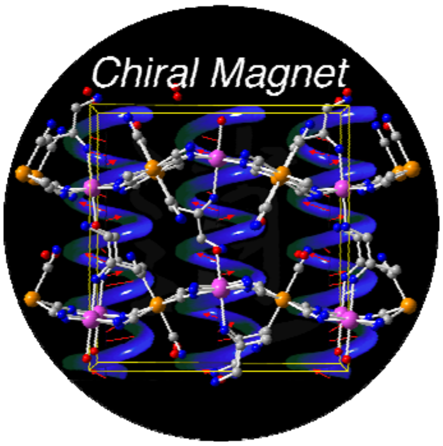
ディビジョン番号 ディビジョン名	1 物理化学

大項目	3. 凝縮系の物性と機能
中項目	3-2. 固体構造と機能
小項目	3-2-6. 分子磁性体における光磁気効果

概要（２００字以内）

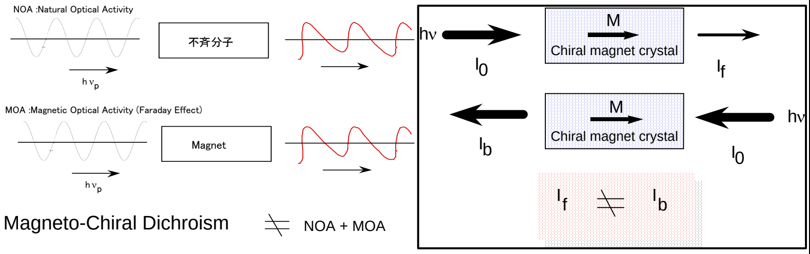
分子磁性体の光に対して透明である特徴を生かした、大きな光磁気効果の利用に関心が持たれている。最近では光学活性な（キラルな）構造を持つ分子磁性体の構築研究も進められている。光学活性な分子性強（フェリ）磁性体では、時間反転対称性と空間反転対称性が共に破れているために、様々な新規磁気光学効果を示す。また光学活性な分子性強（フェリ）磁性体では磁気光学効果以外でも新しいキラル磁気オーダーを起こすと考えられ、磁気物性としても興味が持たれる。



現状と最前線

分子磁性体は、構造設計が比較的容易、結晶性のものが多く構造が明確である、光に対して透明であるなどの特徴を備えている。従って分子磁性体では、大きな光磁気効果を示すことになる。強（フェリ）磁性体では、時間反転対称性が破れているために、偏光の偏光面を回転させる光学的性質（透過；ファラデー効果、反射；カー効果）を示す。これらの磁気光学効果は、透明無機磁性体でのファラデー効果を用いて光通信の際のアイソレータ、カー効果を用いて光磁気記録（MO ディスク）等で既に実用化されている。しかしながら昨今の原料費高騰が問題となりつつある。分子性磁性体での実現が出来ればこの問題はクリアーされると考えられる。そのため、結晶性分子磁性体の転移温度の向上とともに、磁気光学効果の研究が盛んに行われている。また最近では光学活性な（キラルな）構造を持つ分子磁性体の構築研究も進められている。光学活性体では、今度は空間反転対称性が破れている。この空間反転対称性の破れは、空間に電場の偏りを生じさせ、通過する偏光の偏光面を回転させる。この光学活性と前述の磁気光学効果は現象的にはよく似ているが、原因は全く異なっており、共存が可能で、しかも協奏的に働く。その結果、キラル磁性体では上述の光学活性と磁気光学効果の他に、磁気不斉二色性（Magneto-Chiral Dichroism, MChD)、磁化誘起第二高調波発生（Magnetic Second Harmonic Generation, MSHG）等の新しい磁気光学効果を示すと考えられている。これらの磁気光学効果は新しいデバイス作成の観点から、最近盛んに研究されてきている。

磁気不斉二色性は、前出の２つの光学効果が、偏光に対する効果に対して常光に対する効果である特徴を持っている。すなわち、常光の吸光度が、物質の磁化の向きと光の進む向きが同じか反対向きの場合で異なるというものである。またこの効果は、磁化の大きさに比例することもわかっている。磁化の大きさは一般に常磁性と強磁性（フェリ磁性）では、10^5 – 10^6倍違うため、もしキラルな強磁性が出来た場合、この効果は充分に大きなものになると予想される。またこの不斉磁気二色性は、別の観点から考えると、結晶中の分子あるいはイオンの光による遷移確率が磁化の向きによって異なることを意味する。すなわち、言い換えれば光による遷移確率を外部磁場によって制御できることになる。このことは物理、化学反応の観点からも大変興味深い。光学活性の他にも、分極を持つ結晶に見られる光学効果に二次の非線形効果効果がある。キラルな結晶は焦誘電体に属する場合が多く、反転対称がないため非線形光学効果を示し、第二高調波を発生（Second Harmonic Generation, SHG）する。さらにキラル磁性体では、磁気スピンが反転対称性のない位置に存在するため、内部磁場に応じた非線形光学効果を示し、上述の磁化誘起第二高調波発生（Magnetic Second Harmonic Generation, MSHG）することになる。この MSHG は、内部磁場に依存するため磁場応答性のある非線形光学効果を示す。またこのような結晶では、磁化と電場の分極が強く結合しているため、電場によって磁化を、磁場によって分極を変化させる電気磁気効果（ME 効果）が見られる。これまでの磁気光学効果は、空間反転対称性の破れと時間反転対称性の破れに起因して生じる効果であるため、キラル磁性体のみならずマルチフェロイックスも同様の効果をしめすことが知られており、キラル磁性体の研究と共にマルチフェロイックスの研究も盛んに行われている。



H. Imai, K. INOUE, et. al., *Angew Chem. Int. Ed.*, 43, 5618 (2004).

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

高温の転移温度も有する透明分子磁性体の構築と磁気光学効果に関する知見

キラル磁性体の磁気光学効果に関する知見

・１０年後までに解決・実現が望まれる課題

透明分子磁性体を用いた磁気光学デバイスの実用化

キラル磁性体の磁気光学デバイス化

キーワード

透明分子磁性体、キラル磁性体、マルチフェロイックス、磁気光学効果、磁気不斉光学効果

（執筆者：　井上 克也　）