Title	Spin系の二次相転移(II.各報告者のレポート,基研「二次相転移及び不可逆過程の基礎理論研究会」報告)
Author(s)	鈴木, 増雄
Citation	物性研究 (1965), 3(6): 424-425
Issue Date	1965-03-20
URL	http://hdl.handle.net/2433/85689
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	publisher

（研究会後、対数函数を寄せた形や、 truncate した形の函数を用いて解析したところ、上図の脊附近での実測値との不一致は著しく減少させられる事が判った。）

（岡　田　謙　吉　記）

Spin 系の二次相転移

鈴　木　増　雄

強磁性体の Curie point T_C 近くの熱力学的性質即ち、磁化 M，比熱 C，帯磁率 χ 等の singularity を半現象論的に議論する。磁場 H が apply されている時の Free energy Φ は、形式的に M で展開すると

$$\Phi(T, M) = A_0 + AM^2 + BM^4 + CM^6 + \cdots\cdots - HM. \tag{1}$$

これらの展開係数 A_0，A，B，C，は、Curie point より上では、microscopic に cumulant[1] を用いて、次のように表わされる。詳しくは、同じ題名で、「物性研究」に投稿しましたので、それを見て載きたい。[2]

$\mathcal{H}_0$；外場 H のない時の Spin 系の Hamiltonian，$S = \sum_i S_{iz}$ として、

$$A_0 = -kT \log T_r e^{-\beta\mathcal{H}_0},$$

$$\left.\begin{aligned} A &= \frac{\beta}{2!}\frac{1}{\langle S^2\rangle_c} \qquad B = -\frac{\beta^3}{4!}\frac{\langle S^4\rangle_c}{\langle S\rangle_c^2}, \\ C &= -\frac{\beta^5}{6!}\left[\frac{\langle S^6\rangle_c}{\langle S\rangle_c^6} - 10\cdot\frac{\langle S^4\rangle_c^2}{\langle S^2\rangle_c^7}\right], \ \text{etc}, \end{aligned}\right\} \tag{2}$$

ここで、$A(T_C) = 0$ によつて、T_C を defy すると、二体の cumulant $\langle S^2\rangle_c$ は T_C で発散することになる。higher order の cumulant も T_C で singularity の相対的な強さによつて、$B(T_C) = 0$，$B(T_C) =$ finite $(\neq 0)$，又は $B(T_C) \to \infty$ の 3 つの場合が起り得る。第一の case $B(T_C) = 0$ を考えると、更に、T_C 以下での展開係数は、上側の函数を解析接続したもの（或いは、

そのreal part)と考えることによつて、実験に対応するようなsingularityを説明出来る可能性があることを示した。しかし、実験結果もそれほどまだ十分でないし、今後、consistentな理論を作つて行きたい。

(reference)

1) R. Kubo, J. Phys. Soc. Japan 17 (1962) 1100.

2) M. Suzuki, 物性研究 vol.3, no.5 (1965) 317

比熱の対数発散と現象論

高　野　文　彦

2次相転移のLandau流の現象論で、比熱の対数発散を得るにはどうすればよいかを考える。

一般にある物理量Xを、ある値xにとめたときの自由エネルギー $F(x)$ は、系のハミルトニアンを $\mathcal{H}$ とすると

$$e^{-\beta F(x)} = \mathrm{Tr}\left[e^{-\beta\mathcal{H}}\delta(X-x)\right] \quad , \quad \beta = 1/kT$$

で与えられると考えると、同じ条件の下での内部エネルギー $U(x)$ は

$$U(x) = \mathrm{Tr}\left[e^{-\beta\mathcal{H}}\mathcal{H}\delta(X-x)\right]/\mathrm{Tr}\left[e^{-\beta\mathcal{H}}\delta(X-x)\right]$$

$$= \partial(\beta F(x))/\partial x$$

となる。

強磁性体を考え、Xとしてspin densityのFourier成分をとり、その値を s_q にしたときの自由エネルギーを s_q について展開し

$$F(s_q) = F_0 + \frac{1}{2}\sum_q f_q s_q s_{-q} + \cdots\cdots$$

とかく。平衡のときの自由エネルギーFは