

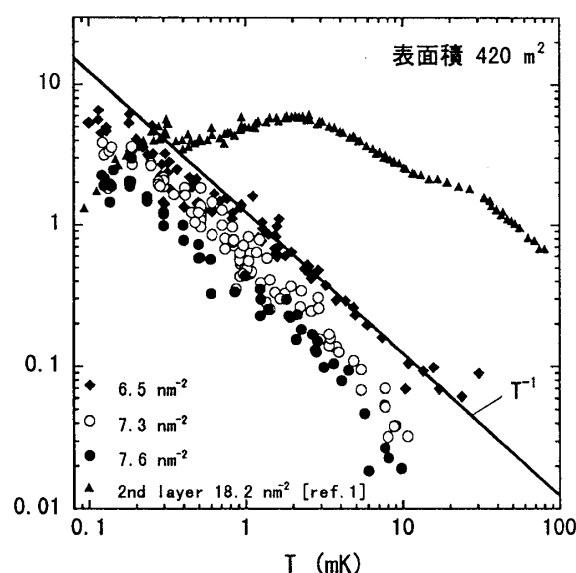
p-25

サブモノレイヤー³He 固相の磁気比熱筑波大物理 東大院理[△] 長谷 博史 森下 将史 福山 寛[△]

グラファイト上の吸着第1原子層、及び第2原子層の固体³Heは2次元性の非常に高い量子固体であることが知られている。この系の磁性は、核スピン1/2を持つ隣接原子同士が量子トンネル効果により直接位置交換することによって生ずる交換相互作用に由来するが、³He原子のハードコア斥力のために、3体以上の原子が循環的に位置交換することによる様々な多体の交換相互作用が重要となる。第2原子層では、面密度の増加とともに反強磁性相から強磁性相へ移行することが知られている。この第2原子層に対する90 μKから80 mKまでの広い温度範囲での比熱測定から、反強磁性相ではスピン配列や多体交換相互作用の競合に由来する強いフラストレーションにより“スピン液体”状態が実現していることを示唆する異常な比熱が観測された[1]。また、強磁性相では単純な2次元ハイゼンベルグ系へと移行してゆくことが観測され、この移行は異なる密度依存性をもつ種々の多体交換相互作用の競合によると考えられる。

2次元固体³Heにおける交換相互作用のミクロな機構についてさらに理解を深めるために、我々は吸着第1層（サブモノレイヤー）に注目し、比熱測定を行っている[2]。現在までに、グラファイト基盤に対して整合な $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ 相に対応する試料(6.4 nm²)から徐々に面密度(ρ)を増やして幾つかの試料について測定を行った。その代表的な結果を図に示す。0.1 mKから20 mKの広い温度範囲にわたり、比熱は温度にほぼ逆比例しており、通常の局在スピン系の高温域の比熱($C \propto T^{-2}$)と異なり異常である。同様の温度依存性は1層目に対して整合でほぼ同じ面密度を持つ、2層目の反強磁性相においても観測されており（図中▲印）、低面密度の整合固相であることを反映した何か共通のメカニズムが働いている可能性が高い。例えば様々な多体交換相互作用の競合や空格子点の影響などが考えられる。

一方、1層目の交換相互作用の大きさは2層目に比べ1/30ほどに小さくなっているが、1層目では基盤からの吸着ポテンシャルが強いために、基盤に垂直方向の運動が強く制限され、より2次元的なトンネル経路で交換しているためと考えられる。また、7.3 nm²より高面密度な領域では、全体的に比熱の大きさが小さくなってきており、高温側で温度依存性に変化が観測され、局在スピン系の $C \propto T^{-2}$ の比熱に近づいてきていると考えられる。



- [1] K. Ishida, M. Morishita, K. Yawata, and Hiroshi Fukuyama, Phys. Rev. Lett. 79, 3451 (1997).
 [2] M. Morishita, H. Nagatani, and Hiroshi Fukuyama, to be published in J. Low Temp. Phys. 113 (1998).

図. サブモノレイヤー固相 ($\rho = 6.5, 7.3, 7.6 \text{ nm}^{-2}$) 及び2層目の反強磁性固相 ($\rho = 18.2 \text{ nm}^{-2}$, ただし2層目のみの面密度は 6.8 nm^{-2}) の熱容量。