

序

熱力学は、もともと熱機関の効率などを解析するため、19世紀初頭から発展してきた学問であるが、その後物質科学の分野にまで広がり、材料科学者にとっては必須の基礎学問となっている。ただ、いわゆる古典熱力学は典型的な現象論であり、与えられた各種の巨視的熱力学量間の関係を記述するにとどまるといってもいいだろう。それに対し、統計熱力学は原子論や量子力学に基づき、微視的な立場から熱力学量を求める手法で、工学的には常に役立つとは限らないが、熱力学の本質を理解するにはかかせない。例えば、熱力学量の主役のひとつであるエントロピーや温度の意味を古典熱力学のみで理解するのは結構難しいが、統計熱力学の立場からは容易に理解できる。

本書は、統計熱力学について、材料科学や物性物理学を学ぼうとする読者を対象として、物質の熱的性質について、古典熱力学との対応も留意して書き下ろした入門書である。なお、本書の姉妹編として「材料科学者のための量子力学入門」(参考書(1))も刊行されており、必ずしも本書を読むに当たっての前提としているわけではないが、合わせて読んでいただくと微視的な視点から見た材料科学への理解が深まるものと確信している。

本書の構成は、第1章で、まず統計熱力学の概念をつかんでもらうため、具体的に最もシンプルな例のひとつであるアインシュタイン・モデルによる固体の比熱を取り上げ説明する。第2章は本書の中心であるが、始めに古典熱力学の復習として、いろいろな熱力学量の定義やそれらの間の関係式を説明した後、統計熱力学の基本概念として、正準集合、大正準集合、小正準集合の定義を説明し、エルゴード仮説と等重率の仮説に基づき、ボルツマンのエントロピーの定義式から出発し、統計熱力学の一般論を展開する。一見抽象的で難しく感じられるかもしれないが、要は物質を構成粒子の集合として微視的にとらえたとき、ある条件下で最も頻繁に現れる個々の粒子のエネルギーの組み合わせ

せを統計的に解析する方法とってよく、第1章の例と合わせて読んでもらおうと、むしろ古典熱力学より理解しやすいといっても過言ではないだろう。第3章では、理想気体や電子など基本的な系を取り上げ、第2章の手法に基づき、それらの系の熱力学的ふるまいを求める。第4章では、材料科学として興味ある系を応用例として解説する。後半部分では、これからの社会にとってますます重要性が増すと思われる電池や半導体など、荷電粒子を含む系の熱力学的ふるまいを少し詳しく解説する。

本書を書くに当たっては、長年京都大学で研究を共にしてきた京都大学大学院工学研究科の中村裕之教授に細部にわたって目を通してもらった。また、本書を刊行するに至ったのは、前著である「磁性入門」や“材料科学者のための物理入門シリーズ”「固体物理学入門」,「固体電子論入門」,「電磁気学入門」を出版していただいた内田老鶴圃の内田学氏の薦めに負うところが大きい。

2013年4月

志賀 正幸

材料科学者のための物理入門シリーズ

著者はこれまでに、「材料科学者のための物理入門」シリーズにおいて、①「固体物理学入門」、②「固体電子論入門」、③「電磁気学入門」、④「量子力学入門」、⑤「統計熱力学入門」と計5冊のテキストを内田老鶴圃から出版させてもらっている。このシリーズは「統計熱力学入門」をもって完了とするが、出版社の勧めもあり、これらのテキストの関連や特徴を述べさせていただく。

本シリーズに共通する特徴は、材料科学、化学、物性物理学など、いわゆる物質科学を学ぼうとしている学生を読者として想定する物理学の入門書ということである。この内「電磁気学入門」を除いては、物質の性質を微視的な観点から理解しようとするもので、読むに当たって前提としているのは、大学前期課程で学ぶ一般物理学、微分積分学、線形代数学などを習得していることである。原稿を書くに当たって著者が常に心がけていることは、分かりやすく、具体的に説明することはもちろんであるが、必要な数式は省略せず、直感的なイメージと数式を一体として理解してもらうことである。

以下、各テキストの特徴・読み方を説明しておく。

①は、著者が京都大学工学部物理工学科の2年次の学生を対象に行っていた固体物理学の講義テキストに手を加えたもので、内容を理解するのに必要な量子力学や統計熱力学も簡単に説明しており、教科書として使うことも念頭におき書き下ろした。

②は、いわば①の続編で、金属のバンド理論を紹介し、これをもとに金属・合金の物性、半導体の性質・機能、さらに物質の磁性や超伝導についても微視的観点から説明しており、やはり著者が材料系の学部学生を対象とした講義テキストに手を加えたものである。

④、⑤は、①、②を読むに当たって前提としている量子力学と統計熱力学について、独立した科目として学べるよう書き下ろしたものである。この2つの

分野は互いに密接に関連しており，できれば2つまとめて学んでほしい．

③は，少し趣が異なる．電磁気学は古典物理学の一分野であるが，物質の電氣的，磁氣的性質を理解するにあたって必須の科目であり，とにかく電磁気学を敬遠しがちな材料系の学生が理解しやすいよう心がけ書き下ろした．

なお，著者の専門分野は磁性物理学で，本シリーズとは別に，内田老鶴圃刊行の材料学シリーズの一環として「磁性入門—スピンから磁石まで—」を出版している．こちらは，材料系の大学院で行っていた磁性物理学の講義テキストに手を加えたもので，物質の磁性やその応用について学ぼうとしている学生・研究者を対象にした入門書である．

志賀 正幸