

パイロクロア型イリジウム酸化物で直接観測する フェルミノード状態 Observation of a quadratic Fermi node in the pyrochlore iridate

近藤 猛 東京大学物性研究所

これまでの物性研究の主な舞台は、電子相関とスピン軌道相互作用のどちらか一方を有する物質にあった。強い電子相関と強いスピン軌道相互作用の両者を兼ね備えた電子系は未開拓であり、新奇なトポロジカル量子相が理論予想されることから、次なるフロンティアとして注目されている。その候補物質として、 $5d$ 軌道を有する遷移金属イリジウム酸化物が期待されている。 $3d, 4d, 5d$ へと電子軌道が広がると電子相関は弱くなるが、一方で、原子量の増大によりスピン軌道相互作用が強くなる。電子相関とスピン軌道相互作用の両者が同程度のエネルギースケールを持って競合するイリジウム酸化物 $5d$ 電子系は、今大変注目される新しい研究分野である。

本研究では、角度分解光電子分光を用いてパイロクロア型イリジウム酸化物 $\text{Pr}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$ の電子構造を観察した。その結果、立方結晶対称性と時間反転対称性に守られて実現すると理論予想されるフェルミノード状態を実証した(図1)。 $\text{Pr}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$ では、2次曲線的分散を持つ価電子バンドと伝導バンドがフェルミ準位上一点で接する4重縮退点を持つフェルミノード状態が強相関電子系で成り立つことから、非フェルミ流体状態が期待される。本研究の結果から、 $\text{Pr}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$ は、トポロジカル絶縁体が初めて確認された物質として知られる HgTe の強相関バージョンであり、新奇な強相関トポロジカル量子相(トポロジカル Mott 絶縁体、ワイル半金属、量子スピン及び異常ホール状態)を発現しうる母体物質だと言える[1,2]。

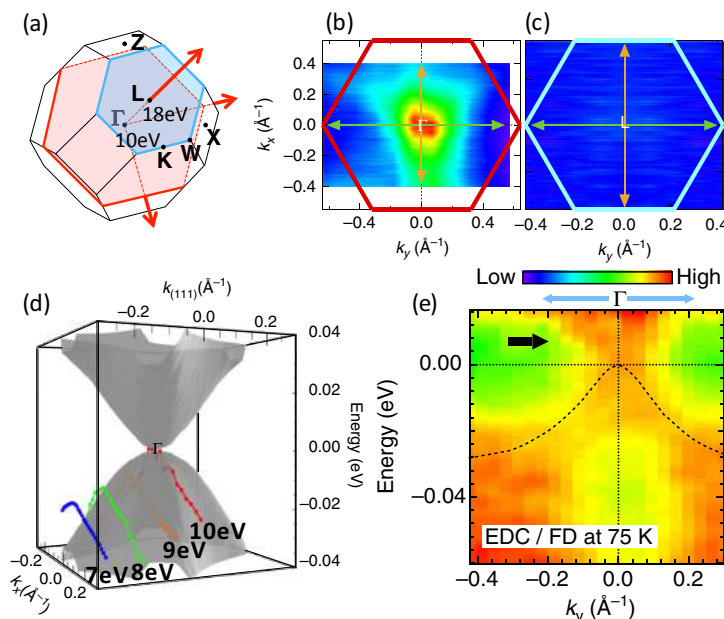


図1 : (a) $\text{Pr}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$ のブリルアンゾーン。(b,c) それぞれ Γ 点と L 点を過ぎる運動量面で測定した ARPES 強度マップ。(d) フェルミノード状態を予想するバンド計算結果、及び対応する ARPES 結果。(e) ARPES で測定した Γ 点を過ぎるバンド分散。測定温度($T=70\text{K}$)のフェルミ分布関数で割って非占有状態まで見たスペクトルをプロットしている。

[1] T. Kondo et al., *Nat. commn.* **6**, 10042 (2015).

[2] M. Nakayama, T. Kondo et al., *Phys. Rev. Lett.* **117**, 056403