



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/

ナノスケールの膜厚の磁性薄膜は単純な古典電磁気学からは説明できない興味深い物性を示すことがしばしばあります。例えば、磁性体は薄膜になると、古典論的には薄膜表面に平行に磁化される方が安定ですが、膜厚がナノスケールまで小さくなると、薄膜表面に垂直に磁化されやすい性質(垂直磁気異方性)が発現することがあります。あるいは、磁性薄膜層間に非磁性薄膜をサンドイッチしたもので、磁化の方向によって電気抵抗が非常に大きくなる現象(巨大磁気抵抗)が観測されます。このような物性を理解することは、基礎科学的に重要であるばかりではなく、応用的にもコンピュータの高密度記録・記憶媒体として注目されています。さらに、このような磁性薄膜の性質は表面を異種元素で修飾すると、大きく変化することが知られています。通常、金属磁性薄膜は、研究レベルでは貴金属薄膜、市販品では有機高分子薄膜などで表面を保護して使用されています。当グループでは、磁性薄膜の磁気特性が表面の修飾によってどのように変化するかに興味をもって、特に、分子の吸着などの表面分子科学的な観点から、超高真空(10^{-10} Torr以下)中での磁性薄膜の磁気特性の制御を検討しています。

例えば、Cu(111)面の例を紹介いたします。まず、図左上のようなCu(111)面というCu(001)面の微斜面にCo薄膜(7原子層程度)を成長させ、帯状のCo薄膜を作成します。この状態で、ステップに平行に磁化曲線を縦 Kerr 効果により測定すると、図左下の赤の実線で清浄 Co/step と書かれたような普通ヒステリシス曲線が得られます。一方、ステップ垂直に磁化曲線を測定すると、緑の点線で清浄 Co \perp step と書かれた、磁場がないときに磁化がほぼなくなるような二段階のヒステリシス曲線が得られます。このことは、Co 薄膜がステップに平行に磁化されやすいことを示しています。ところが、この薄膜の表面に0.5層程度のNOを吸着させると状況は一変し、ほとんど異方性の

ないヒステリシス曲線になり、保持力(磁化容易軸方向で磁化が0になる外部磁場の値)も激減します。7原子層のCo薄膜の磁気特性がわずか0.5層程度のNOでこれほど大きく変化することは通常の構造や物性に関する測定では驚くべきことで、磁性研究の醍醐味があります。また、右の図は、同じように作成した試料のNO吸着前後でのX線磁気円二色性スペクトルです。X線磁気円二色性スペクトルは分子研にあるUVSOR-IIというシンクロトロン放射光施設からのX線を利用しました。詳細は省略しますが、NO吸着前後で変化が生じており、これから、このNO吸着により誘起された磁気特性の変化が、Coの軌道磁気モーメントの変化に由来することがわかります。分子吸着で磁気特性が巨視的に変化する現象は報告例自体もそれほど多くなく、詳細な磁気特性はあまり調べられていません。試料の作成を超高真空中で行い、そのままの状態を超高真空中の試料に磁場を印加して磁化測定を行わなければならないという実験上の困難があるためです。当グループでは、さまざまな磁性薄膜と吸着分子を対象にどのような磁気特性変化が生じるかを系統的に検討し、その発現機構を微視的に考察することを研究目的としています。また、薄膜に限らず、ナノワイヤやクラスターについても検討していきたいと思っています。

グループ内の実験室では、超高真空中で、分子線エピタキシャル法によって磁性薄膜を作成し、その磁化特性を、上述の表面磁気光学 Kerr 効果やX線磁気円二色性法を用いて検討し、さらに、より表面感度の高い手法である磁気第二高調波発生法測定システムも導入しました。また、磁性薄膜の表面構造を調べる目的で、超高真空極低温操作トンネル顕微鏡を利用しています。さらに、2005年度は、極低温・強磁場下での実験を行うため、超高真空仕様の超伝導磁石・Heクライオスタットを導入予定です。

参考文献

- 1) D. Matsumura, T. Yokoyama, K. Amemiya, S. Kitagawa and T. Ohta, "X-ray magnetic circular dichroism study on spin reorientation transition of magnetic thin films induced by surface chemisorption," *Phys. Rev. B* **66**, 024402 (2002).
- 2) T. Yokoyama, D. Matsumura, K. Amemiya, S. Kitagawa, N. Suzuki and T. Ohta, "Spin reorientation transitions of ultrathin Co/Pd(111) films induced by chemisorption: x-ray magnetic circular dichroism study," *J. Phys.: Condens. Matter* **15**, S537-S546 (2003).

