

角度分解光電子分光による ルテニウム酸化物の軌道選択的金属絶縁体転移の観測

近藤 猛

東京大学物性研究所

多軌道電子系であるルテニウム酸化物は、各軌道における電子相関の異方性により、軌道選択的モット転移の発現が理論的に提唱されている。一方で、実験の観点からは、 $\text{Ca}_{2-x}\text{Sr}_x\text{RuO}_4$ などを研究対象として角度分解光電子分光を用いた報告例があるが、軌道選択的モット転移を支持する結果もあれば[1]、それを支持しない結果も報告されており[2]、現実には軌道選択的モット転移が起こるのか定かではない。

本研究では、これら軌道依存性を直接観測できる角度分解光電子分光法(ARPES)を用いて、 $\text{Sr}_3(\text{Ru}_{1-x}\text{Mn}_x)_2\text{O}_7$ で発現する金属絶縁体転移を系統的に調べた。 $\text{Sr}_3(\text{Ru}_{1-x}\text{Mn}_x)_2\text{O}_7$ はRuサイトをMnに置換することで、4倍周期の反強磁性秩序とともに金属絶縁体転移を示すことが知られている。しかしながら、Mnを5%置換した系の抵抗率は、最低温で絶縁体的な振る舞いを示しておらず、その起源は定かではない。図1に、本研究で得られた $\text{Sr}_3\text{Ru}_2\text{O}_7$ の実験結果の一部を示す。先行研究と同様に、三つの t_{2g} 軌道から形成されるフェルミ面が明瞭に観測できる。本研究では、ここからさらにMnの置換依存性を系統的に調べた。その結果、徐々にMn置換を置換していくと、Mnを5%置換した γ バンドだけがモット転移し、その後 α バンドもモット転移する様子が観測され、軌道選択的モット転移を示唆する結果が得られた。また、Mnを5%置換すると、 γ バンド(二次元軌道由来)がギャップを開くとともに、 α バンドと β バンド(一次元軌道由来)の混成がとけて一次元的なフェルミ面を形成する様子が観測された。Mnを20%置換すると、 γ バンドだけでなく、 α バンドと β バンドともにギャップを開いてモット絶縁体となる様子が確認できた。本講演では、これらMnの置換依存性について議論する予定である。

[1] A. Shimojima, et al., Phys. Rev. Lett. 102, 086401 (2009).

[2] M. Neupane, et al., Phys. Rev. Lett. 103, 097001 (2009).

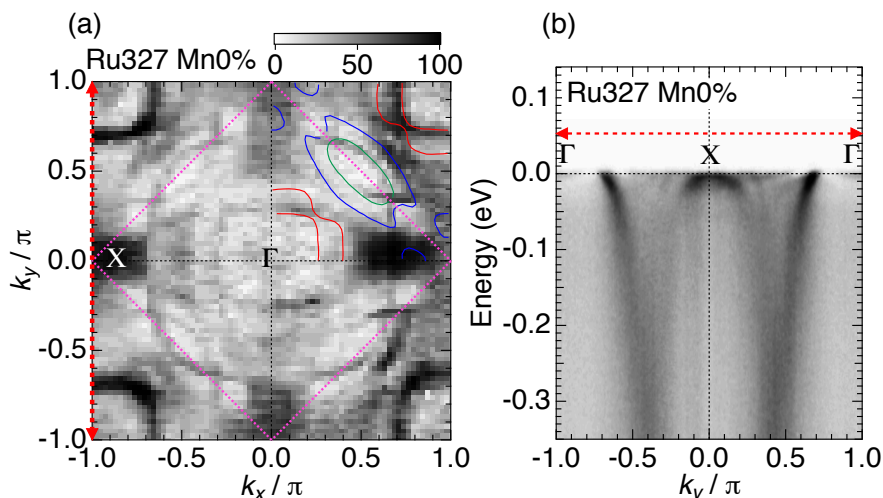


図1 ARPESを用いて $T=10\text{K}$ で測定した $\text{Sr}_3\text{Ru}_2\text{O}_7$ の実験結果。(a)本研究で観測されたフェルミ面。一次元的な軌道から形成される α 、 β バンドと二次元的な軌道から形成される γ バンドがフェルミ面に確認できる。(b) Γ -X- Γ 方向((a)の赤線で示した波数方向)を通るバンド分散。X点のフェルミエネルギー直下には γ バンドがvan Hove特異点を形成し、 Γ 点周りには α バンドがホール面を形成する様子が確認できる。