

序に代えて

本書を著わすに至った経緯などについては緒言に述べるので、ここでは、本書の骨子について述べ、読者の方々への便宜に供したい。

私共が材料の開発、製品の開発に向かうとき、例えば、「ダイヤモンドより硬い材料はあるだろうか、何を基にそれをつくればよいのだろうか」、あるいは「 Al_2O_3 のヤング率は約 4.2 GPa. それでは、 MgO のヤング率はいくらになるのだろうか。どこをどう辿れば MgO のヤング率に到達できるのだろうか。あるいは、そもそも Al_2O_3 の特性から、他の材料の特性への乗り換えなど不可能なものであろうか」、「イオン導電性のもっと優れた材料はどのような特性になるのだろうか」などの素朴な疑問に直面する。

このような素朴な疑問に答えるには、材料のもつ諸特性同士の間関係が知られていなければならないし、さらに、材料の構成要素の素性(結合半径、原子価など)と、その特性との関係が知られていなければならない。

逆に、このような関係が十分知られていれば、任意の材料の一つの特性から、他の材料の任意の特性が推論できるようになる。

これはもちろん、理想論ではあるが、今日のように、多くの材料について、その素性、特性が明らかになっている時代では、あながち絶対不可能という問題ではないと思える。

著者らは、このような立場で、無機材料のもつ特性同士の相関を、現状で可能な限り明らかにする努力を注いで書く心づもりで取り組み、その具体的結果が第 5 章、第 6 章に示されている。これによって、読者の方々には、材料を変更したら、どこがどう影響されるかと、ある程度数量的に推測できると思う。

このようなことがそれほど面倒なくできる理由は、材料の結合エネルギーの試算に単純な計算方法(Kapustinskii の近似)があること、「無機材料同士の間での化学反応では、体積がほぼ一定に維持される」という近似的な関係の存在、「無機材料構成要素の元素 1 個当たりの体積(本書では q と表現)が多くの元素であま

ii 序に代えて

り変わらない」という関係の存在に由来する。その体積の一定性の精度が実は、特性推測の精度の鍵となっている。これらの関係、数表を第3章にまとめ、便宜に供した。これらを利用すれば、材料の特性値の多くが四則計算で求められることを知り得よう。

本書に述べた特性同士の相関などによって、読者の方々には、無機材料の特性の世界の概要を全体的に把握していただけるものと信じている。

2014年9月

著 者

1

緒 言

無機材料は色々な分野で広く利用されており，社会に欠くことのできない材料となっている．そして多くの研究，著作が行われ無機材料を扱う技術者・研究者に優れた指針を与えている．具体的な例を挙げれば，入門書にして体系著述書として Kingery 先生の“Introduction to Ceramics”，また専門書としての桐山良一先生の「固体構造化学」，須藤俊男先生の「鉱物化学」，Galasso 先生の“Structure and Properties of Inorganic Solids”等は全くの名著というべきで，多くの現象，利用についてこの上ない知識を与えてくれる．これら以外にも多くの名著が出版されている．

しかし，即断・即決を必要とする材料開発の現場に立って，必要な特性の材料を新たに合成・開発しようとする時，「材料の開発，研究はやってみることが最初で最後の手段」と割り切っているとしても，果たして目指している方向が正しいものやら，また目標が自然の理の限界を超えた実現不可能なことになってはいないかなどに迷いが生じる．そしてこれらの迷い，疑問に対して信頼すべき答えの得られる指導原理・方針が論文・著書に必ずしも見当たらないことに深く悩む．同じ悩みをもつ技術者，経営者は少なくないのではないかと思考する．

著者は長く無機材料の開発に携わり，上に述べたような悩みに直面し，それを解決するための方法を，ラフで低い精度ではあるが模索し利用してきた．その結果のうち同じ悩みを感じている現場マンに多少は役立つような部分をまとめ，参考に供したいと願って本書を著した．

これは現場に立つ技術者，研究者にも，これから無機材料の特性を理解しようとしている学生，また管理の立場にある人にも役立つのではないかと，一方的に思っている．

このような想定で本書を著し，内田老鶴圃内田学社長にお願いし，出版の機会を与えていただいた．

本書の材料学・材料技術上の立場について説明すると，固体材料の特性は二つ

2 1 緒 言

に分類されると思っている。その一つは主に格子点の原子・イオンの振る舞いに起因するもの、もう一つは電子の振る舞いに起因するものである。本書はこのうち格子点の原子・イオンの振る舞いに起因するものを扱うことを目的としている。すなわち、格子点のわずかな変位・変形に基づく弾性的性質、その振動に基づく熱膨張、伝熱、またイオンの大変位に基づく電池現象、酸素イオン蓄積・放出などの事項を扱った。

また、本書中では多くの特性の実測値を多くの文献から引用させていただいた。原著者の方々には心よりの御礼を申し上げる。ただし、実測値の多くはかなりの範囲で分散し、どれが真実の値であるかは現段階で正確に決しがたい。それで、本書では実測値の平均値、ないし中央値を実測値として採用させていただいた。したがって、本書中の数値と全く一致する実測値は必ずしも文献中に見出すことはできない。お断りしてお詫び申し上げたいと思う。しかしそうではあっても本書の数値が真実からひどく乖離していることはないと信じている。これらを含め、中身の精度にはなお改良の余地はあると思うが、読者の皆様のご賢察を得て、本書が適切な参考となることを願っている。

また、この分野の最近の発展には著者は疎いことを案じている。文献の引用洩れなどあるものと恐れている。そのような事態には原著の先生方にはご寛容をお願いしたい。

なお、本書の内容の“特性予測”は故柳田博明先生監修の下で、「21世紀の材料研究」を著したおり、先生の示唆を受けてまとめたものの発展であります。先生のご見識とご示唆に改めて敬意と謝意をここに表す次第です。

最後に本書を完成させるに際し、内田老鶴圃編集部の方々には一方ならぬお世話になりました。この方々の御助力なしには、本書の完成はなかったものと思っています。ここに、記して感謝の意を表します。