

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錯体磁性化合物の構造解析

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(MOKE)やX線磁気円二色性法(XMCD)により検討を行っている。今年度は、MOKEとXMCD法を用いて、CoおよびNi/Cu(001)薄膜のNO吸着によるスピン再配列転移と垂直磁化安定化、Ni/Cu(001)薄膜のCu被覆によるスピン再配列転移と垂直磁化安定化および不安定化、Cu単結晶ステップ表面上のCo薄膜の一軸異方的磁性、Fe/Cu(001)薄膜へのK吸着効果による磁化増大などに関して検討した。また、昨年度末から、表面界面の磁性を効果的に測定する磁気的第二高調波発生法(MSHG)システムの構築を行っており、これまでの評価実験から十分な性能を有することを確認した。
- b) 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。今年度は、分子磁石として著名なMn₁₂クラスターの1、2個のMnをCrやFeで置換した分子のCr、Fe周囲の局所構造の決定を行った。また、光照射によって強磁性相へ転移するCsCuMoプルシアンブルー系の低温光誘起相の電子状態・局所構造をXAFSにより検討した。

B-1) 学術論文

K. AMEMIYA, S. KITAGAWA, D. MATSUMURA, H. ABE, T. OHTA and T. YOKOYAMA, "Direct Observation of Magnetic Depth Profiles of Thin Fe Films on Cu(100) and Ni/Cu(100) with the Depth-Resolved X-Ray Magnetic Circular Dichroism," *Appl. Phys. Lett.* **84**, 936–938 (2004).

H. KONDOH, A. NAMBU, Y. EHARA, F. MATSUI, T. YOKOYAMA and T. OHTA, "Substrate Dependence of Self-Assembly of Alkanethiol: X-Ray Absorption Fine Structure Study," *J. Phys. Chem. B* **108**, 12946–12954 (2004).

H. HACHISUKA, K. AWAGA and T. YOKOYAMA, "Structure and Magnetic Properties of the Single-Molecule Magnet [Mn₁₁CrO₁₂(O₂CCH₃)₁₆(H₂O)₄]-2CH₃COOH-4H₂O: Magnetization Manipulation and Dipolar-Biased Tunneling in a Mn₁₁Cr/Mn₁₂ Mixed Crystal," *Phys. Rev. B* **70**, 104427 (2004).

S. SHIMIZU, V. G. ANAND, R. TANIGUCHI, K. FURUKAWA, T. KATO, T. YOKOYAMA and A. OSUKA, "Biscopper Complexes of Meso-Aryl-Substituted Hexaphyrin: Gable Structures and Varying Antiferromagnetic Coupling," *J. Am. Chem. Soc.* **126**, 12280–12281 (2004).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員、委員

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

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-).

日本放射光学会評議員 (2004.1-).

日本放射光学会幹事 (2005.1-).

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, 2004).

日本放射光学会年会組織委員 ,プログラム委員 (2005.1).

学会誌編集委員

日本放射光学会編集委員 (2000.9-2002.8, 2004.1-).

日本放射光学会誌編集委員長 (2005.1-).

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「分子スピンの総括班事務局 (2003-2006).

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)、磁気的第二高調波発生法(フェムト秒Ti:Sapphireレーザー使用)が既に動作しており、さらに今年度は極低温超高真空走査トンネル顕微鏡を導入し立ち上げ中である。これは磁性薄膜の構造評価に用いる予定である。また、来年度以降、X線磁気円二色性法システムの電磁石を現在の常伝導(最大0.3 T)から超伝導(最大7 T)に大改造し、さらに研究対象を広げる計画である。系としては、巨大磁気抵抗を示す積層薄膜の分子吸着等による磁化制御、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、表面のキュリー点測定、磁場中徐冷法による表面構造配向の可能性、光誘起磁気転移を起こす系の元素選択的磁化測定などを研究目標に置いている。