

①担当者

吉森 明

e-mail a.yoshimori@cmt.phys.kyushu-u.ac.jp

部屋 2639(6階エレベーターの前) TEL 092-642-2563

**とにかく質問して下さい。**意見や感想でも良いです。分からない事があつたらすぐ質問して下さい。概念的な理解を目指したいので、質問や議論は重要です。**質問の場所や時間は選びません。**分からない授業は、**お互いに時間の無駄**なので、お互いに努力したいです。

オフィスアワー (部屋に必ずいる時間) を設定します。具体的な時間は来週お知らせします。

②目的

非平衡物理について次の現象を中心に扱う。

- 平衡状態への**緩和現象**
- **ゆらぎ (雑音)** が大きい

これらの現象に対して、蓄積された概念や方法論のあらましを理解する。それらの**仮定**と導出を**ブラウン運動**の方法論を通して理解し、使う時の足がかりを得る。

物理の定理や法則に限らず、すべての主張には**前提 (仮定) があり**、その前提とは何かを考える態度を身に付ける。

③関連している研究テーマ (参考)

受講者の研究内容に合えますので、希望を言って下さい。

**物理関係:** **ブラウン運動:** コロイド粒子の運動、分子モーター、熱雑音、液体、ガラス、確率過程の計算機シミュレーション、ブラックホールの熱力学、プラズマ

**線形応答:** 誘電率、磁化率、電気伝導、中性子・X線回折、レーザー (ただし、古典論)

**不可逆過程:** 粒子拡散、熱拡散、粘性、結晶成長、熱電対、Peltier 効果、NMR  
**化学関係: ブラウン運動:** 化学反応に対する溶媒の粘性の効果  
**線形応答:** レーザー等による分光  
**不可逆過程:** 溶液中の分子の並進拡散・回転拡散、溶液の粘性  
**その他: ブラウン運動:** 経済物理 (株価の変動)、生物の個体数の増減、集団遺伝

#### ④必要な知識

必要ないよう、努力しますが、**わからない事があったら言って下さい**。数学は、簡単な複素関数論やフーリエ変換を使います。**日本語は必須**。

#### ⑤成績評価

毎回**宿題 (配点付き)**を出題するので、レポートにして提出する事 (別紙参照)。

100 点満点。60 点以上で単位認定。**毎回出さなくて良いです**。締め切りは、1 月か 2 月。追って連絡します。ただし、返却希望者は、締め切りより早く出して下さい。返却した場合は、再提出する必要があります。

