



横山 利彦 (教授)

1983年東京大学理学部卒業、1987年同大学大学院理学系研究科博士課程中退、理学博士 1987年広島大学理学部助手、1993年東京大学大学院理学系研究科助手、1994年同講師、1996年同助教授を経て、2002年1月より現職
TEL: 0564-55-7345 FAX: 0564-55-4639
電子メール: yokoyama@ims.ac.jp
ホームページ: http://msmd.ims.ac.jp/yokoyama_g/

ナノスケール磁性薄膜は垂直磁化や巨大磁気抵抗などの興味深い磁気特性を示し、基礎科学的にも応用的な見地からも広く研究が行われています。特に、薄膜表面を分子吸着などで化学的に修飾することで磁気特性が劇的に改質されること（例えば、磁化の向きが膜に平行方向だったのが垂直方向に変化するようなスピン再配列転移などの現象）に注目し、実験室における磁気光学 Kerr 効果 (MOKE) や分子研放射光施設 UVSOR-II BL4B を用いた X 線磁気円二色性法 (XMCD)、表面界面の磁性を効果的に測定できる磁気的第二高調波発生法 (MSHG) などの分光学的手法を用いて、様々な磁性薄膜の磁気特性検討を行っています。

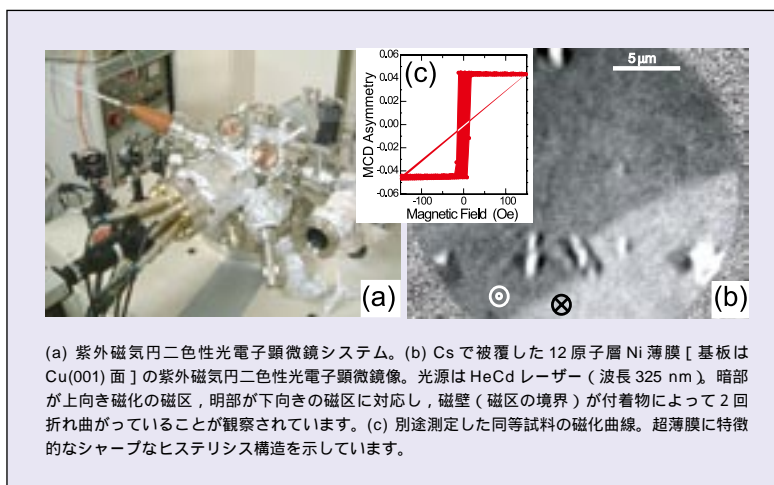
例えば、強磁性体である金属 Co は、清浄な Cu (110) 基板では島状にランダムな成長をしますが、基板を N で化学修飾した Cu(110)-(2×3)N 表面では、自己組織的に数原子の太さをもった Co ナノロッドが形成されます。これまで 1 原子ロッドや数 10nm 厚のロッドは研究されていましたが、nm 程度の太さのロッドの磁性は、その作成上の困難から研究例がありませんでした。我々の研究により、この 1.5nm 厚の Co ロッドの磁気異方性は、MOKE の測定により、古典的な予想である形状異方性 (棒磁石は軸方向に磁化されやすい) に反してロッドに垂直であり、

XMCD の測定により、この理由が異方的なスピン軌道相互作用 (軸垂直方向にスピン軌道相互作用が大きい) であることがわかりました。また、磁化の温度変化測定により臨界挙動が緩慢であり、細いロッドであるにもかかわらず低次元特性を示さないことが明らかとなりました。モンテカルロ計算の結果、この理由はロッドの長さが有限であることを突き止めています。

また、新しい測定手段の研究として、紫外磁気円二色性光電子顕微鏡の開発を行いました。これまで、紫外光による磁気円二色性は、放射光 X 線に比べ感度が桁違いに悪く、磁気ナノ構造を観測するための光電子顕微鏡 (空間分解能 10-50 nm 程度) には応用できないとされてきましたが、我々は、光エネルギーを仕事関数しきい値付近に合わせると、紫外磁気円二色性が X 線と同程度に高感度となり、しきい値から外れると急激に減衰して通常予想される値に漸近するという現象を発見しました。この発見に基づいて、HeCd レーザーを用いた紫外磁気円二色性光電子顕微鏡像を世界で初めて観測することに成功しました。この開発により、これまで放射光 X 線が必要だった磁気円二色性光電子顕微鏡が実験室でも行えることが明らかになった上、時間分解能の点で、超短パルスレーザーを用いると、現在の放射光の ~100 ピコ秒を数桁上回るサブピコ秒の時間分解能をもつ磁気円二色性光電子顕微鏡ができると考えられ、現在システムを構築しているところです。

参考文献

- 1) T. Nakagawa and T. Yokoyama, "Magnetic circular dichroism near the Fermi level," *Phys. Rev. Lett.* **96**, 237402 (2006).
- 2) T. Nakagawa, H. Watanabe and T. Yokoyama, "Adatom-induced spin reorientation transitions and spin canting in Co films on a stepped Cu(001) surface," *Phys. Rev. B* **74**, 134422 (2006).
- 3) X.-D. Ma, T. Nakagawa and T. Yokoyama, "Effect of surface chemisorption on the spin reorientation transition in magnetic ultrathin Fe film on Ag(001)," *Surf. Sci.* **600**, 4605-4612 (2006).



(a) 紫外磁気円二色性光電子顕微鏡システム。(b) Cs で被覆した 12 原子層 Ni 薄膜 [基板は Cu(001) 面] の紫外磁気円二色性光電子顕微鏡像。光源は HeCd レーザー (波長 325 nm)。暗部が上向き磁化の磁区、明部が下向きの磁区に対応し、磁壁 (磁区の境界) が付着物によって 2 回折れ曲がっていることが観察されています。(c) 別途測定した同等試料の磁化曲線。超薄膜に特徴的なシャープなヒステリシス構造を示しています。