

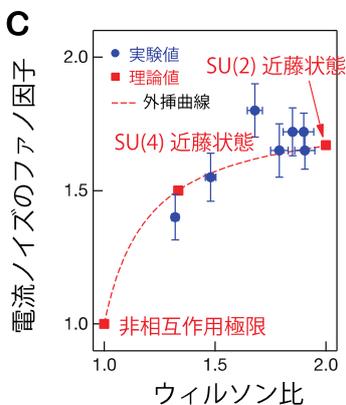


調べても違いがなく、区別することが難しいことである。エネルギースケールである近藤温度は、SU(4)近藤効果のほうが大きくなるが、これも外場によって変化する系の詳細に依存してしてしまうため、実験結果を一概に比較することは難しい。また、一般には軌道間のクーロン相互作用がスピン間のクーロン相互作用に比べて小さいことに起因して、各軌道で独立にSU(2)の近藤効果が起こる可能性がある。したがって、磁場がないところでSU(4)近藤効果の形成を確認する必要もある。

そこで我々は非線形電流ノイズのファノ因子を調べた。ファノ因子は近藤効果を起こしている量子ドットの磁気モーメントの構造に応じて固有の値とり、準粒子の量子揺らぎの大きさを与えるウィルソン比によって決まる。図 c はファノ因子のウィルソン比依存性である。実際の実験では磁場を変化させることで、ウィルソン比の大きさを制御している(実験で印加した磁場の大きさに対応するウィルソン比の大きさは、数値繰り込み群で決めている[2])。ウィルソン比は、ゼロ磁場の  $4/3=1.33 \dots$  から、磁場の大きいところでの 2 まで変化させている。このとき、ファノ因子  $F$  はゼロ磁場での  $F=1.4 \pm 0.1$  から、強磁場下での  $F=1.7 \pm 0.1$  へ変化していることがわかる。それぞれ、

SU(4)近藤効果の理論値の  $F=3/2$  と、SU(2)近藤効果の  $F=5/3$ [3,4] によく一致している。

つまり、この 2 つの近藤効果のクロスオーバーを磁場により制御し、電流ノイズの非線形成分から観測することに成功した。



カーボンナノチューブなどを利用することで、素子中に様々な近藤効果を形成することができる。しかし、磁気モーメントが完全に遮蔽されてしまう局所フェルミ流体状態では、物理量の外場依存性のべき乗則からそれらを区別することは難しい。しかし、ウィルソン比を決めることで磁気モーメントの構造の異なる近藤効果を特定することが可能になる。ウィルソン比を帯磁率と線形比熱係数の比として直接決めることが難しい場合でも、電流ノイズのファノ因子を用いれば精度良く、近藤効果を調べることができる。

最後に、この実験で用いた非線形の電流や電流ノイズを用いた手法が、電子相関研究の深淵を探索する新しい手段となることと期待する。

**謝辞** 本研究は、荒川智紀氏、小栗章氏、小林研介氏、寺谷義道氏、秦徳郎氏、Meydi Ferrier 氏を中心とした、大阪大学、大阪市立大学、フランスのフランス国立科学研究センター、パリ南大学との共同研究の成果である。また、本研究は科学研究費(JP26220711, JP16K17723)の助成を受けて行われた。

[1] Meydi Ferrier, Tomonori Arakawa, Tokuro Hata, Ryo Fujiwara, Raphaëlle Delagrangé, Richard Deblock, Yoshimichi Teratani, Rui Sakano, Akira Oguri, and Kensuke Kobayashi, Phys. Rev. Lett. **118**, 196803 (2017).  
 [2] Yoshimichi Teratani, Rui Sakano, Ryo Fujiwara, Tokuro Hata, Tomonori Arakawa, Meydi Ferrier, Kensuke Kobayashi, and Akira Oguri, J. Phys. Soc. Jpn. **85**, 094718 (2016).  
 [3] R. Sakano, T. Fujii, and A. Oguri, Phys. Rev. B **83**, 075440 (2011).  
 [4] Rui Sakano, Akira Oguri, Takeo Kato, and Seigo Tarucha, Phys. Rev. B **83**, 241301(R) (2011).