

分子動力学研究部門

横山利彦（教授）*

A-1) 専門領域：X線分光学、表面物性

A-2) 研究課題：

- a) X線磁気円二色性と磁気光学 Kerr 効果による磁性薄膜・ナノワイヤの表面分子化学的磁化制御の検討
- b) X線吸収分光法による遷移金属錯体における光誘起相転移の検討

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 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る。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スピン再配列転移が生じる現象に注目し、微視的な磁性を調べる手段であるX線磁気円二色性(XMCD)法により検討を行っている。今回、Pd(111)上に成長させたCo薄膜(3.5–6.5 ML程度)にCOやNO吸着させることでスピン再配列転移(面内・面直)を見出した。さらに、X線磁気円二色性法によって、CO、NOが吸着することで、面内の軌道磁気モーメントは減少し、面外の軌道磁気モーメントはほとんど変化しないことを突き止めた。この軌道磁気モーメントの変化がスピン再配列転移の起源に直接対応していると結論した。着任当初の今年度は実験室において可視領域の円二色性である表面磁気光学 Kerr 効果測定用の超高真空槽を製作した。既に初期立ち上げが終了し、評価としてNi/Cu(001)薄膜の極 Kerr 効果によるM-H曲線が精度よく測定できた。
- b) 光により相転移を引き起こす系は、スイッチング素子として注目を集め、基礎物理学的にも微視的な転移のメカニズムは大変興味深い。X線吸収微細構造(XAFS)分光法は金属の電子状態や局所構造などに関する情報を与え、特に試料が単結晶でなくてよいという利点がある。今回、光によって磁気転移を起こすプルシアンブルー誘導体RbMnFe(CN)₆の低温相・高温相・低温光誘起相の電子状態・局所構造をXAFSにより決定した。低温相ではMn(III)-Fe(II)状態でMn(III)が大きなJahn-Teller歪をもつが、熱や光により転移が起こると、Mn(II)-Fe(III)状態となることがわかった。高温相と光誘起相は同じものであると結論できた。

B-1) 学術論文

T. YOKOYAMA and T. OHTA, "Structural, Thermal and Magnetic Properties of Thin Metal Films and Adsorbate-Substrate Systems Studied by XAFS and XMCD," *Top. Catal.* **18**, 9 (2002).

Y. YONAMOTO, T. YOKOYAMA, K. AMEMIYA, D. MATSUMURA, S. KITAGAWA, Y. HAMADA, T. KOIDE and T. OHTA, "Magnetic Interaction between Adsorbed NO and *fcc* Co(001) Thin Films Studied by X-Ray Magnetic Circular Dichroism," *J. Phys. Soc. Jpn.* **71**, 607–612 (2002).

T. YOKOYAMA, K. OKAMOTO, T. OHTA, S. OHKOSHI and K. HASHIMOTO, "Local Structure and Electronic State of the Photomagnetic Material CoW Cyanide Studied by X-Ray-Absorption Fine-Structure Spectroscopy," *Phys. Rev. B* **65**, 064438 (8 pages) (2002).

K. AMEMIYA, H. KONDOH, T. YOKOYAMA and T. OHTA, "Performance of the Soft X-Ray Beamline for Surface Chemistry in the Photon Factory," *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **124**, 151–164 (2002).

D. MATSUMURA, T. YOKOYAMA, K. AMEMIYA, S. KITAGAWA and T. OHTA, "X-Ray Magnetic Circular Dichroism Study on Spin Reorientation Transitions of Magnetic Thin Films Induced by Surface Chemisorption," *Phys. Rev. B* **66**, 024402 (6 pages) (2002).

T. YOKOYAMA, H. TOKORO, S. OHKOSHI, K. HASHIMOTO, K. OKAMOTO and T. OHTA, "Photoinduced Phase Transition of $\text{RbMnFe}(\text{CN})_6$ Studied by X-Ray-Absorption Fine Structure Spectroscopy," *Phys. Rev. B* **66**, 184111 (10 pages) (2002).

B-3) 総説、著書

横山利彦, 「EXAFS」, 「機器分析実験」梅澤喜夫編, 東京化学同人, 6章3節, 169–173 (2002).

横山利彦, 「XAFSの理論」, 「X線吸収分光法 XAFSとその応用」, 太田俊明編, アイピーシー, 第2章, 7–54 (2002).

B-4) 招待講演

T. YOKOYAMA, "X-ray magnetic circular dichroism study on spin reorientation transitions of magnetic thin films induced by surface chemisorption," 281th WE Heraeus Seminar, Spin-Orbit Interaction and Local Structure in Magnetic Systems with Reduced Dimensions, Wandlitz (Germany), June 2002.

B-6) 学会および社会的活動

学協会役員、委員

日本化学会関東支部幹事 (1999.3-2001.12).

日本XAFS研究会幹事 (2001.1-2003.12).

日本放射光学会編集委員 (2000.9-2002.8).

学会等の組織委員

第11回X線吸収微細構造国際会議プログラム委員 (2000.8).

XAFS討論会プログラム委員 (1998, 1999, 2000, 2001, 2002).

B-7) 他大学での講義、客員

横浜国立大学工学部(教養課程), 「基礎化学I」, 1995年4月-1995年9月.

横浜国立大学工学部(教養課程), 「基礎化学II」, 1995年10月-1996年3月.

C) 研究活動の課題と展望

A-3) a), b)で示した成果は概ね旧所属でのものであり 2002年1月着任以降、磁性薄膜の表面分子科学的制御を主テーマとして研究グループをスタートしたところである。磁性薄膜の磁氣的性質が分子吸着などの表面化学的な処理により劇的に変化する新しい現象の発見とその起源の解明を目指す。さらに薄膜にとどまらず、ナノワイヤ・ナノドットの磁気特性とその分子科学的制御に迫りたい。実験手法としては、今年度製作した超高真空表面磁気光学Kerr効果法を用いて、新しい磁気特性を発現する系を探索する。

2003年度はUVSOR高度化が行われる。高度化後、斜入射不等間隔回折格子ビームラインBL4B(偏向電磁石)において円偏光を取り出すことにより、X線磁気円二色性実験を行う予定である。これまでの実験では磁場中測定ができなかったが、超高真空仕様の電磁石(2000 Oe程度)を導入することによりこれを可能にし、X線磁気円二色性の情報量を増すことにより、これまで以上に詳細な物性の微視的評価を目指す。また、より高感度な磁化測定のため、表面磁気光学Kerr効果法に加えて、超高真空中での磁氣的表面第二高調波発生も検討している。

* 2002年1月1日着任