

【特別推進研究】

理工系（化学）



研究課題名 光・電磁波に相関する相転移物質の創成と新機能

東京大学・大学院理学系研究科・教授

おおこし しんいち
大越 慎一

研究課題番号：15H05697 研究者番号：10280801

研究分野：化学

キーワード：光、電磁波、相転移、物性化学

【研究の背景・目的】

強磁性相転移、強誘電相転移、金属-絶縁体転移、スピン相転移、電荷移動相転移などを示す相転移物質は、基礎物性ととも様々電子デバイス、記録デバイスなどの現代社会の基盤を支える重要な材料である。一方、紫外・可視光からラジオ波におよぶ光・電磁波は、いろいろな形式で物質と相関するが、その波長・周波数により、励起する量子状態(電子状態、振動状態、回転状態、マグノン状態、スピン状態など)は異なる。本研究では、基礎化学、物性化学および合成化学の立場から、従来では実現できなかったような光・電磁波に応答する相転移物質を創成し、次世代デバイスや環境・エネルギー問題に資する新機能性に関する研究を推進することを目的とする。また、電磁波の磁場成分を利用して、磁気双極子励起の光学現象の実現を目指すことで、これまで物質研究がなされていなかったミリ波領域で応答する物質に着目し、“ミリ波材料科学”という学問領域を拓くことも目的としている。

【研究の方法】

本研究では、光エネルギーにより相転移を誘起するという視点から、種々の光学的、電気的および磁氣的機能性を付与した三次元ネットワーク金属錯体および金属酸化物を合成し、光誘起相転移を引き起こすことで、ドラスティックな色相変化やイオン伝導性、強誘電性および強磁性の室温光スイッチングを実現する。また、電磁波の波の性質に着目して、空間反転対称性が破れたキラル磁性体、焦電性磁性体などの電気分極と磁気分極が共存する物質系において、光や電流、電場といった外場で、非線形磁気光学効果を瞬時にスイッチングする現象の観測をめざす。加えて、外部刺激で応答する金属・半導体転移を示す物質群を発掘する。

一方、ミリ波領域では電磁波の磁場成分による磁気双極子励起により、回転角や楕円率が変化する。これを利用して、回転角および回転性能指数の向上を念頭に、マグノン励起を通じて、高性能ミリ波ファラデー効果を実現する。具体的には、金属/絶縁体ナノ粒子に関して、ミリ波性能を担っているコヒーレントマグノンと格子振動との結合を研究し、回転性能指数に関して検討する。

【期待される成果と意義】

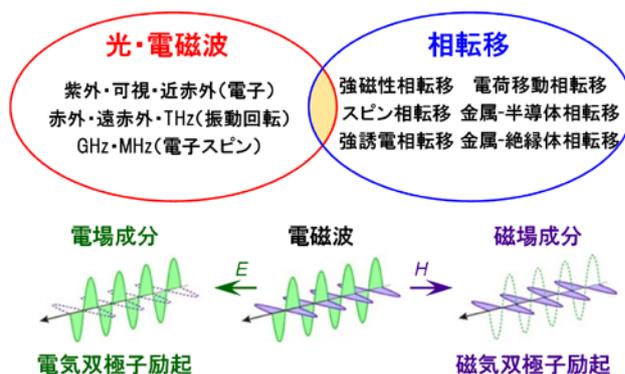
本研究により、光・電磁波と相転移物質の相関という観点からの物質設計の新しい開発指針が得られると共に、種々の光誘起相転移現象を実現し、磁性分野、フォトニクス分野および酸化物半導体分野において、

外部刺激応答機能に関する重要な知見を与えると期待される。また、物質科学には従来なかった“ミリ波材料科学”という新基軸の学術分野を構築できると期待している。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

・"90-degree optical switching of output second-

光・電磁波に相関する相転移物質の創成と新機能



紫外・可視・赤外光	遠赤外光	テラヘルツ光	ミリ波	マイクロ波
波長	nm	μm	mm	cm

harmonic light in chiral photomagnet", S. Ohkoshi et al., **Nature Photonics**, 8, 65 (2014).

・"Hard magnetic ferrite with a gigantic coercivity and high frequency millimetre wave rotation", A. Namai et al., **Nature Communications**, 3, 1035 (2012).

・"Synthesis of a metal oxide with a room-temperature photoreversible phase transition", S. Ohkoshi et al., **Nature Chemistry**, 2, 539 (2010).

【研究期間と研究経費】

平成 27 年度-31 年度 374,700 千円

【ホームページ等】

<http://www.chem.s.u-tokyo.ac.jp/users/ssphys/index.html>

ohkoshi@chem.s.u-tokyo.ac.jp