

## 温度変調に伴うキャリア伝導機構変化を利用した新奇有機熱電材料の探索 (Ⅱ) : 巨大ゼーベック効果は定常現象か?

Novel Organic Thermoelectric Materials Utilizing Temperature-Induced Alternation of Carrier Conduction Mechanism (II) : Is the Giant Seebeck Effect a Steady Phenomenon?

奈良先端大物質 °阿部 竜, 伊藤 光洋, 高橋 功太郎,  
小島 広孝, 松原 亮介, 葛原 大軌, 山田 容子, 中村 雅一  
NAIST, °R. Abe, M. Ito, K. Takahashi, H. Kojima,  
R. Matsubara, D. Kuzuhara, H. Yamada, M. Nakamura  
E-mail: abe.ryo.ae0@ms.naist.jp

熱はエネルギーの最終形態であり、我々の生活環境に薄く広く存在している。これを効率よく電気エネルギーとして回収するためには、低コストで大面積なフレキシブル熱電変換素子が望まれる。このような背景から、我々は実用的な性能を有する有機熱電材料の探索を行ってきた。その過程で、一部の有機半導体材料において 0.1 V/K 以上の巨大なゼーベック係数が現れることを見いだした[1, 2]。これは従来の非縮退半導体に関する熱電理論では説明がつかない値であり、この現象を活用することで、有機半導体材料の熱電性能の理論的限界を書き換えられるのではないかと期待されている。その発現機構は今のところ明らかになっていないが、パッキング構造の熱的な変化と、それに伴うキャリア伝導機構の変化が重要な役割を果たしているのではないかと考えている (図 1)。

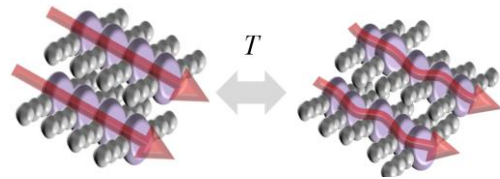


図 1 温度によるキャリア伝導機構の変化

前回、優れたキャリア輸送特性を有するベンゾポルフィリン (BP)、および、その輸送特性の温度変調を促進するためにアルキル側鎖を導入した  $C_{12}BP$  について、超高真空中で蒸着薄膜を作成し、熱電特性のその場測定を行った。その結果、ゼーベック係数の温度依存性は材料間で異なるものの、いずれの材料においても巨大なゼーベック係数が観測された。今回、この巨大ゼーベック効果が真に定常的な現象として発現していることを確認するための実験を行った。

図 2 に、 $C_{12}BP$  試料について、長時間にわたり試料電極間の温度差を段階的に変化させたときの、熱起電力の追従性と安定性を確認した結果を示す。試料が極めて高抵抗であるために熱起電力が温度差に追従するために数分程度要しているが、概ね温度差に追従した熱起電力が生じ、温度一定区間では 20 分程度にわたってほぼ一定の電位差が生じていることが確認できる。図 3 は、図 2 のような温度差を段階的に走査する実験を往復測定した結果である。両者の傾きはほぼ一致しており、0.12 V/K 程度の巨大ゼーベック係数が安定して得られている。これらの結果から、巨大ゼーベック効果は過渡的な現象ではないことが判る。また、計測回路の特性などによるアーティファクトの可能性についても検討したが、それらも否定された。以上の結果より、この巨大ゼーベック効果は定常的な現象であり、直流的に電力を取り出すことができる現象であると考えられる。

講演では、これらの検討結果の詳細に加えて、ゼーベック係数と試料抵抗値の相関などについても発表する。

講演では、これらの検討結果の詳細に加えて、ゼーベック係数と試料抵抗値の相関などについても発表する。

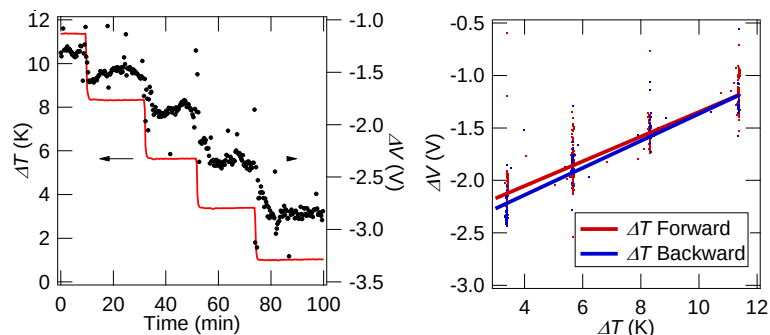


図 2 温度差変化させたときの熱起電力の追従性と安定性 図 3 温度差走査による熱起電力測定の往復プロファイル

[1] Nakamura *et al.*: 8th Int. Symp. Organic Molecular Electronics, pp.20-21 (2014.5.15); [2] 中村: 応用物理 **82**, 954 (2013); [3] 阿部他: 第 61 回応用物理学会春季講演会, p.12-178 (2014.3.20).