

1. はじめに

我々が“物質”とよんでいる全てのものは、より小さい構成要素から成り立っている。古くは紀元前400年ごろデモクリトスによって考えられた“原子”の概念は、その当時は空想の産物でしかなかった。しかし19世紀初頭にドルトンが発表した原子説によって、“物質が原子からできている”という考えは、科学としての確たる足場を得た。そのような物質観のもと、量子物理学が一通り完成される以前は、宇宙に存在する全ての物質について運動方程式を立てることができ、未来永劫にわたって変遷の様子を完全に記述することが原則的に可能である、と信じられていた。言いかえれば、物理現象の統計的性質は“帰結であって、前提ではない”と見なされていた。... ところで最初に言ったとおり、現実の物理的存在はいずれも、より小さい構成要素である原子・分子から成り立っている。浮遊する風船に詰め込んだ気体を例にとってみても、それは膨大な数の原子から構成されている。しかし全ての原子について、個々に運動方程式を立てて解析することは、煩雑で不確定要素が多く、不可能であろう。膨大で、個体数を厳密に特定するのが難しい集合体を相手にするには、統計学の手法を取り込まざるを得ない。(粒子数の不確定性について言えば、近年の量子論的見解では、素粒子の生成消滅はこの宇宙のどこにおいても、常に起こっている。量子論的レベルで粒子数を厳密に特定することは不可能なのである。このように物理現象の統計的性質が、量子論では“前提”とされている。)

この講義ではまず熱力学から始め、その後に統計力学へと進んでいく予定である。熱力学とは、まだ原子・分子の存在が明らかでなかった時代に生まれた学問で、巨視的な系の挙動を記述するものである。その後時代が進んで、原子・分子の存在やそれらを支配する量子法則が明らかになるにつれて、熱力学で得られた帰結が実はより小さな原子・分子の集合体として説明できることを示したのが、統計力学と呼ばれる学問である。統計力学では、主に微視的な系の挙動を取り扱うことになる。

講義全体の構成は、おおむね以下のようなになる。

1) 序論

2) 熱力学の概観

熱力学の考え方は、統計力学の体系を構築する上での基礎になる。

重要項目 {

- ・熱力学第 0 ~ 3 法則
- ・熱力学ポテンシャル
- ・計算方法

3) 統計力学の基礎

本章において統計力学の基礎体系を構築する。また簡単な系（古典理想系）についてミクロの立場、つまり統計力学的視点から平衡状態の熱力学的性質を考察する。

重要項目 {

- ・位相空間でのリュービルの定理
- ・粒子の統計性（古典統計と量子統計）
- ・統計集団の方法

4) 量子統計

前章にて構築した統計的手法に量子論の考え方を取り込んで、ボーズ・アインシュタイン凝縮や電子比熱の理論を展開する。

5) 非理想系の統計力学

相互作用の強い系や協力現象・相転移についての話題が中心となる。

講義の全体を通して言えることは、主として系の平衡状態に着眼点を絞ったことである。統計力学が力を発揮する場所、生きた統計力学が見られる場所は他にたくさんある。（非平衡状態における系の挙動を記述すること、境界領域付近での物質の性質の推移を記述すること、等々。）しかし基本となる考え方はすべて平衡状態の統計力学に含まれているので、まずはここから学習を始めることにしよう。