

修士論文アブストラクト (1984年度)

○北海道大学理学部物理学教室

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. スピングラスの臨界現象 | 谷口年史 |
| 2. ゼオライト中吸着ヘリウムの量子流体 | 加藤英幸 |
| 3. Fe_xTiS_2 の磁性 | 吉岡俊博 |
| 4. $\text{NH}_4\text{Br}_{0.23}\text{Cl}_{0.77}$, NH_4Cl , NH_4Br の3次弾性定数 | 上西理玄 |

1. スピングラスの臨界現象

谷口年史

序論

交流帯磁率に相転移を示唆するような鋭いカuspが現われながら比熱に何の異常も伴わないスピングラス転移が新しいタイプの相転移ではないかと注目を集め多くの研究がなされてきた。それにもかかわらず現在まで“相転移”か否かの間に完全に答えることができない理由は、実験的に非線型帯磁率から求めた臨界指数が、試料によって大きく異なっていることにあると思われる。Edwards, Anderson¹⁾はスピングラス相でスピンのランダムな方向に凍結すると考え、オーダーパラメータ $q = \langle S_i^2 \rangle_T$ を導入した。($\langle \dots \rangle_T$: 熱平均, $\langle \dots \rangle_c$: 空間平均) この理論を基に Suzuki²⁾は二次相転移に関する Landau の理論をスピングラス転移に拡張し、磁化 M を磁場 H で展開したときの非線型項がスピングラス転移温度 T_g で負に発散することを示した。実験的にも交流帯磁率³⁾, 磁化測定⁴⁾からこのことが支持された。しかし上述したように非線型帯磁率から求められた臨界指数は試料によって大きく異なる。我々はこのこと解明するために AuFe 合金で濃度の異なる二つの試料について、線型帯磁率 χ_0 , 非線型帯磁率 χ_2, χ_4 の測定を行なったので報告する。

実験結果

AuFe (1.5 at % Fe) の χ_0 は $T > T_g$ で良く Curie-Weiss 則に一致し, χ_2 は $T = T_g$ で鋭く発散し, $\chi_2 \sim \epsilon^{-\gamma_s}$ ($\epsilon = (T - T_g)/T_g$) とすると, $\gamma_s = 1.1 \pm 0.2$ と求まった。他の臨界指数も, χ_2

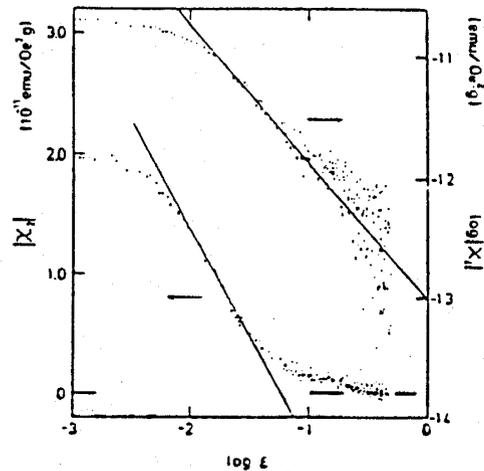
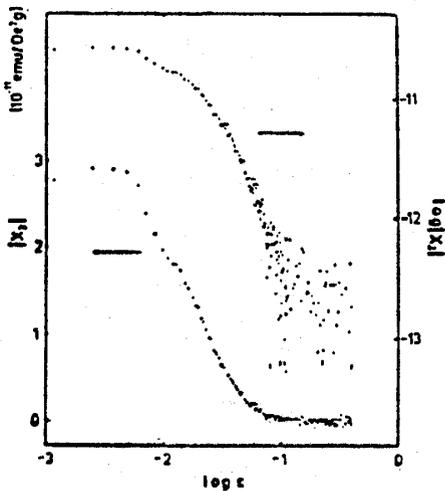
の交流振幅 h_0 依存性から $\delta = 2.0 \pm 0.2$, また χ_4 の測定から $\beta \sim 0.9$ となり, これらの値は $\beta\delta = r_s + \beta$ の関係式 (スケーリング関係式) を満たしている。

