

ネマチック液晶を用いた 1 次元スピノーダルの観察

岡山大学 工学部 長屋 智之

Institut Non Linéaire de Nice Jean-Marc GILLI

1 はじめに

スピノーダル分解の研究は、1980年代から統計物理の分野でも活発に研究されるようになった。研究の進展とともに、2元合金系などのスカラーの秩序変数を持つ系からベクトルの秩序変数を持つ系へと関心が広まり、対象となる系の空間次元は3次元以上の超空間まで取り扱われるようになった。しかし、1次元系に関しては、理想的な実験系を見つけることが難しく、詳細な実験データは得られていなかった。最近我々は、1次元保存系のスピノーダル分解の実験がネマチック液晶を使って実現できることを発見した [1]。講演では、液晶を用いて如何にして1次元保存系を作るかを解説し、その実験結果を紹介する。

2 実験

ネマチック液晶を垂直配向剤を塗布した2枚のガラス板に挟み込んだセルを作成する。セルにある閾値以上の磁場をガラス面に水平に印加すると、液晶分子は磁場に対して同じ方向か反対の方向に傾く。セル内には傾く方向が同じドメインが存在し、傾く方向が異なるドメインとの境界で界面（壁）が形成される。この界面は、磁性体のイジング型磁壁と同等の構造のため、イジング壁と呼ばれている。イジング壁は磁場に対して垂直であるが、ある閾値以上の電圧を印加すると、直線的なイジング壁が不安定化し、zigzag 状の壁が形成される。この zigzag 不安定性は、ネマチック液晶の広がり (splay), 捻れ (twist), 曲がり (bend) の3種類の弾性定数の中で、twist の弾性定数が外の2つに比べて約半分程度であるという弾性率異方性によって引き起こされる。時間の経過と共に、zigzag 壁は、角度を維持したまま間隔が時間と共に増大していく (図1)。磁場は紙面の下方方向に印加されており、その方向を x 方向、紙面の水平方向を y 方向とする。

3 解析結果

特徴的な長さの一つである zigzag の平均周期 $W(t)$ の時間発展を図2に示す。 $W(t)$ は対数的に増加しており、熱的ノイズの無視できる1次元保存系に対する理論的予測と一致することがわかった

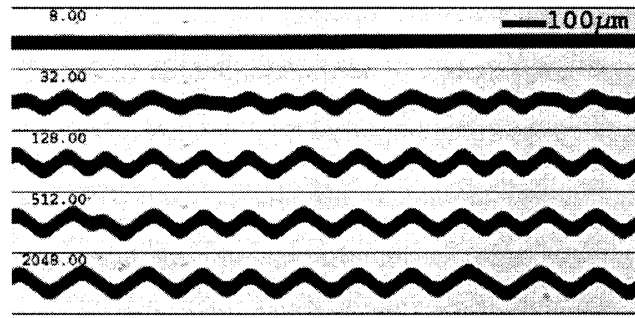


図 1: zigzag 状の配向壁の粗視化過程

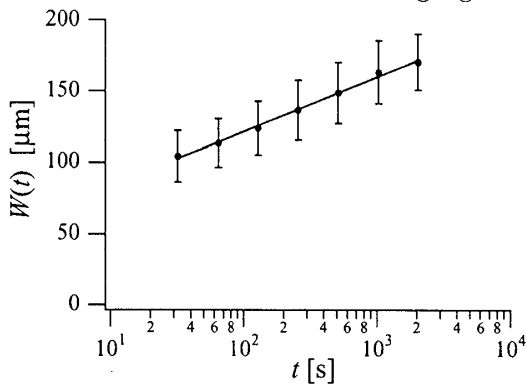


図 2: 特徴的長さの時間発展

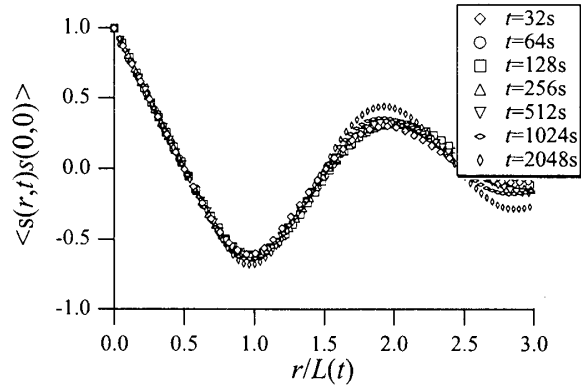


図 3: 空間相関関数

[2]。次に、イジング型秩序変数 $\Lambda(y, t)$ を、zigzag の角度 $\Psi(y, t) > 0$ の時 $\Lambda(y, t) = 1$, $\Psi(y, t) < 0$ の時 $\Lambda(y, t) = -1$ と定義し、画像解析により、パワースペクトル $P(k, t)$, 相関関数 $C(x, t)$, kink のサイズ分布関数 $g(z, t)$ 等を測定した。代表的なデータとして、空間軸を特徴的な長さでスケールした相関関数を図 3 に示す。各時刻のデータは一つのユニバーサルな曲線にのり、zigzag の粗視化過程に動的スケールング則があることがわかる。相関関数の減衰的振動は、この系が保存系であることを示している。現時点では、理論的に求められているのは特徴的な長さの時間発展のみである。秩序変数の空間分布を特徴づける物理量は、本研究によって初めて実験的に求められたものである。

謝辞

本研究は、平成 15 年度科学研究費補助金 (No.15540371) の助成を受けている。

参考文献

- [1] C. Chevillard, M. Clerc, P. Coulet and J. M. Gilli, Eur. Phys. J. E **1** (2000), 179; T. Nagaya and J. M. Gilli, Phys. Rev. E **65** (2002), 51708.
- [2] T. Kawakatsu and T. Munakata, Prog. Theoret. Phys. **74** (1985), 11.