



分子性磁性材料とスピン科学の研究



石田研究室

純有機磁性体

金属を含まない磁石
透明な磁石、溶ける磁石

単分子・単鎖磁石

究極のダウンサイジング
保磁力の世界記録も

スピントロニクス

磁性変化で情報記録
色調変化で表示材料

夢の新素材開発

分子包接による磁性制御

超分子化学による on/off
分析化学へも

スピンラベル試薬

ターゲットの環境を検出
バイオイメーjingへ

多重機能・マルチフェロイク

電場で磁化を・磁場で電荷を
読み書きする

次のような装置を使って、同定・構造解析・物性測定を進めています

測定系

- 超伝導量子干渉型磁束計 (SQUID)
高精度磁気測定
- 物性測定システム (PPMS)
交流磁化率、比熱、電気伝導度等の測定
- 電子常磁性共鳴装置 (ESR)
ラジカル等の電子スピン状態の測定
- 単結晶X線構造解析装置
結晶構造
- 熱測定装置 (TG-DSC, DTA)

分析系

- 核磁気共鳴装置 (NMR)
- 赤外分光装置 (IR)
- 質量分析計 (EI-MS, ESI-MS)
- 元素分析 (EA)
- 粉末X線 (XRD)、蛍光X線解析

元素分析装置 (Fisons製 EA 1101; SVBL棟402号室) :
金属イオン錯化合物や、常磁性有機物質の同定に
大変に役立ちます。C, H, N, S の微量分析を行います。

研究例: スピン量子状態の双安定性と相互変換

情報記憶材料、表示材料やスイッチング素子、 圧力センサー等への期待

常磁性金属錯体では、配位子場が強く d 軌道の分裂が大きくなると低スピン電子配置が有利となり、それが弱いとフント則が働いて高スピン配置が有利となります。境界領域では、熱、光、圧力などの外部刺激によりスピン状態を行き来できる「スピントロニクス」(SCO) 現象を見せる物質が得られることがあります (図1)。鉄(II)の場合、周辺配位子により N6 環境を作り出すと、SCO しやすくなります。

さらに、長鎖アルキル基を導入し、中間相転移と共存させて (一例を右図に示す)、複合相転移物質を開発しました。表示材料等には双安定性が必須です。

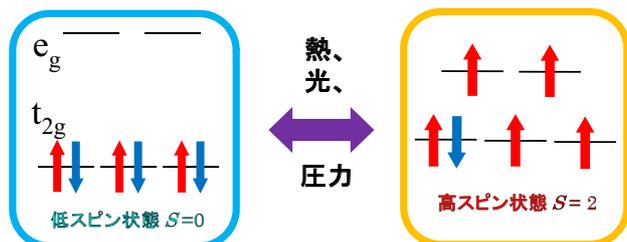
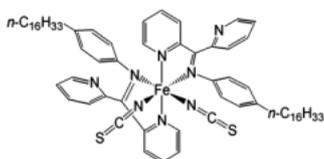


図1 Fe²⁺ (3d⁶) イオンの電子配置

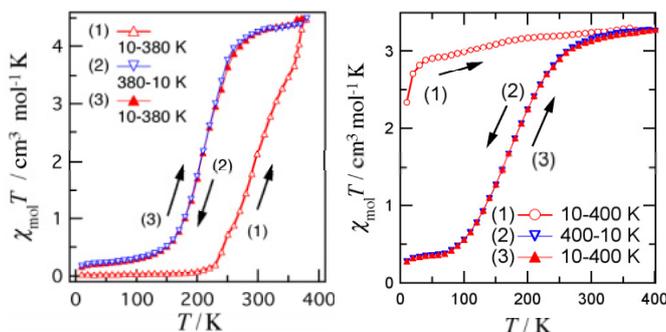


図2 昇降温で転移温度の異なる2種のFe²⁺錯体の SCO

長鎖アルキル置換した N-(ジ-2-ピリジル および モノ-2-ピリジルメチル)アニリン が SCO 錯体を与えやすい配位子であり、長鎖アルキル基によってもたらされる中間相転移と組み合わせられる素材であることを明らかにしました [それぞれ図2の左 (化合物は左図)¹⁾と右²⁾]。

室温付近にて熱ヒステリシスが見出されます。

図2左に挙げた化合物では、375 K で固相-固相転移を迎えたあと、SCO 転移温度は初めの相に比べて下がりました。図2右の化合物では355 K で固相-中間相転移を迎えたあと、SCO 転移を示さなかったものが示すようになりました。SCO 転移は可逆ですが、固相-固相や固相-中間相転移が不可逆で、相図が複雑化します。

これ以外にも、光照射によってスピン転移するものや、色調変化の顕著なものなども見つかっています。