ドーピングによる材料開発を推進しており、n型、p型とも世界最高性能を報告している。

現代社会における一次エネルギー供給の約2/3は、有効に利用されることなく廃熱として環境に捨てられている。しかし、この膨大な廃熱エネルギーは、個々は小規模で希薄に分散しており、さらにエクセルギーが低い（環境温度との差が小さい）という低質なエネルギーであるため、利用することが難しい。固体素子によって温度差を電力に直接変換する熱電変換は、小型軽量化が容易で信頼性が高く、微小な温度差でも発電可能なので、未利用廃熱エネルギーの新たな有効利用技術として化石燃料の消費量やCO<sub>2</sub>排出量の削減に貢献できると注目されている。既存の熱電材料はBi, Te, Pbなどの重元素の合金や化合物で、耐熱性が低く、有毒で希少な元素を用いるものが多く、材料合成にも多くのエネルギーを必要とする。我々は、耐熱性に優れた酸化物熱電材料の開発を世界に先駆けて開始し、CaMnO<sub>3</sub>系やZnO系などの有望なn型酸化物材料を初めて見出すと共に、p型層状コバルト酸化物においてもプロセッシングやドーピングの改良により、実用的なセラミックス材料において優れた熱電性能を見出している。特に、ZnO系やCa<sub>3</sub>Co<sub>4</sub>O<sub>7</sub>系の複合ドーピングにより、自発的にナノコンポジット構造が形成される事を見出し、n型、p型ともバルク酸化物としての世界最高性能を報告している。このようなナノレベルの構造制御は、従来からのミクロンオーダーの構造制御よりはるかに微細なサイズ領域に踏み込むことにより、バルク材料の熱電性能を飛躍的に向上させる可能性を秘めている。電気伝導と熱伝導の独立制御という熱電変換材料研究の究極の目標に向けて、酸化物特有の結晶構造と伝導機構の多様性に着目しつつ、新規材料の探索研究も含めた多方面展開を進めている。

#### 発表論文、学会発表など

- 1) M. Ohtaki and S. Miyaishi, *J. Electron. Mater.*, **42**, in press. (2013).
- 2) N. V. Long, M. Ohtaki, T. Matsubara, C. M. Thi, M. Nogami, *J. Phys. Chem. C*, **116**, 12265 (2012).
- 3) T. Sugahara and M. Ohtaki, *Appl. Phys. Lett.*, **99**, 062107 (2011).
- 4) N. V. Nong, N. Pryds, S. Linderoth, M. Ohtaki, *Adv. Mater.*, **23**, 2484 (2011).
- 5) M. Ohtaki, K. Araki, K. Yamamoto, *J. Electron. Mater.*, **38**, 1234 (2009).