

単層 h-BN を用いた金属ナノ粒子の磁性制御 Controlling magnetic property of metal nanoparticles utilizing single layer h-BN

○渡邊貴弘^{1,3}、山田洋一¹、佐々木正洋¹、小出明広²、圓谷志郎³、雨宮健太⁴、境誠司³
(1. 筑波大数物、2. 分子研、3. 量研機構、4. 高エネ研)

○T. Watanabe^{1,3}, Y. Yamada¹, M. Sasaki¹, A. Koide², S. Entani³, K. Amemiya⁴, S. Sakai^{1,3}

¹ University of Tsukuba, ²IMS, ³QST, ⁴KEK,

*e-mail: watanabe.taka2311@gmail.com

【研究背景】金属ナノ粒子の磁性制御、特に垂直磁気異方性(PMA)の発現は、高密度磁気記録装置の開発に不可欠な研究課題である。近年、グラフェンが強磁性金属の薄膜に吸着した際、薄膜内にPMAが促進されることが報告された[1,2]。これらの結果は、原子層物質を用いて磁性ナノ粒子にPMAを発現させられる可能性を示唆するものである。本研究では、絶縁体の原子層物質である単層六方晶窒化ホウ素(h-BN)の上に作製した Co ナノ粒子が室温で強磁性となり PMA を示すことが分かったので報告する。

【実験方法】単層 h-BN の作製は、800°Cに保った Pt(111)表面をボラジンに曝露して行った。その後、蒸着速度 0.003 Å/秒、基板温度 250°Cで Co を真空蒸着してナノ粒子を作製した。試料表面の構造観察は走査トンネル顕微鏡(STM)で行った(Fig.1)。磁気特性計測は、高エネ研フotonファクトリー-BL-7A において、深さ分解 X 線磁気円二色性(XMCD)分光を用いて行った。XMCD 分光計測は、室温、7000Oe のパルス磁場を印加した後の残留磁化条件で行った。

【結果・考察】Fig. 2 に、h-BN/Pt(111)上に成長した Co ナノ粒子の Co L_{2,3}吸収端の XAS および XMCD スペクトルを示す。面直方向に磁場を印加した際に明瞭な XMCD のシグナルが得られたことから、作製した Co ナノ粒子は室温で強磁性となり、PMA を示していることが分かる。一方、光学磁気総和則から計算した Co の磁気モーメントは 0.91 μ_B /atm であった。バルク Co の 1.77 μ_B /atm より小さな値が得られたのは、小さな超常磁性の粒子が混在し、平均の磁気モーメントが小さく見積もられたためと考えられる。

Fig. 3 に、Co ナノ粒子の軌道磁気モーメント m_{orb} とスピン磁気モーメント m_{spin} の比を検出深さごとに示す。その結果、 m_{orb}/m_{spin} は検出深さが深いほど大きくなった。これは、Co/h-BN 界面付近で面直方向の軌道磁気モーメントが増大していることを示唆する。一方、h-BN の N K-edge の XAS スペクトルにおいては Co d 軌道と N π^* 軌道の混成が観察された。この軌道混成が面直方向の軌道磁気モーメントを増大し、Co ナノ粒子に PMA を促進したと考えられる。

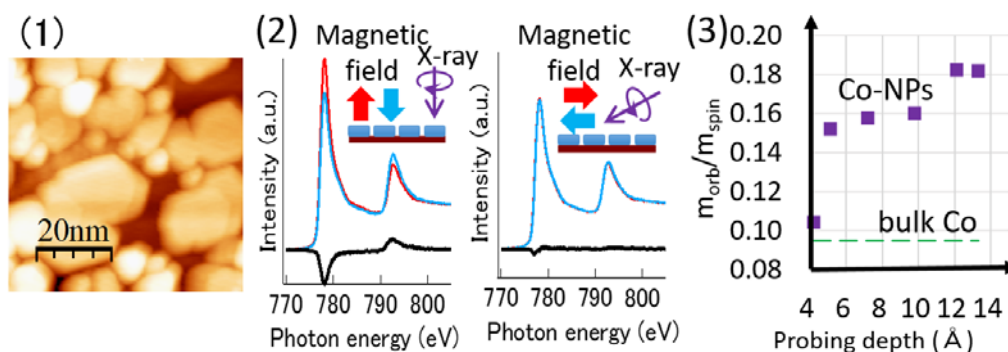


Fig. (1) STM image of Co/h-BN/Pt(111) (2) Normal and grazing XAS and XMCD spectra of Co L_{2,3}-edge (3) Probing depth dependence of the m_{orb}/m_{spin}

[1] *Nano Lett.* **16**, 145 (2016). [2] *J. Phys. Chem. Lett.* **3**, 5533 (2013).