

二元合金 Ni_3Mn の秩序無秩序 相転移における臨界緩和

名大・工 八 田 一 郎

東工大・理 渋谷 真人

二元合金の秩序無秩序相転移の動的機構の問題は古くて新しい問題である。イジング系の動的ゆらぎの問題が理論的、実験的に近年詳細に検討されたのがきっかけとなって、イジング系の一つの典型物質である二元合金の相転移の問題が再び注目されることになった。この方面の先駆的な仕事は Collins-Teh (Phys. Rev. Lett. **30** 781 (1973)) の Ni_3Mn の中性子散乱によるオーダ・パラメータの緩和時間の測定である。

Collins-Teh は T_c 以下で緩和時間の測定を行ない、結果を $\tau = \tau_D \tau_I$ ($\tau_D \propto \exp(E/k_B T)$, $\tau_I \propto |T - T_c|^{-\Delta}$) の式に従って解析した。ここに E は原子の拡散のための活性化エネルギー、 Δ はイジング緩和時間の臨界指数である。この式に 広い温度領域で合うようにパラメータを決めたところ、 $\Delta = 1.0$, $E = 3.0 \pm 0.2 \text{ eV}$ という結果が得られた。この臨界指数は三次元イジング系の susceptibility の臨界指数より小さく、したがってその動的臨界指数よりなおさらに小さいことになる。この実験結果に対して、別の観点からの解析がその後 Rácz によってなされた (Phys. Rev. B **13**, 263 (1976))。

Rácz の考えは活性化エネルギーの選び方には任意性があるはずであるから、それを適当に決めることにより、理論的な予想との不一致を解消することができないかというものである。そこで $E = 3.4 \text{ eV}$ ととったところ T_c よりはなれたところでは $\Delta = 1.33$ となり、 T_c に近いところでは $\Delta = 1.0$ と crossover することを見いだした。 $\Delta^{n,l} = 1.33$, $\Delta^l = 1.0$ と対応させれば、 $\Delta^{n,l} - \beta = \Delta^l$ を満たすことを指摘した。

しかし Rácz の解析の仕方には少し勝手すぎるところがあるように思われる。われわれは Ni_3Mn の相転移における臨界緩和を電気抵抗の緩和時間の測定を行なうことにより調べていた。われわれの T_c 以下での結果は Collins-Teh の結果とよい一致をしていることがわかった。したがって、電気抵抗の緩和測定で得られた緩和時間は正しくオーダ・パラメータの緩和時間であることがわかった。さらに、われわれは T_c 以上での緩和

時間の温度依存性をあらたにもとめた。このように広い温度領域での緩和時間の結果が得られたので、活性化エネルギー E をより少ない任意性をもって決定できることになった。さらに、スケーリング則をみたすように T_c の上下で同じ臨界指数 Δ をとるとすると、 $E = 3.0$ eV, $\Delta = 1.0$ であることが明らかにされた。これは T_c 以下での Collins-Teh の解析結果とよく合っている。一方、 T_c 以下で $E = 3.4$ eV ($= 3.0 + 0.4$ eV) とすれば (Rácz のように), Rácz のばあいと同じように crossover の傾向がみられ、逆に T_c 以上では $E = 2.6$ eV ($= 3.0 - 0.4$ eV) とすると T_c 以下での crossover と同様の crossover の傾向があらわれることがわかった。このように T_c の上下で拡散の活性化エネルギーをちがえてとれば、スケーリング則をみたすようになるが、このようにちがえてとるべき理由はなにもない。したがって、 T_c の上下で $E = 3.0$ eV, $\Delta = 1.0$ とするのが適当であると考えられる。

得られた臨界指数 $\Delta = 1.0$ をいかに考えるかは今後の問題であるが、測定条件から考えて非線型領域の緩和時間の臨界指数である可能性がある。このことを検討する上で線型領域から非線型領域への crossover の条件が理論的に詳しく調べられることが期待される。もう一つの別の角度からの問題は、 Ni_3Mn 型の秩序無秩序相転移は、Bragg-Williams 近似では一次相転移になるはずであるということである。実際に Beers-Guttman (Phys. Rev. B9, 3941 (1974)) は Ni_3Mn で T_c より約 50°C 下で X 線散乱強度がおれまがることをみだし、 T_c のすぐ下の温度領域は一次相転移と関連した準安定相があるといっている。しかし、 T_c より約 50°C 下には磁気相転移があるので、それにより散乱強度がおれまがることは当然期待でき、Beers-Guttman の結論は検討されるべきであろう。 Ni_3Mn の秩序無秩序相転移は緩和時間の温度変化だけからみると二次相転移のようであるが、さらにいろいろの角度から実験的に調べられなければならないだろう。