

フェライトと銅カイラル構造を組み合わせた メタ分子による磁気カイラル効果

富田知志、澤田桂*、ポロフニク・アンドレイ**、上田哲也**

(奈良先端大物質、*理研 SPring-8、**京都工繊大工芸)

Magneto-chiral effects by a meta-molecule consisting of a ferrite rod and copper chiral structure

Satoshi Tomita, Kei Sawada*, Andrey Porokhnyuk**, Tetsuya Ueda**

(GSMS-NAIST, *RIKEN SPring-8 Center, **Kyoto Inst. Tech.)

はじめに

磁性とカイラリティが共存する物質では、偏光には依存せず、光の進行方向に依存する光学異方性としての磁気カイラル効果の存在が理論的に予言されている¹⁾。これまではマルチフェロイックス材料などで、物質が持つ磁性とカイラリティの内因的な相互作用を用いる研究が行われてきた²⁾。それにも関わらず実験的に磁気カイラル効果を直接観測した報告はない。しかし今回我々は、メタマテリアル³⁾の概念を応用し、フェライトと銅カイラル構造を組み合わせたメタ分子を作製して、マイクロ波には磁性とカイラリティがあたかも相互作用しているかのように見える状況を作り出したところ、磁気カイラル効果の直接観測に成功した。

実験方法

磁気カイラルメタ分子は、フェライトロッドと銅のカイラル構造を組み合わせて作製した[図(a)]。メタ分子をマイクロ波導波管(WR-90)に挿入し、電磁石で直流磁場をかけた。 X バンドのベクトルネットワークアナライザを用いて、図(a)の左から、もしくは右から伝搬するマイクロ波の透過率に対応する S パラメータ (S_{21} と S_{12}) の強度と位相を測定した。

結果と考察

図(b)に S_{21} の位相から S_{12} の位相を差し引いた差分スペクトルを示す。無磁場下では S_{21} と S_{12} は等しく、スペクトルに構造は見られない。しかしここに直流磁場を加えると、10GHz 辺りにローレンツ分散形状の構造が現れた。これは銅カイラル構造が示す 10GHz 辺りの共鳴的光学活性によって増強された磁気カイラル効果によるものであると考えられる。直流磁場の方向を反転させると分散形状も反転した。位相の差分から、+200mT の直流磁場での屈折率実部の差は 5.4×10^{-3} 程度であると見積もられた⁴⁾。外部磁場を強くすると、この屈折率差は大きくなった。この磁気カイラルメタ分子は、新しいタイプのマイクロ波一方素子や電磁波にとっての実効的ゲージ場⁵⁾を実現すると期待される。

参考文献

- 1) L. D. Barron and J. Vrbancich, *Molecular Physics* **51**, 715 (1984).
- 2) M. Mochizuki and S. Seki, *Phys. Rev. B* **87**, 0134403 (2013).
- 3) D. R. Smith, J. B. Pendry, and M. C. K. Wiltshire, *Science* **305**, 788 (2004).
- 4) S. Tomita, K. Sawada, A. Porokhnyuk, and T. Ueda, submitted.
- 5) K. Sawada and N. Nagaosa, *Phys. Rev. Lett.* **95**, 237402 (2005).

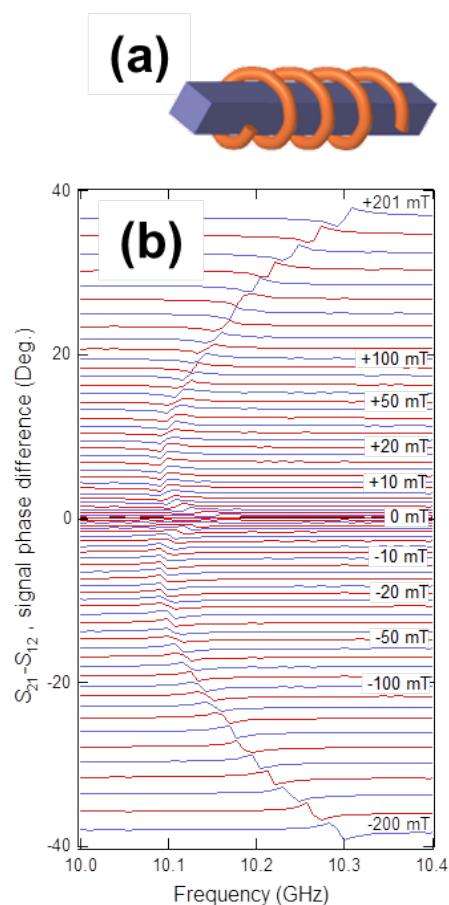


図 (a)磁気カイラルメタ分子と(b) X バンドでの磁気カイラル効果