

mK領域の固体 ^3He のNMR

楠 本 正

固体 ^3He は、粒子が大きな零点振動を持ち、量子固体と呼ばれている。この零点振動により、粒子間に量子力学的なトンネリングが生じている。また、固体 ^3He 中の空格子や微量の ^4He 粒子もそれぞれ熱浴と考えられる。我々は、Pulsed NMR法により、主に固体 ^3He のスピン-格子緩和時間 T_1 を測定することによって、ゼーマン系に注入したエネルギーが、どのような熱浴を通じて、どのような緩和機構で格子系に流れて行くかを研究している。

特に、 T_1 の不純物 ^4He 濃度 x 、並びに温度 T 依存性については、主にhcp相で、 $0.4\text{ K} < T < 2.0\text{ K}$ 、 $2 \times 10^{-5} < x < 1.47 \times 10^{-2}$ の範囲にわたって詳細に測定してきた。そして、実験的に、 ^4He が T_1 の緩和機構にどのような影響を与えているかを解明してきた。また、最近、熱接触をよくするために $22\text{ }\mu\text{m}$ の銅線を密に詰めたサンプルで、温度域を 20 mK まで低温側に広げて、bcc相の T_1 の測定を行っている。この最近の測定において今までと異なった振舞をする T_1 の温度領域を2つ見出した。 $0.1\text{ K} < T < 0.3\text{ K}$ の T_1 は温度に依存せず、磁化の回復は非指数関数である。ここでは、ゼーマン系よりトンネリング系へ流入したエネルギーが、拡散により壁(銅線)へ運ばれて緩和していくと考えられる。また、この拡散は、 ^3He 粒子のトンネリングによるものと考えられる。次に、 $T < 0.1\text{ K}$ の T_1 は、温度に、 $T_1 \propto T^{-n}$ ($n=2\sim 3$)の形で依存し、磁化の回復は、やはり非指数関数である。この領域での緩和機構については、現在、検討中であるが、固体 ^3He と銅線、もしくは、銅同士での界面熱抵抗によるエネルギーの流れのネックを見ているのではないかと思われる。特に、もし ^3He と銅との界面熱抵抗の情報が得られたら、それは、現在、製作中の核断熱消磁装置による 1 mK 以下の固体 ^3He の実験への1つの指針になるとと思われる。