



「菱形および六角スピポリ酸の量子ヒステリシスとナノリングおよびナノボール Mo ポリ酸の生成機構」
 （平成 17～19 年度 特別推進研究「量子ヒステリシスを示すポリ酸ナノ磁性体の開発と分子磁性」）

所属（当時）・氏名：東京工業大学・資源化学研究所・教授・山瀬 利博
 （現所属：東京工業大学・名誉教授）

1. 研究期間中の研究成果

・背景：2004 年に代表者がスピフラストレーション系三角スピポリ酸が Dzyaloshinsky-Moriya 相互作用による量子ヒステリシスを与えることを報告して以来、ポリ酸が単に新規分子磁性体としての可能性だけでなく、まだ不明の分子磁性を基礎的に理解する上でのモデル物質としても重要と認識された。一方、自己集合化によって生成される新規構造のポリ酸は偶然の産物であることが多く、分子設計のための自己集合化メカニズムの解明が重要課題であった。

・研究内容及び成果の概要：モデル物質として量子/古典の境界領域のナノスピポリ酸クラスターを発見しその量子ヒステリシスの分子磁性の理論的理解を行うと同時に種々のリング構造ポリ酸の生成メカニズムの解明を行った。

(1) $[\text{Cu}_4(\text{GeW}_9\text{O}_{34})_2]^{12-}$ をモデル物質とした四角菱形スピンの分子磁性の解明

(2) $[(\text{MCl})_6(\text{XW}_9\text{O}_{33})_2]^{12-}$ ($\text{M}=\text{Cu}^{2+}; \text{Mn}^{2+}, \text{X}=\text{Sb}^{3+}; \text{As}^{3+}$) をモデル物質とした六角スピンの分子磁性の解明。

(3) 種々の Mo ナノリングと $\{\text{Mo}_{132}\}$ ナノボール生成機構の解明と楕円構造 $\{\text{Mo}_{150}\text{La}_2\}$, $\{\text{Mo}_{120}\text{La}_6\}$ および卵殻構造 $\{\text{Mo}_{96}\text{La}_8\}$ の発見

図1. Cu_4 菱形、 Cu_6 六角スピンの0.5K、パルス磁場下での量子ヒステリシス

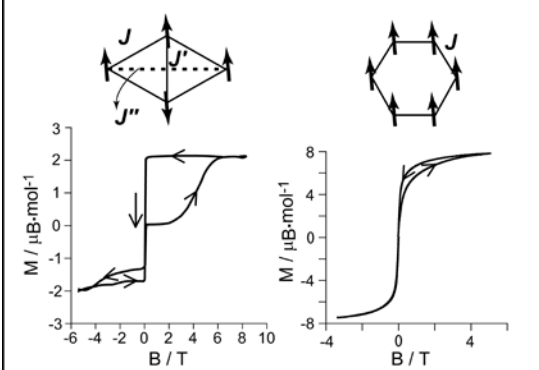
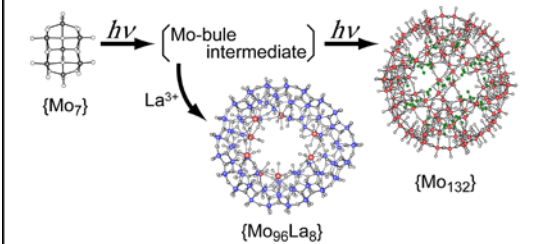


図2. $\{\text{Mo}_7\}$ の光自己集合反応によるナノリング、ナノボールの生成



2. 研究期間終了後の効果・効用

・研究期間終了後の取組及び現状：(1) 菱形および六角スピポリ酸の量子ヒステリシスの分子磁性の解明によってスピ間磁気的相互作用 (J)、およびゼロ磁場分裂パラメーター (D) 値が符号も含めて半定量的に理解された。

(2) ナノリングやナノボールへの光化学的自己集合反応機構が解明されると同時に building block 生成起源も明らかになった。(1) (2) の両分野でメカニズムに関してより精緻な研究が、応用を目指した有機/無機ハイブリッド特異構造ポリ酸の開発と合わせてますます活発になっている。

・波及効果：本研究成果で明らかのようにポリ酸の骨格構造は多岐に渡りその特異構造は分子磁石をはじめ、光化学的にナノサイズのスーパーポリ酸へ自己集合化して様々な形状をとって、非線形光学材料、分子カプセル、光触媒、電子素子、発光素子、医薬などの分子素子として各種の機能材料になりうる。このように多様な学際領域の学問分野として世界的にも注目を集め関連学会でのシンポジウム開催やトピックス講演が企画される等、国際的に益々発展している。