

ナノスケール磁気渦—スキルミオンの直接観察

Direct observations of nanometric vortices-skyrmions

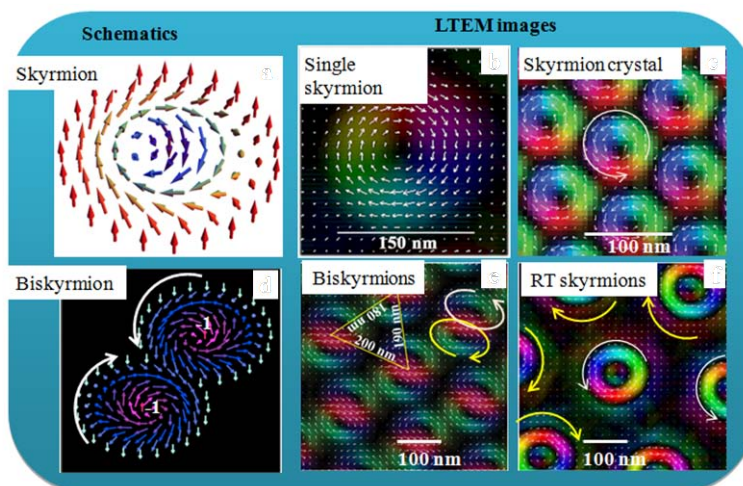
〇于秀珍¹ (1. 理研・創発)

Xiuzhen Yu¹ (1. RIKE CEMS)

E-mail: yu_x@riken.jp

スキルミオン (Sk) は 1962 年に素粒子学において提案されたトポロジカルな構造を持つ仮想粒子である [1]。1989 年にその磁性体中での存在が予言され [2]、2009 年に中性子散乱実験によって、カイラル磁気構造を持つ MnSi においてスキルミオン格子の存在が間接的に観察された [3]。Sk は大量のスピンの作るナノスケール“磁気渦” (図 1a) であり、トポロジカルな安定性に加え、磁壁に比べて 5 桁低い電流密度で動かすことができるため、スピントロニクスをはじめとする応用からの関心が高まり、省電力型のメモリーの実現が期待されている [4]。

本研究では、磁場中のローレンツ電子顕微鏡法を駆使して、スキルミオン構造物性の解明を行った。その上、スキルミオン新規物質を開発すべく、スピン・軌道相互作用の強い合金、絶縁酸化物、マンガン酸化物など様々な強相関物質を用いて、透過型電子顕微鏡中にスキルミオンを作り出し・実空間観察と操作を試みた。その結果、単一スキルミオンの渦構造 (図 1b)、スキルミオン格子 (図 1c)、スキルミオン分子 (図 1d-1e) および室温スキルミオン (図 1f) の発見などによって、スキルミオンに関する様々な構造及び



物性を解明できた。更に、室温付近において、スキルミオン結晶をマイクロデバイス中に生成し、極低電流密度 (従来の磁壁駆動用の十万分の一) で駆動できた [5-8]。本研究成果は、理化学研究所・創発物性科学研究センターの十倉好紀、永長直人、徳永佑介 (現東京大学)、田口康二郎、金子良夫、関真一郎、東京大学の小野瀬佳文、金澤直也、物質材料研究機構の松井良夫、木本浩司等との共同研究により得た成果である。

[参考文献]

- [1] T. Skyrme, *Nuclear Physics* **1962**, *31*, 556-569.
- [2] A. N. Bogdanov and D. A. Yablonskii, *Sov. Phys. JETP* **1989**, *68*, 101-103.
- [3] S. Mühlbauer *et al.*, *Science* **2009**, *323*, 915-919.
- [4] N. Nagaosa and Y. Tokura, *Nature Nanotechnology* **2013**, *8*, 899-911.
- [5] X. Z. Yu, N. Nagaosa, Y. Tokura *et al.*, *Nature* **2010**, *465*, 901-904.
- [6] X. Z. Yu, Y. Tokura *et al.*, *Nature materials* **2011**, *10*, 106-109; *Nature Communications* **2012**, *3*, 988; *Nature Communications* **2014**, *5*, 4198.
- [7] S. Seki, X. Z. Yu, Y. Tokura *et al.*, *Science* **2012**, *336*, 198-201.
- [8] X. Z. Yu, N. Nagaosa, Y. Tokura *et al.*, *Proc. Nat. Acad. Sci.* **2012**, *109*, 8856-8860.