

24. 遍歴電子反強磁性体 YMn_2 におけるフラストレーション

京大 工 志 賀 正 幸

ラーベス相 (C15) 金属間化合物 YMn_2 は遍歴電子反強磁性体であることが最近見出されたが、磁気モーメントを担う Mn は4面体構造をとり、反強磁性構造として、全ての最近接スピンを逆にする構造は許されずフラストレートした系である。そのため以下のような興味ある現象が見出されている。

(1) 長周期ヘリカル変調の出現。

この物質の磁気構造は初め通常の中性子回折により コリニアーな反強磁性体であるとされたが、この構造をよく見ると、最近接相互作用を考える限り、隣接する (100) 面に働く相互作用が強く反強磁性的にカップルする2面と、相互作用がキャンセルする2面が交互に並ぶ特異な構造であることがわかる (文献1参照)。従って、磁気的には互いに結合しない2次元的な反強磁性層からなる系とみなせ、3次元的な反強磁性構造は不安定でありより遠距離間の相互作用によりコリニアー構造が変形する可能性が考えられる。実際、最近グルノーブルにおいて長波長の中性子線による回折で約400Å周期のヘリカルモジュレーションが発見された。(1)

(2) 高濃度スピングラス相の出現。[$\text{Y}(\text{Mn}_{1-x}\text{Al}_x)_2$ 系]

YMn_2 中のMn原子は圧力を加えたり原子半径の小さい第3元素を置換することにより容易にその磁気モーメントを失う。一方、原子半径の大きい元素を置換すると磁気モーメントが安定化し局在モーメント的になる。MnをAlで置換するとこの系のスピンの揺らぎが局在モーメント型に変化し、わずか5%の置換で長距離反強磁性秩序が消失しスピングラスとなる。(2) このように、わずかな不純物の添加で長距離秩序が消失するのもフラストレートした系の特徴と考えられる。(3)

(3) 量子スピン液体? $\text{Y}_{0.97}\text{Sc}_{0.03}\text{Mn}_2$

Yを原子半径の小さいScで置換すると約2%の置換でMnはモーメントを失い非磁性となる。このことは、低温(70mK)でもNMRスペクトルがシャープな常磁性的吸収線を示すことから確かめられている。この物質の電子比熱係数は 140mJ/molK^2 と3d系としては異常に大きく重いフェルミオン物質とみなせる。最近この系の偏極中性子による常磁性散乱の測定を行った結果低温(8K)においても $1.5\mu_B$ 以上の振幅で強い反強磁性的相関を示すスピンの揺らぎが存在することが分かった(4)。この揺らぎは基底状態における揺らぎで量子揺らぎと考えるべきであろう。そのメカニズム等はこれから明らかにする必要があるが、強い反強磁性的相互作用があるにもかかわらず、フラストレーションにより反強磁性の出現が押さえられているためではないかと考えている。

(1) R.Ballou, J.Deportes, R.Lemaire, Y.Nakamura and B.Auladdiaf: J.Magn.Magn. Mater. 70(1987)129.

(2) M.Shiga, H.Wada, H.Nakamura, K.Yoshimura and Y.Nakamura; J.Phys. F 17(1987) 1781.

(3) F.Matsubara; J.Phys.Soc.Jpn. 54(1985)1677.

(4) M.Shiga, Y.Nakamura, H.Wada, J.Deportes, B.Ouladdiaf and K.R.A.Ziebeck; in preparation.