

図 6

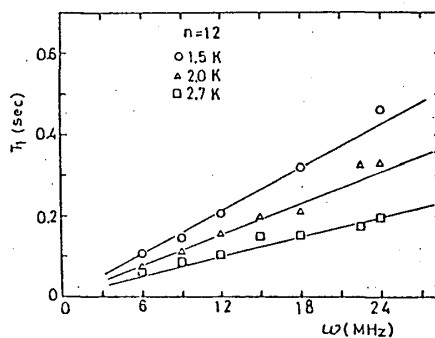


図 7

5. イジング・リエントラントスピングラス： Fe_xTiS_2

佐藤 哲也

近年、スピングラス研究の分野において、最も興味を持たれている事柄の一つに、リエントラントスピングラス転移と呼ばれる以下のような現象がある。一般に、スピングラスとなる物質においては磁性原子の濃度が大きくなると、ある濃度 x_T を境にスピングラスから強磁性へと変化する。このとき、 x_T よりも濃度が少し大きい領域においては、温度が低下するにしたがって常磁性→強磁性→スピングラスと転移する。普通の相転移の場合と異なり、低温側に無秩序状態が現れる点が特に注目される。また、このスピングラス相は単純なスピングラス状態ではなく、強磁性相との共存相であることが知られている。リエントラントスピングラスは、理論的にその存在が予測され、²⁾ また実験的な検証も数多く成されている。

遷移金属ダイカルコゲナイト TiS_2 は、同一平面内に六方格子を組んだ Ti 層を、同様に六方格子にならんだ S 層が上下に挟んだ、S-Ti-S 層からなる CdI_2 型結晶構造を持つ。これらの単位層どうしは弱い Van der Waals 力によって結ばれ c 軸方向に積み重なっている。この弱い Van der Waals gap に Fe が入り込んだ(インターカレート)ものが Fe_xTiS_2 である。 $x=1/4, 1/3, 1/2$ のときには超格子構造を成すが、その他の場合、Fe を任意の濃度でランダムにインターカレートさせることができる。

TiS₂ は非磁性物質であるが、磁性原子である Fe がインターカレートすると、その濃度 x に応じて様々な興味深い磁性を示す。Fe _{x} TiS₂ は c 軸方向を容易軸とする極めて強い異方性を持つイジング磁性体である。Yoshioka は $x \leq 0.42$ における磁性の概観を研究し、低濃度領域でスピングラス、高濃度領域で強磁性と報告している。¹⁾ Yoshioka によって求められた Fe _{x} TiS₂ の磁氣的相図¹⁾ は、リエントラント転移が確かめられている物質の磁氣的相図³⁾ と似通っており Fe _{x} TiS₂ においてもリエントラント転移の存在が予想される。そこで、本研究は Fe _{x} TiS₂ におけるリエントラント転移の存否を調べることを主な目的とした。

磁気天秤法により、磁化の静的及び動的測定を行った。静的な測定からは、何らかの凍結現象を示唆する様な結果は一切得られなかった。次に、動的測定は以下の様に行った。試料 ($x = 0.37$) を T_c 以上の高温から T_c 以下まで零磁場中で冷却した後、一旦 55 KOe の磁場をかけ再び零磁場に戻ったところから、磁化の時間変化を測定した。その変化量は最大でも残留磁化の 1% 程度である。このデータを、横軸 - $\log t$ 、縦軸 - $\log M$ 、でプロットしたのが図 1 である。27.5 K までは非常に良く直線に乗っているが、それ以上の温度になると突然緩和が速くなり直線から外れてしまう。つまり $T \leq 27.5$ K においては

$$M(t) = M_0 t^{-\alpha}$$

というべき乗則でフィットできることがわかる。一方、 $30 \text{ K} \leq T$ のデータは stretched exponential と呼ばれる以下の関数でフィットできることがわかった。

$$M(t) = M_0 \exp[-(t/\tau_0)^{1-n}] \quad 0 < n < 1$$

n が小さいほど緩和は速い。またべき乗則に従うデータをこの式にフィットすると $n = 1$ に相当する。こうして求めた n の温度変化は図 2 の様になる。28 K 付近で何らかの転移が起こりこれより高温では緩和が速くなっていることがわかる。このゆっくりとした緩和がスピングラスによるもの、速い緩和が強磁性によるもの（強磁性よりもスピングラスのほうがスピンの動きにくいと思われる）と考えられる。すなわち 28 K 付近でリエントラント転移が起きていると見られる。 $x = 0.20$ の試料（スピングラス）では $n = 1$ 、 $x = 0.42$ の試料（強磁性）では $n = 0.7$ と求められ、上の考えが裏付けられた。磁化の静的測定からはリエントラント転移温度以下においても自発磁化が観測された。つまり、リエントラント相において、スピングラスと強磁性とが共存していると考えられる。これは、イジングスピン系に関して理論の予測す

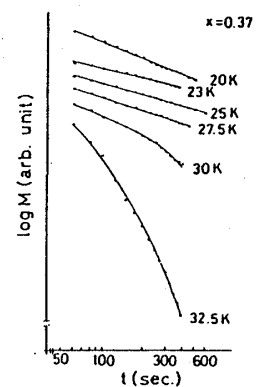


図 1

るところと一致する。このリエントラント相における緩和現象は、スピングラス成分が主役となっていることをデータは示唆している。また、 $x = 0.38$ の試料においては、同様の現象が 21 K 付近において観測された。こうして求められたのが、図 3 の相図である。

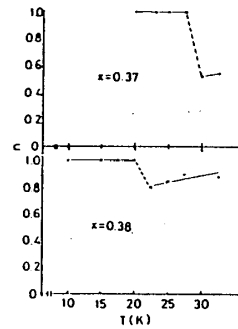


図 2

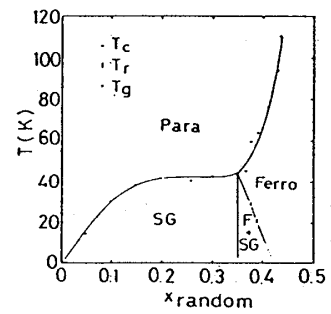


図 3

リエントラント転移が実験的に確かめられた例はいくつか報告されているが、そのほとんどは異方性のないハイゼンベルグスピン系におけるものである。よって本研究は、イジングスピン系においてリエントラントスピングラス転移が確かめられた数少ない一例となるものである。

References

- 1) 吉岡俊博, 修士論文, 1985
- 2) D. Sherrington and S. Kirkpatrick: Phys. Rev. Lett. 35 (1975) 1792.
- 3) H. Maletta, J. Appl. Phys. 53 (1982) 2185.

6. Pt 微粒子表面に吸着した ^4He の超流動

白 浜 圭 也

§ 1. 序論

超流動と BOSE 凝縮とがどのように関係するかという、古くて新しい問題への実験的試みとして、平面や狭いトンネル内のような制限された空間— RESTRICTED GEOMETRY—における ^4He の研究が注目されている。その代表例として、Reppy らによる、多孔質バイコールガラス中の微小細孔 (平均径 60Å) に吸着した ^4He 薄膜の研究がある。この細孔は 3 次元のつながりをもつため、細孔壁に吸着した ^4He 薄膜は 3 次元の超流動をおこすことが実験的に確かめられた。

我々は、彼らの研究からさらに進んで、次のように考える。微粒子を充填した基盤に吸着した ^4He は、粒子径が小さいときはバイコール中 ^4He と同様に 3 次元の超流動を示すと考えら