

時間分解 XMCD-PEEM

磁区のダイナミクスからスピンのダイナミクスへ

木下 豊彦

財団法人高輝度光科学研究センター, CREST

Time-resolved-XMCD-PEEM: From magnetic domain motion to spin dynamics

Toyohiko Kinoshita

JASRI/SPring-8, CREST

<Synopsis>

In order to observe dynamical process of ferromagnetic matters by a pump & probe time-resolved photoemission electron microscope (PEEM) combining with x-ray magnetic circular dichroism (XMCD) effect, we have developed the specified system to much the bunch structures in the storage ring at SPring-8. We switch the magnetic pulse by using a photodiode excited by a fs-laser system, then, stroboscopic domain motion against the outer magnetic field pulse can be observed in sub-ns range. Representative results will be shown. Not only domain motion of magnetic structures but also the dynamics of photo-induced phase transition system will be imaged by using this system. Towards realizing imaging of spin motion, sub-ps resolution imaging methods, i.e. ERL specified system may be necessary. The present system and future prospect will be discussed.

SPring-8 の軟エックス線ビームライン BL25SU においては、文部科学省ナノテクノロジー支援事業により、簡易型の光電子顕微鏡 (Photoemission Electron Microscope; PEEM: ELMITEC 社製, PEEMSPECTOR) 装置が設置されており[1]、BL25SU の特徴である、円偏光切り替え機能を生かし、磁気円二色性 (X-ray, magnetic circular dichroism; XMCD) と PEEM を組み合わせた元素選択的な磁気構造の観察を中心に様々な利用研究が行われている。同種の研究では、放射光のバンチ構造を利用した時間分解測定により、ドメイン構造のダイナミクス観測を行うことが世界的主流となりつつあり、SPring-8 でもその実現を目指し、2006 年度より科学研究補助金の援助を受け、システムを構築した[3]。

SPring-8 では、数多くのビームラインでユーザー利用が行われているため、時間分解測定ユーザーも各種のセベラルバンチ運転の中から、目的にあった運転モードを選び、実験を行

う必要がある。このセベラルバンチ運転はリング 1 周内に孤立バンチがいくつか存在し、蓄積電流が 100mA に足りない部分を補う形で連続バンチトレインが存在するという複雑なモードである[2]。この運転モードにマッチするような、ポンプ&プローブレーザーシステムを導入し、PEEM と組み合わせることで、磁区構造の外場に対する応答をサブナノ秒の時間分解能でストロボ撮影を行う仕組みである。図にシステムの概略を示す。レーザーが電源と直列につながったフォトダイオードを照射した瞬間、ストリップラインに電流が流れ、パルス磁場が発生する仕組みである。この磁場とのタイミングは I Q モジュレーターで同期&遅延を制御している。また、連続バンチの部分では、MCP の高電圧をその瞬間下げることで露光をしない状態を作って、孤立バンチの光だけを使ったストロボ撮影を可能にしている。

今後 ERL が実現すれば、サブピコ秒の時間分解能を視野に入れた実験が可能になると思われ、磁化過程のみならずスピン反転に関する研究の進展が期待できる。

本研究は JASRI の福本恵紀 (現豊田中研)、大沢仁志、中村哲也、室隆桂之、松下智裕、物性研の大谷義近、木村崇、新井邦明 (柿崎研究室)、各氏の協力の下で行われた。

[1] 小林啓介、郭方准、脇田高徳、木下豊彦, SPring-8 利用者情報 / 2005 年 3 月 112.

[2] http://www.spring8.or.jp/ja/users/status/schedule/bunch_mode 参照。

[3] K. Fukumoto et al., submitted to Rev. Sci. Instrum.

