

エアギャップ透過スピン波の時空間分解

松本慧大、吉峯功*、姫野滉盛、佐藤琢哉
(九大院理、*理研)

Time-resolved imaging of spin wave transmission through an air gap

K. Matsumoto, I. Yoshimine*, K. Himeno, T. Satoh
(Kyushu Univ., *RIKEN)

1 はじめに

スピン波は、局在電子のスピン歳差運動が波として伝わってき、実電流を伴わずに情報の伝播を可能にすることが知られている。近年では、マイクロ波で励起されたスピン波の不均一領域やエアギャップを超える伝播が確認され、その透過率が報告された¹⁾。そこで我々は、スピン波の励起と検出を超短パルス光で行い、エアギャップを透過するスピン波の時空間分解イメージングを行った。講演では、実験で得られた波形と、グリーン関数を用いた数値計算結果とマイクロマグネティックシミュレーションでの結果を比較し、透過率と位相シフトを求めて、量子力学的なトンネル効果の類似性について議論する。

2 実験とシミュレーション

実験では、パルス幅 150 fs の Ti サファイアレーザーを使い、ポンププローブ測定を行った。ポンプ光は波長 1300 nm の円偏光であり、逆ファラデー効果によって、光進行方向に有効磁場を発生させることでスピン波を誘起した。プローブ光は波長 800 nm の直線偏光であり、光進行方向の磁化成分に比例して偏光面が回転するファラデー効果を用いて磁化を検出した。サンプルはフェリ磁性絶縁体で、エアギャップを実現するために二枚のサンプルを面内方向に離して配置した。グリーン関数を用いた数値計算では、単一波長スピン波に適用できる式を、それぞれ重ねあわせと重み付けを行うことで、光で励起した波束スピン波にも適用することができるようにした。マイクロマグネティックシミュレーションでは、mumax3 を用いて、波束スピン波の再現を行うために初期条件として磁化をガウシアンに分布させた。時間発展は LLG 方程式を解くことで自動的に実現できる。

3 結果

ギャップ幅 60 μm におけるスピン波の透過時空間波形は、Fig.1 のようになった。ここで、ギャップを 200 μm の場所とし、0 μm で励起を行った。(a) は実験結果、(b) はグリーン関数を用いた計算結果、(c) は mumax3 を用いた結果である。この結果からいずれの場合も、ギャップ透過後の波形は等位相がギャップへ集まるような波形をしており、入射側では定在波が見えていることが分かる。また Fig.2 のように数値計算からは、(a) 透過率と (b) 位相シフトを得ることができ、特にギャップが大きい領域においてトンネル効果のような振る舞いを見ることがわかった。

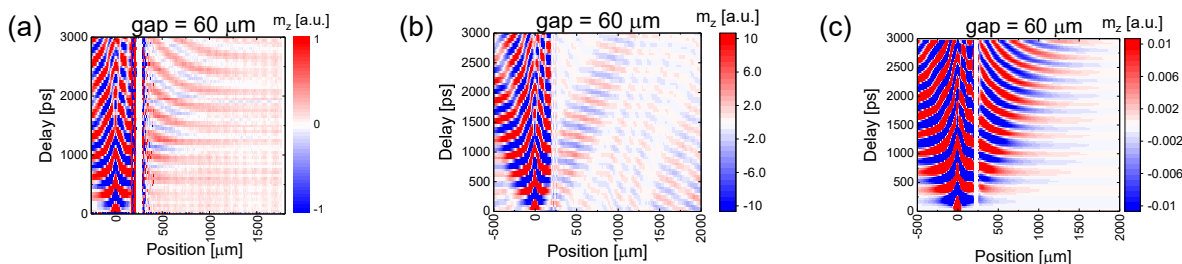


Fig. 1 (a) 実験での透過波の時空間波形、(b) 数値計算での透過波の時空間波形、(c) mumax3 での透過波の時空間波形

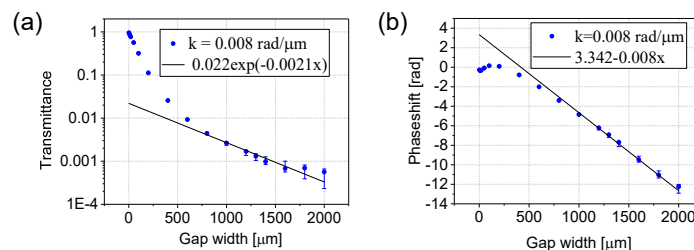


Fig. 2 単一波長スピン波のギャップに対する (a) 透過率と (b) 位相シフト

References

- 1) T. Schneider et. al., *EPL (Europhysics Letters)* **90**, 27003 (2010).