

強磁性体におけるスキルミオン構造の直接観察

Direct Observation of Skyrmion Structures in a Ferromagnet

^a早稲田大学 (Waseda Univ.), ^b物質・材料研究機構 (NIMS)

長尾全寛 (Masahiro Nagao)^a, 長井拓郎 (Takuro Nagai)^b, 原徹 (Toru Hara)^b, 木本浩司 (Koji Kimoto)^b

▶ Key words

Lorentz Transmission Electron Microscopy, Skyrmion

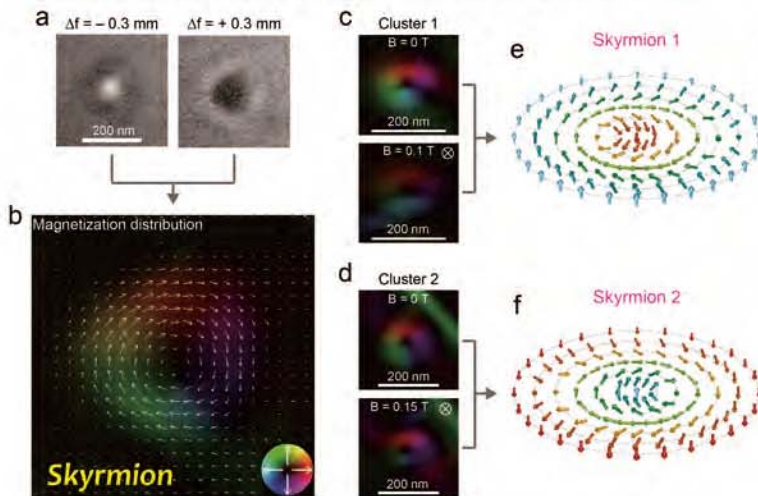
空間反転対称性が存在する強磁性体におけるスキルミオン

磁気スキルミオンは従来にない興味深い物性を示すため、次世代の高性能磁気デバイスへの応用の観点から注目されている。スキルミオン形成には物質に「空間反転対称性が存在しない」ことが必須だと考えられるが、空間反転対称性を有する強磁性Mn酸化物の常磁性相においてもスキルミオン存在の可能性が議論されてきた。しかし、これまで直接その証拠を捉えた研究例はなかった。そこで、物質・材料研究機構のローレンツ電子顕微鏡を用いてMn酸化物のスキルミオンの直接観察を試み、強磁性体におけるスキルミオン構造の直接観察に世界で初めて成功した。

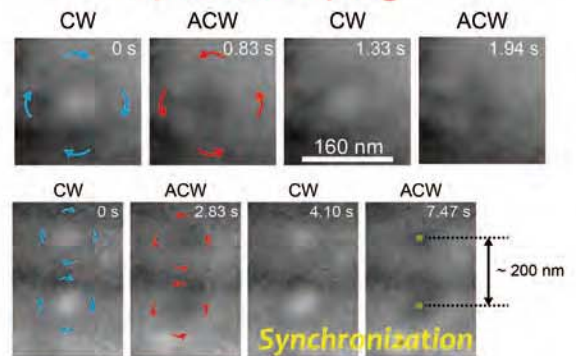
Magnetic skyrmions in materials are shown to exhibit intriguing properties. Therefore, skyrmions are expected to find use in future high-performance magnetic devices. One characteristic of the materials is the lack of space inversion symmetry, which is believed to be a key ingredient of skyrmion formation. The possible

presence of skyrmions in the paramagnetic phase of centrosymmetric manganese oxides has been discussed. However, to date, no direct evidence has been reported. Here we have succeeded for the first time to observe skyrmions directly in manganese oxides, by Lorentz TEM (@NIMS).

Direct Observation of Skyrmion Structures



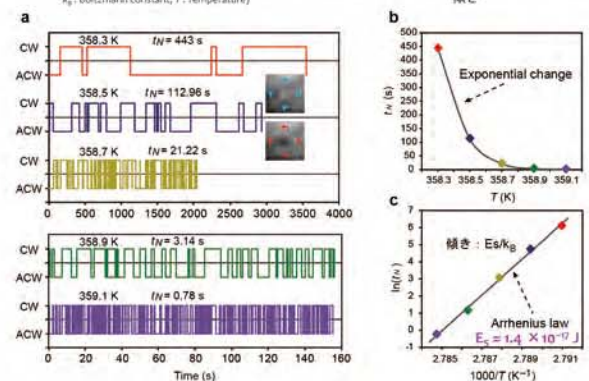
Dynamic Coupling



Determination of Barrier Energy

Arrhenius equation: $t_N = t_0 \exp(E_S/k_B T) \Leftrightarrow \ln(t_N) = (E_S/k_B) \cdot 1/T + \ln(t_0)$

(t_N : Mean relaxation time, t_0 : pre-exponential factor, E_S : Barrier energy, k_B : Boltzmann constant, T : Temperature)



【成果】

- 強磁性Mn酸化物におけるスキルミオン構造の直接観察に成功
ナノ磁気クラスターやナノ粒子でスキルミオン構造が形成される可能性
- 近接スキルミオン間の磁気渦反転の同期現象を観測
スキルミオン間の相互作用を利用した磁気素子の開発に新たな知見
- スキルミオンの磁気渦反転の障壁エネルギー決定法を開発
通常の測定では困難なナノ磁性体やナノ磁気デバイスに広く適用が可能

Reference:

M. Nagao et al. *Nature Nanotechnology*, 8, 325-328, (2013).

▶ Contact

長尾全寛 (早稲田大学) / 長井拓郎、原徹、木本浩司 (物質・材料研究機構)

Masahiro Nagao (Waseda Univ.) / Takuro Nagai, Toru Hara, Koji Kimoto (National Institute for Materials Science)

