

2次元固体ヘリウム3

Two-dimensional Solid Helium-3

石本 英彦 先生
(東京大学名誉教授)

日時:平成22年10月6日(水)14:40~16:10
場所:研究棟7階 談話室(739)

ヘリウム3はクリーンで量子性の強い中性フェルミ系で、絶対零度でも液体のP波の超流動状態と固体の核秩序状態が共存している特異な物質である。固体状態においても原子の零点振動が大きく、量子力学的なトンネル効果による原子自身の位置交換が頻繁に起り、量子固体あるいは量子結晶と呼ばれている。このトンネル効果では、交換する原子はハードコアのために周りの原子を押しのける必要があり、生ずるヘリウム3核スピン($S=1/2$)間の交換相互作用では、3体、4体などのリング状多体交換(MSE)が大きな役割を演じている。さらに強磁性的な奇数体の交換と反強磁性的な偶数体の交換が競合しており、大きなフラストレーションが内在している。こうして、バルク固体ヘリウム3の磁性は、圧力と磁場により非常に複雑な様相を示し、磁性物理のなかで特異な位置を占めている。

2次元系では、どのようになるであろうか。この問題に対する我々の実験的な取り組みを紹介する。試料は、原子レベルで平坦なグラファイト基盤に物理吸着したヘリウム3で、理想的な2次元3角格子量子スピン系を形成する。一層目の2次元固体ヘリウム3に簡単に触れたのち、二層目の3角格子反強磁性相である4/7相について詳しく述べる。この4/7整合相はモット局在相と考えられ、その基底状態は比熱や帯磁率の測定から絶対零度でも長距離秩序のないギャップレスのスピン液体と考えられている。最近の我々の超低温・強磁場における磁化測定を含む測定結果を述べ、最近の理論による解釈を試みる。

石本先生は東京大学物性研究所において、超低温物性研究の最前線でご活躍されてこられました。絶対零度に近い環境で初めて見えてきた「スピン液体」は、物質が示す新しい状態と言えるものです。2次元固体ヘリウム3に限らず有機、無機磁性体でも研究され、物性物理学の分野で広く関心を集めています。最先端の研究に触れる良い機会ですので、奮ってご参加ください。なお、本セミナーは大学院講義「物質科学特論IIA」の一環として行われます。