

X線とレーザーの融合による モット絶縁体デバイスの開発研究

～薄膜デバイスの動作を光で見える～

大学院理学研究科¹、大学院工学研究科²

○教授 わだちひろき 和達大樹¹、准教授 ほった やすし 堀田育志²

キーワード

X線, レーザー, モット絶縁体

研究概要

最近のエレクトロニクスとスピントロニクスの物質・材料として、遷移金属化合物に注目した研究を行った。まず、バナジウム酸化物薄膜デバイスの電圧印加中のオペランド(動作中)のXAFS(X線吸収微細構造)測定を行った。VK-edgeでのXAFS測定は、九州シンクロトロン光研究センターで行った。図1(a)に示すように、電圧印加は導線により行い、図1(b)のようにシリコンドリフト検出器によって蛍光X線の測定を行った。価数の大きな変化は観測されず、価数変化を伴わない現象か、価数の変化する空間領域が非常に小さい現象であると考えられる。

以上の結果から顕微測定的重要性を認識し、低温で電圧や磁場印加の下に強誘電や磁区ドメインを観測するセットアップを確立した。液体ヘリウム・窒素用のクライオスタットと、本研究室の光学顕微鏡システムの組み合わせである。そして、ドメインの温度変化を、チタンや鉄の酸化物の薄膜で観測した。さらに、モット絶縁体デバイスなどのドメインの温度変化を、特に電圧・磁場印加などのオペランドの条件で測定を進めている。

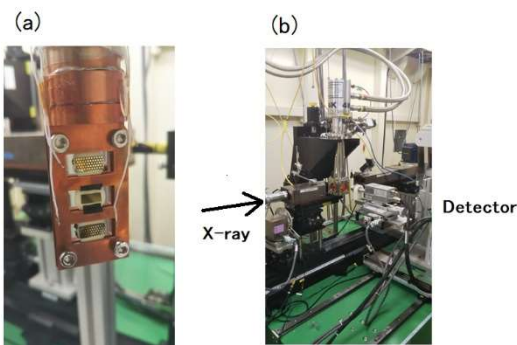


図 1: オペランド XAFS 測定。(a) 導線により電圧印加。
(b) シリコンドリフト検出器によって蛍光 X 線を測定。

アピールポイント

本研究成果で確立した測定手法を用い、新しいタイプの電気磁気ドメインの観測などを目標としている。特に、モット絶縁体における、抵抗変化現象に伴う短距離相関や相共存・相競合抵抗変化・量子液晶状態などの実空間情報を明らかにしたいと感じている。

本研究の重要なアピールポイントは、X線とレーザーの融合によるオペランド測定が進んでいることである。放射光 X 線を用いた XAFS 測定は、価数の直接決定ができる点で有力であるが、ビームタイムの制約などもあり、実験室のレーザーなどの光源による顕微測定によりあらかじめ電子状態の変化を観測しておくことが重要である。放射光と実験室が研究の両輪となっている。

さらなる融合のため、また、実験室の赤外線の超短パルスレーザーを用いて、高次高調波発生による軟 X 線の発生とこれを用いた顕微測定も目指している。実験室でも軟 X 線のレーザーが得られることにより、より強力にデバイスのオペランド顕微測定を進めることができるようになると考えている。