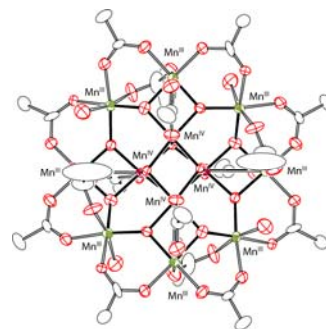


ディビジョン番号	5
ディビジョン名	錯体化学・有機金属化学

大項目	1. 錯体化学
中項目	1-1. 錯体の磁性
小項目	1-1-2. 単分子磁石の合成と展開

#### 概要（200字以内）

一軸性磁気異方性をもつ基底高スピン錯体分子は、比較的低い磁場で分子内のスピンの揃う超常磁性を示し、ブロッキング温度で磁化の反転が凍結され磁石となる。このような分子（単分子磁石）は、分子自身が磁化するため磁気メモリー素子としての展開や、メゾスコピック系特有の量子物性を示すことから将来の分子素子として期待される物質群である。1993年の発見以来、高いブロッキング温度をもつ単分子磁石の合成を目指し錯体分子の多核化および磁気異方性の制御に関する合成研究が行われ、物性物理の観点から量子トンネルによるスピン反転の機構解明が行われてきた。今後は、単分子磁石の量子効果の制御に関する研究や超常磁性と伝導性・光が絡み合う多機能性単分子磁石の開発に研究は向かうと考えられる。



単分子磁石  
マンガン12核錯体

#### 現状と最前線

強磁性体は相転移を伴いドメイン内のスピンの揃う固体特有の性質である。1993年、アメリカとイタリアのグループにより、分子自身が磁化する単分子磁石（混合原子価マンガン(III, IV)13核錯体[Mn<sub>12</sub>])が発見され、錯体化学および分子磁性の研究の中で大きな分野に成長した。1990年代の研究は、単分子磁性を示す物質合成に終始していたが、2000年以後は、より高いスピン多重度を基底状態にもつ分子や大きな磁気異方性をもつ分子の合理的合成法が確立した。今後の研究は、より高いブロッキング温度をもつ分子の合成だけでなく、これら単分子磁石がもつミクロな性質に関して量子磁性とバルク磁性の境界領域における新物性探索や、量子準位の特定と準位間遷移の動的制御の確立に推移していくと考えられる。さらに、これまで得られた単分子磁石合成に関するノウハウを活用し、新たな機能を付加した単分子磁石を合成することにより、伝導性・光・磁性が絡み合う新しい物質系の探索も重要な研究課題である。

#### 参考論文

G. Christou, D. Gatteschi, D.N. Hendrickson, R. Sessoli, *MRS Bull.* 2000, 25, 66.

## 将来予測と方向性

### ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

- 1) 高いブロッキング温度をもつ単分子磁石の合成：現在，単分子磁石の最も高いブロッキング温度は[Mn12]の3.5 Kである．金属錯体の多核化や大きな磁気異方性をもつ第二・第三遷移金属イオンや希土類イオンの導入により，ブロッキング温度10K以上の単分子磁石合成が望まれる．
- 2) 量子トンネルによるスピン反転の制御：メソスコピック系特有の量子力学的な効果を利用した新しい物性を開拓するには，クラスター分子のもつ離散エネルギー準位を利用した物性制御が重要な鍵となる．このためには，サイズ制御に基づく新しい系の創出とその系統的基礎研究により，量子スピン現象の機構を解明する．
- 3) 巨大磁性分子における量子磁性とバルク磁性の境界領域における新物性探索：常温・常圧での金属錯体合成では，分子の溶解度により巨大分子の合成は困難になる．溶解度が高い単純な多核化配位子の合成や水熱合成法などを金属錯体合成に取入れることにより，より大きな単分子磁石を合成し、量子とバルクの境界領域に発現すると期待される新しい物性現象の探求が期待される．

### ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

単分子磁性に伝導性・光物性の機能を付与することにより，磁性と他の物性が絡み合う新しい機能を持つ多重機能単分子磁石への展開が望まれる．

- 1) 導電性単分子磁石への展開：分子自身が磁区となる単分子磁石は，ブロッキング温度以下で磁気ヒステリシスを示す．即ち，ゼロ磁場で分子の磁気モーメントを揃えることが可能である．伝導性部位をもつ単分子磁石を合成することにより，単分子磁石の大きな局在スピンと伝導電子が絡りなす新しい物性（例えば大きな磁気抵抗）を示す複合機能電子系構築が期待される．
- 2) 光誘起単分子磁石への展開  
金属イオンと配位子間あるいは金属イオン間の電荷移動により光励起準安定状態をもつ単分子磁石を合成し，常磁性あるいは非磁性と単分子磁性をスイッチ可能な光誘起単分子磁石の合成が期待される．
- 3) キラルな一次元鎖磁石の合成：キラルな分子磁性体は，光学活性と内部磁場による磁気光学効果の相乗効果により磁気不斉二色性を示し，強誘電性と強磁性を合わせ持つマルチフェロイック材料となる．光学活性な単分子磁石やその集合体を合成することにより，キラリティと単分子磁性が絡りなす新しい物性系の探索が望まれる．

## キーワード

単分子磁石，磁性，超常磁性，多重機能，量子物性

(執筆：大塩 寛紀 )