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・二光子紫外光電子円二色性および光電子顕微鏡法の方法論開発
c) X線吸収微細構造法を用いた固体の熱的性質

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，NH_3 による表面化学処理により不活性化した Si(111) 表面上に成長させた強磁性 Fe 薄膜の STM，MOKE，XMCD による構造や磁気特性評価，磁性金属フタロシアニン薄膜の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。また，金属フタロシアニンのX線磁気円二色性の理論解析にも着手した。
b) 2006 年に我々が発見した，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，超高速時間分解紫外磁気円二色性光電子顕微鏡を開発してきた。今年度は新たに自然円二色性を利用したキラル顕微鏡の開発に着手した。
c) Invar 合金は古くから熱膨張のない物質として知られており，さまざまな実用がなされているが，極低温での非熱膨張の起源を，シンクロトロン放射光を用いた広域X線吸収微細構造分光（EXAFS）法と経路積分有効ポテンシャル計算により，格子振動の量子揺らぎに依ることを解明した。プレスリリースを行い，科学新聞 1 面と日刊工業新聞に掲載された。

B-1) 学術論文

H. WANG, S. HAMANAKA, T. YOKOYAMA, H. YOSHIKAWA and K. AWAGA, “In-situ XAFS Studies of Mn12 Molecular-Cluster Batteries: Super-Reduced Mn12 Clusters in Solid-State Electrochemistry,” *Chem. –Asian J.* **6**, 1074–1079 (2011).

T. YOKOYAMA and K. EGUCHI, “Anharmonicity and Quantum Effects in Thermal Expansion of an Invar Alloy,” *Phys. Rev. Lett.* **107**. 065901 (4 pages) (2011).

Y. MATSUMOTO, S. SAKAI, S. ENTANI, Y. TAKAGI, T. NAKAGAWA, H. NARAMOTO, P. AVRAMOV and T. YOKOYAMA, “Ferromagnetic Interlayer Coupling in C_{60}-Co Compound/Ni Bilayer Structure,” *Chem. Phys. Lett.* **511**, 68–72 (2011).

N. KAWASAKI, H. WANG, R. NAKANISHI, S. HAMANAKA, R. KITAURA, H. SHINOHARA, T. YOKOYAMA, H. YOSHIKAWA and K. AWAGA, “Nanohybridization of Polyoxometalate Clusters and Single-Wall Carbon Nanotubes: Applications in Molecular Cluster Batteries,” *Angew. Chem., Int. Ed.* **50**, 3471–3474 (2011).

A. SAITO, T. TANAKA, Y. TAKAGI, H. HOSOKAWA, H. NOTSU, G. OHZEKI, Y. TANAKA, Y. KOHMURA, M. AKAI-KASAYA, T. ISHIKAWA, Y. KUWAHARA, S. KIKUTA and M. AONO, "Direct Observation of X-Ray Induced Atomic Motion Using Scanning Tunneling Microscope Combined with Synchrotron Radiation," *J. Nanosci. Nanotechnol.* **11**, 2873–2881 (2011).

B-3) 総説，著書

横山利彦,「放射光―その磁性研究への展開」, まぐね（Magnetics Jpn.）**6**, 240–247 (2011).

B-4) 招待講演

T. NAKAGAWA, "Threshold Photoemission Magnetic Circular Dichroism," Open Seminar, Max Planck Institute of Microstructure Physics, Halle (Germany), August 2011.

T. YOKOYAMA, "Anharmonicity and quantum effects in thermal expansion of an invar alloy studied by EXAFS and path-integral simulations," Photon Factory SAC meeting, Tsukuba (Japan), October 2011.

B-6) 受賞，表彰

中川剛志, 日本物理学会第4回若手奨励賞 (2010).

高木康多, 日本物理学会第2回若手奨励賞 (2008).

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).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

日本化学会関東支部幹事 (1999–2001).

日本XAFS 研究会幹事 (2001–2007, 2010–).

日本放射光学会評議員 (2004–2005, 2008–2010, 2011–).

日本放射光学会編集幹事 (2005–2006).

Executive Committee member of the International X-ray Absorption Society (2003.7–2009.8).

学会の組織委員等

第14回XAFS 討論会実行委員長プログラム委員長 (2011).

XAFS 討論会プログラム委員 (1998–2011).

第15回X線吸収微細構造国際会議プログラム委員 (2011).

第11回X線吸収微細構造国際会議プログラム委員 (2000).

日本放射光学会年会組織委員 (2005)，プログラム委員 (2005, 2011).

文部科学省，学術振興会，大学共同利用機関等の委員等

日本学術振興会学術システム研究センター専門研究員 (2010–).

文部科学省ナノテクノロジー・ネットワーク運営委員 (2007–).

日本学術振興会科学研究費委員会専門委員 (2004–2005, 2008–2009).

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 (2003–2009), 同化学材料分科会主査 (2005–2009).

学会誌編集委員

日本放射光学会誌編集委員 (2000–2002, 2004–2006).

日本放射光学会誌編集委員長 (2005–2006).

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 (2007.4–2012.3).

B-8) 大学での講義，客員

総合研究大学院大学物理科学研究科,「物性科学概論」, 2011年7月20日–22日.

京都大学大学院理学研究科化学専攻, 連携客員教授, 2011年– .

B-10) 競争的資金

科研費若手研究(B),「レーザー誘起光電子顕微鏡による磁性薄膜のフェムト秒イメージング」, 中川剛志 (2011年–2012年).

科研費基盤研究(A),「キラル光電子顕微鏡の開発」, 横山利彦 (2010年–2012年).

科研費挑戦的萌芽研究,「レーザー誘起磁気円二色性STMの開発」, 横山利彦 (2008年–2009年).

科研費基盤研究(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).

科研費若手研究(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).

科研費若手研究(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).

科研費若手研究(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).

科研費特定領域計画研究,「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).

科研費基盤研究(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).

科研費基盤研究(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).

B-11) 産学連携

共同研究, 富士フィルム株式会社,「無機機能性材料の固体構造解析」, 横山利彦 (2003年–).

受託研究, 日本学術振興会学術システム研究センター・学術動向等の調査研究「シンクロトロン放射光の化学への応用に関する学術動向の調査研究」, 横山利彦 (2010年–).

受託研究, NEDO固体高分子形燃料電池実用化推進技術開発「基盤技術開発」MEA材料の構造・反応物質移動解析,「時空間分解X線吸収微細構造(XAFS)等による触媒構造反応解析」, 横山利彦 (2011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・ナノドットの磁気的性質, 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, 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), 磁気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。
昨年度から, 全く新たな展開として, 自然円二色性光電子分光・光電子顕微鏡の開発に着手した。これまでのキラル顕微鏡は光学顕微鏡レベルであり, 成功すれば全く例のない新しい顕微鏡として大きな成果が期待できる。