

報告番号 ^{*} 甲 第 2035号

主論文の要旨

題名 毛管中における超流動³Heの
A-B相転移

氏名 高木 丈夫

主論文の要旨

報告番号	※甲第	号	氏名
			高木 丈夫
<p>超流動 ^3He の Cooper 対はスピン三重項状態の P 波軌道関数で記述される。この様に Cooper 対が内部自由度を有するため、超流動相も複数個存在し、A 相及び B 相の 2 種類がバルクの状態で確認されている。また、内部自由度に伴って超流動 ^3He の波動関数は制限された空間においても特有の振舞いをする。特にオーダーパラメターの空間変化のスケールがコヒーレンス長 (ξ) と同程度になった場合、その凝縮状態は凝縮エネルギーだけでなく、オーダーパラメターの空間的な勾配エネルギーによっても決定される。</p> <p>本論文においては超流動 ^3He の A 相と B 相を鏡面壁を有する、半径 $1\xi \sim 10^2\xi$ の円筒毛管内に拘束し、そこでの超流動体の振舞いを調べた。このような系においては、超流体の異方性が鏡面壁により制御され壁面と毛管中心の間でオーダーパラメターが空間変化する。特に毛管半径が数倍の ξ のとき、毛管中に必然的にオーダーパラメターの特異領域を作ってしまう。つまり、二</p>			

の領域においてバルクな凝縮状態のままでは、勾配エネルギーの発散を生じてしまう。現実の系では、この領域でオーダーパラメータをバルクの状態から変化させる事で特異性を回避するわけだが、このとき Cooper 対の内部対称性の異なる A 相と B 相ではこの領域の構造及び自由エネルギーが大きく異なる事が示された。

毛管径が小さい極限においては勾配エネルギーが零の状態が出現するが、A 相での特異領域の状態は本質的にバルクと同じ ABM 状態なのに対し、B 相においては凝縮エネルギーの高い純 polar 状態となる。このため、この様な幾何形状ではバルクの状態と異なり、弱結合極限においても A 相が B 相に対して安定となる。さらに数値計算を行ない、この様な状況がどこまで続くか臨界半径を検討した。その結果、弱結合極限においても臨界半径： $R_c = 8\xi$ が得られた。この臨界半径の大きさから、B 相 \rightarrow A 相の相転移の核生成に関与している事が予想される。また実験的に凝縮状態を同定する方法として核磁気共鳴法が考えられる。特に毛管半径が 3ξ 以下の場合には定性的に両相を区別する事が出来る。

核磁気共鳴の際に常磁場を毛管軸方向に印加すると、B相 (polar状態となっている。) においてはバルクの polar状態と同じオーダーパラメータを持つ状況になり、縦共鳴は無く、横共鳴では Larmor 振動数から正方向へ共鳴振動数がシフトする。一方 A相においては、縦共鳴はなく、横共鳴においても毛管中に正負両方向のシフトを与える領域が存在し、結局共鳴振動数は Larmor 振動数に一致する。