

カイラリティと磁性を併せ持つメタ分子による磁気カイラル効果

Magneto-Chiral Effects through a Meta-Molecule with Chirality and Magnetism

奈良先端大物質¹, 理研 SPring-8², 京都工繊大工芸³

○富田 知志¹, 澤田 桂², ポロフニク アンドレイ³, 上田 哲也³

GSMS-NAIST¹, RIKEN SPring-8², Kyoto Inst. Tech.³

○Satoshi Tomita¹, Kei Sawada², Andrey Porokhnyuk³, Tetsuya Ueda³

E-mail: tomita@ms.naist.jp

対称性が破れた物質は興味深い電磁気応答をもたらす。例えば空間反転対称性が破れたカイラル構造は光学活性を示す。時間反転対称性が破れた磁性体は磁気光学効果を示す。では時間反転対称性と空間反転対称性が同時に破れた物質では何が起こるだろうか。理論的には、偏光に依存せず電磁波の進行方向に依存する光学異方性である磁気カイラル効果^[1]が起きると言われている。しかし磁気カイラル効果を直接観測した報告はこれまで皆無に近い。これは磁気カイラル効果による屈折率変化が大変小さいためである。しかし今回我々は、カイラリティと磁性を併せ持つ人工構造（メタ分子）のマイクロ波応答を調べ、磁気カイラル効果による屈折率の実部と虚部の変化の直接観測に成功した。

磁気カイラルメタ分子は、図(a)のように銅のカイラル構造とフェライトロッドを組み合わせで作製した。メタ分子をマイクロ波導波管に挿入し、電磁石で直流磁場をかけた。ベクトルネットワークアナライザを用いて、図(a)の左から及び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。

図 1 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、平坦なスペクトルが得られた。ここに磁場を加えると、10GHz 辺りにローレンツ分散形状の構造が現れた。これが銅カイラル構造の 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である。外部磁場を強くすると、磁気カイラル効果は大きくなった。観測された位相差から、200mT での屈折率実部の差は 5.4×10^{-3} 程度と見積もられた。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光にとっての実効的ゲージ場を実現すると期待される。

[1] L. D. Barron and J. Vrbancich, Molecular Physics 51, 715 (1984).

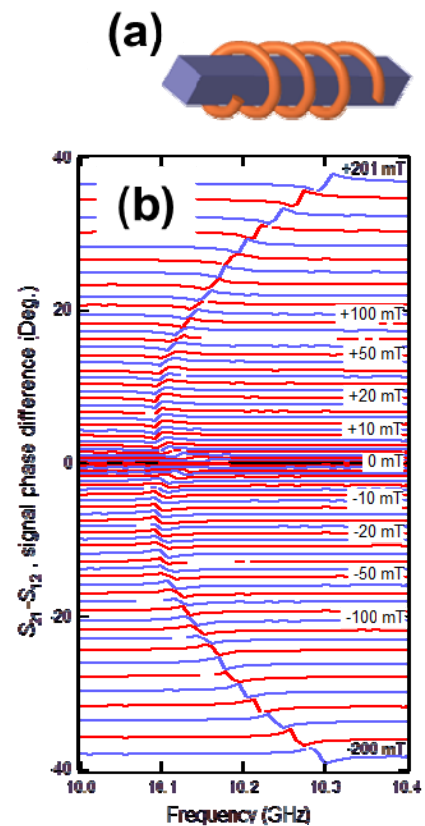


図 (a)磁気カイラルメタ分子と(b)マイクロ波位相差分スペクトル