

電子定在波で探る電子内部自由度

町田 理

理化学研究所 創発物性科学研究センター

Internal degrees of freedom in an electron investigated by electron standing waves

Tadashi Machida

Center for Emergent Matter Science, RIKEN

電子定在波は結晶中の不純物等の散乱体によって散乱された電子波と散乱体への入射電子波との干渉により形成される電子の定在波である。この定在波は、局所状態密度(電子波動関数の絶対値の二乗)における実空間変調という形で、走査型トンネル顕微鏡(STM)を用いた走査トンネル分光(STS)により観察される。1993年に金属表面においてこの電子定在波が観察されて以来[1,2], 銅酸化物高温超伝導体[3], グラフェン[4], トポロジカル絶縁体[5]等で電子定在波の観察が行われており、その応用範囲は多岐にわたる。この電子定在波観察から得られる最も重要な情報は、準粒子の分散関係であり、局所プローブであるSTMによって波数空間の電子状態にアクセスできる手法として注目されてきた。これに加えて、この電子定在波には多彩な情報が含まれていることが明らかになってきた。実際、最近の研究では、超伝導ギャップの位相情報[6]やスピン[5], 軌道[8]といった電子の内部自由度だけでなく散乱体や散乱そのものの性質などが電子定在波観測から抽出可能であることが議論されている。

我々はこれまでに、この電子定在波観測により、銅酸化物高温超伝導体における超伝導ギャップの位相[6], トポロジカル超伝導体候補物質におけるスピン偏極表面状態[9], 巨大ラッシュバ物質におけるスピン軌道散乱プロセス[10], スピン・バレー物質におけるスピン・軌道・バレー構造[11]等の様々な電子内部自由度やその散乱現象を調べてきた。本講演では、我々の実験結果を中心に、他の実験結果や簡単な理論的な取り扱いを交えながら、STMによってこれらの内部自由度や散乱体の性質をどのように調べるのかを議論する。

References

- [1] Y. Hasegawa *et al.*, Phys. Rev. Lett. **71**, 1071 (1993)
- [2] M. F. Crommie *et al.*, Nature **363**, 524 (1993)
- [3] K. McElroy *et al.*, Nature **422**, 592 (2003)
- [4] G. M. Rutter *et al.*, Science **317**, 219 (2007)
- [5] J. Seo *et al.*, Nature **466**, 343 (2010)
- [6] T. Hanaguri *et al.*, Science **323**, 923 (2009)
- [7] I. Zeljkovic *et al.*, Nat. Phys. **10**, 572 (2014)
- [8] P. Mallet *et al.*, Phys. Rev. B **86**, 045444 (2012)
- [9] K. Iwaya *et al.*, Nat. Commun. **8**, 976 (2017)
- [10] Y. Kohsaka *et al.*, **95**, 115307 (2017)
- [11] T. Machida *et al.*, **96**, 075206 (2017)