

光誘起超高速スピンドYNAMIKSの検出と制御

Detection and Control of Ultrafast Photoinduced Spin Dynamics

○岡本 博、宮本 辰也、貴田 徳明（東大新領域）

○H. Okamoto, T. Miyamoto, N. Kida (Dept. of Advanced Materials Science, Univ. of Tokyo)

E-mail: okamotoh@k.u-tokyo.ac.jp

スピン系の高速ダイナミクスに関する研究については、様々な強磁性体あるいはフェリ磁性体にフェムト秒レーザーパルス光を照射したときに起こるスピン系の変化（磁化の減少）をサブピコ秒の時間分解能で検出する研究が盛んに行われている[1]。そのための実験手法の中心は、入射光の偏光の過渡的な変化を検出する時間分解カー効果（あるいはファラデー効果）測定である。強磁性体に光を照射したときに生じる電子励起のエネルギーは、格子系だけでなくスピン系にも移行し、その結果として磁化の減少が生じる。この磁化の減少は、スピン励起の直接放出による超高速過程、及び、格子系を介して生じるスピン系の温度上昇による過程に大別される。後者は、スピン—格子相互作用の大きさに支配される。実際に、この過程による磁化の減少の時定数はスピン—軌道相互作用（磁気異方性）の増加とともに減少することがわかっており、ナノ秒から短い場合にはピコ秒のオーダーになる [2, 3]。強磁性体において、磁場を印加した状態で光を照射してスピン系の温度上昇を誘起すれば磁化を反転させることが可能となるが（磁気記憶）、その過程におけるスピンドYNAMIKSの空間分解測定も行われている [4, 5]。また、円偏光照射による逆ファラデー効果 [6] やテラヘルツ電磁波の磁場成分を利用したスピン系の制御 [7, 8]も試みられている。

本講演では、上記の光励起による磁化の減少に関するスピンドYNAMIKSの研究を簡単に概観した後、それらとは異なる物理的機構や実験手法に基づく新しい光誘起スピンドYNAMIKSの研究として、強相関電子系遷移金属酸化物における以下の三つのトピックスを紹介する。

- (1) マンガン酸化物の光誘起反強磁性絶縁体—強磁性金属転移 [9]とスピンドYNAMIKS [10-12]
- (2) 反強磁性絶縁体銅酸化物における光励起状態の超高速緩和 [13-15] とコヒーレントスピンドYNAMIKS [16]
- (3) フェリ磁性体鉄酸化物における光誘起高速磁化変調によるテラヘルツ放射 [17]

- [1] 例えば “Spin Dynamics in Confined Magnetic Structures I, Topics in Applied Physics 83, Eds. by B. Hillebrands and K. Ounadjela (Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2002).
- [2] T. Ogasawara *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **94**, 087202 (2005).
- [3] 小笠原剛, 岡本 博, 十倉好紀, 固体物理 Vol. 42, 175-183 (2007).
- [4] T. Ogasawara *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **94**, 162507 (2009).
- [5] 小笠原剛, 岡本 博, 十倉好紀, 岩田 昇, 村上善照, 固体物理 Vol. 44, 371-380 (2009).
- [6] V. Kimel *et al.*, *Nature* **435**, 655 (2005). [7] T. Kampfrath *et al.*, *Nat. Photon.* **5**, 31 (2011).
- [8] C. Vicario *et al.*, *Nat. Photon.* **7**, 720 (2013). [9] Y. Okimoto *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **76**, 43702 (2007).
- [10] M. Matsubara *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **99**, 207401 (2007).
- [11] H. Yada *et al.*, *Phys. Rev. B* **83**, 165408 (2011). [12] H. Yada *et al.*, *Phys. Rev. B* **84**, 045114 (2011).
- [13] H. Okamoto *et al.*, *Phys. Rev. B* **82**, 060513(R) (2010).
- [14] H. Okamoto *et al.*, *Phys. Rev. B* **83**, 125102 (2011).
- [15] 岡本 博, 澤 彰仁, 固体物理 Vol. 48, 697-709 (2013).
- [16] T. Miyamoto *et al.*, submitted. [17] Y. Kinoshita *et al.*, in preparation.