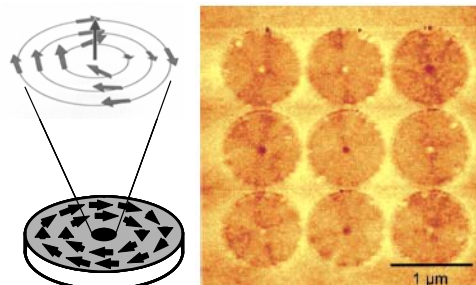


ディビジョン番号	1
ディビジョン名	物理化学

大項目	3. 凝縮系の物性と機能
中項目	3-2. 固体構造と機能
小項目	3-2-10. ナノ磁性体の新しい物性

概要（200字以内）

磁性体の形状をナノスケールで人工的に制御することにより、磁気渦構造などの特異な磁気構造の生成や磁化反転過程の制御が可能となる。ナノ磁性体の体積は小さいために、磁場を用いなくとも、ナノ磁性体を流れる電流によって磁化状態を制御することができる。具体的には、ナノ磁性細線における電流による磁壁移動、磁性体/非磁性体/磁性体構造のピラー型試料におけるスピン注入磁化反転とマイクロ波発振が実験的に示されている。



磁気渦構造概念図と磁気コア観察結果

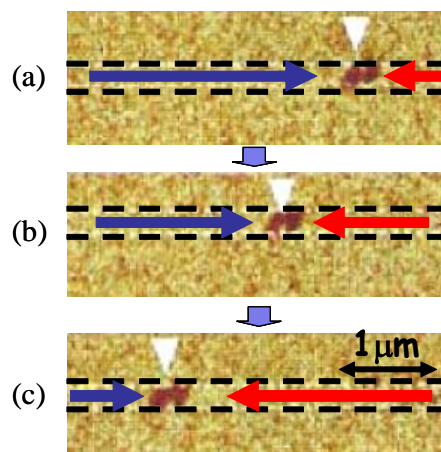
現状と最前線

現在、ナノ磁性体を流れる電流によって磁化状態を制御することがナノ磁性体研究の中心課題となっている。ここで重要となる概念がスピントランスファー効果であり、電流を流すことで伝導電子のスピン角運動量を磁気モーメントに移送し結果として磁気モーメントを運動させるというものである。スピントランスファー効果を利用することで、様々な現象を引き起こすことが可能であることがわかってきた。

もっとも単純な例は、ナノ磁性細線における電流による磁壁移動であり、この現象を利用した新規な磁気メモリーや磁気ストレージの開発が始まっている。

磁性ドットに現れる磁気渦の中心に存在する磁気コアの向きを電流によって反転することが可能であることも示された。

磁性体/非磁性体/磁性体構造のピラー型試料を用いると、一方の磁性体から他方の磁性体へ電流によってスピンを注入し磁化を反転すること（スピン注入磁化反転）が可能である。



磁壁の電流駆動の直接観察

この場合、電流によって二つの磁性体の磁化方向を平行あるいは反平行と制御することができるため、磁場を用いない情報書き込みが可能な磁気メモリーが実現する。メモリー情報の読み出しに磁化状態によって電気抵抗が大きく異なるトンネル磁気抵抗効果を利用する磁気メモリー（MRAM）の開発が盛んに行われている。

前述のピラー型試料に外部磁場を印加した状態で電流を流すと磁化反転ではなく、磁性体が高速で歳差運動を始める。この試料は二つの磁性体の磁化の相対配置で電気抵抗が変化するため、試料抵抗が磁性体の歳差運動の周期で変化し結果としてマイクロ波が発生する。さらに、この試料にマイクロ波を印加すると逆効果として直流電圧が発生することも確認されており、検波素子としての有効性にも興味を持たれている。

以上のように、現在のナノ磁性体研究は、新規な現象の発見とその現象を利用したデバイス開発が両輪となって進んでいる点に特徴がある。

#### 将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

Gbit 級 MRAM の製品化、実用化レベルのマイクロ波発振強度実現、書き換え可能磁気論理素子の実証、増幅作用のあるスピントランジスタの原理実証

- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

ハードディスクを超える3次元磁気ストレージ、磁気論理回路・磁気メモリーによる超消費電力コンピュータ

#### キーワード

スピン注入磁化反転、磁壁電流駆動、マイクロ波発振、スピントランスファー効果、磁気メモリー

(執筆者： 小野 輝男 )