

11. 基底一重項磁性体の核スピン冷却

更 谷 幸 人

絶縁体中核スピンの冷却あるいは核スピンの秩序生成は一般には極めて困難である。1 K 以下の極低温下における核スピン-格子緩和時間が長く磁場中等温磁化の条件が達成されないからである。A. Abragamらによる CaF_2 中の核スピン冷却の成功は dynamic polarization に続く回転系核断熱消磁という高度な技術を駆使したものである。本研究で用いる $\text{FeSiF}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ は基底一重項磁性体であり、 Fe^{2+} 電子系の基底準位と励起準位が交叉する磁場 ($H_c = 12\text{ T}$) で交叉緩和が働いて核スピン-格子緩和の時間 T_1 が極低温下でも短くなり容易に等温磁化ができ、技術的にも一段核断熱消磁という最も単純な方式によって核スピン系の冷却が達成されると期待される。

この物質は以前出口らによって調べられ、10 % 希釈結晶において零磁場外挿値で $30\text{ }\mu\text{K}$ を得ている。しかしながら、この結果は $H_c = 12\text{ T}$ で初期温度が期待の 10 mK より 2 桁高いことを示す。その原因の一つとして、結晶軸と磁場軸の不一致によるエネルギーレベルの anticrossing が考えられる。anticrossing のために交叉緩和が有効に働かず、 H_c での等温磁化が困難になっていると考えられる。

本研究では、サンプルセルを 3 本のパイプで吊り、室温部に設けられたマイクロメータヘッドを用いて、サンプルセルを高磁場、極低温下で傾ける機構を製作した。

結果は、試料を傾けることによって帯磁率のピークの大きさが変化する事を確認した。しかしながら、この変化は計算によって期待される大きさの変化よりは小さい。又磁場中試料軸設定後の核断熱消磁過程における核スピン系冷却温度は定常法低磁場 $^1\text{H NMR}$ によって観測を行い、従来見られなかったスペクトルを得た。