

5. 2次元 Heisenberg 強磁性体の希釈系

 $K_2Cu_xZn_{1-x}F_4$ の Spin Dynamics

横 尾 芳 篤

最近、磁性体の相転移現象と Percolation limit 近傍における Random Spin 系の挙動に関心が持たれており、比熱、帯磁率、E.P.R 等による研究がさかんに行なわれている。

この幾何学的な問題である Percolation limit を2次元正方格子を例に取り簡単に説明しておく。

一般に2次元正方格子の格子点をランダムに取り去ってゆくと、ある濃度 X_p で最近接格子間の連なりの Path が端から端まで1次元的な連なりとなる。この濃度は“1st nearest neighbor の percolation limit”と呼ばれ正方格子の場合 $X_p = 0.59$ となっている。又、この連なりの Path を最近接格子に限らず対角方向にも拡大した場合、同様の現象は $X_p = 0.41$ で起きており、これを“2nd nearest neighbor の percolation limit”といわれている。

この Percolation 問題を典型的な2次元正方格子をなす強磁性体 K_2CuF_4 を非磁性イオン Zn^{2+} で希釈した系に適用したものから色々な興味ある結果が報告されている。その1つとして、この系は $X = 0.59$ で帯磁率の測定結果から求められた転移点 T_c は1次元 Heisenberg 強磁性体の理論的結果と比較的うまく一致している。しかし、帯磁率から求められた T_c は 2nd n.n.p.l. $X = 0.41$ 付近まで確認されており、2nd. nearest neighbor の格子からの相互作用も考えなければならない様だ。

以前我々の研究室の発表した室温におけるE.P.R.の線巾及び g -value, その他の測定結果からも $X = 0.59$ よりむしろ $X = 0.41$ 付近で大きな変化が見られた。

これらの事実に基づき、さらに詳しい系の Spin Dynamics を解明する目的で $X = 0.59$, $X = 0.4$ 近くを含めた数点の Cu 濃度について低温領域におけるE.P.R.の吸収スペクトルの線巾の増加傾向やその角度変化、サテライトの強度を測定した。その結果以下に述べる様な結論が得られた。

1) Main-line の低温領域での増加傾向や $\theta = 0^\circ$ と $\theta = 90^\circ$ の線巾の比は 1st n.n.p.l. $X = 0.59$ まで一定の値となっており、それ以下 $X = 0.41$ に近づくに従い低下してゆく傾向にあった。これは Spin Dynamics の立場から $X = 1.0$ から $X = 0.59$ までほぼ有効次元数に変化はないものと考えられる。

2) Cu 濃度が $X < 0.4$ になると吸収スペクトルが9本に分裂するという現象が現われ、それ

までの濃度の系とは全く様相を異にしていた。これと同じ様に吸収スペクトルが分裂するという報告が反強磁性体の希釈系についてされているが、現われる濃度、温度領域があまりにもちがいが過ぎているため、これらの強磁性体と反強磁性体の希釈系に対する Percolation effect にちがいがあろう。

そして、この希釈 $K_2Cu_xZn_{1-x}F_4$ は室温における E.P.R. や T_c の測定結果から予測される通り $X=0.59$ より $X=0.4$ を境いにして磁氣的に大きく変化していると結論出来そうだ。

6. 低次元ハイゼンベルグ磁性系における spin diffusion による EPR 吸収線の歪

小 花 芳 樹

$T \gg T_c$, T_N なる温度領域において、常磁性共鳴吸収 (EPR) の吸収曲線は、主にスピン緩和現象により特徴付けられる。

交換相互作用が 3 次元的につながった 3 次元ハイゼンベルグ磁性系では、スピン相関は短時間で消失し (rapid decay), 観測される吸収線は一般に共鳴点に関し対称な Lorentzian となる。又、理論的解釈において EPR 吸収線は緩和関数のフーリエ変換として与えられ、これに線型応答理論に基づいた久保一富田理論より導出された緩和関数を用いる事で、3 次元磁性系 EPR 吸収線を説明する事が出来た。従って、以上より 3 次元磁性系 EPR は線型現象としてみなしえるといえた。

一方、交換相互作用が 1 次元及び 2 次元的につながった低次元磁性系では、スピン相関は長時間持続 (long time tail) を示すので、3 次元磁性系 EPR では観られなかった様々な振る舞いが観測される。特に副吸収線 ($2\omega_0$ line) に対して、久保一富田理論を適用出来ない事が指摘されている。さらに我々の研究室において L.T.T. 効果の強まった 1 次元磁性体 TMMC で久保一富田理論では説明のつかない共鳴点シフトが観測され、低次元磁性系 EPR を線型現象とみなす事への疑問が生じてきた。

そこで本論文では低次元磁性系 EPR における吸収線はもはや 3 次元磁性系で用いられる緩和関数の単なるフーリエ変換では表わす事が出来なくなり、その為吸収線が共鳴点に関し非対称となるいわゆる“線型の歪み”やその結果生ずる共鳴点シフトといった非線型効果の現われる可能性を現象論的に示し、さらにこの非線型効果に注目し 1 次元磁性体 TMMC, 1 次元希釈系 TMMC : Cu 4.5 %, 2 次元磁性体 K_2MnF_4 について測定を行なった。