



## 高速焼結法によって作製された Bi-Te 系熱電変換材料の電子・結晶構造評価

宮崎 秀俊<sup>1</sup>, 宇佐美 真子<sup>1</sup>, 三上 裕史<sup>2</sup>, 曾田 一雄<sup>3</sup>  
 1 名古屋工業大学, 2 産業技術総合研究所, 3 名古屋大学

キーワード：熱電変換材料, 高速焼結法, 粉末 X 線回折, 結晶構造, Rietveld 解析

### 1. 背景と研究目的

Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>系熱電材料は、走行中のエンジンと外気温度との温度差を利用した発電が可能であるため、これからの省エネルギー社会を構築するための必須な技術である。しかしながら、Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>系熱電材料は、我が国においては KELK, ヤマハなどの企業が製品化しているものの、材料合成プロセスが複雑なため、生産コストが高いことが普及の大きな壁になっている。近年、名工大・産総研の共同研究により、秒単位の高速焼結法により熱電素子を粉末冶金法にて作製する方法が開発された[1]。この技術を用いれば熱電素子を短時間・低コストで作製可能であり、早期の Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>系熱電材料への大量生産プロセスへの適用が望まれている。しかしながら、高速焼結法により作製された試料においては、通常の焼結法で作製された試料と比較して熱電特性が低下している。熱電特性劣化のメカニズムの解明は今後の高速焼結法による材料作製プロセス改善のために必要不可欠な情報である。そこで、高速焼結法で作製された試料の結晶構造と熱電特性の関係を放射光を用いた粉末 X 線回折測定により調査した。

### 2. 実験内容

高速焼結法(通電条件 1.0 秒, 1.2kA)により作製した Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>系熱電材料について、あいちシンクロトロン光センターBL5S2において高分解能粉末 X 線回折測定を行った。励起光子エネルギーは 13.05 keV (波長：0.95 Å) に設定した。

### 3. 結果および考察

図 1 に高速焼結法で作製した Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>系熱電材料の粉末 X 線回折測定および Rietveld 解析の結果を示す。Rietveld 解析の結果、高速焼結法で作製された試料の内部には酸化物などの第 2 相などは存在せず、また、その格子定数は過去の Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> の値と一致した[2]。光電子分光測定の結果から、高速焼結法で作製された試料においては、僅かに酸化物に由来するピークが観測されており、試料内部に酸素が存在していることが明らかになっている。そのため、試料内部の僅かな酸素が熱電特性の低下に影響していると考えられる。今後は焼結時間および焼結温度の更なる検討が必要である。

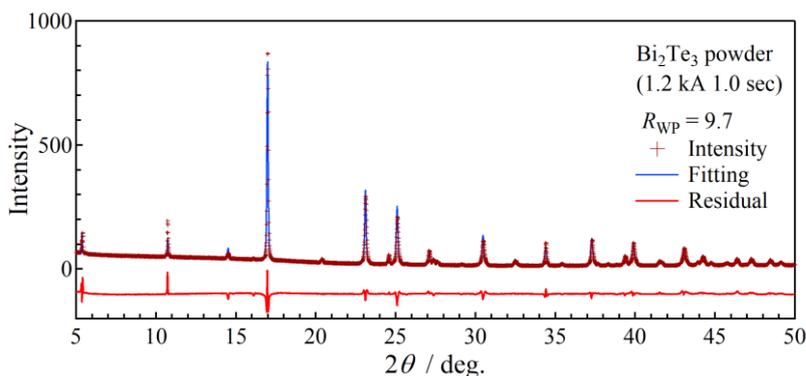


Fig.1 高速焼結法で作製した Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>系熱電材料の粉末 X 線回折測定(+)および Rietveld 解析(実線)の結果

### 4. 参考文献

- 三上裕史, 杵鞭義明, 久保和哉, 内山直樹, 宮崎秀俊, 西野洋一「高速通電焼結による熱電変換材料の合成」日本金属学会 2017 年秋季講演大会要旨
- S. Nakajima, *J. Phys. Chem. Solids* 24 (1963) 479.