

界面、キンワ等の運動と相転移の kinetics

九州大理学部物理 川崎恭造

具体例として無秩序状態にある二元合金を急冷して熱力学的に不安定な状態に移した  
 場合を考えた。不安定性のため元の無秩序状態からより安定な状態へ移る事が出来ず、  
 局所的には2つの異なる秩序状態のどちらかにおちつくとする。2つのうちのどちらの相に  
 移るかはその空間の長さが異なると異なる。したがって、2つの異なる時間の経過に依る異な  
 る秩序相を形成する領域の集合体となる。それ以後の状態の変化は、この領域の10<sup>17</sup>個の  
 変化を繰り返す事が起き、これは即ち異なった領域の界面の時間変化を述べる問題となる。元来  
 この種の問題は kinetic Ising 模型で TDGL を用いて研究されてきた。kinetic Ising 模型を  
 解析的に扱う有効な方法が存在しないので、モンテ・カルロ法を用いることになった。一方  
 TDGL 方程式は非線形性により有効に處理する方法がなく、限られた結果  
 (不確かさがある)。一方 TDGL 方程式の長時間での振舞いを界面の運動を近似的に  
 表現できる事がわかるとして TDGL から界面の運動への mapping は、前述の非線形  
 性を自動的に取り除いた方法があることを見つけた。そして、この TDGL 方程式  
 から得られた界面の運動方程式と、この非線形性を一般に解いたときの map のメリッ  
 トの何れかを知りたがった。そして、このメリットは非常に不確かさがあること  
 を考えた。これは、特に一昔前に取組んだ (静的、動的) に対してミクロな構造から直接  
 攻撃する試みは、途中でセミマクロな段階の模型を試みた結果、問題の解決は導  
 けなかった。その結果、以下に示すモデルと界面モデルの比較は、メリ  
 ットのメリットを列挙してやる。(1) ミクロな空間的10<sup>17</sup>個の長時間での振舞い  
 の時間と合致する特長的なスケールを持つことが実現し、メリ  
 ットによる研究で見出されたことが、界面モデルはこの性質を自動的に与えて  
 いる。(2)  
 以上の必要としない情報の模型は、これより単純化された。したがって  
 この界面モデルと計算機の研究は、この事によつて、今までの kinetic Ising 模型の  
 モンテ・カルロ法より研究より進歩が大きい必要と情報より短時間、より少  
 量の費用を得る事ができることと期待される。この期待は、少くとも局所的強磁性  
 体の ordering kinetics の最近の研究において裏付けがある。

以上のような観点から成る (研究協力者: 太田隆夫, 長井達三他) の色々の相転移の  
 kinetics とその関連した問題を研究して来た。この問題を大別して2つの側面が考え  
 出された: (1) 界面等の運動方程式をより基礎的な方程式 (例えば TDGL 方程式) から  
 導く事 (2) 界面モデルの統計的性質を研究すること。 (1) はこの運動方程式を界面の座

標に射影する方法を考案して、結局界面の進化速度を求め、1次元型六番の考案を一般化するの利器と簡単に且、応用範囲が広いと考へた。一方(2)の問題は、この場合、この場合の適用が、一般的に成り立つ。但し、秩序変数が保存系の場合、この界面の速度は、この面の全曲率に比例すると云う簡単な事情があり、ある近似の下で界面の運動は普通の熱型拡散方程式に与えられた事かかつてゐる。これは簡単に解いて秩序変数のゆがみの同時刻相関関数が解析的に求められ、その結果は2次元、3次元系のモンテ・カルロによる結果とよく一致してゐる。又、次元系の場合、この界面の速度はキークが現れ、界面の方程式は真の運動方程式となる。これは計算料が容易に得られる出来、又 gas kinetics の手法で近似理論を作り、計算料の結果と、局状磁性体の ordering kinetics の実験と比較された。

所以上述べた事は相転移の kinetics に限られたものである。例え最近スピンガラス系やフェルミアン固体の性質とトポロジカルな観点から理解しようとする動きがあるが、これらよりトポロジカルな特異性で乱れた系の状態を特徴づけた事がある。考案と共通点があるように思へる。

## 文献

- K. Kawasaki and T. Ohta, Prog. Theor. Phys. 61 (1982) 142 [非保存系]  
 " " " " " 68 (1982) 129 [保存系]  
 " " Physica 118A (1983) 1114 [液体]  
 T. Ohta, D. Jasnow and K. Kawasaki, Phys. Rev. Lett. 49 (1982) 1223  
 [3次元界面の運動の統計理論]  
 K. Kawasaki and T. Ohta, Physica 116A (1982) 573  
 [一次元キーク系の運動方程式]  
 K. Kawasaki and T. Nagai "Statistical Dynamics of Interacting Kinks. I"  
 [一次元キーク系の統計力学]  
 T. Nagai and K. Kawasaki "Molecular Dynamics of Interacting Kinks. II."  
 [一次元キーク系の計算機シミュレーション]  
 K. Kawasaki, Physica A (in press) [考案による運動方程式の導出]  
 K. Kawasaki, T. Ohta and T. Nagai, J. Phys. Soc. Jpn 52 (1983)  
 suppl. 131 [キーク面、褶系等の理論の簡単な報告]