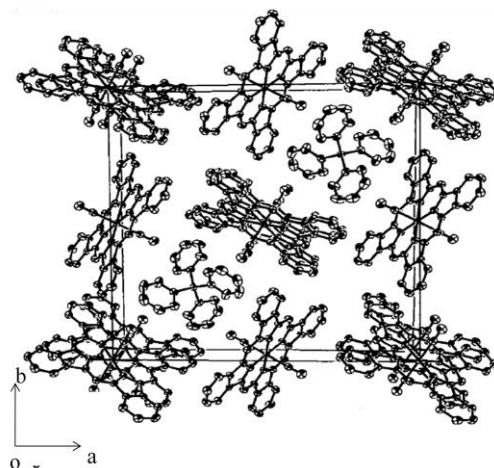


鉄フタロシアニン伝導体の電子物性

(東大物性研¹, 北大・理², 熊大・自然³, 大阪大・理⁴)○吉田泰輔¹, 田島裕之¹, 木俣基¹, Derrick Yu²,
内藤俊雄², 稲辺保², 松田真生³, 花咲徳亮⁴

【序】軸配位型鉄フタロシアニン伝導体 $\text{TPP}[\text{Fe}(\text{Pc})\text{L}_2]_2$ ($\text{L}=\text{CN}, \text{Cl}, \text{Br}$) は、低温で巨大な負の磁気抵抗を示すことから注目を集めている系である(図1)[1,2]。しかしながら、その発現機構は未だ明らかになっておらず、現在でもその起原の解明への精力的な努力が行われている。CN塩に関しては低温領域での詳細な輸送測定が行われている[3]が、Cl塩やBr塩に関する実験は比較的少ない。そこで今回我々はこの系における巨大負磁気抵抗の起原を系統的に調べる目的で、Cl塩について低温領域での磁気抵抗(電気伝導度)及び電流-電圧特性等の測定を行った。

図1 TPP[Fe(Pc)L₂]₂の結晶構造

【実験】測定はCl塩の針状単結晶を用いてヘリウム雰囲気下で行った。電流値測定は、c軸方向(結晶の伸長方向)に電圧を印加し二端子法により行った。ここで、端子間距離はおよそ100 μm であり、ヒーティングを考慮して上限電力を1nWとしている。磁場の印加には、c軸に垂直な方向に印加されるソレノイド型超伝導磁石(Oxford Instruments: 0~15 T)を用いた。

【結果と考察】

図2は20 K以下の各温度における一定電圧を印加時のコンダクタンスの磁場依存性である。印加電圧は、15 Tにおいて電流値が100 pAとなる値を選んだ。温度の減少に伴い、磁場変化に対するコンダクタンスの変化量は増大している(巨大負磁気抵抗効果)。同様の巨大負磁気抵抗効果が $\text{TPP}[\text{Fe}(\text{Pc})\text{CN}_2]_2$ で発現している。その一方で局在磁気モーメントを持たないコバルトフタロシアニン塩 $\text{TPP}[\text{Co}(\text{Pc})\text{CN}_2]_2$ では巨大負磁気抵抗効果は観測されていない[4]ことから、この効果の起源はフタロシアニン環に局在する π 電子と鉄IIIイオンのd電子の局在磁気モーメントの π -d相互作用に依るものだと考えられる。

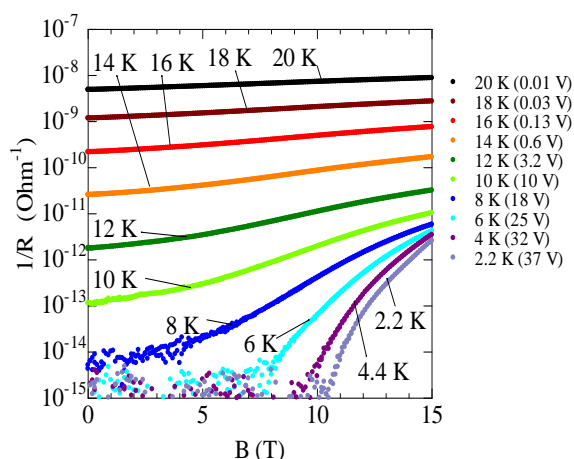


図2 各温度におけるコンダクタンスの磁束密度依存性

20 K 以下の温度領域において低バイアスにおける電流値の温度依存性を測定した結果、アレニウスの法則に従うことがわかった。そこで、活性化エネルギーの磁場依存性を求めたところ、ゼロ磁場で $\Delta_0/k_B \sim 252$ Kであった活性化エネルギーが、15 Tの磁場下では $\Delta_0/k_B \sim 160$ Kに減少していることが判明した。この磁場による活性化エネルギーの変化は、CN 塩と比較すると小さくなっている。

