

スプリットリング共振器の高強度テラヘルツ近接磁場による 非線形スピン波励起

Nonlinear behavior of spin wave excitation by intense terahertz magnetic near field of split ring resonator

京大院理¹, 京大 iCeMS², CREST JST³, 京大院工⁴

◦向井 佑¹, 廣理 英基^{2,3}, 山本 隆文⁴, 陰山 洋^{2,4}, 田中 耕一郎^{1,2,3}

Dept. Phys., Kyoto Univ.¹, iCeMS Kyoto Univ.², CREST JST³,

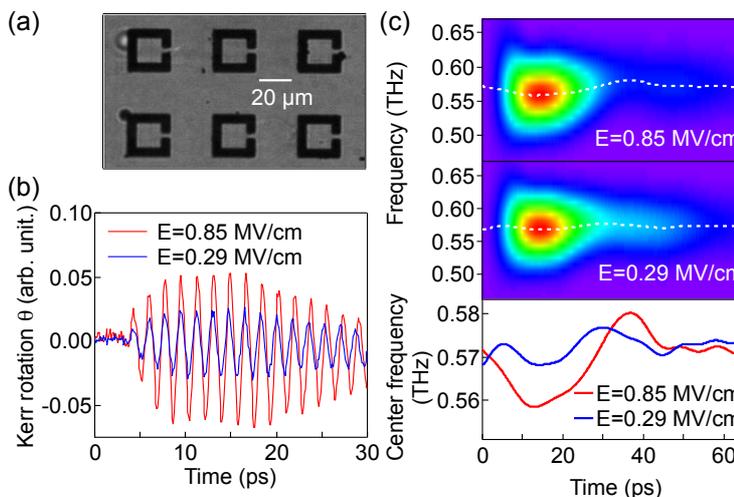
Dept. Eng., Kyoto Univ.⁴

◦Y. Mukai¹, H. Hirori^{2,3}, T. Yamamoto⁴, H. Kageyama^{2,4}, and K. Tanaka^{1,2,3}

E-mail: mukai@scphys.kyoto-u.ac.jp

近年テラヘルツ光の磁場成分を用いた高周波スピン波励起が報告され、非熱的な高速磁気制御のための新たな技術として注目されている[1]。一方、スプリットリング共振器(SRR)にテラヘルツ光を入力した場合には、テラヘルツ電場で誘起される表面電流により近接場領域に共鳴的に増強された磁場を生成するため、高速磁気光学素子やスピンドバイスの開発への利用が期待できる。しかしこれまでスピン波励起に用いられた例はなく、近接磁場の時間応答や空間分布は複雑あり、SRR の共鳴増強効果やスピン励起ダイナミクスは未解明である。本研究では SRR を作製した傾角反強磁性体 HoFeO_3 試料に高強度テラヘルツパルス照射し[2]、SRR の共鳴的な磁場増強効果、さらに非線形なスピン応答の観測に成功した。

図 1(a)に HoFeO_3 単結晶上に作製した SRR 構造(Au, 厚さ 250 nm)を示す。SRR 構造は LC 共鳴が HoFeO_3 スピン波(AF モード)の周波数($\nu_{\text{AF}}=0.57$ THz)に一致するように設計し、共鳴的な磁場増強を確認した[3]。図 1(b)は、最大電場強度 $E=0.85$ MV/cm と 0.29 MV/cm のテラヘルツパルス照射後に変化する磁化を時間分解磁気カー効果(MOKE)により測定したものであり、10 ps 以降で 2 つの波形の周期に違いがあらわれている。図 1(c)は短時間フーリエ変換(時間窓 10 ps)で得られる時間-周波数スペクトルと中心周波数の時間変化を示している。低強度励起の場合では磁化振動の周波数が全時間にわたり一定であるのに対し、高強度励起では約 20 ps までの大振幅で磁化が変化する領域でレッドシフトが確認された。高強度励起におけるレッドシフトは、スピン間交換相互作用ポテンシャルの非調和性に由来している可能性が高い。



[1] T. Kampfrath *et al.*, Nature Photon. **5**, 31 (2010). [2] H. Hirori *et al.*, APL **98**, 091106 (2011). [3] Y. Mukai *et al.*, arXiv:1404.2179.

図 1 (a)SRR 金属構造 (b) HoFeO_3 時間分解カー信号 (c) 時間-周波数スペクトル (上,中段). 各時刻でのスペクトル中心周波数(下段).