

36. ランダム磁場効果 (実験)

お茶の水大理 池田宏信

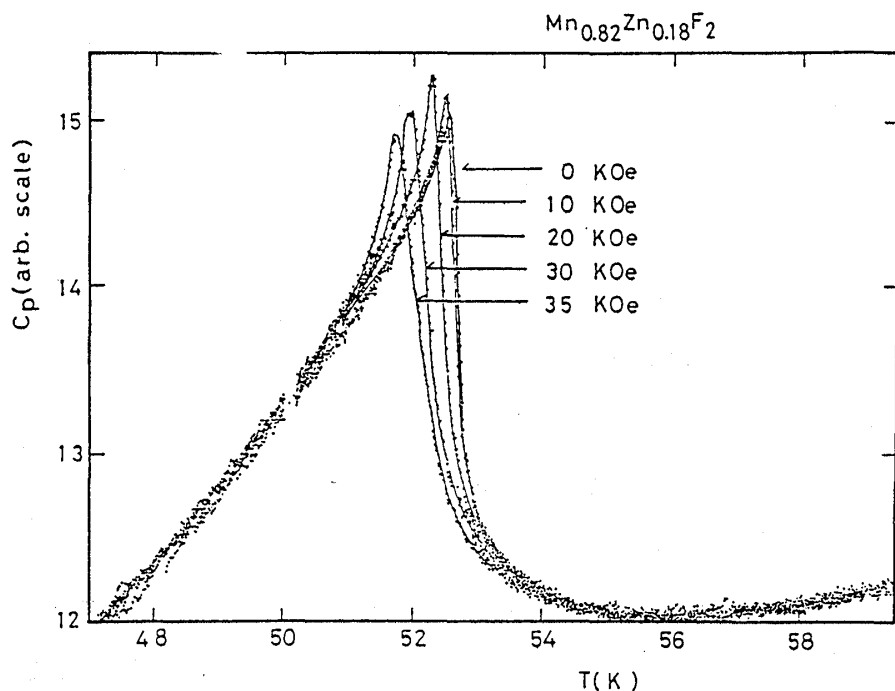
ランダム磁場効果の実験の現状のレビューと、それら実験結果を統一的に解釈するわれわれの見解について報告した。

ランダム磁場効果の実験は静磁場中の希釈反強磁性体 $\text{Rb}_2\text{Co}_x\text{Mg}_{1-x}\text{F}_4$, $\text{Fe}_x\text{Zn}_{1-x}\text{F}_2$, $\text{Mn}_x\text{Zn}_{1-x}\text{F}_2$, $\text{Co}_x\text{Zn}_{1-x}\text{F}_2$, $\text{Fe}_x\text{Mg}_{1-x}\text{Cl}_2$ を用いて、主として中性子散乱、比熱、磁化測定によって精力的な研究が進められてきた。しかし、3次元磁性体の実験結果の解釈については問題点が多く、統一的な見解を得るための努力が続けられている。中性子弾性散乱実験が示すところによると、低温かつ磁場中の秩序の形態は試料の履歴によって異なり、系を磁場中冷却 (FC) した状態では micro-domain が、また、系を零磁場冷却したのち低温で磁場をかけた (ZFC) 状態では長距離秩序が観測される。さらに、これらの状態が観測できるタイムスケールでは緩和現象を示さないために、いずれの状態が平衡状態であるかを判定できない。つまり、3次元ランダム磁場 Ising 系が相転移を示すのか ($d_1 < 3$)、あるいは、相転移が破壊されているのか ($d_1 \geq 3$) が決定されない。

このため、必然的に他の情報が必要となるが、われわれの研究室で行ってきた $\text{Rb}_2\text{Co}_x\text{Mg}_{1-x}\text{F}_4$, $\text{Mn}_x\text{Zn}_{1-x}\text{F}_2$ についての比熱、磁化の測定を通して、他のグループによって行われた種々の実験結果をも統一的に理解するための見解を得たのでそれについても紹介した。つまり、希釈反強磁性体に一樣磁場をかけると、ランダム磁場のみならずスタガード磁場 (スタガード磁化) が誘引されることが重要な点である。反強磁性体にかかるスタガード磁場は相転移を破壊するが、これとランダム磁場が共存することが問題の解釈を難しくしてきたものと考えられる。スタガード磁化が誘引されることは磁化測定に直接反映されている。静磁化率が、反強磁性体であるにもかかわらず、 T_N で発散する現象は $\text{Rb}_2\text{Co}_x\text{Mg}_{1-x}\text{F}_4$, $\text{Mn}_x\text{Zn}_{1-x}\text{F}_2$ ですでに見出されて

いる。さらに、このスタガード磁化の大きさは磁性イオン濃度の減少とともに増大し $c = 0.5$ で最大値をとるが、 T_H で発散する磁化率の振幅の濃度依存性の観測もこれを支持している。

比熱の実験は $\text{Fe}_{1-c}\text{Zn}_c\text{F}_2$ (Santa Barbara グループ)、 $\text{Fe}_{1-c}\text{Mg}_c\text{Cl}_2$ (Wong ら)、 $\text{Mn}_{1-c}\text{Zn}_c\text{F}_2$ (Ikeda ら) についておこなわれてきた。これらの実験結果も、3次元系の相転移を保持するランダム磁場と、磁場で誘引されたスタガード磁場の重畳効果として説明できる。一例として、 $\text{Mn}_{0.82}\text{Zn}_{0.18}\text{F}_2$ の実験結果を図に示した。磁場は c



軸方向にかけているが、零磁場中での λ 型異常が磁場の増大とともに ($H \leq 20 \text{ kOe}$) 対称的に、かつ、鋭い異常を示すようになる。また、異常比熱の振幅も増大しており、磁場中での 2 次相転移の存在を示している。この結果は Santa Barbara グループの $\text{Fe}_{0.6}\text{Zn}_{0.4}\text{F}_2$ とコンシステントである。ところが、さらに磁場を増やすと ($H > 30 \text{ Oe}$) ピークは明らかに rounding を示していて、高磁場中では相転移はこわれることを示す。この奇妙な磁場依存性は、上記 2 つの競合する磁場が誘引された結果であろう。

希釈反強磁性体の静磁場中での相転移現象の観測結果（中性子臨界散乱、比熱、磁化）を説明する上記の議論から、ランダム磁場中の d_1 は $d_1 < 3$ を満たすであろう、というのがわれわれの見解である。（詳しい議論は近く発表の予定である：I k e d a、S a n o a n d W o n g）