#### ⑥内容

##### ○ スケジュール

以下の通りです。ただし、集中講義など欠席者が多い場合、休講にします。**あらかじめ欠席することが分っていれば連絡して下さい**。

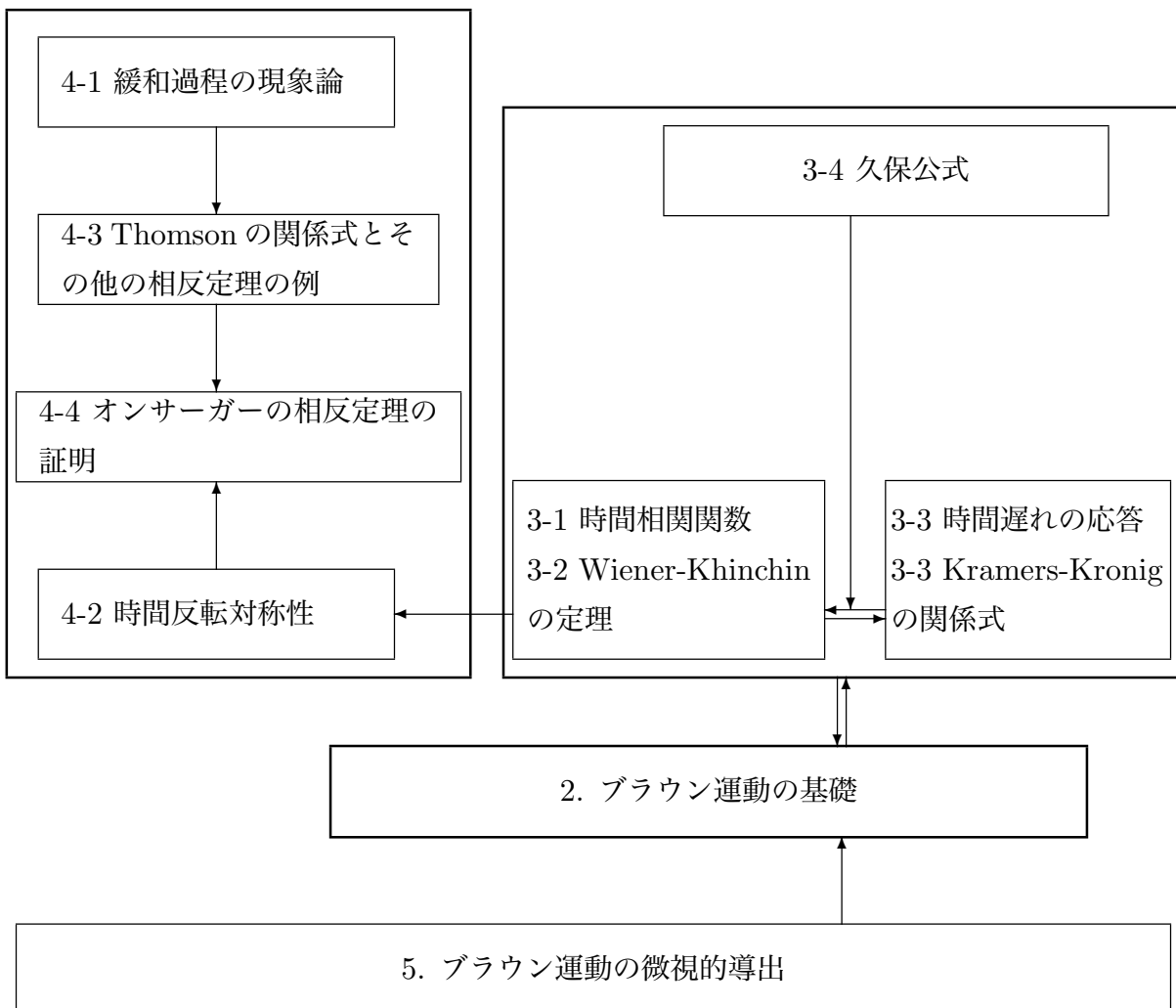
1. はじめに (10 月 2 日)
2. ブラウン運動の基礎
  - 2-1 ランジュバン方程式 (10 月 9 日)
  - 2-2 フォッカー・プランク (FP) 方程式 (10 月 16 日)
  - 2-3 第 2 種揺動散逸定理 (10 月 23 日)
  - 2-4 遷移確率とブラウン運動の例 (2. のまとめ) (10 月 30 日)
3. 線形応答理論
  - 3-1 時間相関関数 (11 月 13 日)
  - 3-2 ウィンナー-ヒンチンの定理 (11 月 20 日)
  - 3-3 時間遅れの応答 (11 月 27 日)\*
  - 3-4 Kramers-Kronig の関係式 (12 月 4 日)
  - 3-5 久保公式 (12 月 11 日)
4. 緩和過程と相反定理

- 4-1 緩和過程の現象論 (12月18日)
- 4-2 時間反転対称性 (1月8日)
- 4-3 Thomson の関係式とその他の相反定理の例 (1月15日)
- 4-4 オンサーガーの相反定理の証明 (1月22日)
- 5. ブラウン運動の微視的導出 (森理論) (1月29日)
- 補講 予備日 (2月5日)

