

1. はじめに

目標 講義の目的をはっきり理解する。具体的には以下の事をわかる。

- 平衡から非平衡状態へ時間変化するものを緩和という。
- 非平衡現象の研究は原理が分かっていないので、個別的。
- ゆらぎ (雑音) は、注目している運動に加わる時間スケールの違う変動のこと。
- 1960 年代ぐらいまでは、ブラウン運動の研究と微視的基礎付けにこだわる研究が盛んだったが、最近、緩和しない現象の研究が盛ん。
- この講義の問題意識は、多くの要素が複雑に絡み合うためにゆらぐ量の、平衡への緩和をどう記述するかにある。

- 目次
- (1) 非平衡現象と緩和
  - (2) 非平衡現象の研究の特徴
  - (3) ゆらぎと凝縮系
  - (4) 非平衡現象の研究の歴史
  - (5) この講義の目的

(2) 非平衡現象の研究の特徴

	平衡系の物理	非平衡系の物理
微視的な法則 (力学的階層)	ニュートン方程式 (シュレーディンガー方程式)	
情報をおとす (粗視化:運動論的階層)	↓ カノニカル分布 (平衡分布)	↓ ?
	↓ 統一原理	↓ 統一的原理は見付かっていない ただし、 分かっていることはある 使えそうなものもある
巨視的なスケール (流体力学的階層)	↓ 熱力学	↓ 流体力学、熱力学

#### (4) 非平衡現象の研究の歴史

1960年代まで: 平衡状態へ緩和する系の研究中心

	微視的基礎付けについての研究	ブラウン運動 (§2)
1905 年		アインシュタインの関係式
1908 年		ランジュバン方程式
1931 年	オンサーガーの相反定理 (§4-3)	
1940 年		クラマースの研究
1951 年	Calle-Walton の揺動散逸定理	
1951 年		伊藤積分
1955 年	中野の電気伝導度の公式	
1955 年	Lax の公式	
1957 年	久保公式 (§3-4)	
1961 年	Zwanzig の研究	
1965 年	森の理論 (§5)	

---

宿題:

- 1 (10 点) この授業では、時間変化する非平衡現象のうち、ゆらぎ (雑音) の大きい状況で平衡状態に緩和する現象を扱う。そこで、この授業では扱わない ① ゆらぎ (雑音) は小さいが平衡状態に緩和する、② ゆらぎ (雑音) は大きいが平衡状態に緩和しない、③ ゆらぎ (雑音) も小さいし平衡状態にも緩和しない、非平衡現象について、① ~ ③ すべての例を挙げよ。どの物理量が時間変化するか、具体的に説明せよ。ただし、ここでいっているゆらぎ (雑音) は、興味のある時間変化にのってくる速い時間変化で、振り子の運動などは含まれない。