

Incommensurate antiferromagnetism in UTe₂ under pressure

著者: W. Knafo, T. Thebault, P. Manuel, D.D. Khalyavin, F. Orlandi, E. Ressouche, K. Beauvois, G. Lapertot, K. Kaneko, D. Aoki, D. Braithwaite, G. Knebel, S. Raymond

アブストの翻訳

UTe₂における複数の超伝導相の発見は、相関電子物理学の研究を加速させました。この重いフェルミオン系の常磁性体は、磁性と複数の自由度を伴う非従来型超伝導の相互作用を研究するための基準化合物として急速に注目されました。初期には強磁性量子相転移への接近が三重項対形成超伝導の駆動力であると提案されました。しかし、我々はここで、圧力下で長距離不整合反強磁性秩序が確立されることを発見しました。反強磁性相の伝播ベクトル $\mathbf{k}_m = (0.07, 0.33, 1)$ $\text{km} = (0.07, 0.33, 1)$ は、常圧で以前に観測された反強磁性ゆらぎの波数ベクトルに近いです。これらの要素は、UTe₂ が常圧でほぼ反強磁性体であることを支持しています。我々の研究は、圧力下で相関常磁性状態から長距離反強磁性秩序に至る磁気相互作用と電子特性の進展をモデル化する理論の構築を呼びかけます。UTe₂における遍歴f電子の磁性の深い理解が、その非従来型超伝導相を説明するための鍵となるでしょう。

研究背景・問題意識

- UTe₂に残されている課題の一つに、異なる圧力、磁場条件のもので磁気相関と超伝導との関係を解明することがある。非弾性中性子散乱によれば低次元の反強磁性揺らぎが確認されている。またウラン原子の磁気ラダーの段を構成する最近接ウラン原子の間には強磁性結合が存在することが示唆されている。
- 圧力誘起UTe₂の磁気秩序相における中性子回折研究により、磁気秩序に関することを調べたい。

結果

- 運動量 $Q = (\pm 0.07, 0.67, 0)$ で磁気ブラッグピークが存在する。結晶c軸と中性子ビームの角度を変えても $Q = (\pm 0.07, 1.33, 0)$ でピークが表れる。
- 図3は Q 近傍で異なる温度で取得された Q_h, Q_k, Q_l のスキャンを示している。ブラッグピークは3.5Kを超える温度で消失する。このブラッグピークの位置は温度とともにわずかに変化する。なおこのブラッグピークの強度から、運動量 Q に垂直なモーメント成分の振幅が得られる。

磁気構造について

- 温度が変わるとブラッグピークが変化する。また磁場印加で磁気波数ベクトルが変化する。これはモーメントの再配向や磁気波数ベクトルの変化、ドメインの選択に関連しているか持っ知れない。

磁気ゆらぎについて

- UTe₂では、波数ベクトル $k = 0, 0.57, 0$ における反強磁性揺らぎが観測されており、臨界圧力での天気抵抗係数の極大も確認されている。つまりUTe₂は常圧ではCPM状態においてほとんど反強磁性体であるとみられる。

- UTe₂の圧力誘起転移は低温で1次的であるかもしれない。これは転移温度 T_N の急激な上昇からいえる。

磁気及び電気特性について

- 磁気異方性、磁気交換の次元性、5f電子のフェルミ面が重要そう。重いフェルミオン金属ではf電子がフェルミ面に寄与していて、重いフェルミオン反強磁性体における磁気量子相転移でフェルミ面の再構成が観察されている。

超伝導について

- 今回の研究で、UTe₂は圧力下で反強磁性体になることが確認された。理論的には反強磁性揺らぎはトリプレット超伝導を駆動することが提案されている。なお「ほとんど」反強磁性の物質では強磁性結合も重要な役割を果たしそう。

感想

- (0,0.57,0)で見えているという反強磁性揺らぎのピークだが、理論研究の際も少しずらした方がよいのだろうか？