

# スピン流が人工反強磁性体に及ぼす影響の研究

田中健勝, 森山貴広, 永田真己, 水野隼翔, 関剛斎\*, 高梨弘毅\*,  
千葉貴裕\*, 高橋三郎\*, Gerrit E. W. Bauer\*\*\*\*, 小野輝男  
(京大化研, \*東北大金研, \*\*デルフト工科大カブリ・ナノ研)

## Spin current in synthetic antiferromagnet

K. Tanaka, T. Moriyama, M. Nagata, H. Mizuno, T. Seki\*, K. Takanashi\*,  
T. Chiba\*, S. Takahashi\*, Gerrit E. W. Bauer\*\*\* and T. Ono

(Institute for Chemical Research, Kyoto University, \*Institute for Materials Research, Tohoku University  
\*\*Kavli Institute of Nanoscience, Delft University of Technology)

### 1. はじめに

反強磁性材料は、高い共鳴周波数のために高周波スピントロニクス材料として期待されている。我々は、反強磁性磁化ダイナミクスをスピン流で制御すべく、反強磁性結合した磁化にスピン流が与える影響を研究している。我々はこれまでに、人工反強磁性体である  $\text{Fe}(2)/\text{Co}(1)/[\text{Cu}(1)/\text{Co}(1)]_{10}/\text{Pt}(4)$  多層膜(単位 nm) を用いてスピントルク強磁性共鳴による実験を行い、隣り合う磁性層の歳差運動の位相差がゼロの音響モードと位相差が  $\pi$  の光学モードの2つのモードの内、光学モードの共鳴周波数が直流電流の印加によって大きく変化することを報告した(図1) [1]。この共鳴周波数変化は、直流電流が Pt 層に流れることによってスピン流が人工反強磁性体に注入され、層間結合強度が変化することによって起ると考えた。この考えを検証するため、巨大磁気抵抗効果(GMR)曲線の直流電流依存性について調査した。

### 2. 実験方法および結果

一般的に、共鳴周波数は外部磁場や反磁場などの磁化に作用する有効的な磁場によって決まる。今回、直流電流によって層間結合強度  $J$  が変化したと仮定して行ったマイクロマグネティックシミュレーションによる計算結果を図2に示す。挿入図は、横軸を層間結合強度から飽和磁場(反平行の磁化を平行に揃えるために必要な磁場)に変換した図である。層間結合強度の変化によって図1のように共鳴周波数が変化する場合、層間結合強度の変化に伴って飽和磁場が 3000 Oe 以上変化する、という結果が得られた(図2)。しかしながら、GMR 測定の結果、飽和磁場は直流電流量によってほとんど変化しなかった。これらの結果は、直流電流によって有効磁場が変化するのは磁化が歳差運動している時のみであるという可能性を示唆している。

本講演では、実験結果とともにマイクロマグネティックシミュレーションによる計算結果も踏まえ人工反強磁性体の磁化が直流電流によって受ける影響について議論する。

### 参考文献

- 1) 田中他、日本物理学会 2014 年年次大会、28aAF-12

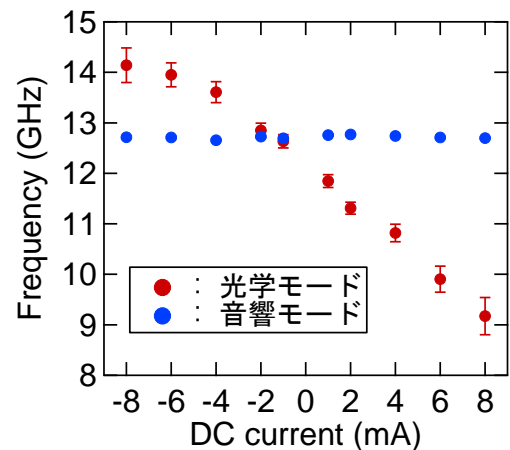


図1 音響モードと光学モードの共鳴周波数の直流電流依存性[1]。

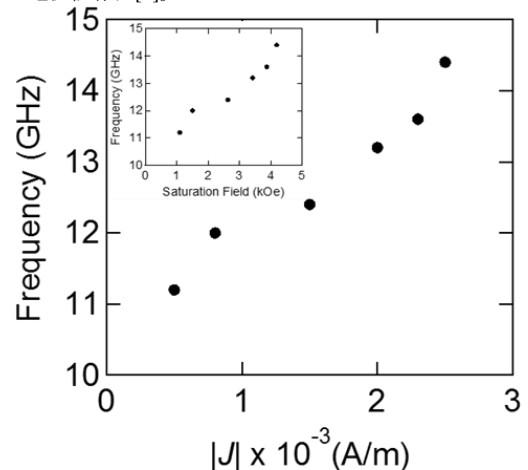


図2 光学モードの共鳴周波数の層間結合強度依存性。挿入図は横軸を層間結合強度から飽和磁場に変換した図。