

横 山 利 彦 (教授) (2002 年 1 月 1 日着任)

A-1) 専門領域：表面磁性，X線分光学，磁気光学

A-2) 研究課題：

- a) X線磁気円二色性・磁気光学 Kerr 効果などの分光学的手法を用いた磁性薄膜の表面磁性
- b) 一光子・二光子紫外光電子磁気円二色性および光電子顕微鏡法の方法論開発

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 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。当研究室では，実験室で簡便に行える磁気光学 Kerr 効果 (MOKE) 法に加え，UVSOR-II BL4B を用いた高磁場極低温X線磁気円二色性法 (XMCD) を用いて，様々な磁性薄膜の磁気特性検討を行ってきた。今年度は，Cu(001) 表面上にエピタキシャル成長させた強磁性 FeN 薄膜の STM，LEED/IV による構造評価と XMCD による磁気特性評価など共同研究も含めて多彩に検討を進めた。
- b) 一昨年度に我々が発見した，光エネルギーを仕事関数しきい値付近に合わせることで紫外磁気円二色性感度が 10% [試料は 12 原子層 Ni/Cu(001) 垂直磁化膜] にも達するという現象に基づいて，紫外磁気円二色性光電子顕微鏡を開発してきた。昨年度末に納入された深紫外レーザー (Ti:sapphire レーザー 3,4 倍波，210–310 nm) を用いることでほぼ完成した。今年度はこれまで全く検討されていない二光子紫外光電子磁気円二色性法の検討を行った。やはり仕事関数近傍で同じ試料に対し 7% もの大きな円二色性が観測でき，さらには入射角 45° 程度では 28% にも達した。垂直磁化膜において斜入射で磁気円二色性感度が向上することは大変興味深く，また光電子顕微鏡観測にも非常に好都合な現象であり，今後の発展がおおいに期待できる成果であった。

B-1) 学術論文

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).

D. MATSUMURA, T. NAKAGAWA, H. WATANABE, H. ABE, K. AMEMIYA, T. OHTA and T. YOKOYAMA, “Magnetization Process of Co/Pd(111) Thin Films: Chemisorption-Induced Spin Reorientation Transition,” *Surf. Sci.* **602**, 1999–2003 (2008).

Y. ITO, A. MIYAZAKI, K. FUKUI, S. V. VEETIL, T. YOKOYAMA and T. ENOKI, “Pd Nanoparticle Embedded with Only One Co Atom Behaves as a Single-Particle Magnet,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **77**, 103701 (4 pages) (2008).

X. D. MA, T. NAKAGAWA, Y. TAKAGI, M. PRZYBYLSKI, F. M. LEIBSLE and T. YOKOYAMA, “Magnetic Properties of Self-Assembled Co Nanorods Grown on Cu(110)-(2×3)N,” *Phys. Rev. B* **78**, 104420 (9 pages) (2008).

Y. TAKAGI, K. HANAI, H. HOSOKAWA, H. ISHIBASHI, T. ISHIKAWA, A. SAITO, Y. KUWAHARA and Y. TAGUCHI, “Roughening Surface of Layered Manganite $\text{La}_{0.5}\text{Sr}_{1.5}\text{MnO}_4$ by Scanning Tunneling Microscopy,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **47**, 6456–6458 (2008).

Y. TAKAGI, K. NAKATSUJI, Y. YOSHIMOTO, T. IIMORI, K. YAJI, K. TOMATSU, Y. HARADA, T. TAKEUCHI, T. TOKUSHIMA, Y. TAKATA, S. SHIN, T. ISHIKAWA and F. KOMORI, “Soft X-Ray Emission Spectroscopy of Co Nanoislands on a Nitrogen-Adsorbed Cu(001) Surface,” *Surf. Sci.* **602**, L65–L68 (2008).

A. SAITO, Y. TAKAGI, K. TAKAHASHI, H. HOSOKAWA, K. HANAI, T. TANAKA, M. AKAI-KASAYA, Y. TANAKA, S. SHIN, T. ISHIKAWA, Y. KUWAHARA and M. AONO, “Nanoscale Elemental Identification by Synchrotron-Radiation Based Scanning Tunneling Microscopy,” *Surf. Interface Anal.* **40**, 1033–1036 (2008).

K. NAKATSUJI, Y. YOSHIMOTO, D. SEKIBA, S. DOI, T. IIMORI, K. YAGYU, Y. TAKAGI, S. OHNO, H. MIYAOKA, M. YAMADA and F. KOMORI, “Electron Correlation Effects in Co Nanoscale Islands on a Nitrogen-Covered Cu(001) Surface,” *Phys. Rev. B* **77**, 235436 (8 pages) (2008).

K. NAKATSUJI, T. IIMORI, Y. TAKAGI, D. SEKIBA, S. DOI, M. YAMADA, T. OKUDA, A. HARASAWA, T. KINOSHITA and F. KOMORI, “Surface Restructuring Process on a Ag/Ge(001) Surface Studied by Photoelectron Spectroscopy,” *Appl. Surf. Sci.* **254**, 7638–7641 (2008).

