

Title	熱電発電器の応用システムに関する研究
Author(s)	津吉, 彰
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3184370
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	津吉彰
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第15846号
学位授与年月日	平成13年1月29日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	熱電発電器の応用システムに関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 松浦 虔士
	(副査) 教授 辻 毅一郎 教授 熊谷 貞俊 教授 伊藤 利道 教授 佐々木孝友 教授 平尾 孝 助教授 森 勇介

論文内容の要旨

本論文は、比較的低質の未利用熱エネルギーなどを半導体熱電素子により直接電気エネルギーに変換して有効利用するシステムについて研究をした結果をまとめたもので、以下の7章より構成されている。

第1章では、熱電発電器とその応用システム開発の経緯と背景について述べ、本研究の目的と意義を明確にしている。

第2章では、低質産業廃熱などの未利用熱源を利用する熱電発電器の特性解析方法およびそれをを用いた最適設計について述べている。解析方法に関しては、伝熱管と熱電モジュールの結合体における接触効果を考慮した方法を新しく提案し、発電器出力の解析精度が向上することを実験によって検証している。

第3章では、液体ナトリウム冷却の小型高速増殖炉の熱出力を利用する膜状アモルファス鉄シリサイド熱電素子を用いた熱電発電器のシステムについて述べている。このシステムは、液体 NaK を冷却側の熱媒体とすることにより、液体ナトリウムと水との反応による危険性が回避される安全な発電システムとなる可能性を示している。

第4章では、ゴミ焼却炉へ適用する熱電発電器として、低粘度油を伝熱媒体とする熱電発電器を提案している。この方式の熱電発電器はヒートパイプ式に比べ設置コストが安価で、経済的な発電が可能なシステムであるという結論を得ている。また、この方式の熱電発電器の実用化を目標とし、試作器の試作試験、ならびに実際のごみ焼却施設に設置した500W発電器のプロトタイプ開発について述べている。

第5章では、変動性のある廃熱から熱電発電器を用いて電力回収を行う場合に有効な技術として、蓄熱器を導入した熱電発電器システムの経済性を評価し、蓄熱器導入により熱電発電器の稼働率が向上し、発電コスト低減がはかれることを示している。

第6章では熱電発電器の高性能化や高度利用を目的として提案した3件の応用システムについて述べている。1件目として、ケミカルヒートポンプを用いて熱源を高温化し、熱電発電器の性能向上を図るシステム、2件目として、主として構造材の熱応力対策として開発された傾斜機能材料を電極として利用する熱電発電モジュールの高性能化技術、3件目として、分散する低質な廃熱源を巡回しながらエネルギー回収を行う移動式熱電発電-水素製造システムについて、それぞれ、システム構成ならびに廃熱回収発電実験の結果を示している。

第7章では、本研究全体の総括を行い、結論を述べている。

論文審査の結果の要旨

熱電発電機の応用システムは、これまで惑星探査衛星の電源など特殊用途に限られていた。本論文では、新たに廃熱などのような産業・民生部門における未利用エネルギーの直接発電システムへの利用拡大を中心に熱電発電機の応用に関する課題を設定し、以下のような研究成果を得ている。

- (1) 各種産業のエネルギー系統で発生する低質廃熱などの有効利用に熱電発電システムが適用可能であることを示し、心臓部となる熱電発電機に関して、接触効果や物性値の温度依存性を合理的に考慮した新しい解析法を考案している。また、それに基づき、出力最大、効率最大などそれぞれの目標に合致したシステム設計法を見出している。
- (2) 液体金属を冷却材として用いる小型高速増殖炉にスチームタービンの代りに熱電発電機を用い、水を使わない新しい発電システムを提案している。その構成により、従来システムの欠点であったナトリウムもれ事故時のナトリウムと水の反応が回避でき、安全性の高い高速増殖炉発電システムが構築可能となることを示している。
- (3) 熱電発電機応用システムの高性能化と応用範囲の拡大をはかるために、熱電モジュールへの傾斜機能材料電極の適用、ケミカルヒートポンプを利用する直接発電システム、蓄熱器と結合した移動式熱電発電機-水素製造システムを提案し、それらの省エネルギー性を評価している。
- (4) 大きい熱出力の変動がある中小規模のごみ焼却施設に熱電発電を適用することが実用化を促進するための第一歩であると考え、低コスト化をはかる目的で低粘度熱媒体油循環方式の熱電発電機を設計し、試作・試験を実施している。また、その結果に基づいてプロトタイプ開発した500W級熱電発電機を実際のごみ焼却施設の発電機として利用し、その性能を検証している。

以上のように、本論文で示されている研究の成果は、実用化の第一歩として実際のごみ焼却炉熱電発電システムに利用され実証された。熱電発電機応用システムに関する技術は、産業・民生部門における省エネルギーのために有効な技術であると判断され、電力・エネルギー工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。