

この研究は、以下の補助を受けて平成27, 28年に実施しました。

公益財団法人 J K A 自動車機械工業振興補助事業

補助事業番号 27-136

補助事業名 平成27年度 熱電変換材料を用いた排熱有効利用研究 補助事業

## 報告書

### 1 研究の概要

熱を電力に変換する「熱電変換材料」の創製を行いました。この熱電変換技術の実用化にあたっては、①環境にやさしい元素から構成される熱電変換材料が求められ、②熱電変換素子はp, n型一対の熱電変換材料から構成されますので、p, n型両方の熱電変換材料が必要となります。また、③熱を電力に変換する効率の指標である無次元性能指数 $ZT$ が、実用化に求められる1以上を目標に、さらには④試作した熱電変換素子の出力特性の評価を行うことによって実用化の可能性検討を目指して、研究を行いました。

### 2 研究内容

#### (1) 高効率熱電変換材料に関する研究

高効率な熱電変換材料は高いゼーベック係数 $S$ 、高い電気伝導率 $\sigma$ 、低い熱伝導率 $\kappa$ を同時に満足する必要がありますが、それらの物性は相矛盾し、同時に満足することは困難です。従いまして、現在、実用化されている熱電変換材料のほとんどはビスマステルル、ビスマス鉛テルルなど毒性のある元素が用いられています。本研究でのブレークスルーは、一般的なありふれた物性である小さな $S$ 、大きな $\sigma$ 、大きな $\kappa$ の材料、大きな $S$ 、小さな $\sigma$ 、小さな $\kappa$ の材料を組み合わせ、トータルとして無次元性能指数 $ZT$ が、実用化の目安である $ZT > 1$ を達成したことです。

#### (2) 外場による熱電変換物性の向上

熱電物性としてのゼーベック係数 $S$ 、電気伝導率 $\sigma$ は、トレードオフ関係にあり、 $S$ 向上に従い $\sigma$ は低下（ $\sigma$ 向上に従い $S$ は低下）します。ここでは外場によって $S$ 、 $\sigma$ 共に向上する系を考察し、光照射によって $S$ 、 $\sigma$ 共に向上させることに成功しました。成果は以下の論文に発表しています。

“Photo- and gas-tuned, reversible thermoelectric properties and anomalous photo-thermoelectric effects of platinum-loaded tungsten trioxide”,  
K. Suzuki, T. Watanabe, H. Kakemoto, H. Irie, Journal of Applied Physics, 119, 245109/1-245109/7 (2016)