

アクセプター系有機超伝導体開発に関する基礎研究

理工学研究科・准教授・谷口弘三

研究経過・成果の概要

有機物質に電気伝導性を持たせるためには、本来真性バンド絶縁体である分子性物質に電子もしくは正孔を注入しなければならない。近年の有機伝導体研究分野では、後者の正孔をドーピングするドナー性物質が主に研究をされている。本研究では、有機伝導体分野において新たな展開を模索するために、電子ドーピング型の有機伝導体に注目し、高圧印加などにより、伝導性と磁性を研究するものである。

本研究では、古くからスピンパイエルの典型物質として知られている擬1次元Mott絶縁体MEM(TCNQ)₂の高圧物性を最初の研究対象とした。まず、MEM(TCNQ)₂の合成から研究を開始したが、試行錯誤の末、首尾よく良質単結晶合成に成功した。この合成研究の結果、この物質は、比較的、容易に大型単結晶が得られることが判明し、本研究の中心課題である高圧物性以外にも、 μ SRなどのさまざまな研究に耐えうる結晶を得ることに成功した。我々の結晶は外部の研究者の注目され、現在、共同研究が展開されていることを言及しておきたい(2008年10月からRAL(英国の μ SR施設)での実験が開始される予定である)。

次に、ピストンシリンダー型圧力発生装置とキュービックアンビル型圧力発生装置を用いて、得られた結晶の超高圧下電気抵抗測定を行った。この研究の前段階として、内径3mm ϕ のハイブリッドピストンシリンダー型圧力発生装置を新たに立ち上げ、Teの構造相転移を確認することにより、4GPaの圧力発生を確認した。この高い到達圧力は、この種の圧力装置ではあまり例のないものである。この装置及びキュービックアンビル装置により、超高圧下電気抵抗測定を試みたが、8GPaの超高圧領域までの測定に成功した。

キュービックアンビルを用いた高圧実験では、圧力印加とともに電気抵抗の半導体的振る舞いは抑制されるものの、8GPa級の超高圧下での抵抗減少がほとんど完全に飽和す

るという結果が得られた。このような飽和現象は、今まで我々が行ってきたドナー系有機伝導体では見られないものである。超高压下で生き残った半導体相の起源については、電荷密度波状態とアンダーソン局在の可能性を指摘し、いずれの場合であったとしても系の一次元性が金属化を阻害しているという結論を得た。この結論は、TCNQがアクセプター系分子であり、一次元鎖間の相互作用はLUMO間の相互作用となり、この事実が、圧力誘起次元交差（1次元から、2もしくは3次元への次元性の上昇）を阻害しているという予測に基づいている。

以上の結果は、基本的には、代表的なアクセプター分子であるTCNQからなる圧力誘起超伝導の開発は困難であると示唆しているように思われる。しかしながら、鎖間の相互作用を促進するような結晶構造を設計し、物質合成を行えば金属化は可能であり、超伝導の出現も期待できる。このような観点において、今後も物質探索を行ってみたいが、本研究で得られた知見は、今後の研究の指針を与えるものである。

発表論文リスト

- ① Kimura, T. Nishi, T. Takahashi, T. Mizuno, K. Miyagawa, H. Taniguchi, A. Kawamoto, and K. Kanoda, Pressure dependence of the phase separation in deuterated κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Br at the Mott boundary, *J. Mag. Mater.* **310**, 1102-1104 (2007).
- ② Nishi, S. Kimura, T. Takahashi, H. Im, Y. Kwon, T. Ito, K. Miyagawa, H. Taniguchi, A. Kawamoto, and K. Kanoda, Magnetic-field-induced superconductor-insulator-metal transition in an organic conductor: An infrared magneto-optical imaging spectroscopic study, *Phys. Rev. B* **75**, 014525-1-5 (2007).
- ③ H. Taniguchi, T. Okuhata, T. Nagai, M. Miyashita, K. Uchiyama, K. Satoh, N. Mori, M. Hedo, Y. Uwatoko, High-pressure studies of layered organic superconductors up to 9 GPa: research of pressure effect on exactly and nearly half-filled systems in organics, *J. Phys. Soc. Jpn. Supple. A*, **76**, 168-171(2007).
- ④ T. Okuhata, T. Nagai, H. Taniguchi, K. Satoh, M. Hedo, and Y. Uwatoko, High-pressure studies of doped-type organic superconductors,

2. 日経産業新聞 2008/1/8

インターネットでの公開不可のため削除

3. 日経産業新聞 2008/2/21

インターネットでの公開不可のため削除