

まえがき

本書は、基礎的な化学の学習を一通り終えた学部学生を念頭に、より専門的な物性化学、固体化学について、初学者が学習するための手引きとなる内容をまとめたものである。これらの内容は、実際に著者らが京都大学理学部化学教室や、同志社大学理工学部機能分子・生命化学科で2, 3回生向けに行った講義ノートをもとにしている。

無機化学は、元来、金属や鉱物などの無機固体物質を研究対象にし、それらの性質、構造や物質相互の反応を研究する学問であり、炭素を中心とする生物・生命由来の有機物質を対象にする有機化学と相補的な学問であった。ところが、半導体やセラミックスに代表されるような無機化学工業・産業の発展とともに、その守備範囲は物理化学、固体物理学、結晶化学などと相互に関連しながら拡大し、さらには錯体化学、有機金属化学、生物無機化学、無機物性化学など、従来の無機化学には収まらなかったものまで含まれるようになった。学問の統合的発展という意味では誠に喜ばしいことであるが、一方で、初学者にとっては何から学べばよいのか途方に暮れることにもなりかねない。実際に、大学の無機化学の教科書といえば、分厚い辞書のようなものが多く、初学者への負担は(心理的にも経済的にも?)著者らが学生の頃とは随分と違ってきているように感じる。大学教員の立場からも、何をピックアップして教えればいいのか、迷うことがしばしばである。これは無機化学だけではなく、最近の進展著しい自然科学のいずれの分野においても、程度の差はあれ、同様の状況であろう。

そこで、初学者が固体化学や物性化学の分野で研究活動を行うに至るまでの必要な概念や知識を改めて洗い出し、大学教養レベルの無機化学と、専門分野の橋渡しになるような学習書を作ろうというのが、本書における著者らの最大の目標である。もちろん、紙数の都合上全てを盛り込めたわけではないが、初学者が理解しやすいようにテーマを取捨選択し、さらに本書読了後の発展的な学習への導入にも配慮したつもりである。

第1~3章は、固体における結合、構造、熱化学の基礎的な内容をまとめたもの

である。無機固体物質が原子や分子の単なる集合体ではないことを理解し、固体の性質や構造における特有の概念や特徴を無理なく把握できるよう努めた。より発展的には量子論や統計学の取り扱いが必要になるだろうが、初学者には荷が重いので、簡単に触れるのみにとどめた。

第4章は、固体物質を合成する上で必要不可欠な相平衡と平衡状態図について解説した。簡単なモデルを用いることにより、相分離現象や規則・不規則相転移などの特徴的な性質を熱・統計力学的に説明することが容易に理解できるであろう。

第5, 6章は、固体の結晶構造の記述法や回折法などの結晶化学の基礎と、代表的な結晶構造をまとめた。ここでも初学者のために厳密性をいささか省略して、構造因子や構造型のエッセンスを理解できるようにした。

第7, 8章は、格子欠陥と格子振動についてまとめた。本文でも述べたように、固体には必ず格子欠陥が存在し、そのことが固体特有の性質の1つでもあり、格子欠陥や格子振動が原因となって新たな現象が引き起こされたりする。例えば、静的、動的な格子欠陥は電気伝導性や超伝導などの固体物性と深い関わりがある。本書では格子欠陥・格子振動の熱化学・結晶化学的な側面を数式の展開も含めて詳しく記述し、初学者が今後、固体物理学的、物性化学的な展開を学ぶのに必要な、基本的な概念を得られるようにした。

第9章は、拡散現象について解説した。固体における平衡状態の実現には、原子やイオンの拡散は重要な役割を果たし、格子欠陥の存在によって促進される。これらは密接に関係し合っており、物質の合成や物性を検討する上で、基礎的な事項をきちんと抑えておく必要がある。

第10章では、固体が織りなす相転移現象について、第4章で述べた同素変態、相分離現象、規則・不規則相転移現象から、磁性や超伝導現象といった電子が引き起こす相転移現象に至るまで、熱・統計力学やランダウ展開理論のような現象論的な立場から解説した。電子が引き起こす相転移現象の理解においては、ある程度の量子論的な事柄も学ぶ必要があるため、なるべく必要最小限にとどめたが、解説してある。この章は、読者が物質科学・工学を含むこの分野に興味を持ち、専門的な物性化学、固体化学、あるいは物性物理学、物性工学へと進んでいく上で、基礎と専門の橋渡しとなることを期待して書かれている。

以上のような内容について、原子構造、化学結合などの基礎的な知識を持つ学部2, 3回生であれば、問題なく本書を読み進めるよう配慮したつもりである。学

習としては1章から順に読み進めていただくことを期待しているが、もちろん読者の興味ある章をそれぞれ独立に読んでいただいても結構である。また本書では、磁性やバンド理論などを学ぶ上で重要な量子論的な展開については、第3章と第10章で簡単な説明を加えた程度で、それ以外はほとんど触れなかった。近い将来にこれらについての初学者向けの学習書をまとめたいと考えている。本書の誤りや説明不足のところなどについて、忌憚のないご意見をいただけるとありがたい。

大学教養と固体化学、物性化学分野の橋渡しを、という当初の大それた目標を達成できているのか、はなはだ心許ないが、少なくとも本書で述べられた事項を抑えていれば、このような分野の研究を行う基礎はできていると思っていただいでよいであろう。その意味では学部学生だけではなく、実際に物質科学などの研究を行っている技術者や開発者、研究者にとっても、改めて基礎的な知識の確認・理解の一助になると思う。本書が幅広い読者に役立てば幸甚である。

最後に、本書の企画、出版の機会をいただき、また著者らの遅筆にもかかわらず、叱咤激励くださった、株式会社内田老鶴圃の内田学社長に心から感謝したい。

2019年9月

吉村 一良 加藤 将樹