

# パイロクロア構造遷移金属酸化物における ワイル電子の対消滅と磁壁金属

山地 洋平

東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻

重い元素を含む遷移金属酸化物においては、相対論的な電子状態と電子相関効果との絡み合いによる様々な量子相の発現が期待されている。特にパイロクロア構造イリジウム酸化物  $R_2\text{Ir}_2\text{O}_7$  ( $R$ : 希土類元素)では、時間反転対称性を破ることで生じるワイル半金属[1]や電子相関がもたらすトポロジカル絶縁相[2]の発現が理論的に予測され、注目を集めている。これらの電子状態の源泉となる quadratic band touching と呼ばれる、結晶の対称性で保護されたゼロギャップ半導体状態が検証されつつある[3]一方で、ワイル半金属相[4]やトポロジカル絶縁相そのものの実現については議論が続いている。

このような背景のもと、筆者らはワイル電子の対消滅が金属磁壁状態を生じることを理論的に見出した。パイロクロア構造イリジウム酸化物  $R_2\text{Ir}_2\text{O}_7A$  が示す All-in-all-out と呼ばれる磁性相内では、時間反転対称性の破れによって生じたワイル電子が簡単に対消滅を起こすため、ワイル半金属相が不安定である一方、その対消滅の後には、結晶の対称性に保護された金属磁壁状態が出現することを予測し[5]、(光学)異常ホール効果や円二色性を示すことを提唱した[6]。磁壁金属状態の出現については、 $\text{Nd}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$  においてマイクロ波顕微鏡の観測によって検証されつつある[7]が、異常ホール効果や円二色性などの磁壁金属が示す応答現象については未検証のままである。本発表では、応答現象の顕微観測の可能性や、他の遷移金属化合物におけるワイル電子の対消滅や磁壁金属の出現についても、理論の立場から議論する。

[1] X. Wan, A. M. Turner, A. Vishwanath, and S. Y. Savrasov, Phys. Rev. B 83, 205101 (2011).

[2] I. F. Herbut and L. Janssen, Phys. Rev. Lett. 113, 106401 (2014).

[3] T. Kondo, *et al.*, Nat. Commun. 6, 10042 (2015).

[4] K. Ueda, *et al.*, Phys. Rev. Lett. 109, 136402 (2012).

[5] Y. Yamaji and M. Imada, Phys. Rev. X 4, 021035 (2014).

[6] Y. Yamaji and M. Imada, Phys. Rev. B 93, 195146 (2016).

[7] E. Y. Ma *et al.*, Science 350, 538 (2015).