

光でみるスピン波分散関係

All-optical observation and reconstruction of spin wave dispersion

東北大 AIMR [○]橋本 佑介

Tohoku Univ. AIMR, [○]Yusuke Hashimoto

E-mail: yusuke.hashimoto.b8@tohoku.ac.jp

本講演では、スピン波分散関係を観測する新手法 Spin Wave Tomography (SWaT)¹を紹介する。スピン波分散関係はその波数 \mathbf{k} により、交換相互作用に起因する高波数領域を交換スピン波、双極子相互作用に起因するスピン波を静磁波、そしてこれらの中間領域は交換静磁波に大別される。これまで、交換スピン波の分散関係は中性子散乱、交換静磁波の分散関係はブルリアン散乱により観測されてきた。しかし、高い波数分解能を必要とする静磁波領域における分散関係の観測はこれまで困難だった。ここで紹介する SWaT は、静磁波分散関係の直接観測を実現する。

SWaT は、光励起スピン波の時間分解磁気光学イメージングと畳み込み理論に立脚する¹。まず、スピン波の時空間伝搬過程 $\mathbf{m}(\mathbf{r}, t)$ を全光ポンププローブ法を用いた時間分解磁気光学イメージング法²により観測する。 $\mathbf{m}(\mathbf{r}, t)$ は畳み込み積分により、

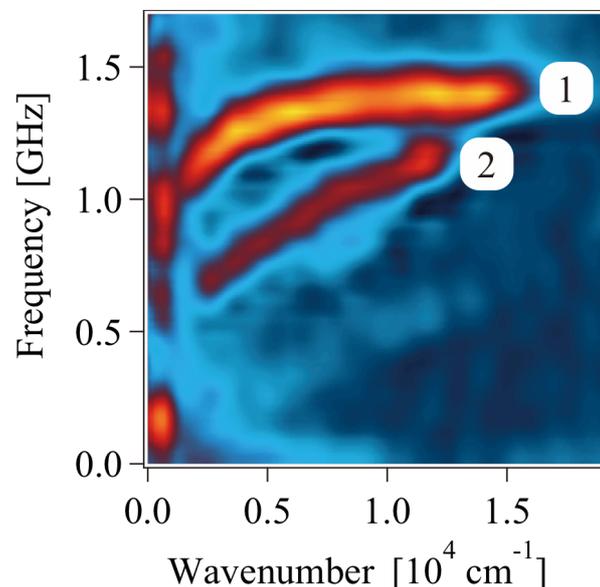
$$\mathbf{m}(\mathbf{r}, t) = \iiint \chi(\mathbf{r} - \mathbf{a}, t - \tau) \mathbf{h}(\mathbf{a}, \tau) d\mathbf{a} d\tau$$

と書かれる。 $\chi(\mathbf{r}, t)$ はスピン波伝搬過程、 $\mathbf{h}(\mathbf{r}, t)$ はスピン波励起源を反映する。上式のフーリエ変換は

$$\mathbf{M}(\mathbf{k}, \omega) = \chi(\mathbf{k}, \omega) \mathbf{H}(\mathbf{k}, \omega)$$

となる。上式右辺の $\chi(\mathbf{k}, \omega)$ は動的帯磁率でスピン波分散関係、 $\mathbf{H}(\mathbf{k}, \omega)$ はスピン波励起源を反映する。SWaT は、上式左辺の $\mathbf{M}(\mathbf{k}, \omega)$ を実験とデータ解析から求めることで、 $\chi(\mathbf{k}, \omega)$ に含まれるスピン波分散関係を読み解く¹。

例として、室温における磁性ガーネット膜での SWaT 測定結果を右図に示す。異なる2つのモードの静磁波分散関係が明瞭に観測された。



SWaT を用いて取得した磁性ガーネット膜の静磁波分散関係。Dispersion relation of magnetostatic waves obtained with spin wave tomography (SWaT).

1. Y. Hashimoto, *et al*, Nature Communications **8**, 15859 (2017).
2. Y. Hashimoto, *et al*, Review of Scientific Instruments **85**, 63702 (2014).