

ガスコンロで携帯電話を充電

～実用可能な高温用酸化物熱電発電モジュールの開発～

我々のグループでは p 型の熱電特性を示す $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ と n 型の LaNiO_3 を開発した。そしてこれらを用いた発電モジュールの作製に取り組んでいる。熱電モジュールの構造は図 1 に示すように p 型と n 型の熱電材料を交互に直列接続した形となっている。

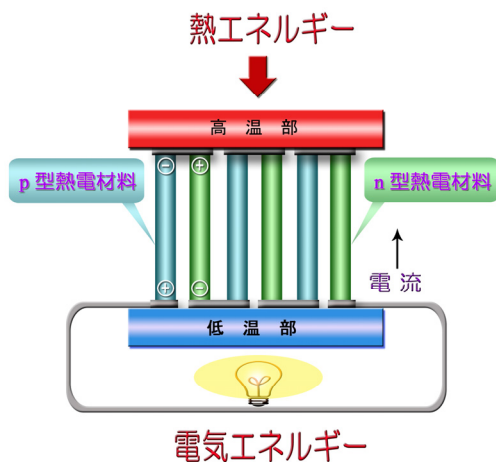


図 1

これは一本の熱電材料ではいくら大きな温度差をつけてもせいぜい 100mV 程度の電圧しか発生できないためである。モジュール製造の最も困難な問題は、複数の熱電材料をいかに低い電気抵抗でつなぐかである。例えば携帯電話の充電に必要な 4V を発電するモジュールでは、少なくとも 40 本の熱電材料を直列接続する必要がある。つまり 80 カ所の接合を作らなければならない。そのうちのどこか 1 カ所でも電気抵抗が高い接合部が存在するとモジュールから取り出せる電気エネルギーは少なくなってしまう。また、熱電モジュールは温度差をつけて発電するシステムであるため、熱電材料とそれらをつなぐ電極(金属材料)との間の熱膨張率の違いによる破損も大きな問題である。今回、我々は 800°C の高温でも作動可能である熱電モジュールの開発を目標にしており、接合にハンダを用いることはできない。

そのため接合材料、接合方法で新技術を開発する必要があった。

酸化物熱電モジュール開発の成功の鍵となった技術は接合材料である。我々は銀ペーストを中心に接合材料の開発を試み、添加剤を加えることで機械特性及び電気特性に優れた接合部を形成できることを見出した。p 型材料として $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ 、n 型材料として LaNiO_3 を用いた熱電モジュールを図 2 に示す。

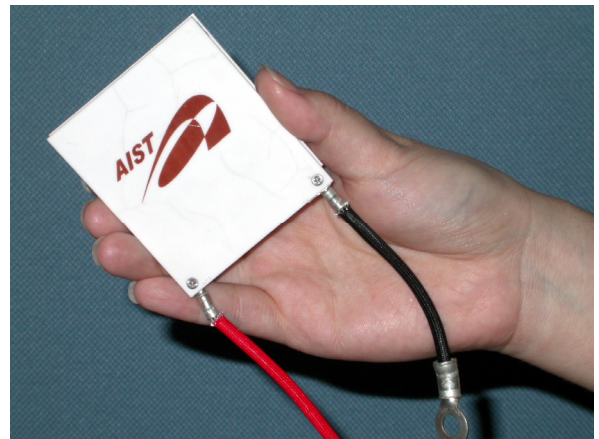


図 2

これまでに 7～270 の p-n 対から構成されるモジュールを作製している。長さ 35 mm、幅 25 mm、厚さ 5 mm の 7 対の熱電モジュールの高温面を電気炉を用い 1000°C で加熱し、低温面を 25°C の循環水で冷却した際、開放電圧、内部抵抗及び最大出力はそれぞれ 0.4 V、0.06 Ω、0.6 W となった。現状では高温部での熱エネルギーの投入、低温部での熱エネルギーの放出が不十分であるため、実際には大きな温度差がモジュール内についていない。もしモジュール内で温度差を 500°C 取れば、モジュールで 2 W 程度の発電が可能となる。このモジュールを小型ガスコンロの炎と水を張った鍋の間に置き、携帯電話に充電してみた。



この場合、加熱面が約 300°Cに達すると充電が始まった。加熱面を 800°Cまで昇温し、発電を行った後、加熱を止め、室温まで冷却してもモジュールの特性は劣化せず、加熱により繰り返し充電を行うことができた。

ここで紹介したのは平板型モジュールである。この

形状は最もシンプルで、マスプロダクション向きである。しかし熱源がこれに適した形状をしていけば良いが、そのようなケースは稀であろう。そのため今後は自動車や工業炉など搭載する熱機関に合わせた形状でのモジュール開発が必要となる。そのためにはユーザーである自動車、工業炉メーカーなどには熱電発電の開発を見守るのではなく、是非一緒に汗を流して頂きたい。さらに高効率の熱電酸化物を開発することも重要である。これに関しては科学技術振興機構 CREST において名古屋大学・河本邦仁教授を中心にナノレベルでの構造制御による新たな熱電酸化物創製に関する研究が進んでおり、その成果に大きな期待が寄せられている。熱電材料、モジュールに関する課題を早急に解決し、一刻も早く廃熱回収を実現させ、住みよい社会づくりに貢献できればと考えている。