

テラヘルツ帯の електроマグノン共鳴

高橋陽太郎

東京大学 大学院工学系研究科

物質中の電気磁気相関現象は古くから固体物理の分野で研究されてきた。近年マルチフェロイクスとして磁性由来の強誘電性が実現されて以降、物理的メカニズムの理解が大きく進み、数多くの磁性強誘電体が見出された。この時、マルチフェロイクスの基本的な動的応答として、電気磁気結合を反映した素励起の存在が期待される。これが誘電応答を持つマグノンという意味する електроマグノンである。実際に Pimenov らによりペロブスカイト型マンガン酸化物のらせん磁性相で електроマグノンが観測されて以降[1]、様々な物理的機構が електроマグノンに寄与すること、さらに一般的な性質として電気磁気光学効果と呼ばれる新奇光学現象を示すことが明らかになった。

本日は електроマグノンに関する2つのトピックについて議論したい。一つ目はマルチフェロイクスの最も代表的なモデル物質であるペロブスカイト型マンガン酸化物の електроマグノンである。この系の електроマグノンはらせん磁性由来の基底状態の強誘電分極と同様に、逆ジャロシンスキ・守谷相互作用による електроマグノンと、交換歪機構による електроマグノンが共存する。例えば $\text{Eu}_{0.55}\text{Y}_{0.45}\text{MnO}_3$ の磁場下での bc 面サイクロイド相のスペクトルを見ると大きく3つのピークが存在する(図1)。最も高エネルギーに位置するピーク(8 meV)は、Mostovoy らによってゾーン端のマグノンが交換歪機構により電場活性となっていることが明らかになった[2]。一方 3 meV 付近のピークは Mochizuki らによって $\pi \cdot 2q_m$ (q_m :磁気変調波数)の波数を持つ交換歪機構に由来した електроマグノンであることが示された[3]。最も低エネルギーのモードは Katsura らによって予測された逆ジャロシンスキ・守谷相互作用に由来した електроマグノンであり、 q_m の波数をもつ[4]。このように波数空間で見たときに3つの異なる波数のマグノンが光学活性となっており、さらに振動子強 s 度の移動で観測されるようにモード間での大きなカップリングが存在している。このような光学応答の側面と、これまでに報告されている非弾性中性子散乱のデータなどを比較し、現在の електроマグノンの理解について議論したい。

もう一つのトピックは Y 型のヘキサフェライトにおける електроマグノンについてである。これまで $\text{Ba}_2\text{Mg}_2\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ において交換歪機構に由来した електроマグノンがテラヘルツ帯で存在することが報告されている。室温でらせん磁性由来のマルチフェロイクスを実現している Y 型ヘキサフェライトは応用の観点でも重要である。詳細な研究から、基底状態の

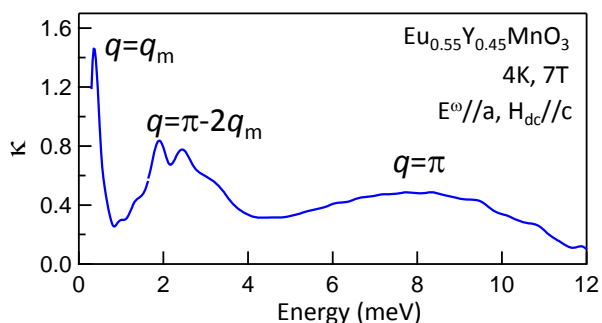


図1: ペロブスカイト型マンガン酸化物の електроマグノンのスペクトル

磁気波数と електроマグノンの共鳴エネルギーに系統的な相関があることを明らかになったので、これをペロブスカイト型マンガン酸化物の場合と比較して議論する。[1] A. Pimenov *et al.*, Nat. Phys. **2**, 97 (2006). [2] R. Valdés Aguilar *et al.*, Phys. Rev. Lett. **102**, 047203 (2009). [3] M. Mochizuki *et al.*, Phys. Rev. Lett. **104**, 177206 (2010). [4] H. Katsura *et al.*, Phys. Rev. Lett. **98**, 027203 (2007).