

## 2008 年度統計力学 II ガイダンス

2008.4.23 担当 吉森 明

### ①担当者

吉森 明

e-mail yosi3scp@mbox.nc.kyushu-u.ac.jp

部屋 2639 (6 階エレベーターの前) TEL 092-642-2563

### TA(宿題添削)

平井 安由美

質問、意見、感想、その他何でも、直接でも電子メールでも電話でも、授業時間内でも時間外でも言って下さい。直接部屋に来られるのも歓迎致します。午後 3 時ごろに来れば、コーヒーが飲めるでしょう。ただし、部屋にいないこともあるので、あらかじめ連絡を取って下さい。

オフィスアワー (部屋に必ずいる時間)

毎週木曜日 14:30 ~ 16:00

### ②目的

1. 理想ボルツマン、フェルミ、ボース気体に、カノニカル分布やグランドカノニカル分布を応用して、熱力学量を計算出来るようにする。
2. 相転移現象を平均場近似で計算できるようにする。ランダウ理論を説明できるようにする。

計算問題 → 原理から厳密に筋道立てて問題を解決する能力をつける。

### ③関連した教科、研究

カリキュラム：熱力学（1年後期）、統計力学 I（2年後期）と相転移の統計力学（4年前期）の間に位置します。

関係が深い授業：物性物理学 I、II、III。

その他：同種粒子の統計性は、量子力学 III で詳しくやります。また、原子・分子の量子力学でも少し触れる様です。スピンについては、量子力学 II の真中辺りで出てきます。素粒子・核物理学関係では、特に原子核物理学で、量子気体の知識が必要です。

ここに書いていない授業でも無関係ではないので、注意が必要。

研究（特研）については、**全グループに関係します**。特に

すべての内容：物性基礎論の全グループ（物性理論、統計物理学、凝縮系理論）と、おそらく、素粒子理論や理論核物理。

理想フェルミ気体：量子物性の全グループ（磁性物理学、極限量子物性、量子微小物性、低次元電子物性）。

相転移：複雑物性の全グループ（複雑物性基礎、複雑流体、構造物性）、および、宇宙物理理論。

### ④必要な知識と補習について

熱力学、統計力学 I、量子力学 I

特に、統計力学 I は必須です。

ただし、統計力学 I が不安な人は、編入生のための補習があります。これは、統計力学をまったく習っていない編入生のための補習なので、復習には適当でないかも知れません。最初の数回は、教科書は使わずプリントでやります。プリントは、

<http://www.cmt.phys.kyushu-u.ac.jp/~A.Yoshimori/hoshu08.pdf>

にあります。統計力学 I の復習のあと、統計力学 II の復習をする予定なので、そこから参加されても構いません。おそらく後 1 回で統計力学 I の復習は終わります。

すでに 2 回が終わっていて、次回は、

4月26日(土) 午前 10:00-12:00

です。参加を希望される方は、授業のあと前に来てもらうか、前日までにメールを下さい。

## ⑤成績評価

原則として

### 期末試験 (100 点満点) および小テスト

合計 60 点で合格。ただし、同じ章の問題は高い方の点のみを合計に加える。

期末試験の日程はあって連絡する。小テストの予定は、下のスケジュール参照。ただし、小テストはその範囲の宿題を最低 1 回は提出しないと、受験資格が無い。また、期末試験を受けるには、すべての小テストの受験資格および、小テストの範囲でない日の宿題をプラス 1 つ提出する事が必要。

## ⑥スケジュール

§ の番号は教科書 (後述) に対応

ガイダンス (4月23日)

はじめに (4月23日)

復習: フェルミ分布・ボーズ分布 §7.4、§7.5 (4月30日)

### §9 理想フェルミ気体

- 状態密度 §9.1 (5月7日)
- 熱力学量の計算 §9.2、§9.3.1 (5月14日)
- 低温の展開 §9.3.2 (5月21日)

### §10 理想ボーズ気体

- ボーズ-アインシュタイン凝縮 §10.1 §10.3 P151 まで (5月28日)
- 熱力学量の計算 §10.3 残り (6月4日)
- いくつかの応用 §10.4 (6月11日、18日)

