

超流動 ^3He の境界と渦における新奇的な状態の探索と同定

高木 丈夫 / 福井大学 大学院工学研究科 教授

アドバルーンや、風船に入っているヘリウム (He) ガスは、絶対温度 4K まで液化せずに気体のままでいます。さらに、2K より低温では、ボーズ凝縮を起こして、超流動状態となります。この性質は質量数が 4 のボーズ粒子である ^4He のものです。このほか自然界には、質量数が 3 のフェルミ粒子である ^3He があります。これは、3mK 以下の低温でクーパー対 (粒子対) をつくってボーズ凝縮を起こします。もともとがフェルミ粒子ですから、クーパー対を作ってボゾン化してボーズ凝縮をするわけです。この辺の事情はフェルミ粒子である金属中の電子がクーパー対を作って超伝導になる事情とおなじです。

さて、この ^3He のクーパー対なのですが、角運動量を持つことが確定しています。特に超流動 A 相と呼ばれる相では、その角運動量が陽に現れる状態になっています。ところが、この角運動量が「観測に掛かるかどうか」が、超流動 ^3He が発見されて以来の未解決の問題となっています。角運動量を持っているといっても、分子レベルでコマのように回転をしているならば、(図 1) 容易に観測されるはずですが、運動相関する原子の距離が 10nm から 100nm の範囲に広がっていると、クーパー対どうしの干渉効果もあり、話は簡単ではありません。また、クーパー対の生成はフェルミ面近傍での粒子相関の変調で起こるわけですが、その効果がフェルミ面内部まで及ぶかどうか、という問題も同時に抱えているわけです。

これらの問題を解決する実験方法：超流動 ^3He -A 相を回転して A 相の折り目構造を変調して NMR 振動数の回転依存性を測定する、という方法を提案しました。現在、東大物性研で実験が続けられていますが、クーパー対の全モーメントが観測される、という状況が有力なようです。 ^3He の他にも、超伝導物質でもクーパー対の角運動量が陽に出現すると思われる物質が見つかっていますので、 ^3He と併せて、研究の発展が期待されます。



たかぎ・たけお

青森県藤崎町出身。
東北大理卒、名大理院修了、
現在福井大学工学部教授。
趣味：電子回路製作、ヘタなテニス、散歩、食べ歩き
近況：北陸は冬になって、外出には不向きの天気になりました。青空と太陽が恋しいです！



図 1：クーパー対の角運動量はコマのそれのように観測可能か？