強磁性ナノ構造におけるスピン依存量子干渉

$Spin \ dependent \ quantum \ interference \ within \ ferromagnetic \ nanostructures$

○ 岡 博文 (東北大 多元研)

○Hirofumi Oka (Tohoku Univ. IMRAM)

E-mail: okahiro@tagen.tohoku.ac.jp

近年、スピン偏極走査型トンネル顕微鏡(スピン偏極 STM)を用いて、らせん状や渦状の複雑な磁気構造の原子スケール観察や磁性原子個々の磁気異方性エネルギーの測定が盛んに報告されている。新規スピントロニクス材料探索やデバイス開発の基礎研究を進める上で、スピンに依存した物理現象や磁気特性を原子またはナノメートルスケールで明らかにすることは重要であるため、スピン偏極 STM は欠かせない手法となっている。

我々は、これまで、スピン偏極 STM を用いた磁性ナノ構造個々の磁気ヒステリシス測定を報告した [1,2]。また、磁性ナノ構造の中ではスピン偏極度が空間的に均一ではなく振動していることを発見し、その物理的起源がスピンに依存した量子干渉にあることを明らかにした [3]。図 1(a) に Cu(111) 基板上に形成した強磁性 Co ナノ構造の STM 像 (形状像)を示す。STM 像から、この Co ナノ構造は一辺約 12nm の三角形状をしていることがわかる。Co ナノ構造と STM 探針の磁化を反平行または平行状態になるように外部磁場で制御し、Co ナノ構造の微分トンネルコンダクタンス (dI/dV)を測定した。Cu(111) 基板上に形成した Co ナノ構造は、マジョリティスピン sp バンドに起因する表面準位を持つため、ナノ構造内で量子干渉による電子定在波を形成する。図 1(b)と 1(c)に示すように、明瞭な電子定在波が反平行・平行両方の状態で観察された。しかし、定在波の振幅が反平行または平行の状態で異なることがわかった。その違いを定量的に評価するため、dI/dVの非対称性を計算した。この値は、試料表面のスピン偏極度に関連づけることができる。図 1(b)と 1(c)から得られた非対称性像(図 1(d))は、Co ナノ構造内でスピン偏極度が一定ではなく変化することを示している。

本講演では、この結果を中心に議論し、さらにスピン偏極 STM を用いたスピン分解バンド分散 測定の可能性についても議論する。

- [1] G. Rodary, S. Wedekind, D. Sander, and J. Kirschner, JJAP 47, 9013 (2008).
- [2] G. Rodary, S. Wedekind, H. Oka, D. Sander, and J. Kirschner, APL 95, 152513 (2009).
- [3] H. Oka, P.A. Ignatiev, S. Wedekind, G. Rodary, L. Niebergall, V.S. Stepanyuk, D. Sander, and J. Kirschner, Science 327, 843 (2010).

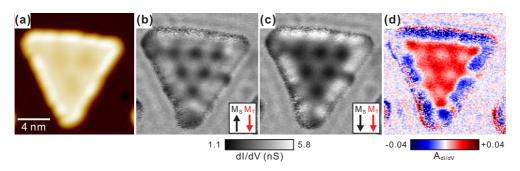


図 1: (a) Co ナノ構造の STM 像 ($V_S = -0.1$ V, I = 1.0 nA, T = 8 K)。 (b) と (c) STM 探針と Co ナノ構造の磁化方向が反平行または平行の状態で測定した微分トンネルコンダクタンス (dI/dV) 像 (V = +0.03 V, $V_{stab} = +0.5$ V, $I_{stab} = 1.0$ nA, B = -1.1 T)。 (d) dI/dV 非対称像。