

磁場回転比熱の新しい解析手法 —渦コア準粒子の寄与の考慮—

A 東京大学大学院理学系研究科物理学専攻

B 日本原子力研究開発機構システム計算科学センター, CREST (JST)

永井佑紀^A, 林 伸彦^B

熱容量の印加磁場方向の角度依存性の測定から、超伝導ギャップの対称性に関する情報の得られることが知られている。我々は、クラマー・ペッシュ (Kramer-Pesch) 近似と呼ばれる方法を、それら測定結果に対する定量的な解析手法として提案する [1]。そこでは、従来のドップラー・シフト (Doppler-shift) 法で無視されていた渦糸中心近傍 (渦糸コア) からくる準粒子の寄与を取り入れることが出来る。それにより、フェルミ面上のギャップ・ノード付近だけでなく、ギャップの開いた部分からのゼロエネルギー状態への寄与をきちんと考慮することができる。その結果として、印加磁場方向を回転させたときの熱容量の変動のコントラストが、ドップラー・シフト法の結果よりも弱まり、実験的に観測されている変動振幅により近づいた計算結果を与える。熱容量の変動におけるカスプ的構造についても、ドップラー・シフト法とクラマー・ペッシュ法とでは、状況により異なる結果を与える。

本講演では、典型的なフェルミ面と超伝導ギャップとのいくつかの組み合わせに対し、このクラマー・ペッシュ近似を適用した結果を紹介する。そこから分かることは、熱容量の変動の様子において、超伝導ギャップの異方性に加えて、フェルミ面の異方性もまた重要な因子となっているということである。また、従来のドップラー・シフト法による計算結果との比較についても言及する。さらに具体的な物質への応用例として、ボロカーバイド $\text{YNi}_2\text{B}_2\text{C}$ のフェルミ面に対してクラマー・ペッシュ近似およびドップラー・シフト法をそれぞれ適用した我々の計算結果について紹介する。

なお補足として次のことをコメントしておきたい。このクラマー・ペッシュ近似から得られた状態密度の解析的表式 [1] は、一見ではドップラー・シフト法によるものより複雑そうに見えるかもしれないが、実は実践的に計算を行う上では同じ程度の簡単さである。低温・低磁場での状態密度の磁場方向依存性を求めるための簡便な定量的手法として、クラマー・ペッシュ近似から得られたその表式は有益である。

[1] Y. Nagai and N. Hayashi, Phys. Rev. Lett. 101 (2008) in press, arXiv:0802.1579.