



## 熱電材料 $\text{Mg}_3(\text{Sb}, \text{Bi})_2$ の小角散乱

菅野 勉  
パナソニック株式会社

キーワード：熱電材料，小角散乱， $\text{Mg}_3\text{Sb}_2$

### 1. 背景と研究目的

$\text{Mg}_3\text{Sb}_2$ 系熱電材料は熱エネルギーを電気エネルギーに変換できる熱電材料として研究されている。中でも Sb サイトを一部 Bi に置換すると、 $1 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 以下の極めて低い熱伝導率を示す<sup>1)</sup>。Bi 置換により結晶中に乱れが導入されフォノンの散乱が促進されたことが一因だと考えられるが、他にも低熱伝導率の原因が存在する可能性がある。これまで、材料作製プロセス上の理由により細かなカーボン粒子が分散していることが走査型電子顕微鏡 (SEM) による観察で判明している。今回、BL8S3 での小角散乱測定により、 $\text{Mg}_3\text{Sb}_2$  の Bi 置換の有無による違いやカーボン粒子の分散状態に関する知見を得るための実験手法を習得するための実地研修を行った。

### 2. 実験内容

$\text{Mg}_3(\text{Sb}, \text{Bi})_2$  は遊星ボールミル処理 (400 rpm、4 h) した単体原料粉末を  $900^\circ\text{C}$ 、50 MPa で放電プラズマ焼結して得た。この焼結体を厚さ約  $20 \mu\text{m}$  まで研磨して小角散乱測定の試料とした。X 線のエネルギーは  $8.2 \text{ keV}$  (波長  $\sim 1.5 \text{ \AA}$ )、カメラ長は  $2.2 \text{ m}$  の条件で測定を行った。

### 3. 結果および考察

$\text{Mg}_3(\text{Sb}, \text{Bi})_2$  焼結試料の X 線小角散乱プロファイルを図 1 に示す。どちらの試料においても散乱ベクトル  $q$  が  $1 \sim 2 \text{ nm}^{-1}$  の範囲にブロードな回折ピークが観測された。GSAS2<sup>2)</sup> を用いて解析を行ったところ、Bi 置換を行った試料では平均サイズが  $d \sim 7.5 \text{ nm}$ 、Sb 置換を行った試料では平均サイズが  $d \sim 4.0 \text{ nm}$  に対応していることがわかった。SEM による焼結体の観察では粒径は約  $10 \mu\text{m}$  であったことから、粒径よりも小さな構造が試料中に存在し、熱伝導率を低減させている可能性が示唆される。ただし、今回の結果が再現しなかった試料も存在したことから、結論を得るためにはさらなる解析が必要なものと考えられる。

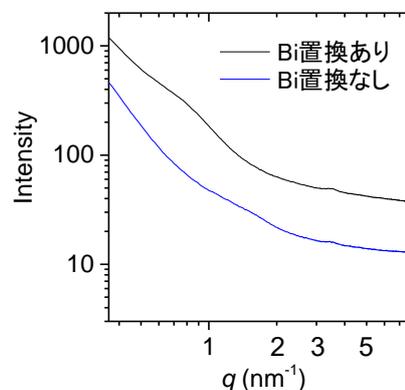


Fig.1  $\text{Mg}_3(\text{Sb}, \text{Bi})_2$  焼結体の小角散乱プロファイル

### 4. 参考文献

1. Tamaki *et al.*, *Advanced Materials* **28**, 10182 (2016).
2. Toby and Von Dreele, *Journal of Applied Crystallography*, **46**(2), 544 (2013).