



6. おわりに

小柳 剛

山口大学 大学院理工学研究科

(原稿受付：2011年9月12日)

本小特集において、熱電変換技術の概要とその応用例を紹介してきた。第2章では、熱電発電の概要とこれまでの研究事例、材料開発研究についての解説がなされた。また、熱電発電以外に、熱電子発電やアルカリ金属熱電発電 (AMTEC) の現状が紹介された。これらの発電方式を用いて、熱エネルギーを集熱することにより、単位面積あたりの高い発電量を得ることができることが示された。第3章では、燃料電池に適用する熱電モジュールの開発が報告され、高効率熱電モジュール開発の一端が紹介された。実際の核融合研究において、熱電変換技術が活かされる事例について第4章で解説された。超伝導電磁石のリード端子からの熱流を防ぐためのペルチェ電流リードとダイバータからの熱流を利用した熱電発電の研究例が紹介され、その重要性が示された。第5章では、熱電変換技術の応用の一例として、熱電変換素子を用いた水素センサについて述べられた。熱電式マイクロ水素センサは、幅広い濃度検出能力を示し、これからの水素エネルギー利用社会において、実用化が待たれるセンサである。さらに、医療現場での応用も期待されることが示された。

熱電変換技術の最近の研究動向として、我が国では、NEDOを中心として多くの研究プロジェクトが進められ、筆者も NEDO ナノテク・先端部材実用化研究開発「カゴ状物質を利用したナノ構造制御高性能熱電変換材料の研究開発 (代表：高島敏郎 (広大))」において、Sn クラスレートを用いた低温度領域での熱電発電の研究を行っている。熱電発電の実証研究としては、「高効率熱電変換システムの開発 (代表：梶川武信 (湘南工科大))」の研究で、材料開発から発電器の試作応用研究まで、総合的に研究が行われた[1]。一方、JST の CREST 研究「ナノブロックインテグレーションによる層状酸化物熱電材料の創製 (代表：河本邦仁 (名大))」で、ナノ構造を制御した熱電変換材料の開発では、大きな成果が得られている[2]。

海外では、米国のエネルギー省 (DOE) を中心にして、自動車の廃熱を回収するプロジェクトが走り始めており、材料、素子、システムが一体化しての研究が進められている[3,4]。また、ヨーロッパでも、自動車に搭載する熱電発電器が開発され、デモンストレーションが行われた[5,6]。

熱電発電の普及の鍵として、第2章で指摘があったように、熱電素子の変換効率とコストの問題がある。太陽電池もそうであったように、モジュール・コストが100円/W が普及の目安であると言われている。熱電発電においては、熱源を何にするかによって話は変わってくるかもしれないが、100円/W が実現すれば、あらゆる応用が考えられてくると思われる。電子冷却に関しては、代替品のない特殊用途は別として、冷蔵庫やクーラーと言った家電製品への応用では、モジュール・コストも問題であるが、コンプレッサーによる冷却能力を超える成績係数が必要で、従来品と同等の電気代を実現するためには、さらなる性能向上が必要である。

材料開発では、地球環境に優しく、豊富な元素を用いた材料開発が必要であるが、変換効率の高い材料を用いて素子、発電器の実証を行う必要があると思われる。まずは、熱電変換技術の有用性が広く知られることが重要であろう。

今後は明確な目標を持って、材料、素子、システムが一体化しての研究が必要になると思われる。資源の少ない我が国では、熱電変換技術の研究は重要であり、1次エネルギーの約50%が廃熱として無駄に捨てられている現状では、その廃熱を少しでも回収することは、省エネルギーだけでなく、新たなエネルギー源を持つことにつながる。

核融合関連分野においては、メインの発電方式にはならないかもしれないが、惑星探査衛星等で実証済みのメンテナンス・フリーで信頼性の高い熱電発電は、考慮すべき発電の一手法だと思われる。また、その周辺技術として、ペルチェ電流リードや水素センサは必要不可欠なものであると考えられる。エネルギー・ハーベスタの観点からは、核融合炉には発熱、冷却といった温度勾配がついた個所が多く、そこでのセンサなどの独立電源としての応用は考えられると思われる。

本小特集が、広範囲にわたるプラズマ・核融合関連分野の研究者に熱電発電関連の研究・開発の一端を紹介でき、応用開発において何等かの形でコラボレーションできれば幸いである。

6. Conclusion

KOYANAGI Tsuyoshi

author's e-mail: koyanagi@yamaguchi-u.ac.jp

参考文献

- [1] 熱電変換技術ハンドブック(梶川武信監修, エヌ・ティー・エス, 2008) p.515.
- [2] 戦略的創造研究推進事業 CREST 平成19年度研究終了報告書, 研究領域「エネルギーの高度利用に向けたナノ構造材料・システムの創製」, http://www.jst.go.jp/kisoken/crest/report/sh_heisei14/n9energyn/05koumoto.pdf.
- [3] "NSF and DOE Issue Solicitation for Automotive Thermoelectric Waste Heat Recovery Projects; Up to \$9M in Total Funding Over 3 Years: Green Car Congress", <http://www.greencarcongress.com/2010/03/teg-20100324.html>.
- [4] 成果報告として例えば, G.P. Meisner, "Advanced Thermoelectric Materials and Generator Technology for Automotive Waste Heat at GM", http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/pdfs/thermoelectrics_app_2011/monday/meisner.pdf.
- [5] "Thermoelectric power for automobiles arrives in Europe: ITS", <http://www.its.org/node/5670>.
- [6] M. Rowe, "An Overview of Thermoelectric Waste Heat Recovery Activities in Europe", http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/pdfs/thermoelectrics_app_2009/wednesday/rowe.pdf.