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磁気特性が劇的に改質されること（例えば，スピン再配列転移が生じるなど）に注目し，磁気光学Kerr効果やX線磁気円二色性法により検討を行っている。昨年度初期立上げの終了した表面磁気光学Kerr効果測定システムにより，Co/Cu(001)，Ni/Cu(001)系へのNO吸着効果を検討した。NO吸着により，保持力が減少したり増大することが観測された。これらは表面平行方向に安定な表面磁気異方性がNO吸着により弱められる結果であることが統一的に理解できた。また，高度化されたUVSORのBL4Bにおいて，UVSORスタッフの協力を得て，X線磁気円二色性測定システムの製作・立上げを行った。ここでも3 ML程度のCo/Cu(001)薄膜系へのNO吸着測定を行い，定量的にも良質のスペクトルを得，今後の利用価値が高いことが示された。

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$Cu(dieten)_2$系の低温光誘起相の電子状態・局所構造をXAFSにより決定した。光誘起相は高温相のトラップ状態であることが一般的だが，この系では光誘起相が低温相とも高温相とも構造的に異なる新しい相であることを突き止めた。すなわち，Cu(II)の第一配位は高温相と同じであるが，エチル基の配置が低温相のままトラップされたものであることがわかった。

B-1) 学術論文

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).

T. YOKOYAMA, K. TAKAHASHI and O. SATO, “Metastable Photoinduced Phase of Cu(II) Ethylenediamine Complexes Studied by X-Ray-Absorption Fine-Structure Spectroscopy,” *Phys. Rev. B* **67**, 172104 (4 pages) (2003).

K. AMEMIYA, S. KITAGAWA, D. MATSUMURA, T. YOKOYAMA and T. OHTA, “Development of a Depth-Resolved X-Ray Magnetic Circular Dichroism: Application to Fe/Cu(100) Ultrathin Films,” *J. Phys. Condens. Matter* **15**, S561–S572 (2003).

K. OKAMOTO, K. KOHDATE, K. NAGAI, J. MIYAWAKI, H. KONDOH, T. YOKOYAMA, A. NOJIMA and T. OHTA, “Development of Light-Modulated XAFS Spectroscopy,” *J. Synchrotron Radiat.* **10**, 242–247 (2003).

H. KONDOH, M. IWASAKI, T. SHIMADA, K. AMEMIYA, T. YOKOYAMA and T. OHTA, "Adsorption of Thiolates to Strongly Coordinated Sites on Au(111) Evidenced by Photoelectron Diffraction," *Phys. Rev. Lett.* **90**, 066102 (4 pages) (2003).

A. NAKAMOTO, Y. ONO, N. KOJIMA, D. MATSUMURA, T. YOKOYAMA, X. J. LIU and Y. MORITOMO, "Spin Transition and Its Photo-Induced Effect in Spin Crossover Complex Flim Based on $[Fe^{(II)}(trz)_3]$," *Synth. Met.* **137**, 1219–1220 (2003).

A. NAKAMOTO, Y. ONO, N. KOJIMA, D. MATSUMURA and T. YOKOYAMA, "Spin Crossover Complex Film, $[Fe^{II}(H\text{-}trz)_3]$-Nafion, with a Spin Transition around Room Temperature," *Chem. Lett.* **32**, 336–337 (2003).

B-7) 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-).

Executive Committee member of the International XAFS Society (2003.7-).

日本放射光学会評議員 (2004.1-).

学会の組織委員

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, 2003).

学会誌編集委員

日本放射光学会編集委員 (2000.9-2002.8, 2004.1-).

科学研究費の研究代表者、班長等

科学研究費補助金特定領域研究「分子スピン」総括班事務局 (2003-2006).

B-8) 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

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させた。磁性薄膜の磁気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,超高真空表面磁気光学Kerr効果法,X線磁気円二色性法(UVSOR利用)が既に立ち上がっている。さらに今年度フェムト秒Ti:Sapphireレーザーを導入し,現在超高真空中での磁気的表面第二高調波発生法を調整中である。これにより,さらに高感度な表面界面磁気測定が可能となる。また,極低温超高真空走査トンネル顕微鏡が今年度末に納入される。これを来年度前期までに立ち上げ,薄膜の構造評価に用いる予定である。さしあたって,ステップ単結晶表面に成長させた薄膜が擬似ナノワイヤ的性質を示すことを利用して,この一軸異方性を分子吸着等により制御すること,原子・分子の吸着により磁化の増大する薄膜系の探索とその物理的起源の解明など,を研究目標に置いている。