第77回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集 (2016 朱鷺メッセ (新潟県新潟市))

熱電実学のすゝめ

Encouragement of Jitsugaku

産総研，◦舟橋 良次

AIST, ◦Ryoji Funahashi

E-mail: funahashi-r@aist.go.jp

熱電変換を研究する人の最終目標は何でしょう？発電？冷却？それともセンシングでしょうか。あるいは熱電材料を舞台にしたフォノンエンジニアリングや計算材料科学など基礎研究を究めようという人もいるでしょう。熱電変換と一口に言ってもゼーベック効果、ペルチェ効果、熱電子放出効果、スピンゼーベック効果など様々な現象が対象になります。熱電材料の性能についても、ゼーベック係数、電気伝導度、熱伝導度、さらに熱膨張係数、機械特性、化学的安定性、モジュールでは接合抵抗や強度などたくさんの数値を計測、改善しなければなりません。今、熱電変換研究のほとんどが無次元性能指数 *ZT* を競い合っています。でもそれだけでよいのでしょうか？例えば、排熱回収発電器を開発するとして、どんな物性値が重要でしょう？低い熱伝導度でしょうか？では、非常に低い熱伝導度の熱電材料でモジュールを作るとき注意することは何でしょう？モジュールだけの変換効率を上げたければ、入熱量を絞ることで見た目の発電効率は上がるでしょう。しかし、ユーザーが望む熱源に対する発電システムとしての効率を上げるためには、モジュールに多量の熱を入力し、高い効率で発電することが必要です。ではどうやって熱を入力しますか？熱源、集熱フィン、モジュール、水冷槽、冷媒間の界面での高い熱伝達率を高めなければなりません。そのためには界面の研究は必須です。熱電発電を面倒にしているのは冷却です。水冷は、コスト高、装置の大型化、重量増加、正味発電量の低減に繋がります。つまり蒸発潜熱による冷却や空冷が本来は望ましい形です。その潜熱冷却一つをとっても、膜沸騰による熱交換率低下を防ぐ親水性表面の形成、マイクロあるいはナノレベルでの表面積増加など新しい材料、プロセスに関する課題は多くあり、その解決には基礎研究が必要であることは明らかです。

熱電変換はまるで中空の蛍光灯が固体素子である LED になったように、空洞の体積変化を利用する熱機関を固体素子化する技術であり、煙道に取り付ければ、熱を逃がさない断熱壁を発電まで可能な多機能壁にしてしまいます。空冷やワイヤレス送電ができれば、いたる場所の熱を電気に変え、また熱を違う場所に瞬時に移動させることも可能にします。極低温まで冷却できる固体素子は超電導社会実現の大きなブレークスルーになるでしょう。

「科学は、合理と実証をむねとして、真理を探究し、また、その成果を応用することによって、人間の生活を豊かにする（日本学術会議・科学者憲章)」。熱電変換という現象を応用し人類を豊かにする。そのためには、基礎研究から芽吹いた真理を応用研究で具現化する。応用研究で明らかになった問題は、新たな基礎研究の課題となり、新たな真理の発見へと繋がるでしょう。この循環と共鳴が実学であり、応用物理学会は熱電実学を議論するにふさわしい場の一つと思います。本講演では、シンポジウムのまとめと筆者が考える熱電変換ロードマップについて紹介します。

© 2016年 応用物理学会