

時間分解磁気円偏光二色性測定によるスピンの超高速ダイナミクス観測

極限コヒーレント光科学研究センター 田久保 耕

Ni 金属の 1 ピコ秒(ps)以下の超高速消磁が Beaulieu による時間分解磁気カー効果測定[1]によって明らかになって以降、磁性体の磁気秩序を光で制御する研究が盛んになっている。特に近年、GHz 以上の帯域で動作する電子・スピン材料の測定のため、世界中の放射光(SOR)施設及び自由電子レーザー(XFEL)施設で、サブナノ秒(ns)領域での光誘起時間分解 X 線分光測定が盛んに行われるようになってきている[2]。そこで本研究では、東京大学物性研究所ビームラインである SPring-8 BL07LSU において、放射光軟 X 線を用いた時間分解 x-ray magneto circular dichroism (X 線磁気円偏光二色性・XMCD)および共鳴軟 X 線散乱(弾性散乱・回折)の測定装置を建設し、磁性材料の光誘起ダイナミクスの測定を行った。測定対象としては、強磁性を示す合金である FePt 薄膜に注目した。FePt 薄膜は、室温で強磁性を示し、面直方向に磁化が向きやすい垂直磁化膜であるため、応用面でも期待されている[3,4,5]。この物質にレーザーを照射することで磁化を消す消磁のダイナミクスの観測を目指した。

定常状態の軟 X 線 XMCD 測定は、通常は X 線による光電流を測定する全電子収量法(TEY)を用いて行われる。しかし、光誘起ダイナミクスの測定においてはレーザー照射に伴う光電流の問題のため、TEY を用いることが難しい。

そのため、これまでの時間分解 XMCD 測定は主として透過法を用いて行われてきた。しかし、軟 X 線が透過するほど薄い基板に試料を作成することは困難であり、例えば今回のような良質な FePt 試料を透過法で測定することは不可能である。そこで今回、我々は検出器として micro channel plate(MCP)を使用する新たな工夫により、部分電子収量法(PEY)及び蛍光法による時間分解 XMCD 測定を可能とした。MCP は検出面に+電場を印可すると試料から放出される光電子を検出し、-電場を印可すると電子を跳ね返しフォトン(蛍光)を検出することができる素子である。

時間分解 XMCD 測定は東大物性研ビームライン SPring-8 BL07LSU で行った。図 1 に示す実験配置により、時間分解 XMCD 測定を行った。図のチャンバーの上半分において、時間分解共鳴軟 X 線散乱(弾性散乱・回折)測定を行うことが可能であり、下半分において時間分解 XMCD 測定が行うことが可能である。直線導入器及び 2θ 回転器上に MCP を設置しており、試料と検出器の位置関係を調整できる。

BL-07LSU のレーザーステーションから実験チャンパーに放射光と同期したパルス幅 50 fs のチタンサファイアレーザー(波長: 800 nm、エネルギー: 1.55 eV)をポン

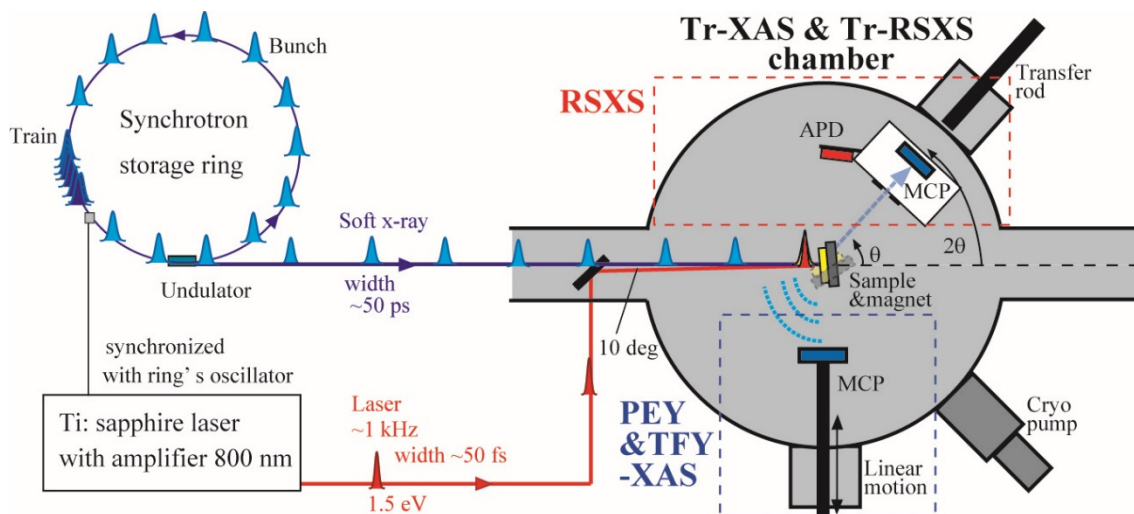


図 1. BL-07LSU における時間分解吸収分光および共鳴軟 X 線散乱測定装置概要

参考文献

- [1] E. Beaurepaire, J.-C. Merle, A. Daunois, and J.-Y. Bigot, *Phys. Rev. Lett.* **76**, 4250 (1996).
- [2] 例えば A. Kirilyuk, A. V. Kimel, and T. Rasing, *Rev. Mod. Phys.* **82**, 2731 (2010).
- [3] C. L. Platt, K. W. Wierman, E. B. Svedberg, R. van de Veerdonk, J. K. Howard, A. G. Roy, and D. E. Laughlin, *J. Appl. Phys.* **92**, 6104 (2002).
- [4] T. Seki, H. Iwama, T. Shima, and K. Takahashi, *J. Phys. D: Appl. Phys.* **44**, 335001 (2011).
- [5] Bedanta, T. Seki, H. Iwama, T. Shima, and K. Takahashi, *Appl. Phys. Lett.* **107**, 152410 (2015).
- [6] E. Jal, V. Lopez-Flores, N. Pontius, C. Sch€ußler-Langeheine, T. Ferte, N. Berggaard, C. Boeglin, B. Vodungbo, J. L€uning, and N. Jaouen, *Phys. Rev. B* **95**, 184422 (2017).
- [7] C.-H. Lambert, S. Mangin, B. S. D. Ch. S. Varaprasad, Y. K. Takahashi, M. Hehn, M. Cinchetti, G. Malinowski, K. Hono, Y. Fainman, M. Aeschlimann, and E. E. Fullerton, *Science* **345**, 1337 (2014).

