

はじめに

物理学の基本原則がどのような体系になっているかは、あまり明確に語ることがない。その理由の一つは、それぞれの研究者（筆者を含む）にとっては、そのときそのときの自分の研究に必要な最低限の内容の原理さえあれば足りるからであろう。もう一つの理由は、物理学の基本原則は、常に少しずつ進歩しているからであろう。しかも、部分的な更新により、理論体系のどこかに不整合が生じないかどうかをチェックするのは、骨が折れるわりに成果（論文）になる可能性が低い作業なので、敬遠されがちになる。

しかし、現時点でどんな基本原則が、もっとも普遍的な基本原則として整合的な理論体系を成すのかは、物理学者の一人として興味があるし、まだ専門が定まっていない学生諸君に講義をする際にも明確化しておく必要がある。その最新の体系化の作業を誰もしてくれないのなら自分でやるしかない、ということで書き始めたのが「…の基礎」と題する拙著のシリーズである。本書はそのシリーズの中の「統計力学の基礎」の第I巻である。

実に多くの研究者や学生諸君から出版を催促されていたにもかかわらず、出版までに長い年月を要したのは、もちろん。研究や運営（先進科学研究機構とアドバンスト理科の構想・立ち上げ・運営など）に時間をとられたこともあるが、統計力学特有の事情もある。

統計力学は、単にマイクロ物理学（とくに量子論）とマクロ物理学（とくに熱力学）を繋ぐだけではなく、これらが全体として整合的な理論体系を成すように体系化される必要がある。ところが、量子論の体系は、たとえば量子スピン系ならその枠組みは単純明快だが、一般の量子多体系となると、拙著 [10] の 7.4 節でも述べたように多様である。さらに、熱力学の体系となると、もっと多様であるばかりでなく、明確に基本原則が語られること自体がとても少なく、曖昧である。これらのマイクロ物理学とマクロ物理学の多様さと曖昧さがかけ算で効いてくるので、統計力学の体系は、いっそう多様で曖昧になりがちなのだ。とくに、基本中の基本である「平衡状態」の定義すら、文献によって異なっているのが実状である。たとえば数学的な論文は、明快である代わりに、平衡状態の特定の（実際の平衡状態の少なからぬ部分が含まれなくなる）定義を採用

し、さらに量子スピン系に限定することが多い。また、物理の文献では、「マクロ物理量」という言葉を定義もしないまま使っている例も少なくない。このような状況下で、明確で普遍的な統計力学の理論体系を書き下すのは、実に骨が折れる作業であった。

そういった苦勞の末にようやく第 I 巻を書き上げた本書は、研究者にも何らかのお役に立つのではないかと思うが、初学者でも読めるように丁寧な説明を心がけた。その一環として、古典力学、量子論、熱力学を復習する章も設けた。もちろん、統計力学の理解に必要な最小限の事項だけを抜き出した復習であるが、その一方で、これらの理論単独の教科書では通常は解説されることが少ないものの統計力学の理解には極めて重要だ、という事項は解説した。したがって当該の章は、古典力学、量子論、熱力学の解説としては、わりと珍しい内容になっている。また、統計力学は、ミクロな理論とマクロな理論を往復するので、「状態」の概念が混乱しがちだ。そこで、あまり説明されることがない、特定の理論に依らない一般的な「状態」の定義をわかりやすく説明し、それをういて個々の理論における「状態」を俯瞰的に理解できるようにした。

拙著の「…の基礎」と題するシリーズは、個々の理論を閉じさせるために基本原理の数を増やすようなことは避け、物理学全体としての（現時点での）必要最小限の基本原理の体系化に寄与することを目標にしているので、本書もその方針に従った。すなわち、熱力学の基本原理に最小限の原理を加えて、熱力学+統計力学の基本原理を成すように体系化した。また、物理的な正確さを重視した。というのも、理論では理想極限のモデルをよく採用するが、理想化がもたらした適用限界のために、見かけの矛盾に遭遇することも少なくないからだ。そのようなときには物理的状況をきちんと考えれば問題が解消する、ということ、いくつかの例について説明した。

なお、出版後に訂正や改良箇所が見つかった場合には、「統計力学の基礎 清水」で検索すればサポートページが見つかるようにしておくつもりである。

本書の執筆の際には、多くの方々に助けていただき、感謝に堪えない。

(以下は個人名が出てくるので略します)