

日本—中国 国際共同研究「環境・エネルギー分野」 2019 年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	高効率熱電変換による LNG 冷熱回収技術の開発
研究課題名（英文）	High Efficiency Thermoelectric Generator Technology for Utilization of LNG Cold Energy
日本側研究代表者氏名	山本 淳
所属・役職	産業技術総合研究所 省エネルギー研究部門 熱電変換グループ・研究グループ付
研究期間	2019 年 4 月 1 日 ~ 2022 年 3 月 31 日

1. 日本側の研究実施体制

氏名	所属機関・部局・役職	役割
山本 淳	産業技術総合研究所・省エネルギー研究部門・熱電変換グループ・研究グループ付	熱電モジュール評価
李 哲虎	産業技術総合研究所・省エネルギー研究部門・熱電変換グループ・研究グループ長	熱電モジュール作製

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

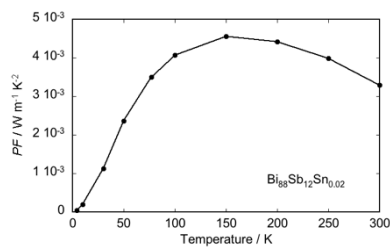
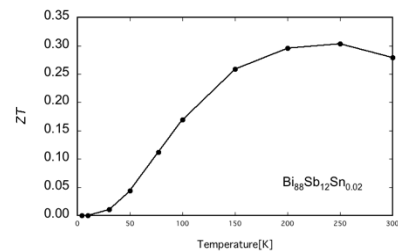
熱電モジュールの開発に向けて材料への金属製の電極層形成の技術を開発する。めっき法、放電プラズマ焼結機による一体焼結や拡散接合などによる電極形成を試みる。電極の健全性を評価することにより、熱応力に耐えられる金属製電極の形成に必要な基礎データを収集する。

3. 日本側研究チームの実施概要

熱電モジュールの開発に向けて、本年度はまず室温で高い性能を示す素子材料の開発に着手した。p 型の MgAgSb の対となりうる n 型材料の候補として特に、デイラックコーンを持つ Bi-Sb 系材料に着目した。Bi 単体はデイラックコーンを持つが、他のバンドによりギャップレスな電子構造を持つため、半金属的な電子輸送特性を示す。本研究では Bi を半導体化するために、12%の Bi を Sb で置換した。さらにキャリアチューニングを目的として Sn をドーピングした。これにより、室温以下で高い熱電性能を得ることに成功した。

試料合成はボールミルにより行なった。得られた多結晶体を SPS により焼結し、嵩密度の高い焼結体を得た。焼結体は真空雰囲気下、250℃にて一週間アニールした。

得られた $\text{Bi}_{88}\text{Sb}_{12}\text{Sn}_{0.02}$ 試料は負のゼーベック係数を示し、n 型であることが確認された。電力因子 $\text{PF} = S^2/\rho$ (S : 熱起電力、 ρ : 電気抵抗) は室温で 3.3 mW/mK^2 、最大で 4.6 mW/mK^2 ($T = 150 \text{ K}$)、と極めて高い値が得られた。無次元性能指数 $\text{ZT} = S^2T/\rho\kappa$ (κ : 熱伝導率) は室温で 0.28 であった。今後、さらに性能を高めるため、置換効果を詳細に調べていく。

図1 $\text{Bi}_{88}\text{Sb}_{12}\text{Sn}_{0.02}$ の電力因子の温度依存性図2 $\text{Bi}_{88}\text{Sb}_{12}\text{Sn}_{0.02}$ の ZT の温度依存性