

有機導体 λ -(BETS) $_2$ FeCl $_4$ の電気伝導度における 電場効果と光照射効果

(北大院環境¹, 北大電子研²)

生沼 要¹, 飯森 俊文^{1,2}, 太田 信廣^{1,2}

Photoirradiation effect and electric field effect in the electrical conductivity of organic conductor λ -(BETS) $_2$ FeCl $_4$

(Hokkaido Univ.) Kaname Oinuma, Toshifumi Iimori,
Nobuhiro Ohta

【緒言】

我々は、『光誘起超伝導』の発現をめざし、有機導体を対象に、電気伝導度に対する光照射効果と電場効果の研究をすすめている。¹⁾ 有機導体は、モット絶縁体相や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対して鋭敏な応答をしめすことが知られている。Bis(ethylenedithio)tetraselenafulvalene (BETS, Fig. 1)の電荷移動錯体である λ -(BETS) $_2$ FeCl $_4$ (λ -Fe)は、常圧下では $T_N \cong 8$ K において金属-絶縁体相転移を示すが、圧力をかけると超伝導体へ転移する。さらに、磁場誘起超伝導を示すことが知られていることから²⁾、絶縁体-金属転移や絶縁体-超伝導転移を光や電場によって引き起こすうえで有望な物質であると考えられる。そこで本研究では、 λ -Fe にパルスレーザー光を照射するとともにパルス電場を印加し、電気伝導度の時間分解測定を行うことで光応答と電場応答に関する研究を行った。

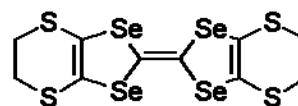


Figure 1. Chemical structure of BETS.

【実験手法】

試料は、文献³⁾に従い電気分解法により合成し、黒色の針状結晶として得られた(Fig. 2)。光学窓付きのクライオスタット(Oxford Instruments)を使用して温度制御と光照射を行った。試料単結晶の表面に金ペーストを用いて電極を作成し、4端子法を用いて抵抗値を測定した。また定電圧パルスをかけたときの電流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。光源としてパルス OPO レーザー(波長 470 nm、

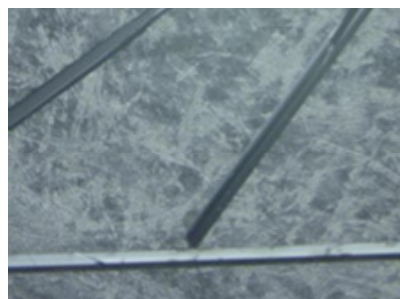


Figure 2. Single crystals of λ -Fe.

パルス時間幅 10 ns)を用い、電圧パルスと同期させて結晶に光照射を行った。

【結果と考察】

λ -Fe の抵抗値は、Fig. 3 に示すように温度の冷却にともなって約 100 K において極大を示したあと減少するが、約 8 K において急激な増加を示し、文献値³⁾と良く一致した。絶縁体状態(4 K)において 0.15 V のパルス電圧を加え、4 μ J/pulse のレーザー光強度を用いて時間分解光電流を測定した結果を Fig. 4 に示す。レーザー光照射により、過渡的に電気伝導度が増加することが明らかになった。光電流のピーク強度を温度に対してプロットした図を、Fig. 5 に示す。金属-絶縁体転移温度に近づくとともにピーク強度は増大しており、相転移と光応答との関連が示唆される。さらに、光電流の時間プロファイルの光強度依存性や電場強度依存性についても調べており、光と電場による絶縁体-金属転移の可能性について議論する。

【参考文献】

- (1)太田信廣・飯森俊文：*現代化学* **2011**, 483, 38.
- (2) Uji, S. et al., *Nature* **2001**, 410, 908.
- (3) Kobayashi, H. et al., *J. Am. Chem. Soc.* **1996**, 89, 017003.

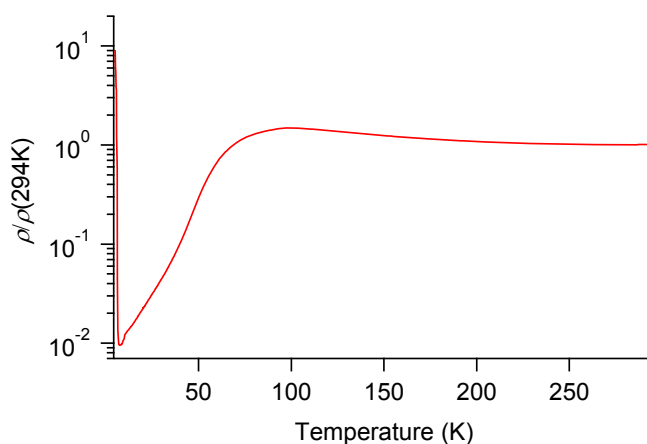


Figure 3. Resistance normalized at 294 K versus temperature.

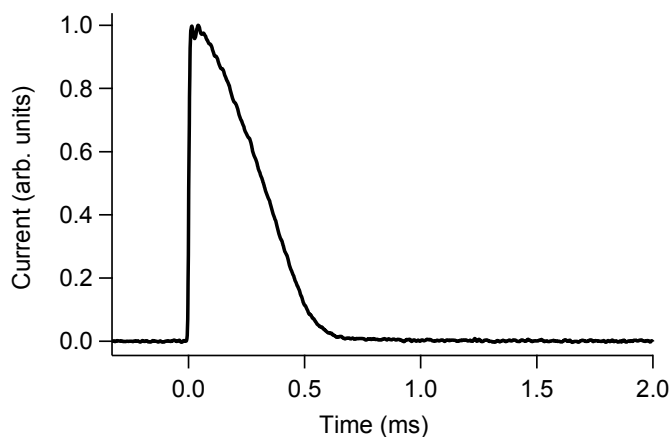


Figure 4. Time profile of photocurrent at 4 K.

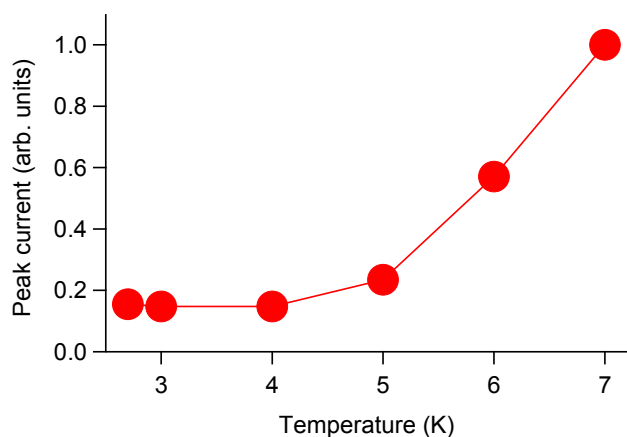


Figure 5. Peak current versus temperature.