

まえがき

‘豊かな内容を持っていながらそれに強い統一を与え、
その結果結晶してくる単純さである’

(長田弘, 最後の詩集 ‘円柱のある風景’ より
引用原典: 和辻哲郎, イタリア古寺巡礼)

‘Clear thinking and clear presentation’

(Alan Cottrell, ケンブリッジ大学冶金学科大学院の授業にて)

‘材料’ という用語から読者はどのようなイメージを思い浮かべるであろうか. ‘製品のための素材’ であろうか. しかし素材から製品までの工程は様々であり, 製品も小は集積回路(IC), 大は高層建築に至る. 内田老鶴圃「材料学」シリーズはこの書で46冊目になり, 材料全般とまではいかなくても広範囲にわたって展望されている. 本書は広範囲とは対照的に, 材料の物理的側面に的を絞った材料物理学入門書である. 理工系の学生や研究者が, 細分化された科学技術の壁を乗り越え, 相互に意思疎通のできる素地作りを目指している. 本書で取り上げる各項目は著者が長年温めてきた材料物理学の基礎概念である.

想定している読者は材料および物質系学部の後期学生と大学院生, 産業界で活躍中の材料を扱う分野の技術者と研究者, 材料物理学を学び直してみたいと考えている方々である. ‘再入門’ の色彩を合わせ持つテキストでもある.

材料物理学は人類が蓄えてきた‘経験的知識’と1940年代初頭から進歩を重ねてきた‘固体物理学’が車の両輪である. その後80年近くが経過したにも関わらず両輪の連動は不十分である. それは経験知と固体物理学とで研究課題の取り上げ方が異なるためであろうか. 前者は工学系, 後者は理学系の色彩が強い.

執筆の動機は工学と理学の融合である. 材料物理学の工学的側面は不規則系や熱力学的非平衡系, 不可逆過程が問題となる場合が多い. それに対して固体物理学では規則系, 熱平衡系, 可逆過程など理論的に扱い可能な分野が多い. 本書にはささやかながら不可逆過程の見方を取り入れた. カオス, プリゴジン流儀の熱力学, 対称性の自発的破れなどである.

進展著しいナノテクノロジー*1, 計算物理学*2, 原子分子の直接観察*3, 微量分析技術, 大規模データ処理技術*4などは両分野の融合に向け新次元を切り開くに違いない。

材料物理学の皮切りとして石英(水晶)を取り上げた。水晶の外形が示すマクロな六角対称から、結晶の点群・空間群, 絶縁体のバンド構造, 結晶・ガラス状態の相転移について概略を述べ、本論への導入とした。

材料系の入門者がつまづきやすいと思われる物理的基礎概念, 例えば点対称と並進対称の関係, ケミカルポテンシャル, ブロツホの定理, プリランゾーン, ボルツマン方程式, 相転移のランダウ方程式は愚直なまでに丁寧に説明した。§6 ‘再訪—ヒューム・ロザリー則の電子論’は水谷宇一郎らの研究成果を踏まえ、モットージョーンズの古典的金属電子論を新しい見方で解説した。

執筆にあたり多くの学術誌, 専門書, 教科書を参考にしたが, 著者が頼りにした参考文献は脚注あるいは本文中に記した。また, ネット上には材料関係の最新情報が数多く公開されている。大学あるいは大学院での講義録, 個人研究者の学術論文, 学位論文, 企業の科学技術情報なども参考にし, 引用した。

様々なレベルの読者を想定して脚注と章末の‘補足説明’という二重の安全柵を設けた。さらに詳しくはviiiページ以降の参考資料を勉強されたい。材料という身近な舞台で演じられる物理現象を通して, 結晶学, 量子力学, 熱統計力学の考え方が体得できるように工夫した。準結晶とゼーベック効果・ペルチェ効果の二章は入門書としては大部になりすぎたので割愛した。

材料シリーズでは著者も監修者の一人であり, 内輪の慣れ合いを避けるため, 外部監修者として水谷宇一郎博士に監修をしていただきました。さらに, 北田正弘博士,

*1 隅山兼治: クラスター・ナノ粒子・薄膜の基礎(材料学シリーズ, 内田老鶴圃, 2016)

*2 阿部太一: 材料設計計算工学—CALPHAD法による熱力学計算および解析(材料学シリーズ, 内田老鶴圃, 2011)

小山敏幸: 材料設計計算工学—フェーズフィールド法による組織形成解析(材料学シリーズ, 内田老鶴圃, 2011)

宮崎亨: 材料の組織形成(材料学シリーズ, 内田老鶴圃, 2016)

*3 田中信夫: 電子線ナノイメージング—高分解能TEMとSTEMによる可視化(材料学シリーズ, 内田老鶴圃, 2009)

*4 八木見一: 最適材料の選択と活用(材料学シリーズ, 内田老鶴圃, 2006)

小岩昌宏博士，佐藤洋一博士，蔡安邦教授，沼倉宏教授，久保紘博士，山本幸生博士には貴重な助言をいただきました。材料学シリーズ監修者である堂山昌男博士ならびに北田正弘博士，出版社の(故)内田悟氏，内田学氏とは四半世紀にわたり意見交換の機会に恵まれました。以上の皆様に感謝いたします。

内田悟氏が「昔の人は丁寧に原稿を仕上げていました」とおっしゃっていたことが執筆を終え耳に痛く感じました。内田学氏には筆者の遅筆に辛抱強くお付き合いいただき，また校正の注文にも快く応じていただきました。出版にこぎつけられたのはひとえに両氏をはじめ，内田老鶴園社員の方々に負うところが大です。

最後になりましたが，矢部丈太郎氏には(株)内田老鶴園に出版助成をしていただきました。身に余るご援助をいただき，氏に深く感謝申し上げます。学生の経済的負担が少しでも軽くなればとの心温まるお言葉をいただきました。

2017年4月

小川 恵一