

## 2012 年度非平衡物理学 ガイダンス

2012.10.3 担当 吉森 明

### 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)

毎週月曜日 13:30 ~ 14:30

### 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、わからない事があつたら言って下さい。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

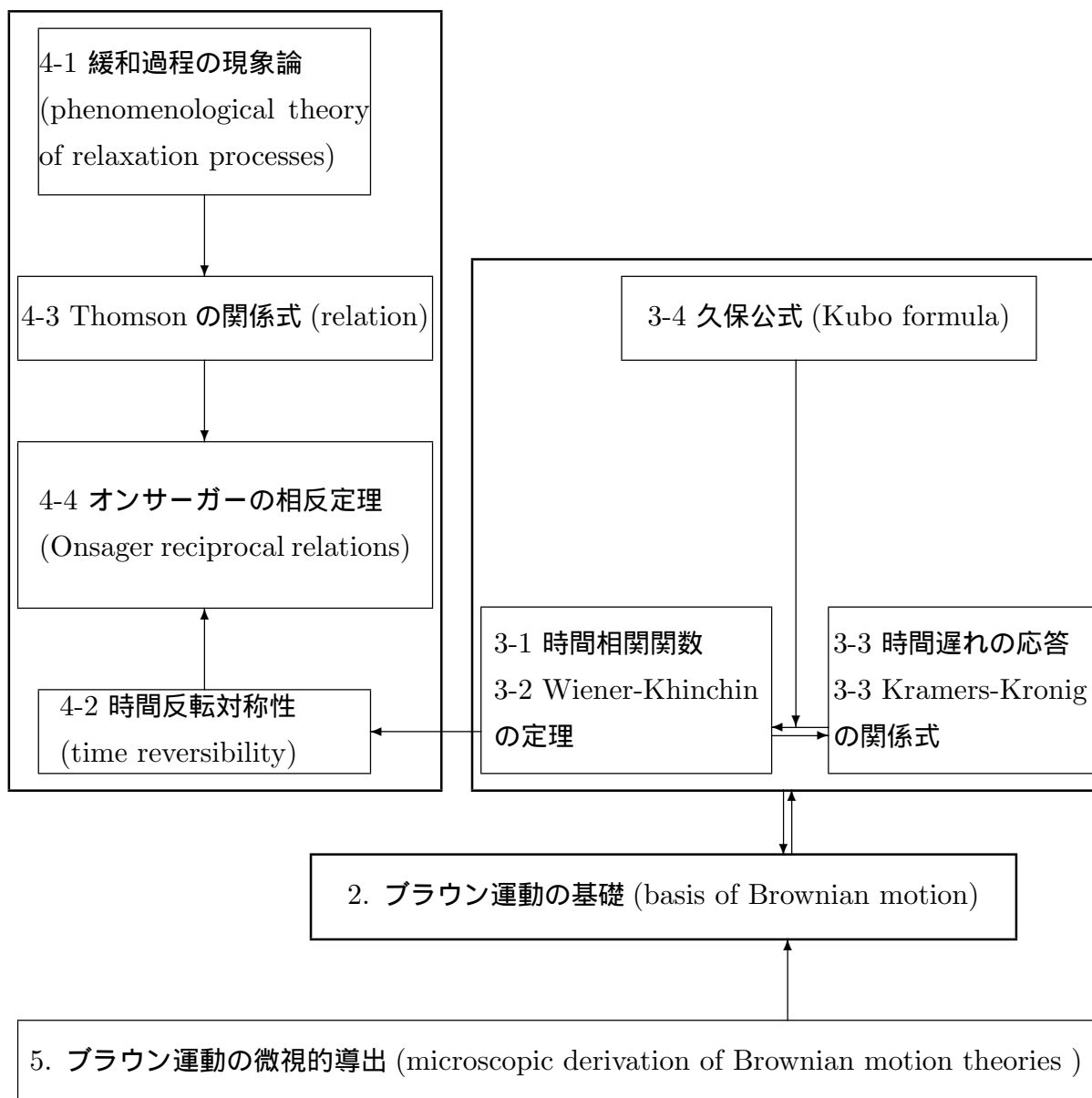
以下の通りです。ただし、集中講義など欠席者が多い場合、休講にします。あらかじめ欠席することが分っていれば連絡して下さい。

1. はじめに (10月3日)
2. ブラウン運動の基礎
  - 2-1 ランジュバン方程式 (10月10日)
  - 2-2 フォッカー・プランク (FP) 方程式 (10月17日)
  - 2-3 第2種揺動散逸定理 (10月24日)
  - 2-4 遷移確率とブラウン運動の例 (2.のまとめ) (10月31日)
3. 線形応答理論
  - 3-1 時間相関関数 (11月7日)
  - 3-2 ウィンナー-ヒンチンの定理 (11月14日)
  - 3-3 時間遅れの応答 (11月21日)
  - 3-4 Kramers-Kronig の関係式 (11月28日)\*

- 3-5 久保公式 (12月5日)
- 4. 緩和過程と相反定理
  - 4-1 緩和過程の現象論 (12月12日)
  - 4-2 時間反転対称性 (12月19日)
  - 4-3 Thomson の関係式とオンサーガーの仮定 (1月9日)
  - 4-4 オンサーガーの相反定理 (1月16日)
- 5. ブラウン運動の微視的導出 (森理論) (1月23日)
- 補講 予備日 (1月30日)

\*11月28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様になります。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・リフシッツ「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。