

screw spin系における音波減衰

立 木 昌 (阪大)

Tb, Dy, Ho, MnO₂, VF₂ はC-軸方向に進む screw spin 構造をもつことが知られている。screw の回転角は exchange energy を最小にするようにきまる。今, C-軸方向に stress を加えると exchange integral の値が変化し, この stress のもとで安定な screw 構造の回転角も変化する。そこで spin はC-軸のまわりに回転しエネルギーを格子系に放出して, この stress のもとで安定な screw 構造に緩和してゆく, 通常の強磁性体, 反強磁性体のスピン構造は exchange integral の少しの変化に対しては安定なのでこのようなことはおこらない, それ故, screw spin 構造をもつ磁性体では Neel 点以下で, 上に述べた機構からくる特有な音波減衰が期待される。この機構からくる音波減衰係数の計算をC-軸方向に進む縦波, 横波について行なった結果を次に示す。

$$\text{縦波: } Q_l = \frac{ns^2}{C_{33}} \frac{[\partial^2 J(q)/\partial p \partial \epsilon_{zz}]^2}{\partial^2 J(q)/\partial q^2} \frac{\tau^2 \omega^2}{1 + \tau^2 \omega^2}$$

$$\text{横波: } Q_t = \frac{ns^2}{2C_{44}} \frac{[\partial^3 J(q)/\partial q \partial \epsilon_{xz}^2]^2}{\partial^2 J(q)/\partial q^2} \frac{\tau \omega^2}{1 + 4\tau^2 \omega^2} U_t$$

ここに S は spin の大きさ, n は単位体積中の spin の数, C_{33}, C_{44} は elastic stiffness constant, q は screw の pitch を表す波数, $J(q)$ は exchange integral の Fourier 成分, $\epsilon_{zz}, \epsilon_{xz}$ は strain, ω は音波の角振動数, τ は q に対する緩和時間, U_t は横波のエネルギー密度である。横波に比較して縦波の方が spin 系との coupling が強いので減衰も大きい。又, 縦波の減衰係数は音波のエネルギーに依存しないか, 横波の減衰係数は音波のエネルギーに比例する。