

光によるスピンの超高速操作の提案 ～光でスピンをひねる&光をスピンに転写する～

佐藤正寛 茨城大理

電磁波(レーザー)による固体電子系の制御や固体の電磁応答の研究では、電子と電磁波の電場成分との相互作用による現象が主要なテーマを与えてきた。これは、レーザーと物質の相互作用の中で電荷と電場の結合が最も強いことから、自然な流れと言える。そのような研究では当然、半導体、金属、モット絶縁体などにおける電子遷移が主役である。しかし誰もが承知のように、上記電子系の他に、電荷ではなく電子スピンの主役となる多彩な磁性体が世の中には存在する。磁性体において電荷励起より低周波数のレーザーを照射すると、電子スピンと電磁場との結合が主役となり、磁性体の磁性がレーザーにより変化することが期待される。実際、近年、磁気励起と同じエネルギースケールの光子から成るテラヘルツレーザー技術が進歩していることやスピントロニクス及びマルチフェロイクス(強誘電磁性体)研究の隆盛も相まって、レーザーによる磁性制御の研究も活発に行われるようになってきた。我々はここ数年の研究で特に磁性絶縁体におけるレーザー誘起新現象を幾つか予言することに成功している[1,2,3,4]。本講演では、その中の主に2つの成果について紹介したい。1つは、マルチフェロイクスに円偏光レーザーを印加して引き起こされる現象である[3]。フロケ理論に基づき、レーザー中のマルチフェロイクスで生じるレーザー誘起相互作用の一般公式を導き、それを簡単な1次元磁性体に応用することで、スピнкаイラリティやスピン流(図1)を制御できることを明らかにした。2つ目は、新しい光渦レーザーによる磁性制御方法の提案である。光渦とは軌道角運動量を持つレーザーであり、これを適当な条件下のカイラル磁性体薄膜に照射すると、多様なリング状のトポジカル磁気欠陥(スキルミオンやその束縛状態)を生成できることを明らかにした(図2)[4]。講演では、これら2つの提案の本質的に重要な部分を解説

したい。

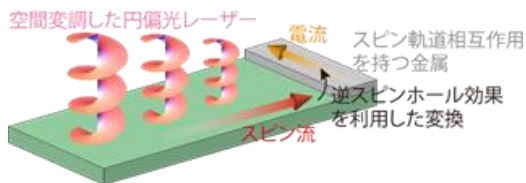


図1: マルチフェロイクスに円偏光レーザーを照射してスピン流を生成する実験設定。

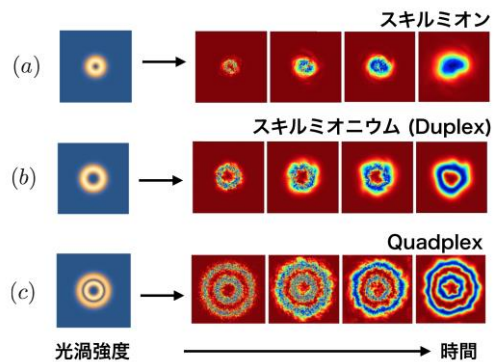


図2: 各種光渦をカイラル磁性体に照射して生じる磁気欠陥の時間発展。右図で赤色と青色が各々スピン上向き下向きに対応する。

[1] S.Takayoshi, M.Sato, and T.Oka, PRB **90**, 214413 (2014).

[2] M.Sato, Y.Sasaki, and T.Oka, arXiv:1404.2010.

[3] M.Sato, S.Takayoshi, and T.Oka, PRL **117**, 147202 (2017).

[4] H.Fujita and M.Sato, PRB **95**, 054421 (2017) Editor's Suggestion.