I. YAMAMOTO, M. MIKAMORI, R. YAMAMOTO, T. YAMADA, K. MIYAKUBO, N. UENO and T. MUNAKATA, “Resonant Two-Photon Photoemission Study of Electronically Excited States at the Lead Phthalocyanine/Graphite Interface,” *Phys. Rev. B* **77**, 115404 (6 pages) (2008).

I. YAMAMOTO, N. MATSUURA, M. MIKAMORI, R. YAMAMOTO, T. YAMADA, K. MIYAKUBO, N. UENO and T. MUNAKATA, “Imaging of Electronic Structure of Lead Phthalocyanine Films Studied by Combined Use of PEEM and Micro-UPS,” *Surf. Sci.* **602**, 2232–2237 (2008).

B-3) 総説, 著書

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).

B-4) 招待講演

中川剛志, 「レーザー誘起光電子による磁気二色性とドメイン観察」, 日本物理学会第63回年次大会シンポジウム「反転対称性の破れた表面におけるスピンと軌道」, 大阪, 2008年3月.

高木康多, 「走査トンネル顕微鏡を用いたキャリア注入によるGe(001) 表面構造変化の研究」, 日本物理学会第63回年次大会若手奨励賞受賞記念講演, 大阪, 2008年3月.

B-6) 受賞, 表彰

中川剛志, 日本表面科学会第3回若手研究者部門講演奨励賞 (2006).

高木康多, 日本物理学会 第2回若手奨励賞受賞 (2008).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

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

日本学術振興会科学研究費委員会専門委員 (2004.1–2005.12).

日本学術振興会科学研究補助金学術創成研究費評価委員 (2008).

高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所放射光共同利用実験審査委員会実験課題審査部会委員 (2003.1-),
同化学材料分科会委員長 (2005.1-).

日本化学会関東支部幹事 (1999.3-2001.12).

日本XAFS 研究会幹事 (2001.1-2007.12).

日本放射光学会評議員 (2004.1-2005.12).

日本放射光学会編集幹事 (2005.1-2006.12).

学会の組織委員等

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 (1998-2008).

日本放射光学会年会組織委員, プログラム委員 (2005).

学会誌編集委員

日本放射光学会編集委員 (2000.9-2002.8, 2004.1-2006.12).

日本放射光学会誌編集委員長 (2005.1-2006.12).

競争的資金等の領域長等

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).

その他

文部科学省先端研究施設共用イノベーション創出事業 ナノテクノロジーネットワーク「中部地区ナノテク総合支援：ナノ材料創製加工と先端機器分析」拠点長 (2007-2011).

B-8) 大学での講義, 客員

理化学研究所播磨研究所 (RIKEN/Spring-8), 協力研究員, 2007年9月- . (高木康多)

B-10) 競争的資金

萌芽研究, 「レーザー誘起磁気円二色性STM の開発」, 横山利彦 (2008年-2009年).

基盤研究(A), 「フェムト秒時間分解紫外磁気円二色性光電子顕微鏡の開発」, 横山利彦 (2007年-2009年).

若手研究(A), 「磁性薄膜でのレーザー光電子による偏光可変・多光子磁気二色性と光電子顕微鏡の研究」, 中川剛志 (2007年-2009年).

若手研究(B), 「半導体表面のドーパントの元素識別—放射光STM を用いて—」, 高木康多 (2007年-2009年)

若手研究(B), 「レーザー誘起磁気円二色性光電子放出を利用した磁気走査トンネル顕微鏡の開発」, 中川剛志 (2003年-2006年).

特定領域計画研究, 「ナノスケール薄膜・ワイヤ・クラスターの表面化学的磁化制御と評価」, 横山利彦 (2003年-2006年).

住友財団基礎科学研究費, 「レーザー誘起磁気円二色性光電子放出を利用した磁気走査トンネル顕微鏡」, 中川剛志 (2005年).

基盤研究(A)(2), 「表面磁気第二高調波発生法による磁性ナノ薄膜・ナノワイヤの表面化学的磁化制御の検討」, 横山利彦 (2003年-2005年).

基盤研究(B)(2),「エネルギー分散型表面XAFS測定法の開発」, 横山利彦 (1999年-2001年).

基盤研究(C)(2),「バルク及び表面融解のミクロスコピックな検討」, 横山利彦 (1997年-1998年).

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と新しい磁気光学分光法の開発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・ナノワイヤ・ナノドットの磁氣的性質, および分子吸着などの表面化学的な処理による新しい現象の発見とその起源の解明などを目指し目指し, 超高真空表面磁気光学 Kerr 効果法, 高磁場(7 T)極低温(5 K)X線磁気円二色性法(UVSOR 利用), 磁氣的第二高調波発生法(フェムト秒Ti:Sapphire レーザー使用), 極低温超高真空走査トンネル顕微鏡などの手法を展開している。また, 紫外光励起光電子放出による磁気円二色性が仕事関数しきい値近傍で極端に増大する現象を発見し, 紫外磁気円二色性光電子顕微鏡を世界に先駆けて開発し, さらにはこれまで全く研究されていなかった二光子光電子磁気円二色性法の初観測に成功し, 極めて有効な手法として今後の発展が期待できることが示せた。