

κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Br および β -(BEDT-TTF)₂I₃ の 電気伝導と磁化の光照射効果

(北大・電子研¹, 北大院・環境², 愛媛大院・理工³, 分子研⁴)

○飯森 俊文^{1,2}, Farzana Sabeth², 内藤 俊雄³, 藤原 基靖⁴, 太田 信廣^{1,2,4}

【はじめに】

光や電場・磁場などの外場を用いて物質の電子状態と物性を制御する研究は、現代の科学技術における重要なテーマの一つとなっている。我々のグループでは、『光誘起超伝導』の発現を追求し、有機導電体を対象に研究をすすめている。¹⁾ 有機導電体は、超伝導相を含む多様な相状態が拮抗して出現し多彩な物理現象を提供する舞台であり、圧力や静磁場などの外部刺激に鋭敏に応答して相変化を示すことが知られている。ビスエチレンテトラチアフルバレン(BEDT-TTF)の電荷移動錯体である κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Br (κ -Br)は、銅酸化物系高温超伝導体と物性の類似点が指摘される物質である。また β -(BEDT-TTF)₂I₃ (β -I₃)は、2つの超伝導相転移を示し、低 T_c β 相 ($T_c = 1.5$ K)と高 T_c β 相 ($T_c = 8$ K)が1つの結晶に共存するため、光を用いた超伝導相の制御を目的とした研究の対象物質として重要である。本研究では、これらの超伝導体について、レーザー光照射による抵抗値変化の時間分解測定、および光照射下での磁化測定を行い、電気伝導性と磁性に対する光の作用に関して研究を行った。

【実験手法】

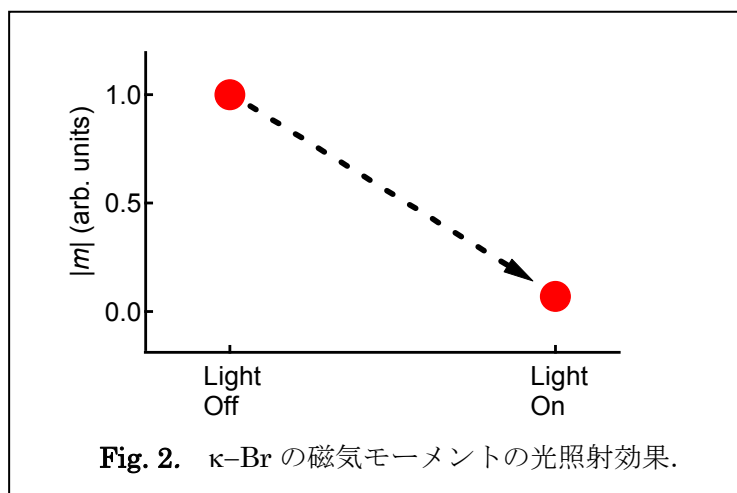
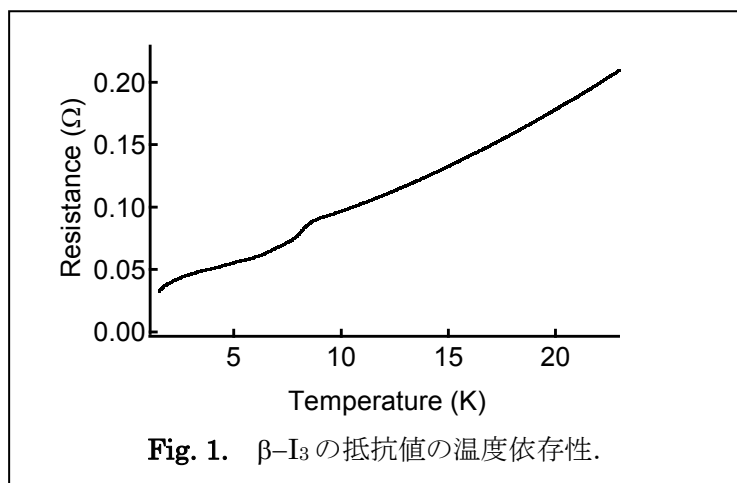
試料単結晶は、電気分解法により合成した。抵抗値変化の時間分解測定においては、ヘリウムガスを冷媒として用いたクライオスタットを使用して温度制御を行い、パルス OPO レーザー(波長 532 nm、パルス時間幅 10 ns)を光源として用い、結晶の2次元伝導面に垂直に入射させた。パルスレーザー光照射と同期した抵抗値の過渡的な変化を、デジタルオシロスコープを用いて測定した。磁気モーメントの光照射効果の測定においては、Quantum Design社の磁気特性測定装置を用い、光ファイバーにより励起光を導入した。光源として cw レーザー光(波長 447 nm)を用いた。

【結果と考察】

β -I₃の抵抗値の温度依存性を、Fig. 1 に示す。温度を低下させると2段階の抵抗値の減少が観測され、高 T_c β 相および低 T_c β 相への相転移に帰属できる。これらの超伝導相転移温度の近傍の温度において、レーザー光照射による抵抗値変化の時間分解測定を行ったところ、

いずれの温度においても過渡的な抵抗値の増大が観測された。しかしながら時間プロファイルは温度に対して依存性を示し、高 T_c 相転移温度よりも低温側の超伝導状態では、金属状態に比べて緩和時間が速くなることが明らかになった。一方、 κ -Br においても同様に光照射により抵抗値が増大するが、抵抗値変化の緩和時間は超伝導相転移温度 (約 12 K) の直下の温度で長くなることがわかっており²⁾、挙動が大きく異なることが明らかになった。

20 Oe の磁場における κ -Br の磁気モーメントの光照射効果を測定した結果を、Fig. 2 に示す。今回の実験に用いた温度 (8.5 K) では κ -Br の超伝導相が得られるため、反磁性に由来する負の磁気モーメントが観測された。光を照射せずに測定した磁気モーメントの絶対値を、Light Off として示している。この試料に cw レーザー光を照射して測定を行うと (Light On)、磁気モーメントの絶対値が減少することがわかった。この結果は、超伝導状態の一部が光励起により破壊されていることを示唆しており、抵抗値の時間分解測定から得られた結果と矛盾しない。



【参考文献】

- (1) 太田信廣・飯森俊文：現代化学 **483**, 38 (2011).
- (2) 飯森俊文・内藤俊雄・太田信廣他：第4回分子科学討論会講演要旨 3C05. ; T. Iimori, T. Naito, N. Ohta, *J. Phys. Chem. C* **114**, 9070 (2010).