

リ・エントラントスピングラスの最近の問題点

東北大・理 石 川 義 和

本講演の目的は、最近のリ・エントラントスピングラスの研究についてその実験結果（特に中性子散乱）を整理して紹介すると共に、その問題点を指摘する事にある。リ・エントラントスピングラスは、 T_c 以下で出現した強磁性が低温で再び消失し、自発磁化のない状態になる現象を指す。この状態は、最初 Mydosh 等によって $(\text{Pd}_{0.9965}\text{Fe}_{0.035})_{1-X}\text{Mn}_X$ に見出され、これが Sherrington-Kirkpatrick の分子場理論による磁気相図を実証したと考えられたところから多くの研究者の興味を引くようになった。現在では無秩序合金 $\text{Fe}_{1-X}\text{Cr}_X$, $\text{Fe}_X\text{Al}_{1-X}$, 非晶質合金 $(\text{Fe}_{68}\text{Mn}_{32})_{75}\text{P}_{16}\text{B}_6\text{Al}_3$, $(\text{Fe}_{0.2}\text{Ni}_{0.8})_{75}\text{P}_{16}\text{B}_6\text{Al}_3$, 絶縁体化合物 $\text{Eu}_{1-X}\text{Sr}_X\text{S}$, 絶縁体酸化物 $(\text{FeTiO}_3)_X-(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{1-X}$ 等に共通に見出され、強磁性発生の臨界浸透組成近傍で強磁性寄りの組成を持つ物質の持つ共通の性質と考えられて来ている。

リ・エントラントスピングラスでは現象的には低温で強磁性状態が不安定となり、多磁区状態が実現するが、その多磁区状態が安定となる原因については現在まだ解明されていないと言って良いであろう。1つの有力な説は強磁性の多磁区状態への分割を、強磁性ネットワークからはずれた、クラスタースピンの生ずる無秩序磁場によるとする考えである。この説は主として BNL グループによって提唱されたもので、中性子小角散乱強度 $I(q)$ が低温でローレンツ 2 乗則に従う波数変化をする事 ($I(q) \propto 1/(\kappa^2 + q^2)^2$), 強磁性状態のスピン波常数 D が低温で消失する事によって強磁性から多磁区状態への転移が起る事等を良く説明する。一方最近の詳細な測定によれば、リエントラントスピングラスには 3 種の転移があるのがわかって来た。

第 1 は強磁性転移温度 T_c で、その下に強磁性成分に対する横成分が無秩序に配列する温度 T_{GT} があり、更に温度が下ると大きなヒステリシスが出現する温度 T_{AT} がある。この T_{GT} と T_{AT} の存在は、先に述べた S-K 理論をハイゼンベルグ系に拡張した Gabay-Toulouse の理論でうまく説明出来るので GT 理論の信憑性を高めたが、実測される T_{GT} がこの理論で予測される温度より遙かに高いのが問題である。このリエントラントスピングラスの原因は無秩序系の磁性の面白い今後の研究テーマと考えて良いのであろう。なお詳しくは筆者による解説* に記述されている。

* 石川義和, 固体物理 20 (1985), 229. “濃度ランダム系のスピングラス”