

ディビジョン番号	1
ディビジョン名	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	3-2-7. 電荷移動錯体の新しい光物性

<p>概要（200字以内）</p> <p>有機電荷移動（CT）錯体結晶においては、構成分子間の結合の柔軟性を反映して、分子間の電荷の移動に伴って、電子-電子、電子-格子やスピン-格子相互作用が劇的に変化するという特徴を持っている。この特性を生かし、光学特性の巨大変化を伴った可逆相転移が光刺激で発生すること、さらにはその速さがTHz領域に十分達する事が近年実証された。この分野において、新たな物質開発を進展させるために、合成、物性評価、物質デザイン分野間協力の推進が重要課題となっている。</p>	
<p>現状と最前線</p>	
<p>有機電荷移動（CT）錯体結晶の重要な特徴として、構成分子間の結合が無機結晶と比べて柔らかく、分子間の電荷の移動に伴って、電子-電子、電子-格子やスピン-格子相互作用が劇的に変化するという点があげられる。この特徴を反映して CT 錯体結晶では、微弱な外場によるわずかな自由エネルギーの変化によっても準安定相間の変化が引き起こされ、磁性、伝導、誘電、色等の複合的な物性変化を伴った相転移が発現する。これは酸化物等の無機結晶には無い特性である。この特性を利用すれば、結晶中のナノスケールドメイン等の各種非線形励起が様々な外場に敏感に応答する、いわばインテリジェントナノマテリアルが、有機電荷移動（CT）錯体結晶によって実現できることを示している。この目標に向かって多数の新規な錯体が合成され、物性科学者との密接な協力を基盤として、誘電、光学特性、磁性、構造の変化を伴った可逆相転移が、温度、圧力、磁場、電場、光刺激等で発生することが実証されてきた[1, 2]。</p> <p>とりわけ光刺激の場合には、現在のオプトエレクトロニクスの技術を用いれば、数フェムト秒といった、固体中のフォノンの振動数の逆数よりも短い時間幅の光パルスで、比較的容易に発生することが出来る。つまりフェムト秒という時間的正確さで、外場刺激に起因する揺らぎを CT 錯体結晶系に加えることが可能となる。また、光強度を変化させることで、揺らぎの強さを変えることも容易である。さらに光の波長を変化させて励起状態の選択を行うと、その緩和過程に於いて、各々の光励起状態特有の格子歪みや電荷励起、磁氣的励起・緩和が引き起こ</p>	

されることになる。これらの特徴を利用して、揺らぎの種類、性質を制御し、相転移の方向すら決めることが可能となりつつある。実際、種々の CT 錯体で THz 域のスイッチングスピードを持った超高速の相変化（相スイッチ）、並びにそれに伴う巨大な光学特性変化がこの2年ほどの間に次々と報告されている[1, 3]。さらにこれらの CT 錯体の特性を、超高速光信号処理デバイスに応用する試みも始まっている。

このような研究の現状を踏まえ、研究の最前線においては、以下のような方向性の模索が行われている。

[方向性1] 電子状態と分子配列構造の間の協力的相互作用によって生ずる CT 錯体の相転移現象と、そこにおいて重要な役割を果たすナノスケールドメイン発生過程やそれに伴う構造変化を対象として、中性子散乱や超高速分光、動的構造解析といった高度実験技術を駆使してその全容を明らかにする。このような視点からは、CT 錯体光物性研究の最先端ではまさにナノスケール界面のダイナミクスとも密接な関連が生まれつつある。

[方向性2] CT 錯体に特徴的な電子・構造相転移を外場で制御し、新奇な磁気光学材料、光磁性・誘電材料、の創製、発見を目指す。この目的の達成の為に、理論、合成、結晶評価、物性測定、という複合的な分野が、効率よくかつネットワークよく連携出来る、新しい協力関係の構築が重要となりつつある。

[方向性3] CT 錯体の新規な物性を利用した非線形（光学）素子の提案や、その為に必要な、CT 錯体の薄膜形成技術、微細加工を目指したレーザー超微細加工法等も含む加工技術研究。これは従来最も研究が不足している分野であるが、今後の分子デバイスの展開にとっては必須の課題である。

[参考文献]

- [1] 学術月報 59 (2006) p.794-855
- [2] Chemical Reviews 104 (2004) p.4887-5781.
- [3] J.Phys.Soc.Jpn. 75 (2006) 011001-011008.

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
超高速で変化する物質の物性と構造（含電子、スピン）の関連を検証する技術開発
CT 錯体のナノスケール結晶評価、さらにはデバイス応用の為の薄膜形成、加工技術
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
物質の合成と、物性開拓、物質デザインの専門家の間を効率よくつなぐ新しい研究システムの実現

キーワード

分子間電荷移動、動的構造解析、相転移ダイナミクス、ナノスケール相界面 ダイナミクス、フェムト秒レーザー分光

(執筆者： 腰原 伸也)