

# 遍歴型弱い強磁性体の現象論

北海道教育大学旭川校 松元和幸

従来、弱い強磁性体は守谷理論に代表されるようなスピン揺らぎを考慮する理論によって説明されてきた。[1] しかしながらこうした理論は複雑であり、簡単に理解することは困難である。そこで、ランダウの強磁性相転移理論を発展させた簡単な現象論を試みる。具体的には、以前に筆者らが導入した非線形磁場依存項  $hm^3$  項の負符号版を考えてみた。[2] 自由エネルギーは、

$$f = \left(\frac{T-J}{2T_C}\right)m^2 + \left(\frac{T+Q}{12T_C}\right)m^4 - hm + chm^3$$

この理論では  $J$ ,  $Q$ ,  $c$  の3つのパラメータがあるが、 $J$ は $T_C$ の値より、 $Q$ は基底状態での磁化の大きさから求まる。以下、結果の要約である。

- 1)  $ZrZn_2$ :  $c$ は磁化の高磁場極限の値から決定。それにより、基底状態ゼロ磁場磁化率  $\chi_0(T=0)$  が求まり、実験データとコンシステントであることが分かった。
- 2)  $MnSi$ :  $c$ は拡張されたアロット・プロットから決定。 $c \approx 5$ ,  $\chi_0(T=0) \cong 0.0$  となり実験値 0.13 との一致をみる。アロット・プロットは  $c$  項の導入により拡張される。具体的には双曲線となり実験をよく再現する。
- 3)  $Ni_3Al$ :  $c \sim 0$  となりオリジナルの直線アロット・プロットで記述される。 $\chi_0(T=0) \cong 0.5$  は実験値 0.5 とよく一致している。
- 4)  $Sc_3In$ :  $c < 0$  となるので、以前の我々の理論が当てはまるかもしれない。つまり、高磁場下ではメタ磁性が期待できる。今後、高磁場での実験が望まれる。

さらに、磁場中比熱の実験から求まる  $\gamma(H)$  の理論式も得ることができた。これはウォルファースが文献 [3] の中で匙を投げた問題である。 $ZrZn_2$  の実験値は  $-1.3 \text{ mJ/mol/K}^2$  である。この理論では  $-1.6 \text{ mJ/mol/K}^2$  が得られた。ちなみに、文献 [3] の中での理論による評価値は  $-6.4 \text{ mJ/mol/K}^2$  であった。

## 参考文献

- [1] T. Moriya, Spin Fluctuations in Itinerant Electron Magnetism (Springer, Berlin, 1985).
- [2] K. Matsumoto and S. Murayama, J. Phys. Soc. Jpn. 91 (2022) 094603.
- [3] E. P. Wholfarth, J. Appl. Phys. 39 (1968) 1061.