

「シリサイド系熱電材料は排熱発電の本命になり得るか ～実力と課題を知る～」

鵜殿治彦(茨城大・工)

森 孝雄(物材機構・WPI)

本シンポジウムは、近年、欧米で急速に注目され始めたシリサイド系熱電材料についての総合的な理解を深め、国内での研究の一層の促進を図るために、9. 4熱電変換中分類分科とシリサイド系半導体と関連物質研究会が合同で企画したものである。2011年春季に企画したシンポジウムが震災で中止となったが、同分野研究者からの再企画を望む声が非常に多かったため、最新の成果を含めた10件の招待講演(オープニングとクロージングを含む)に9. 4熱電変換中分類分科から4件の一般講演を加えてシンポジウムを構成した。これまで熱電材料としてシリサイドを扱っていた研究者は9. 4熱電変換中分類分科で発表をしており、半導体シリサイドの物性探索や電子・光・磁気機能デバイス応用の研究者は14.1探索的材料物性中分類分科で発表を行っていたが、本シンポジウムでは両分科からの参加者が多数見られた。また、大学ばかりではなく、企業研究者のこの分野への関心も高く、初日の午前中にもかかわらず最初の方から90名程、最大で100名を超える参加者があった。

オープニングでは鵜殿氏(茨城大)がシリサイド系熱電材料の持つ低い資源・環境リスクが排熱発電の膨大な需要に対しては大いに魅力的であり、この材料研究が活性化していることを紹介した。飯田氏(東京理大)は Mg_2Si に関する欧米での研究が加速していること、直径40mmを超える $ZT > 0.8$ の Mg_2Si 焼結体の合成及びNiとの一体焼結による低抵抗電極の作製が可能になっており、企業と共同でモジュール試作を行っていることを報告した。シリサイドにまだ直接試行されていないが、熱電材料一般の高性能化メカニズムに関する講演も数件あった。宮崎_廉氏(九州工大)はナノポーラス上に作製した Bi_2Te_3 膜を例に、ナノ構造を使った熱伝導率の低減効果を分子動力学計算とフォノンの平均自由行程の解析結果を交えてわかりやすく解説した。岡本氏(京大)は、チムニーラダー構造の $Ru_2Si_3:Mn$ などに生じるhemi-coherent界面を使うことで電気伝導度をそれほど損なわずに熱伝導率の低減ができることを報告した。竹内氏(名大)は線形応答理論に基づいて種々の熱電材料の熱物性を良く理解できることを紹介し、これに基づいた Fe_2VAl 合金やAl-Mn-Si系の材料についての開発状況を報告した。合成法についても工夫のある結果も紹介された。山田氏(東北大)はNaフラッ

クスを使って種々の遷移金属シリサイド(β -FeSi₂ や高マンガンシリサイド(HMS)、MoSi₂)を簡易に合成できることを報告した。伊藤氏(名大)はメカニカルアロイング(MA)とプラズマ放電焼結(PDS)法を使って低純度の原料等を用いても比較的高い ZT の高マンガンケイ化物 HMS と Mg₂Si が簡易に合成できることを報告した。磯田氏(物材機構)は Mg-Si-Sn 合金系の合成において液-固相合成とホットプレス時のアニールによって単相の Mg₂Si_{0.5}Sn_{0.5} 結晶が合成でき、Sb や Bi の添加で n 型の高い ZT が実現できること、また、Mg₂Si_{0.25}Sn_{0.75} 結晶に Ag と Li を共添加することで p 型でも比較的高い ZT の結晶ができることを報告した。宮崎^謙氏(東北大)は HMS の構造が 4 次元の超空間群で考えると 8 個のパラメータで構造を簡易に記述できること、また価電子数制御(VEC)に基づいた Fe のドーピングによって n 型の HMS の性能向上ができることを報告した。クロージグでは森氏(物材機構)がすでにシリサイド系熱電材料で高性能なモジュールの試作が進んでいることや更なる高性能化のメカニズムや低コストプロセスの研究が進んでいることからすでに高い実力を持った熱電材料になっていると総括した。また、途中の一般講演においても Mg-Sr-Si 系の化合物が p 型で高い ZT を示すこと(梶谷氏、東北大)、1100°C 付近の高温でも安定なシリコン系クラスレート材料(森氏、物材機構)、HMS への Cr ドーピングの効果(菊池氏、東北大)、中温域の熱電材料としての Mn₃Si₄Al₃ 系材料の優れた特性が報告されるなど非常に興味深く盛況なシンポジウムであった。特にこれから熱電材料の研究を始めようとする研究者の方々から、熱電変換の基礎的事項からシリサイド系熱電材料の開発状況までを包括的に知ることができたとのことをご意見を多数頂けたことは企画者として大変喜ばしいことであった。