

可変な引力相互作用を有する
2次元極低温フェルミ原子気体における
対形成揺らぎの効果

2017年度

松本 杜青

主 論 文 要 旨

報告番号	㊦ 乙 第	号	氏 名	松本 杜青
主論文題名： 可変な引力相互作用を有する2次元極低温フェルミ原子気体における対形成揺らぎの効果				
(内容の要旨)				
<p>本論文では、2次元極低温フェルミ原子気体における強結合効果を理論的に研究する。フェッシュバハ共鳴で制御された可変な引力相互作用を考慮した強結合理論を用い、近年当該研究分野で実験的にも理論的にも注目を集めている Berezinskii-Kosterlitz-Thouless (BKT) 転移温度近傍で対形成揺らぎが系の性質にどのような影響を与えるかを、弱結合領域から強結合領域に至る幅広い相互作用領域で明らかにする。</p> <p>本論文の前半では、近年、2次元 ${}^6\text{Li}$ フェルミ原子気体で BKT 転移を観測したとする実験を理論的に検証する。この実験が BKT 転移を観測したとする根拠は次の2点である：(1) 重心運動量 0 のクーパー対の数がある温度以下で急増することを観測、これは BKT 転移に伴うクーパー対の凝縮によるものと解釈できる。(2) ある温度 (BKT 転移温度) 以下で、この BKT 転移に特徴的なクーパー対の1次相関関数の冪的振る舞いが観測された。この主張に対し、本論文では、これらの実験結果は、BKT 転移を仮定しなくとも、対形成揺らぎの効果を考慮するだけで全て理論的に説明できることを示す。この結果から、現在の観測結果だけでは BKT 転移の実験的証拠としては不十分であることを指摘する。</p> <p>本論文の後半では、この系における擬ギャップ現象 (対形成揺らぎにより、正常相における1粒子状態密度に擬ギャップと呼ばれる窪み構造が現れる現象) を研究する。自己無撞着 T 行列近似 (SCTMA) を用い、擬ギャップが現れ始める温度を幅広い相互作用領域で決定する。その結果から、擬ギャップが現れる領域 (擬ギャップ領域) を2次元フェルミ原子気体の温度と引力相互作用強度に関する相図中で特定する。また、別の理論で独立に予想されている BKT 転移温度 T_{BKT} が全相互作用領域で擬ギャップ領域内にあることを明らかにする。この BKT 転移温度を与える理論が対形成揺らぎのうち秩序パラメータの位相揺らぎのみを考慮し振幅揺らぎを無視しているのに対し、両者の効果が取り入れられている SCTMA で計算された擬ギャップ構造は弱結合領域において、T_{BKT} でも「完全なギャップ構造」とはなっておらず、この結果から、少なくとも弱結合領域では、位相揺らぎに加え振幅揺らぎも BKT 転移温度を理論的に評価する際に考慮すべきであることを指摘する。更に、ここで用いた SCTMA の妥当性を検証するため、近年この系で観測可能となった熱力学量をこの強結合理論の枠組みで計算、フィッティングパラメータなしで実験結果を定量的レベルで説明できることを示す。</p>				

