

スピン・トランスファー・トルクによるスカージオニウムのダイナミクス

Dynamics of a Skyrmionium by Spin-Transfer-Torque

北大電子研 ○(M1) 石田 雄一、近藤 憲治

Hokkaido Univ. Research Inst. For Electronic Science ○Yuichi Ishida, Kenji Kondo

E-mail: kkondo@es.hokudai.ac.jp

磁気スカージオンは摂動に対する安定性と磁壁移動と比較して低電流で駆動できることから近年注目を集めている [1]。この磁気スカージオンに似た構造に磁気スカージオニウムと呼ばれる構造がある [2]。磁気スカージオンにおいてはその中心から遠ざかるにしたがって磁化が反転するのに対し、磁気スカージオニウムにおいては磁化は 1 回転する。エネルギーが最低となるよう変分原理を用いて、磁気スカージオニウムの磁気構造を計算した結果を Fig. 1 に示す。今回の講演では、修正された Landau-Lifshitz-Gilbert 方程式 [3]

$$\frac{\partial \mathbf{M}}{\partial t} = -\gamma\mu_0 \mathbf{M} \times \mathbf{H}_{\text{eff}} + \frac{\alpha}{M_s} \mathbf{M} \times \frac{\partial \mathbf{M}}{\partial t} + \boldsymbol{\tau} \quad (1)$$

をマイクロ・マグネティクス・シミュレーションで解くことにより、スカージオニウムのダイナミクスについて研究したので報告する。ここで、 $\mathbf{H}_{\text{eff}} = -\frac{1}{\mu_0} \frac{\delta E[\mathbf{M}]}{\delta \mathbf{M}}$ は有効磁場、 γ は電子の磁気回転比、 μ_0 は真空の透磁率、 α はギルバートダンピング定数、 $\boldsymbol{\tau} = \frac{\gamma\hbar P}{2e}(\mathbf{j} \cdot \nabla)\mathbf{m} - \frac{\gamma\hbar P}{2e}\beta\mathbf{m} \times (\mathbf{j} \cdot \nabla)\mathbf{m}$ はスピン・トランスファー・トルク (STT) である。ただし、 $\hbar$ はディラック定数、 P はスピン分極率、 e は素電荷、 β は非断熱定数、 $\mathbf{j}$ は電流密度である。計算の際には、物性パラメータとして、 $\alpha = 0.2$ 、 $M_s = 600$ kA/m、交換スティフネス係数 $A = 30$ pJ/m、ジャロシンスキー守谷相互作用定数 $D = 4$ mJ/m²、異方性定数 $K = 0.6$ MJ/m³、 $P = 0.4$ 、 $\beta = 0.4$ を用い、 x 軸負の方向に電流密度 $j_x = 1$ TA/m² を与えた。STT を受けると磁気スカージオニウムは Fig. 2 に示すように x 軸正方向へ移動する。当日の講演では磁気スカージオニウムと磁気スカージオンそれぞれのダイナミクスの比較についても議論する。

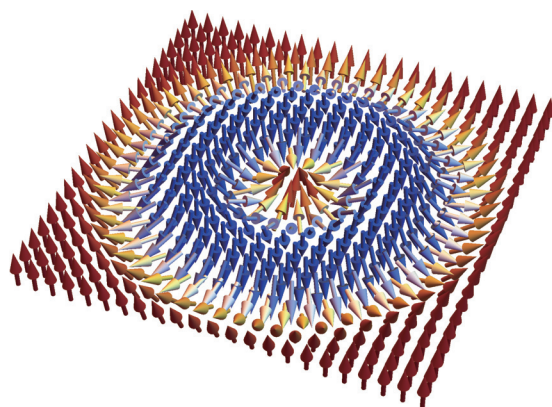


Fig. 1: A structure of skyrmionium obtained by the variational principle. In the figure, arrows represent magnetization at each point.

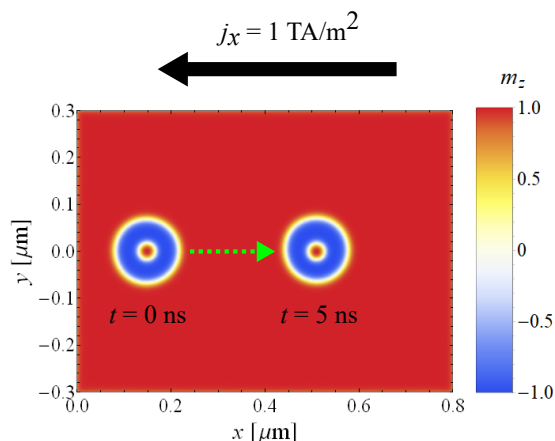


Fig. 2: Skyrmionium motion by the STT. The green dotted line is a guide for eyes.

参考文献

- [1] A. Fert, V. Cros, and J. Sampaio, *Nat. Nanotechnol.* **8**, 152 (2013).
- [2] A. Bogdanov and A. Hubert, *J. Magn. Magn. Mater.* **195**, 182 (1999).
- [3] T. L. Gilbert, *IEEE Trans. Magn.* **40**, 3443 (2004).