

References

- 1) T. Miyazaki, Y. Ando and M. Takahashi: J. Magn. Magn. Mater. **60** (1986) 219, 227.
- 2) T. Miyazaki, Y. Ando and M. Takahashi: Phys. Rev. **B34** (1986) 6334.
- 3) T. Miyazaki, Yang Xingbo, K. Takakura and M. Takahashi: J. Magn. Magn. Mater. **60** (1986) 211.
- 4) A. Z. Menshikov, N. N. Kuzmin, Yu. A. Dorofeev, V. A. Kazantsev and S. K. Sidorov: J. Magn. Magn. Mater. **20** (1980) 134.
- 5) B. Window: J. Phys. **E4** (1971) 401.
- 6) J. Hesse and A. Rubartsch: J. Phys. **E7** (1974) 526.
- 7) J. Lauer and W. Keune: Phys. Rev. Lett. **48** (1982) 1850.
- 8) G. Dublon, M. P. Dariel and U. Atzmony: Phys. Lett. **51A** (1975) 262.
- 9) H. W. de Wijn, A. M. Van Diepen and K. H. J. Buschow: Phys. Rev. **B7** (1973) 524.

リエントラントスピングラス Ni Mn の NMR

高知大・理 山形英樹, 松村政博

濃度比 3 : 1 近傍の Ni Mn 合金は、磁氣的に奇妙な振舞いをする事が以前からわかっていた¹⁾。最近、 $\text{Ni}_{0.784}\text{Mn}_{0.216}$ の合金で中性子非弾性散乱と交流帯磁率の測定が行われ、この系が低温で強磁性からスピングラス (SG) 相へ転移することが解った²⁾。

一方、この合金系の NMR は既に行われ、次の事が解っている³⁾。 ^{55}Mn の NMR スペクトルはそれぞれ 320 ~ 370 MHz (Sig. I), 200 ~ 320 MHz (Sig. II), 130 ~ 200 MHz (Sig. III) の 3 つのグループにわけられる。Sig. I, III, II はそれぞれ孤立した Mn 原子、平均の磁気モーメントと反平行な磁気モーメントをもつ Mn 原子、この反平行磁気モーメントを囲む Mn 原子からの信号である。また、これら 3 種の Mn 原子は大きさの異なる磁気モーメント ($\mu_{\text{I}} = 3\mu_{\text{B}}$, $\mu_{\text{II}} = 2.5\mu_{\text{B}}$, $\mu_{\text{III}} = -1.8\mu_{\text{B}}$) を持っている。

そこで、この合金系のリエントラントスピングラス (RSG) 状態はいかなる状態かを明らか

にする目的で、各信号ごとに平均の内部磁場 $\bar{H}_i$ ($i = \text{I}, \text{II}, \text{III}$) と核スピン・格子緩和時間 T_1 の温度変化を零磁場下で、スピンエコー法により測定した。 $\bar{H}_i$ は各スペクトルの重心をとる事により、また、 T_1 はエコーディケータタイム T_2 により決めた。エコーディケータが折れ曲るため、便宜上強度が e^{-1} になる時間をもって T_2 とした。

Mn 濃度 12.5 % 以上の合金は低温で SG 状態にあると考えられる。そこで SG 状態と強磁性との比較のため、10 % と 15 % Mn の試料を選んで測定した。

図 1 と 2 にその結果を示す。

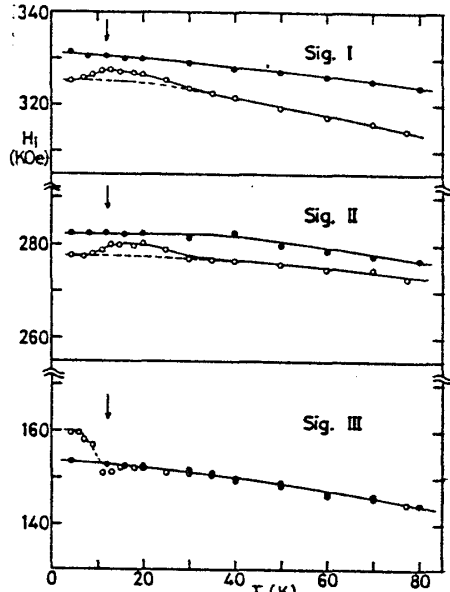


図 1 ^{55}Mn の各信号 I, II, III から求めた平均の内部磁場 $\bar{H}_\text{I}$, $\bar{H}_\text{II}$, $\bar{H}_\text{III}$ の温度変化。
白丸は 15 %, 黒丸は 10 % Mn 合金。

