

トポロジカル磁気構造が拓く新しいスピントロニクス

Topological Spin Textures and Novel Spintronics

早大先進理工 望月維人

Waseda University Masahito Mochizuki

E-mail: masa_mochizuki@waseda.jp

キラルな結晶構造を持つ磁性体中では、空間反転対称性の破れによって、隣り合う磁化を傾けようとする Dzyaloshinskii-守谷相互作用が活性化し、「スキルミオン」と呼ばれるナノスケールのトポロジカルな磁気渦構造[図(a), (b)]が発現する。このスキルミオンは、高性能磁気メモリ素子への応用に有利な以下のような性質を持つことが分かってきた。(1) 数 nm から数十 nm の極小サイズであるため、情報の高密度化に有利、(2) トポロジカルに保護された磁気構造であるので擾乱に強く、情報の堅牢性が保証される。(3) 極小の外場や電流で駆動できるため、デバイスの省電力化に有利。特に、(3)の省電力性に関しては、レーストラックメモリ（磁壁電流駆動型メモリ）で使われる強磁性磁壁の駆動に必要な閾電流密度の 10 万分の 1 から 100 万分の 1 の極小電流で駆動できることが分かっている。

そのため、スピントロニクスの分野では、この「スキルミオン」を情報担体とする高密度で省電力な磁気メモリ素子[図(c), (d)]の実現を目指して、様々な研究は行われている。本講演では、その現状を紹介・議論する。最初に、そもそもスキルミオンがなぜ動きやすく、極小の外場で駆動できるのかを解説する。続いてスキルミオンを「書く」、「消す」、「読む」、「動かす」といったメモリ素子の基本動作の確立と実現を目指す研究の成果を紹介する。また、材料の最適化を見据えた物質探索の現状と成果について議論する。

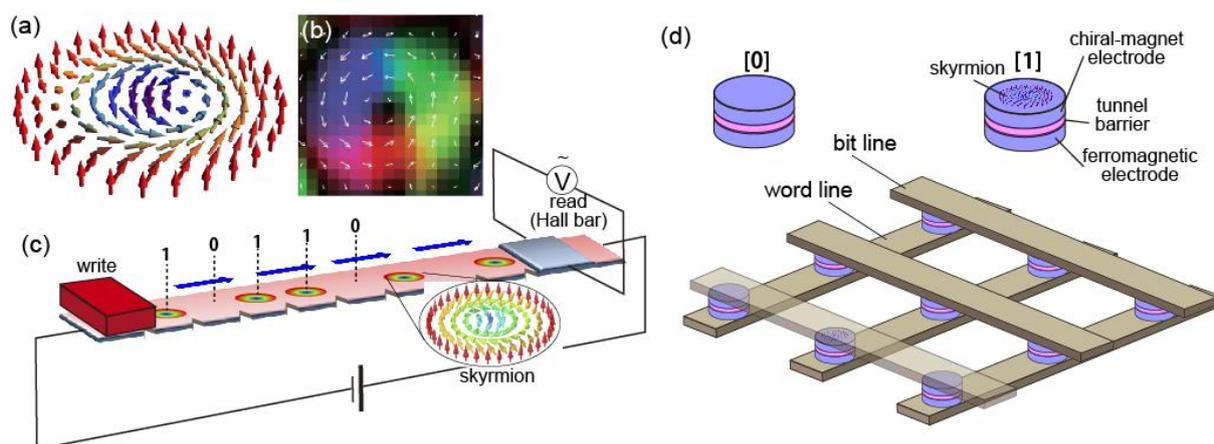


図 (a) スキルミオン磁気構造, (b) スキルミオンのローレンツ TEM 像, (c) スキルミオンを利用した磁化電流駆動メモリの概念図, (d) スキルミオンを利用した MRAM の概念図

- [1] 望月維人 日本磁気学会報「まぐね」2015年8月号「スキルミオンを作る・消す・動かす」
 [2] 望月維人、関真一郎 日本物理学会誌 2014年3月号「絶縁体中の磁気スキルミオン相が示す電気磁気ダイナミクス」
 [3] 望月維人、永長直人 固体物理 2014年3月号「磁気スキルミオンが示す特異な熱励起・電流誘起ダイナミクス」