

状態である固体相に転移すると考えられる。一方連続転移を行う反強磁性体，強誘電体については，ソフトモードの周波数が0となる所で転移が行われる。

参 考 文 献

- 1) T.Schneider, Phys. Rev. A3, 2145 (1971)
- 2) T.Matsuno, Submitted to J.Phys. Soc. Japan

MODE - MODE COUPLING 理論

京大教養 川 崎 辰 夫

(10月17日受理)

はしがき

van Hove - Onsager にはじまる臨界緩和理論によれば，通常緩和時間 τ は $\tau^{-1} = L/\chi$ で与えられる。臨界異常は Critical Slowing Down (以下CSD 又はSD と略記する) の名で呼ばれ，それは帯磁率 χ の異常性の反映として理解されOnsager 係数 L は温度に鈍感な量と仮定されて来た。しかし実験技術の向上(磁性体に限って言えばとりわけ中性子非弾性散乱実験の精密化)と共に L は時間空間の局所的な性質に強く依存するばかりでなく，臨界異常に大きな役割を果している事が判ってきた。この段階で“相転移の本質は” Order Parameter の示す長波長のゆらぎ”にあるという知識を Full に活用し，臨界異常性のみを抽出した理論が提案された。これが Dynamic Scaling 理論(以下DS と略記)である。DS は相関距離を与える k ，時間的特性を与える Ω_k という2つの量を用いて $(S_k(t), S_k^*) = \kappa^{\frac{L}{\nu}} F(\Omega_k t, k/\kappa)$ ， $\Omega_k = \kappa^\theta G(k/\kappa)$ の2式を満たす Scaling Function F, G 及び指数 θ が存在するという仮説である。DSは極めて簡単な仮定から ① 特定の系の性質にとらわれない一般的枠組の中で臨界異常をとらえ得る。② 実験事実とよく符号する。という利点から広く普及した。 θ のみを定める実験は枚挙にいとまもないが， F, G, θ を同時に見事に与えた MnF_2 や $Rb Mn F_3$ 等の実験事実がある。しかしながら ①' F, G, θ を自

ら決める能力を内包していないばかりでなく②' 何故 DS が有用なのかに答えてくれない。(ただしその事が次の段階への足がかりとなった事実は、評価せねばならない。)

MODE - MODE 理論 (以下 M-M と略記する)

以上の問題点解決の為、更に一步ミクロな理論へ近づく。即ち ① Order Parameter の長波長ゆらぎばかりでなく、更に短波長からの寄与をも順次取り入れる。② 物性時間 Ω_k^{-1} をもっと有効に用いる。このような発想から M-M 理論が生れたと思われる。Order Parameter の長波長のゆらぎが増大すると、それに誘発されて "Slow Down" を示すモードがあらわれモード間に結合が生ずる可能性がある。唯単にモード間の結合を取入れるというのではなく、肝心な点は、effective に結合しているモードのみを意識的に取り出して少数個の変数の方程式系を構成する事にある。現実問題としては、SD を示すモードをひろいつくす事は大変である。要約すると、M-M 理論は ① SD を示すモードを巧みに選び出す。これにより少数個のモードのみからなる Subspace をうまく構成する。② 輸送係数の異常性をすべて静的な量の異常性に還元し、Static Scaling 仮説を援用する。③ モード結合がなかった時にくらべて輸送係数がどのように修正されるかという観点に立つ。即ち $L = L_0 + \Delta L$ と書くと、 L_0 がモード結合を考慮しなかった時の Onsager 係数、 ΔL が補正項という形で異常性を求める。K. Kawasaki や Kadanoff-Swift の仕事はこのような観点から統一的に理解できる。Onsager 係数の異常性を論じた仕事は磁気緩和に限ったとしても、Mori らの連分数法による理論、Tomita らの 2 時間グリーン関数による理論、Resibois らによる非線型方程式の方法による理論等が存在し、DS の導出や中性子非弾性散乱スペクトルの解析に或程度成功を収めている。しかし意識的に特定モードのみを選択的に取りいれてはいないという意味で、通常は M-M 理論とはいわないようである。

SD を示すモードのみをうまくぬき出して方程式系をまとめあげる一般的処法は、Mori のランジュバン方程式の方法に基く、K. Kawasaki の一般論が存在し、これより種々の臨界現象を支配する方程式系を導くことに成功している。更に SD モード選択の手続を明確にしようとする試みが、本研究報告 (Vol.19 No1 (1972) FA5) 掲載の Mori の Nonlinear Dynamics である。これらの研究の最大の困難は、① ミクロな方程式系から、SD モードの空間への射影演算を現実問題としてうまく行いうるか、② SD を示すモードの中から更に少数個のモードによる方程式系へ落とすうまい展開

パラメータの見出しうるか、③ 短波長モードからの寄与を逐次的に取り入れてゆく道があるか等を集約されるだろう。

研究会の席上では文献 3 について多少ふれ、モード理論の具体的な話をしたがここでは省略する。

以上の話をまとめるのに参考になった文献 (Review 的なものと古典的なもの)

- E. Stanley; Phase Transition and Critical Phenomena, Oxford
- K. Kawasaki; 固体物理 vol 7. No. 4 p183 (1972)
- " ; Ann. Phys. 61 1 (1970)
- Kadanoff-Swift; Phys. Rev. 166, 89 (1968)
- M. Fixman; J. Chem. Phys. 36 310 (1962)