図3は0 T 及び 15 Tにおける電流－電圧特性の温度依存性である。12 K 以下の温度領域において、電流値は電圧に対して非線形となっていることがわかる。そこで、今回の実験では、Poole-Frenkel モデルによりこの非線形伝導の説明を試みた。このモデルでは見かけ上の活性化エネルギー Δ は電場の大きさが増すにつれて減少し、 $\Delta = \Delta_0 - \beta\sqrt{E}$ という形で表される。そのため、電流－電圧特性は

$$I \propto V \exp\left(\frac{\Delta_0 - \beta\sqrt{E}}{k_B T}\right)$$

という形で表される。 $\beta/k_B = 14 \text{ m}^{1/2} \cdot \text{K}/\text{V}^{1/2}$ をとし電流値の温度依存性から求めたそれぞれの Δ_0 の値を用いて、このモデルによる電流－電圧特性のシミュレーションを行った。その結果、8 K 以上の温度領域においてこの解析結果はほぼ実験結果を再現することがわかった。

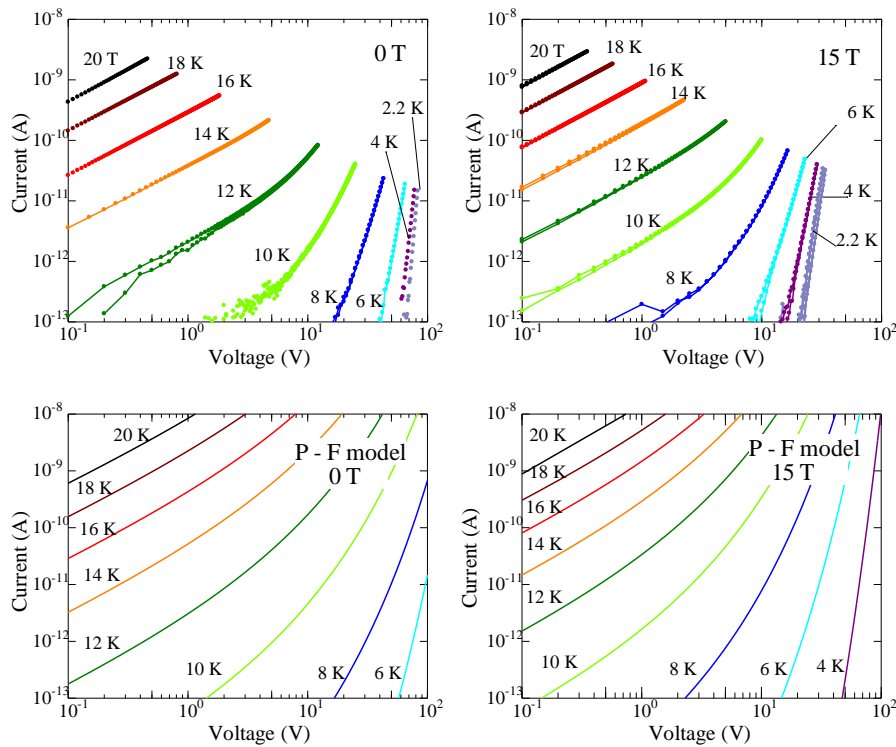


図3 0 T 及び 15 Tにおける電流・電圧曲線の温度依存性（上. 実験 下. 数値計算）

- [1] N. Hanasaki *et al.*, PRB **62** 5839 (2000).
- [2] H. Tajima *et al.*, PRB **80** 024424 (2009).
- [3] M. Kimata *et al.*, PRB **80** 085110 (2009).
- [4] N. Hanasaki *et al.*, JPSJ **75** 104713 (2006).