

はじめに

粉と水を捏ねあわせて作るパンや土器が人類の生活を豊かにしたのに対して、身近な物体、物質を細かく分割していったときの性質の変化、基本単位についての問いかけが科学を進歩させてきた。科学・技術の成果を享受する現代人は耳学問として物質の成り立ちが素粒子に遡ることを知っている。また、化学や物理の授業で、微視的には物質が原子、分子で構成され、原子が原子核と電子に分けられること、巨視的には気体、液体、固体状態が存在し、多数の原子や分子で構成される物質の構造や性質が化学組成、温度や圧力などに強く依存することを学んだ。そして近年、微視的、巨視的サイズが交差する中間サイズにおいて新機能性が出現するとの期待から、ナノサイエンス、ナノテクノロジーとして注目されている。

筆者がこのような中間サイズ物質に接したのは、大学院で研究を始めた約45年前である。「bcc構造で強磁性体のFe-Ni合金を微粒子にするとfcc構造の常磁性体になる」ことを知り、物質のサイズ—非平衡構造—性質の相関性に興味を持った。幸い研究人生の後半の約30年にわたり、気相状態から形成される薄膜、厚膜やクラスター、ナノ粒子の研究を行うことができた。しかし、原子や分子が数個ないし数千個集まったクラスターは分子化学や粒子線物理学、もう少し大きいナノ粒子あるいは微粒子は応用物理学や粉体・粉末工学、原子や分子が平面基板上にナノメートル厚さで堆積された薄膜は電子デバイスや表面物理化学の分野で別個に研究されてきた。それぞれ専門の参考書が出版され、微粒子、ナノ粒子などの名称や概念が必ずしも統一されておらず、勢い多くの参考書、文献、解説と格闘せざるをえなかった。

そのような体験を振り返り、上記3つのナノサイズ物質を総合した研究者向けの教科書があればよいとの思いで本書の執筆を試みた。本書の第1章では気相状態の原子・分子からの形成過程と作製方法、第2章では中間サイズに由来する様々な結晶構造や組織的特徴、第3章と第4章ではサイズ、表面、特殊構

造に起因する金属・半導体ならびに強磁性体の基礎物性に絞り概観した。

半導体の表面現象やデバイス、ナノ制御磁性材料やスピントロニクスなどの最先端分野ならびに炭素原子のクラスター(フラーレン)や薄膜(グラフェン)、コロイド法で作製したナノ粒子については、筆者の能力と紙面の制約を越えているので割愛した。それに代えて、初心者の方のために各章の後半で基礎知識や物理概念を記述するとともに、すでにこの分野に携わっておられる方々に本書のどの章からでも読み始めて戴けるよう括弧付きで関連箇所や式を記載した。材料科学を志しておられる若い学生、研究者の方々には、気体状態からの急冷を縦糸、物質サイズを横糸にして縫い合わされた“バルク固体と原子・分子の構造や物性が交叉する中間サイズ物質”に興味を抱かれ、この分野に挑戦して戴ければ、これに勝る喜びはない。

筆者の研究人生を振り返ると、恩師の故中村陽二先生には研究の最先端を見せて戴きその後も研究支援を受けるなど、公私にわたりご指導戴いた。佐藤孝四氏、小川倉一氏には薄膜の手ほどきを受け、G. M. Graham 先生、鈴木謙爾先生、田中一英先生、畏友の小田垣孝氏には、ご指導とともに研究・教育を続ける機会を与えて戴いた。また、ご厚誼戴いてきた小川恵一先生から、本シリーズに執筆するようご推薦を受け、荒削りの原稿の段階から辛抱強く、好意的かつ厳しいご批判、叱咤激励を戴いた。材料学シリーズの他の監修者の堂山昌男先生、北田正弘先生と合わせ感謝する。学生時代に直接ご指導を受けた志賀正幸先生、かつての研究仲間の日原岳彦氏、大嶋則和氏にも文章や構成、誤りにつきご指摘戴いた。同時に、内田老鶴圃会長の故内田悟氏、社長の内田学氏に暖かい激励を戴いた。さらに、お一人ずつお名前を上げず失礼するが、多くの先達、先輩、友人のご教示、筆者が所属した研究グループで一緒になったスタッフ、学生諸君のご支援・協力の結果が本書に結実していることは言うまでもない。この場をお借りして皆様にご心よりお礼を申し上げる。最後に私事ながら、筆者が大学院生のときに他界した父と研究に明け暮れた時代に他界した母の恩、研究生生活を支えてくれた家内に感謝する。

2016年1月

隅山 兼治