

カイラル p-波超伝導体のリトル-パークス振動

量子多体物理学 41417123 石綿 元

超伝導対称性が $\hat{P}_x \pm i\hat{P}_y$ の形を持つカイラル p-波超伝導体の物性が興味を持たれている。実験的に Sr_2RuO_4 がカイラル p-波超伝導体であることがわかってきた。このカイラル p-波超伝導体の特徴の一つは、外部磁場がゼロであっても、不純物などの周りで、自発電流が流れ、自発磁化が生じることである。一方、リトル-パークス振動とは、中空円筒形超伝導体の中空部分で磁束の量子化が生じ、この影響で超伝導転移温度が磁場の関数として、中空断面あたり磁束量子一本の周期で振動を起こす現象である。

本研究では、二成分の超伝導オーダーパラメータを持つカイラル p-波超伝導体では、リトル-パークス振動はどのように起こるのだろうか、この超伝導体の特徴である自発磁化および自発電流は、リトル-パークス振動にはどのように影響を与えるのだろうかということの解明を目指して Time-Dependent Ginzburg-Landau 方程式を用いて理論的に探ってきた。

その結果、リング状のカイラル p-波超伝導体では、ゼロ磁場下において自発磁場が生じ、自発電流が発生していることが確認された。外部磁場を変えて中空内部の磁場の強さを計算すると、中空断面あたり磁束量子一本という振動周期は保たれるが、図1のように振動の位相がずれ、原点を出発しない振動が生じていることがわかった。また、ゼロ磁場において、オーダーパラメータの第一成分の位相と第二成分の位相では、その構造が大きく異なり、第一成分は、通常の超伝導体と同様の構造をとるのに対して、第二成分では、試料の四隅に渦が侵入し、中空内部での位相の巻き数と試料外周部分での位相の巻き数が異なっていることがわかった。これにより自発的に電流が流れ、図2のように磁場が発生する。

また、超伝導対関数が $\sin P_x \pm i \sin P_y$ の形と $\sin(P_x + P_y) \pm i \sin(-P_x + P_y)$ の形の場合の振動や空間構造の違いについても確認した。

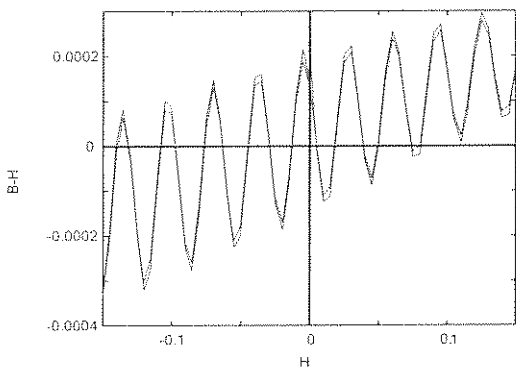


図1 外部磁場 H に対する中空内部磁場 B の変化

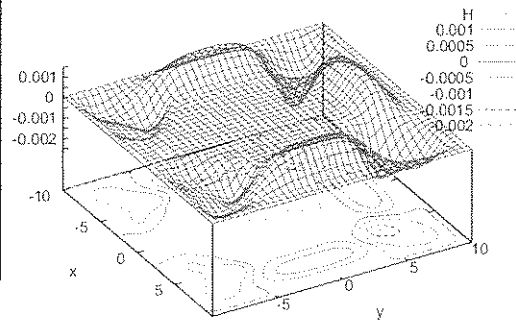


図2 ゼロ磁場下での自発磁場