11月6日は集中講義のため休講

\*11月27日は月曜日の授業になっていますが、皆さんが良ければ、授業をします。

○ 全体像



## ⑦授業のやり方

- 時間厳守。**遅刻厳禁**。数年前は、誰もいないことがありました。遅刻するなら欠席しなさいと言っているわけではなく、10:30には必ず来て下さい。
- 毎時間プリント配布。**机の上に置くので、各自取って下さい**。内容は各章の始めに目標、目次、仮定、結論、問題等を書く他、授業の内容を出来るだけ載せる予定です。最後に宿題が書いてあります。プリントは、通しのページ番号がついていて、www から過去のも含め pdf ファイルをダウンロード出来るようにする予定です。
- **授業の始めに皆さんを指名して、復習をしてもらいます。**
- 授業の改善を目的として、アンケート 2 回取る予定。

## ⑧参考文献

授業中には使わないので、買う必要はありません。しかし、これらの本をしっかりと読めば、授業を聞かなくても宿題は解けるようになります。ただし、授業の説明はこれらの本にそっていませんので、注意が必要です。

### 1. 「非平衡系の統計力学」北原和夫（岩波書店）

学部学生向けで分かりやすい。2章の7「現象論的發展方程式」が授業の4.、4章「拡散現象」が2.に関係している。

### 2. ランダウ・リフシツ「統計物理学下」小林秋男他訳（岩波書店）12章

古典的な教科書。この本の §118 から §126 までが、授業の5. 以外のすべてに対応している。ただし、説明の仕方は、かなり授業と違うので注意が必要。

### 3. 現代物理学講座「統計物理学」5章6章、戸田盛和、久保亮五編集（岩波書店）

この本も古典的な教科書。§5.1 と §5.2 は、授業の2. に、§5.4 は、3-2. に関係している。§6.9 は、5. と関係している。

### 4. ライヘル「現代統計物理学下」鈴木増雄訳（丸善）

非平衡物理の教科書は、具体例が少ないものが多いが、この本は多い。14が授業の4. と関係していて、オンサーガーの相反定理の例がDに載っている。15は、2. と3. に関係している。

### 5. “Theory of Simple Liquids”, Hasen and McDonald (Academic Press)

液体に関する理論がまとめてある洋書。ただし、Chapter 7. 以降は、液体に限らず非平衡系一般の理論が含まれている。7.1 は、授業の3-1、7.3 は、2-1 と関係している。Chapter 9. は、5. と関係している。

### 6. 物理 One Point 「ブラウン運動」米沢富美子（共立出版）

歴史的経緯が詳しく書いてあり、読み物として面白い。特に、ブラウン運動が原子論と深い関わりがあったことが良く分かる。ランジュバン方程式に付いてもきちんと解説があるが、授業とは筋立てがかなり違うので、授業の助けにはならないかも知れない。

## 2012 年度非平衡物理学 レポートについて

2012.10.3 担当 吉森 明

成績評価は、このレポートでします。単位の必要な人は、提出して下さい。

締め切りは、1 月か 2 月ですが、合格点 (60 点) の自信の無い人はもう少し早く出して下さい。**早く出した場合は、返却して得点をお教えします。**

- 毎回配布しているプリントの末尾にある「宿題」を 100 点分解答して、レポートする事。60 点以上で単位認定。ただし、**毎回 60 点以上取る必要はありません。採点は、半期の講義通して 100 点満点です。**60 点以上の自信の無い方は、多めに解答して下さい。
- 1 度提出されていても返却された場合、必ず再提出して下さい。再提出されなければ、0 点になります。
- **必ず手渡し**にすること。ポストに入れておくのは不可。部屋まで持ってきて下さい。
- 解答は、A4 の紙に書いて下さい。電子媒体の場合はテキストファイルのみ。
- 所属 (専攻、学生番号)、氏名を忘れずに書いて下さい。
- **連絡先 (電子メールアドレス、内線など) を書いて下さい。**レポート提出後、内容について、問い合わせをする事があります。もし、連絡先が無い場合、合格点に満たなくても、連絡しませんのでご了承下さい。
- 他人のを写した場合、写させた人も含めて無効 (0 点) になります。参考文献がある場合には、明記して下さい。