考 察

臨界指数の値の変化を調べるために我々はさらに AuFe (2.09 at% Fe) の測定を行なった。
 χ_0 はやはり $T = T_g$ で鋭いカuspを示すが, T_g よりかなり高温で Curie-Weiss 則からずれ始める。
 また χ_2 の測定から $r_s = 0$ (対数的発散) となり同じ AuFe 合金でも r_s の値が異なる。これは short range order によりクラスターが生じその影響と考えられる。

磁化測定から得られた臨界指数は GdAl, CuMn, などで $r_s \sim 3.5$ と報告されている。これは我々が求めた値, 分子場理論から予想される値とは大きく異なっている。しかし, これらの測定は T_g よりかなり高温 ($0.1 < \epsilon < 3$) で行なわれている。今回我々が行なった測定でも, AuFe (2.09 at% Fe) では対数的に発散していると思われる領域の高温側で $\log |\chi_2| - \log \epsilon$ プロットの傾きが大きくなる傾向がある。以上の議論から非線型帯磁率で見たスピングラス転移は相転移の可能性を強く示している。

AuFe (2.09 at % Fe)



AuFe (1.5 at % Fe)

参考文献

- 1) S. F. Edwards and P. W. Anderson, J. Phys. F5 (1975) 965
- 2) M. Suzuki, Prog. Theor. Phys. 58 (1977) 1151
- 3) Y. Miyako, S. Chikazawa, T. Saito and Y. G. Youchunas, J. Phys. Soc. Jpn. 46 (1979) 1951
- 4) B. Barbara, A. P. Malozemoff and Y. Imry, Phys. Rev. Lett 47 (1981) 1852
P. Monod and H. Bouchiat, J. de Phys. Lett 43 (1982) 45
R. Omari, J. J. Prejean and J. Souletie, J. de Phys. 44 (1983) 1069

2. ゼオライト中吸着ヘリウムの量子流体

加藤 英 幸

restricted geometry 中吸着 He 系の研究には、様々な固体表面を substrate に使用した実験がある。均質な 2 次元平面を提供する graphite のへき開面に吸着した ^4He 薄膜では、K-T 転移の一例として知られる 2 次元超流動の起こることが確かめられており、porous Vycor glass の微小細孔中吸着 ^4He 系では、超流動転移を伴う 3 次元的 Bose gas の凝縮が発見されている。そこで、さらに制約の大きな吸着空間と考えられる Zeolite 結晶中の原子サイズの空孔に吸着した ^3He , ^4He 系においては、いかなる量子凝縮相が見られるかを比熱測定により調べた。

使用した Zeolite は構造の異なる L Zeolite と Y Zeolite である。L Zeolite は、13 Å 径の cage が 7.1 Å 径の aperture によって 1 次元的に結ばれたトンネル状の空孔を持つ。一方、Y Zeolite は 13 Å 径の cage が 8 Å の aperture によって結ばれたダイヤモンド構造の空孔を持つ。L 型としては空孔内に K^+ イオンの存在する K-L Zeolite ($\text{K}_9 [(\text{AlO}_2)_9 (\text{SiO}_2)_{27}]$) を、Y 型としては Na^+ , H^+ イオンをそれぞれ持つ Na-Y Zeolite ($\text{Na}_{56} [(\text{AlO}_2)_{56} (\text{SiO}_2)_{136}]$), H-Y Zeolite ($\text{H}_{56} [(\text{AlO}_2)_{56} (\text{SiO}_2)_{136}]$) とカチオンの殆ど存在しない Silicalite ($\text{Na}_{3.5} [(\text{AlO}_2)_{3.5} (\text{SiO}_2)_{188.5}]$) を用いた。比熱測定は、これらの Zeolite に吸着した ^3He , ^4He に対し様々な吸着量で 0.1 K ~ 10 K の温度範囲で行なわれた。

Na-Y Zeolite 中吸着 ^3He , ^4He の比熱測定の結果、いずれの吸着量でも、数 K 以上では、比熱は温度に対して単調に増大し、熱容量のもっとも大きくなる吸着量では温度に比例することが分った。これは Andreev の指摘する零点振動の大きな semiquantum liquid 示す特徴的な比熱と考えている。数 K 以下の低温では、吸着量に対する 3 つの異なる領域が存在し、Low co-