

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
シーズ育成タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: 移動体の廃熱回収に向けたレアメタルレス熱電発電ユニットの実用化研究
プロジェクトリーダー	: 株式会社アツミテック
所属機関	: 株式会社アツミテック
研究責任者	: 西野洋一(名古屋工業大学)

1. 研究開発の目的

低炭素社会、脱化石エネルギー化が求められる移動体業界においては、より低燃費化、大幅なCO₂削減が要求されている。車体軽量化と同様に燃費寄与の大きい内燃機関効率の改善においても排気エネルギーの回生が必須であり、最も多くの移動体に適用可能な熱電発電システムに対する期待が大きい。本研究開発はアジア市場 4000 万台の市場規模を持つ二輪車に適用可能な 100W 級の熱電発電ユニットをレアメタル・レアアースフリーな材料を用い、ニアネット製造による高い材料使用率で、移動体に適した高強度な構造で実現すると同時に、市場規模に対応する高効率な製造方法を確立することを目的とする。

2. 研究開発の概要

①成果

熱電材料として、レアメタルフリー・レアアースフリー、資源性に優れ、安全な材料をコンセプトにホイスラー型 Fe₂VAl 合金を用い、熱電性能の向上を図った。特に移動体は停車時から高速走行時に至る走行条件により、使用温度範囲が広範囲となるため、室温～300℃までの平均熱電性能が重視される。この広い温度域で $ZT \geq 0.2$ の材料を開発した。また、材料の有効利用、工場廃棄物の削減も製造面では非常に大きな課題であり、本研究開発では粉末冶金によるニアネット成形にて高い材料使用率を実現すると同時に、インライン製造工程を前提に単素子の焼結時間を 1 秒以内という高速焼結を実現することにより高い生産性を確立した。最終製品の性能としては二輪車の排気エネルギーにて 100W の発電が可能な発電ユニットの熱電素子を温度差の付きやすい形状、発電ユニットの温度分布改善により実現した。

研究開発目標	達成度
①ホイスラー型 Fe ₂ VAl 合金の高温熱電性能の向上 300℃の熱電性能を $ZT \geq 0.25$ 室温～300℃での平均熱電性能を $ZT \geq 0.2$	①合金材料成分の開発により、 ・室温～300℃での平均熱電性能は $ZT \geq 0.2$ ・50℃付近での熱電性能は $ZT \geq 0.43$ となり、ほぼ目標を達成した。(達成度 100%)
②ニアネット成形体の高速作製技術の開発 ニアネット成形体の通電焼結1秒以内	②0.25 秒で焼結完了を実現(達成度 100%)
③ニアネット成形体の高速作製技術の量産性の向上 ニアネット成形体の連続製造25個/分	③ニアネット成形体の連続製造32個/分(8個/15秒)で連続製造(達成度 100%)

<p>④熱電モジュール化の高速製造技術の開発 熱電モジュールの連続製造1個/分</p>	<p>④未達成。熱電搭載数が増加した四輪車用発電ユニット製作、試験を優先した。(達成度 0%)</p>
<p>⑤熱電発電ユニットの最適設計と評価 自動二輪車用の 100 W 級熱電発電ユニットを開発する。</p>	<p>⑤自動二輪車相当にて 100W 級発電を達成。但し、市場変化、客先要望変化により四輪車用ユニットで 200W 級発電ユニットの開発に移行。(達成度 100%)</p>

②今後の展開

本研究開発では、熱電発電ユニット実用化に向け、材料性能から製造プロセス、発電性能までの各研究項目で目標を達成すると共に、量産体制確立に向けた課題が明確となった。特に熱電変換デバイスでは未確立の原料合成からユニット化までを連続的に行う高効率インライン製造プロセスの開発が、低コストや高耐久性が求められる移動体用発電ユニット量産化に向けて必要不可欠である。

この製造プロセスにおいては、高性能・高耐久な熱電材料及び発電ユニットの安定製造に向けて、材料物性からデバイス設計やプロセス技術、更には製造設計技術までの幅広い知見を集約する必要がある。移動体の燃費向上する熱電発電ユニット実用化は強く望まれており、早期の事業化に向けて、今後も産学官が連携を取りながら研究開発を推進する予定である。

3. 総合所見

目標の一部が達成できていないが、今後の取り組み次第ではイノベーション創出の可能性はある。

熱電材料の性能向上および高速焼成技術を適用した熱電発電ユニットで実用性を評価し得る 100W の実証が得られた点は優れている。一方、熱電モジュールの高速製造技術の開発では十分な成果が得られておらず、高効率な製造方法の確立には至っていない。

実用化に向けてはまだ課題があると考えられるので、今後の研究開発計画の適切な立案と推進を期待したい。