

表面科学的制御を基にした新規磁性薄膜の創製・評価と新しい磁気光学測定手法の開発



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 2007年4月より分子スケールナノサイエンスセンター長併任
TEL: 0564-55-7345 FAX: 0564-55-7337
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巨大磁気抵抗や垂直磁化などの興味深い磁気特性を示し、今日のハードディスクに実用化されており、基礎科学的にも広く研究が行われています。我々は、基板表面を化学修飾することで作成される新奇ナノ磁性体の磁気特性や、磁性薄膜表面を化学修飾することで発現する新たな磁気特性などに注目し、分子研放射光施設 UVSOR-II BL4B において超高真空仕様超伝導磁石極低温クライオスタットを用いたX線磁気円二色性法 (XMCD) 測定や、実験室における磁気光学 Kerr 効果 (MOKE) 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) 基板の上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 Co ナノロッドが形成されます。Co 0.8 原子層では、幅 5 原子、高さ 2 原子のロッドになります。この Co ロッドは、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に磁化されやすく、高磁場極低温 XMCD (5 T, 4.9 K) 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。

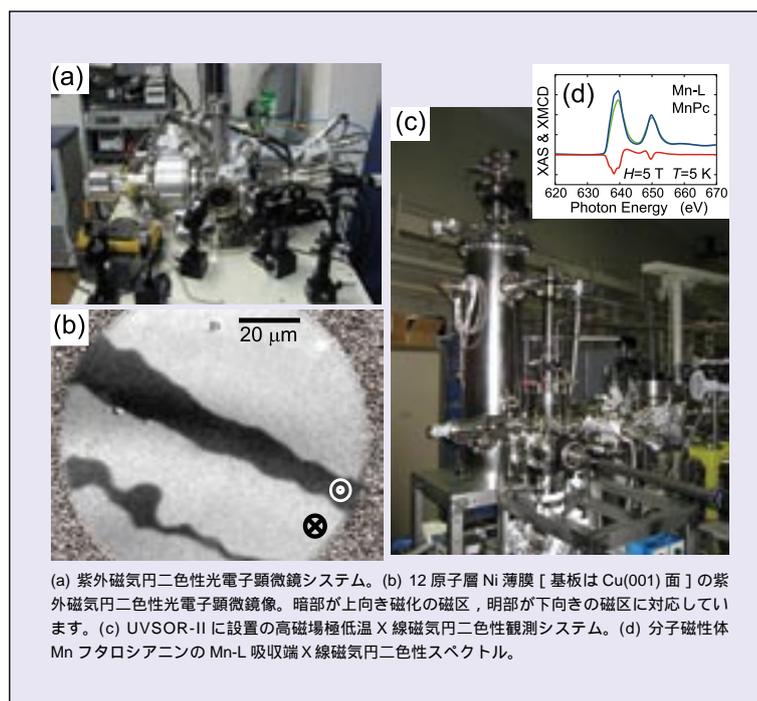
また、新しい測定手段の研究として、紫外磁気円二色性光電子顕微鏡の開発を行っています。これまで、紫外光による磁気円二色性は、放射光 X 線に比べ感度が桁違いに悪く、磁気ナノ構造を観測するための光電子顕微鏡 (空間分解能 10-50 nm 程度) には応用できないとされてきました。しかし、我々は、光エネルギーを仕事関数しきい値付近に合わせると、紫外磁気円二色性が X 線と同程度に高感度となるという現象を発見しました。この発見に基づいて、紫外レーザーを用いた紫外磁気円二色性光電子顕微鏡像の観測、さらには、~100 フェムト秒の時間分解能をもつ顕微鏡観測、紫外レーザー二光子光電子磁気円二色性およびその顕微測定などを世界で初めて実現しました。

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, T. Yokoyama, M. Hosaka and M. Katoh, "Measurements of threshold photoemission magnetic dichroism using ultraviolet lasers and a photoelastic modulator," *Rev. Sci. Instrum.* **78**, 023907 (5 pages) (2007).
- 3) T. Nakagawa, Y. Takagi, Y. Matsumoto and T. Yokoyama, "Enhancements of Spin and Orbital Magnetic Moments of Submonolayer Co on Cu(001) Studied by X-Ray Magnetic Circular Dichroism Using a Superconducting Magnet and a Liquid He Cryostat," *Jpn. J. Appl. Phys.* **47**, 2132-2136 (2008).
- 4) T. Yokoyama, T. Nakagawa and Y. Takagi, "Magnetic Circular Dichroism for Surface and Thin Film Magnetism: Measurement Techniques and Surface Chemical Applications," *Int. Rev. Phys. Chem.* **27**, 449-505 (2008).

専門領域

構造分子科学専攻



(a) 紫外磁気円二色性光電子顕微鏡システム。(b) 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。暗部が上向き磁化の磁区、明部が下向きの磁区に対応しています。(c) UVSOR-II に設置の高磁場極低温 X 線磁気円二色性観測システム。(d) 分子磁性体 Mn フタロシアニンの Mn-L 吸収端 X 線磁気円二色性スペクトル。