

# 文部科学大臣表彰若手科学者賞を受賞して

極限コヒーレント光科学研究センター 和達 大樹

この度、平成 30 年度文部科学大臣表彰 若手科学者賞を受賞する栄誉に恵まれました。本受賞の対象業績となった「共鳴軟 X 線散乱による遷移金属酸化物の新しい秩序状態の研究」は、ブリティッシュコロンビア大学の研究員であった頃に開始し、現在まで継続しているものです。ここに全ての共同研究者の皆様に深く感謝申し上げます。

遷移金属化合物は、高温超伝導、巨大磁気抵抗効果、マルチフェロイック性、金属絶縁体転移などの興味深い性質のために、多くの興味を集めている系です。多彩な性質の背景にはほとんどの場合、電荷/スピン/軌道の秩序現象が起こっており、このような秩序現象をどのように観測するのが、現在の物性物理学において大きなテーマとなっています。X 線回折は古くから用いられてきた実験手法であり、X 線は主に物質中の電子の電荷に散乱されることから、物質の結晶構造や格子定数の決定に用いられてきました。一方で、軌道やスピンの秩序を観測するために開発されてきたのが共鳴軟 X 線回折です。

例えば、Mn 3d 状態に直接アクセスできるように、Mn の 2p から 3d の吸収端のエネルギーを用いた X 線回折が、共鳴軟 X 線回折です。Mn の 2p から 3d の吸収端のエネルギーの X 線が吸収され、Mn 2p の電子が 3d の非占有状態に遷移します。励起された Mn 3d の電子は Mn 2p に残ったホールと再結合し、X 線が放出されます。その結果、始状態と同じ状態となります。ここで、Mn 2p の内殻がスピン軌道相互作用によって 2p<sub>3/2</sub> と 2p<sub>1/2</sub> に 10 eV 程度分裂していることが原因で、X 線でも磁気的なシグナルが得られることとなります。

共鳴軟 X 線回折は強力な実験手法ですが、これまではよく知られた典型物質の秩序を軟 X 線で測定しなされたような研究例が多く、新しい物理的な情報には乏しい面がありました。私は、共鳴軟 X 線回折により、新しい秩序状態の観測や、新しい物理描像に到達することができました。典型的な研究例としては、巨大磁気抵抗を示す新しいコバルト酸化物 SrCo<sub>6</sub>O<sub>11</sub> の共鳴軟 X 線散乱により詳細な磁気構造を決定しました[1]。磁化が磁場の関数として 1/3 プラトーを示すことから、3 倍周期の磁気構造のみが期待されていましたが、実際にはほとんどすべての分数のピーク

が存在し、すなわちほとんどすべての磁気周期が共存する状態であることを解明しました。これは多くの磁気周期が近いエネルギーを持つ「悪魔の階段」状態であり、3d のスピン系では初めての悪魔の階段の発見となりました。

最近では、SPring-8 にある東京大学物性研究所の軟 X 線ビームライン BL07LSU において、時間分解型の測定に取り組んでいます。例えば図 1 のように、レーザー照射により鉄白金薄膜の磁化が消える消磁のダイナミクスを明らかにしました[2]。今後は X 線自由電子レーザーを用い、ピコ秒以下の領域のさらなる時間分解能の高い測定につなげたいと考えています。

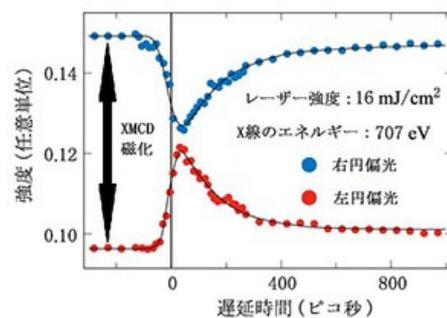


図 1: 時間分解測定で観測された鉄白金薄膜の磁化の時間変化のダイナミクス。

- [1] “Observation of a Devil's Staircase in the Novel Spin-Valve System SrCo<sub>6</sub>O<sub>11</sub>”, T. Matsuda, S. Partzsch, T. Tsuyama, E. Schierle, E. Weschke, J. Geck, T. Saito, S. Ishiwata, Y. Tokura, and H. Wadati, Phys. Rev. Lett. **114**, 236403 (2015).
- [2] “Capturing ultrafast magnetic dynamics by time-resolved soft x-ray magnetic circular dichroism”, K. Takubo, K. Yamamoto, Y. Hirata, Y. Yokoyama, Y. Kubota, Sh. Yamamoto, S. Yamamoto, I. Matsuda, S. Shin, T. Seki, K. Takanashi, and H. Wadati, Appl. Phys. Lett. **110**, 162401 (2017).