



寺崎 一郎

早稲田大学 理工学部

プロフィール：略歴 1986年東京大学工学部物理工学科卒業、1990年同大学院工学系研究科物理工学専攻博士課程中退、1990年東京大学工学部助手、1992年博士（工学）学位取得、1993年国際超電導産業技術研究センター超電導工学研究所主任研究員、1997年早稲田大学理工学部応用物理学科助教授現在に至る（同年10月より科学技術振興事業団研究者兼任） 専門 固体物理学の実験的研究高温超伝導体のような強相関電子系酸化物の設計と合成および輸送現象の精密測定 連絡先 terra@mn.waseda.ac.jp Web サイト <http://faculty.web.waseda.ac.jp/terra/> 趣味 読書・映画鑑賞・パソコン・旅行など

強相関電子系による熱電変換材料の設計と合成

要旨

熱電変換とは、読んで字のごとく熱を電気に変えることである。熱を電気に変えると聞いて、まず思いつくのが火力発電や原子力発電であろう。これは、石油や核物質を燃やして水蒸気を作り、その圧力でタービンを回して交流を発生させるものである。この場合、熱を動力（力学的仕事）に変換し、さらに動力を電力に変換している。同様に、自動車のエンジンも、気体の圧縮・膨張を利用して熱を動力に変換している。これらの場合、ガスの温度が高いほど動力への変換効率が良く、逆に低温ガスの熱量は有効に動力に変換できない。自動車の排気ガスは、エンジンから排出直後は400℃程度であり、ガソリンのエネルギーの大半は、排気ガスの熱となって利用できないまま排出される。現代社会は、膨大な電力と自動車による物資の流通に支えられており、このような排熱（廃熱）は増えこそすれ減ることはない。これはエネルギー資源の無駄遣いだけでなく、地球環境の深刻な汚染をもたらす。この排熱を回収する方法はないであろうか。

実は、金属や半導体は、熱を直接電気に変換するしくみを持っている。金属や半導体の両端に温度差を与えると、温度差 ΔT に比例した電圧 $V=S\Delta T$ が発生する。この現象をゼーベック効果といい、比例係数 S を熱起電力（ゼーベック係数）という。これまで熱起電力は、主に温度センサー（熱電対）として利用されてきた。しかし熱起電力が大きくかつ抵抗率が小さければ、熱（温度差）から実用的な電力を作りだすことができる。図に模式的に示すように、温度差がある環境で固体は一種の電池のようにふるまう。この場合、熱起電力は電池の起電力、抵抗率は電池の内部抵抗に相当する。このような物質を熱電変換材料といい、熱電変換材料を用いて熱を電気に変換することを熱電発電という。

層状酸化物 NaCo_2O_4 は、高温超伝導体なみに低い電気抵抗率（室温で $200\ \mu\Omega\text{cm}$ ）と、縮退半導体なみに大きな熱起電力（室温で $100\ \mu\text{V/K}$ ）を持つ。このことは、この系が温度勾配のもとで電力を発生させること、すなわち熱電変換材として有望であることを意味している。実際この系の熱電特性は、他の酸化物の熱電特性に比べ群を抜いて高い。しかもこの系のキャリア濃度は従来の熱電変換材料にくらべて二桁から三桁以上大きく通常の金属と同程度である。それにもかかわらず $100\ \mu\text{V/K}$ という大きな熱起電力を示すことは、単純なバンド理論にもとづく一電子近似では理解できない。3年間のさきがけ研究で、この系の高い熱電特性発現機構の解明を試みた。

研究成果

投稿論文

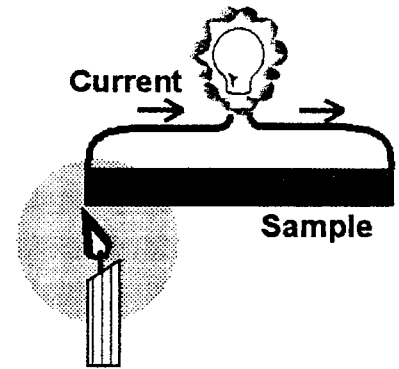
1. T. Kawata, Y. Iguchi, T. Itoh, K. Takahata, and I. Terasaki : Phys. Rev. B60 (1999) 10584.
2. K. Takahata, Y. Iguchi, D. Tanaka, T. Itoh, and I. Terasaki : Phys. Rev. B61 (2000) 12551.
3. T. Itoh and I. Terasaki : Jpn. J. Appl. Phys. (印刷中).
4. I. Terasaki, Y. Ishii, D. Tanaka, K. Takahata, Y. Iguchi : submitted to Jpn. J. Appl. Phys.

国際会議プロシーディングス

1. I. Terasaki, Y. Sasago and K. Uchinokura : Proceedings of the 17th International Conference on Thermoelectrics (IEEE, Piscataway, 1998) p.567
2. T. Itoh, T. Kawata, T. Kitajima, and I. Terasaki : Proceedings of the 17th International Conference on Thermoelectrics (IEEE, Piscataway, 1998) p.595
3. I. Terasaki : Proceedings of the 19th International Conference on Thermoelectrics (IEEE, Piscataway, 1998) (印刷中)

解説・招待講演プロシーディングス

1. I. Terasaki : Proceedings of the 18th International Conference on Thermoelectrics (IEEE, Piscataway, 2000) p.569
2. 寺崎一郎：マテリアル・インテグレーション Vol.13 No.7 (2000) p.23



熱電変換の模式図

3. 寺崎一郎：化学と教育 48 (2000) 568.
4. I. Terasaki：Proceedings of the International Conference on Mass and Charge Transport in Inorganic Materials (Techna, Faenza)
(印刷中).