

ダイマー構造を持つ分子性固体における電気磁気効果

中惇、石原純夫（東北大理）

電気磁気効果とは、静電場により磁化が、静磁場により電気分極がそれぞれ変化する、古典電磁気学の枠組みを超えた現象である。電気磁気効果は電子デバイスへの応用にも高いポテンシャルを持つことから、基礎学術・応用の両観点から注目されている。電気磁気効果の発現には「磁性と誘電性の共存」ならびに「時間と空間の反転対称性の破れ」を満たす物質が必要となる。このため、磁性誘電体を豊富に含む遷移金属化合物を中心にこれまで研究が行われてきた[1,2]。一方で近年、分子性固体の物性開拓は著しく発展し、分子性の磁性体や超伝導体だけでなく誘電体にもその研究領域は拡大しており、“分子性のマルチフェロイクス”を探索する研究基盤が整いつつある[3,4]。

本研究では、ダイマー構造を持つ分子性固体が電気磁気効果を生じる有力な候補物質であることを、対称性の考察とモデル計算を用いて理論的に示す。具体的には、代表的なダイマーモット系である κ 型 BEDT-TTF 塩を念頭に置き、ダイマー内の電荷自由度を考慮した拡張ハバード模型から摂動展開により導出した強結合模型[5]を平均場近似により解析した。その結果、時間と空間の反転対称性が同時に破れた磁気・電荷秩序相が低温で実現することを示した。さらにこの磁気・電荷秩序相において電場(磁場)を印加すると、外場強度に比例した磁化(電気分極)が生じる線形の電気磁気効果が発現することを示した[6]。この電気磁気効果はダイマー内の電気・磁気双極子の積で表される秩序変数により特徴付けられる。このため、分子構造の乱れなどにより磁気・電荷の長距離秩序が破壊された場合においても、この秩序変数が有限の値を持つ限り電気磁気効果が生じることを示した。

[1] D. N. Astrov, Sov. Phys. JETP **13**, 729 (1961).

[2] T. Kimura et al., Nat. **426**, 55 (2003).

[3] M. Adbel-Jawad et al., Phys. Rev. B **82**, 125119 (2010).

[4] P. Lunkenheimer et al., Nat. Mater., **11** 755 (2012).

[5] M. Naka and S. Ishihara, J. Phys. Soc. Jpn., **79** 063707 (2010).

[6] M. Naka and S. Ishihara, Sci. Rep., **6** 23611 (2016).