# 11. $Fe_xZn_{1-x}SiF_6 \cdot 6H_2O$ における核スピン冷却

出口博之

$FeSiF_6 \cdot 6H_2O$ 中の $Fe^{2+}$ イオンは，大きな結晶場異方性エネルギー $DS_z^2$ の下で電子スピンが基底1重項になっている。Z軸（結晶C軸）方向に磁場をかけると，基底1重項 $S_z = |0>$ 励起準位 $S_z = |-1>$ が強磁場 $H_c = D/g\mu_\beta$ において交差する。そこでは，電子スピンと核スピンの交叉緩和が生じ，極低温において，$^1H$, $^{19}F$ の核スピン・格子緩和時間 $T_1$ が著しい極小を示す。

一般に，絶縁体化合物中の核スピン系の $T_1$ は，極低温強磁場下で非常に長いので，核スピン系のエントロピー除去は，困難である。ところが $FeSiF_6 \cdot 6H_2O$ では，$H = H_c$ でそれが可能であり，かつ $H < H_c$ で $T_1$ が大きくなるので断熱消磁ができ，核スピン系を冷却できる。不純物磁性イオンによる消磁後の核スピン系への熱流入防止のため高純度の Zn イオンで希釈した $Fe_xZn_{1-x}SiF_6 \cdot 6H_2O$ の単結晶を用いて $H_c \simeq 120$ kOe において核スピン系初期温度 $T_i \simeq 10$ mK を達成すれば，断熱消磁により，零磁場で核スピン秩序を生成できると考える。

本実験の目的は，$H_c$ で核スピン系が試料熱浴と熱平衡になり，かつ消磁中，消磁後断熱条件が成立していることを確認することである。そこで，低磁場 $H_f = 0.8$ kOe まで消磁した後，$^1H$, $^{19}F$ のNMR から核スピン系温度 $T_f$ を測定した。

$Fe^{2+}$ 濃度 $x = 0.1$ の試料を用いて $H_c = 120$ kOe で試料熱浴温度 $T_i = 70$ mK から消磁し，$H_f$ において $T_f = 3$ mK という実験結果を得た。これは計算値 $T_i \cdot H_f / H_c = 0.5$ mK より6倍高い。

その要因は，磁場方向とZ軸のずれの角度 $\theta$ が大きいため，$H_c$ での交叉緩和が不充分であることによると考えている。

現在，$\theta$ を小さくする工夫を行ない，かつ $H_c$ 付近で $Fe^{2+}$ スピンの交流帯磁率を測定して，$\theta$ をチェックしながら核断熱消磁を行なう実験を計画している。