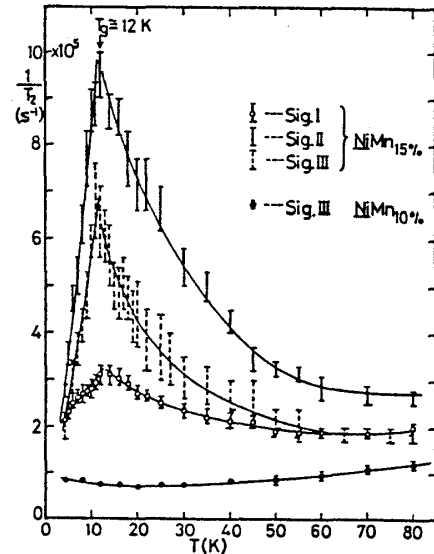


図 2 各信号位置での ^{55}Mn の T_2^{-1} の温度変化。

図 1 に示すように、15 % Mn では $\bar{H}_\text{III}$ は 12 K 付近で急激に増大し、 $\bar{H}_\text{I}$ と $\bar{H}_\text{II}$ は 15 K にピークを持つ。この $\bar{H}_\text{I}$ と $\bar{H}_\text{II}$ の振舞いは次のように解釈される。Sig. I と II では T_2 の温度変化に周波数依存があり、各スペクトルの低周波側は高周波側に比べ、12 K 近傍でより急激に短くなって、受信系の不感時間のため見えなくなる。そのため、この付近では高周波側の信号が見掛上多くなり、 $\bar{H}_\text{I}$, $\bar{H}_\text{II}$ は増大したかのように見える。それゆえ、エコーディケータの効果を除いたスペクトルが得られれば、図 1 の点線にそった変化をするであろう。Sig. III では周波数依存がない事から $\bar{H}_\text{III}$ の変化は本質的なものといえる。

一方、図 2 に示すとおり、 T_2^{-1} はどの信号も同じ温度 12 K で最大になる。一般に T_2 には 2 種類の寄与がある。1 つは核スピン間の相互作用によるもので、これは温度に依存しない。もう 1 つは核スピン・格子緩和からの寄与で、これは温度に依存する。だから図 2 は T_1^{-1} の温度依存を表わしていると考えられる。

10 % Mn 合金では、図 1, 2 に示すとおり、 $\bar{H}_i$, T_1^{-1} とともに 4.2 K まで特に大きな変化は

見られない。さらに、10%と15%Mnについて交流帯磁率 χ_{AC} を測定したところ、15%Mnでは χ_{AC} が低温で減少し、12Kに変曲点が見られる。しかし、10%Mnではこのような事はなかった。

この事から図1,2に示した15%Mn合金で見出される現象は、RSG転移に伴って現れる現象であるといえる。

平均の内部磁場が急激に増す現象はAuFe⁴⁾やCrFe⁵⁾合金でも見出され、磁気モーメントの横成分の凍結に伴う現象であると解釈されている⁴⁾。一方、核磁気緩和率の発散は磁氣的秩序状態への相転移に際して、磁気モーメントがcritical slowing downする事により起る一般的現象であるが、CoGaのSG転移に伴っても現われる⁶⁾。

これらの考え方で我々の結果を解釈すれば、次のようになる。12Kで磁気モーメント $\mu_{\parallel}$ の横成分の凍結が起る。しかし $\mu_{\perp}$, $\mu_{\parallel}$ は強磁性状態のままである。それに伴って $\mu_{\parallel}$ の横成分がcritical slowing downを起し、それが核磁気緩和に大きく寄与する。 $\mu_{\parallel}$ を持つMn原子は $\mu_{\parallel}$ の最隣接にあるので、その寄与が一番大きく、 $\mu_{\perp}$ をもつMn原子は $\mu_{\parallel}$ から離れているので、その寄与は小さい。

以上の結果を m -ベクトルSGの平均場理論⁷⁾と比較して考えて見るに、今の場合、外磁場のかかった状態に相当するので、この12KがGT線を横切る温度 T_{GT} に相当し、 T_{AT} はNMRでは観測にかからないと考えられる。

参 考 文 献

- 1) J. S. Kouvel and C. D. Graham, Jr: J. Phys. Chem. Solids **11** (1959) 220.
- 2) B. Hennion, M. Hennion, F. Hippert and A. P. Murani: J. Phys. **F14** (1984) 489.
- 3) Y. Kitaoka, K. Ueno and K. Aasayama: J. Phys. Soc. Jpn. **44** (1978) 142.
- 4) I. A. Campbell, S. Senoussi, F. Varret, J. Teillet and A. Hamzic: Phys. Rev. Letters **50** (1983) 1615.
- 5) S. Tsuge, Y. Nakai and N. Kunitomi: Solid State Comm. **52** (1984) 821.
- 6) M. Matsumura, H. Yamagata, S. Chikazawa and Y. Miyako: J. Phys. Soc. Jpn. **54** (1985) 3966.
- 7) D. M. Cragg, D. Sherrington and M. Gabay: Phys. Rev. Letters **49** (1982) 158.
M. Gabay, T. Garel and C. de Dominicis: J. Phys. **C15** (1982) 7165.