小テスト 範囲 §9。受験資格: 4月23日~5月21日の宿題の 1 つは提出 (予定)。  
(6月11日)

### §8 多原子分子気体の性質

- 復習: 角運動量、スピン (6月18日)
- 異核 2 原子分子 §8.1、§8.2 (6月18日)
- 等核 2 原子分子 §8.3 (6月25日)

## §11 相転移

- イジング模型と平均場近似 §11.1、§11.2 (7月2日、9日)

**小テスト** 範囲 §10。受験資格: 5月28日~6月11日の宿題の1つは提出(予定)。  
(7月2日)

- ランダウ理論 §11.3 (7月13日)

**小テスト** 範囲 §8。受験資格: 6月18日~6月25日の宿題の1つは提出(予定)。  
(7月4日)

補講日 (7月18日金)

### ⑦その他の注意

- 教科書: 「統計力学」小田垣孝著、裳華房  
まだ、持っていない人は買うこと。  
ただし、全ての内容はやらない。とばすところは、板書して www にも載せる。また、説明も同じようにはしない。
- 時間厳守。遅刻厳禁。
- 授業の始めに宿題を板書、あるいはプリントで配布するので、次の週までに解答し、提出。さらに次の週に添削して返却。採点はしない。問題は、2問で、それぞれ難易度が違う。小テスト、期末テストの問題は、宿題から出すので、毎時間提出すること。解答は www に載せる予定。宿題の提出は小テストや期末テストの受験資格になる。  
小テストの受験資格 小テストの範囲の宿題を最低1回は提出。小テストの範囲はスケジュールに予定を書いたが、変更の可能性もあるので、事前に必ず確認すること。  
期末試験の受験資格 小テストの受験資格 + 小テストの範囲外の宿題を最低1つ提出。小テストは受けなくても良い。

#### 宿題提出時の注意

- 名前を書いて下さい。
- 2枚以上になるときは、ホチキスでとめて下さい。
- 文字・数字は出来る限り読みやすく書いて下さい。

- 教科書には「アニメ」がついている。授業中でも見せる予定だが、自宅でも www から見れるので、各自アクセスして試してみることに。

- 授業の改善を目的として、アンケートを 2 回取る予定。
- ホームページ: 連絡、授業でやったことその他。アドレスは、追って連絡。

### ⑧参考文献

基本的には、教科書があれば他に買う必要は無い。しかし、あえてあげるとすると、

1. 久保亮五編、「大学演習 熱学・統計力学」、裳華房  
有名な問題集。現在教員になっている多くの人がこれで勉強したと思う。第 7 章、第 8 章、第 9 章が関係している。
2. ランダウ・リフシッツ「統計物理学上」小林秋男他訳（岩波書店）12 章  
古典的な教科書。書き方は平易でなく分かりづらいが、正確に書かれているので、後々まで使える。この授業とは、第 4 章、第 5 章と第 6 章が関係している。
3. 統計力学（田崎晴明、<http://www.gakushuin.ac.jp/~881791/statbook/>）  
まだ、出版されていない教科書だが、とても丁寧に書いてあり、授業で分かり難いと思った所を補足するのにちょうど良い。分らない所が氷解するかもしれない。この授業とは、2007 年 3 月 30 日版で第 6 章と第 7 章、第 10 章の 3 と 4、第 11 章の 1 から 4 が関係している。

宿題: 粒子数を  $N$ 、質量を  $m$ 、 $i$  番目の粒子の運動量を  $\mathbf{p}_i$  として、今ハミルトニアン  $H$  が

$$H = \sum_i^N \frac{|\mathbf{p}_i|^2}{2m} \quad (1)$$

と書けている。

1. 温度  $T$ 、体積  $V$ 、 $N$  が与えられている時、カノニカル分布から分配関数
2. 温度  $T$ 、体積  $V$ 、化学ポテンシャル  $\mu$  が与えられている時、グランドカノニカル分布から大分配関数

を求めなさい。