

『材料科学の基礎』

(M. A. White 著, 稲葉章訳)

京都工芸繊維大学 工芸学部 物質工学科

田中 勝久

Properties of Materials (by M. A. White)

Katsuhisa Tanaka

Department of Chemistry and Materials Technology, Faculty of Engineering and Design, Kyoto Institute of Technology

表題の訳書は、2000年11月に東京化学同人から出版された、約400ページの材料科学に関する専門書である。原著者はカナダのダルハウジー大学化学科の教授である Mary Anne White 博士、原著のタイトルは Properties of Materials となっている。とあるきっかけで筆者がこの訳書を手にし通読したとき、非常にわかりやすい本が出たとの印象を受けた。本書では、固体物理学の詳細を学んでいない初学者であっても材料科学を理解できるように、十分な工夫がなされている。

まず、本書の章立てについてふれておこう。本書は大きく5部から構成されている。第1部では材料科学の概論が述べられている。特に身近な物質や現象を具体的に取り上げて、材料科学の重要性が強調されている。第2部の表題は「材料の色と光学的性質」であり、原子や分子に由来する色、金属と半導体の色、物質と光の相互作用による色（屈折、干渉、散乱など）、他の光学現象（光学活性、非線形光学な

ど）といった項目から成り立っている。たいていの固体物理学の教科書が、格子振動と熱的性質、あるいは金属や半導体の電子構造と電気伝導から説明を始め、固体の光物性はそのあとに記述されることを考えると、材料の物性の説明として最初に光学的性質を選択する切り口は新鮮に感じる。特に、色の側面から金属と半導体の電子構造を論じる手法は面白い（金属光沢の理由はもう少し詳しくかつわかりやすい説明が必要かもしれない）。

続いて第3部は「材料の熱的性質」である。ここでは、熱容量、熱膨張、熱伝導に加えて、相平衡、表面・界面の現象、不均一系（コロイド、界面活性剤、クラスレート化合物など）にかかわる内容が述べられている。第4部は「材料の電気的性質と磁気的性質」であり、金属、半導体、絶縁体、誘電体、超伝導体、磁性体が説明されている。この章に割かれているページ数はあまり多くないが、バンド構造、不純物半導体のしくみ、pn接合、ダイオード、トランジスター、焦電性、強誘電性、ゼロ抵抗、マイスナー効果、強磁性と常磁性、硬磁性と軟磁性、交換相互作用など、固体の電気的性質と磁性に関する本質的な項目が記述されてい

る。第5部は「材料の力学的性質」であり、弾性率、塑性変形、破壊現象のほか、点欠陥と転位についての説明がある。また、圧電性がこの章で取り上げられている。さらに、形状記憶合金やインテリジェント材料にもふれられている。

最初に言及した本書の「わかりやすさ」を反映するのは、やさしい比喻を用いた説明と、随所に挿入されているコラムの豊富さである。また、「課題」という項目をいくつも設け、材料の特性にふれながら簡単な設問を課している点は、教科書として本書を用いる上で効果的である。たとえば、「材料の色と光学的性質」の章の「物質と光の相互作用による色」の項で光の屈折が説明されている。ここで、水を張ったビーカーに挿し込まれた鉛筆が曲がって見える写真を掲載しているのは寧ろ当たり前のことであり、空気からガラスに入射した光が屈折する理由を、舗装道路から芝地に入った二輪車の動きになぞらえて説明していること、蜃気楼やダイヤモンドのきらめきなど身近な事項と光の屈折を結びつけて解説していることなどは、初学者の興味を引き出し理解を助ける上できわめて効果的であると感じる。加えてこの項では、「課題」として光ファイバーにおけるコアとクラッドの屈折率と全反射との関係について考えさせている。光の屈折と二輪車の動きの類似性について少し補足しておこう。ここでの二輪車とは、自転車のように車輪が前後についているものではなく、人力車のように両輪が平行に並んでいるものを想定している。図1（本書における図4・2）に示すように、この二輪車が舗装道路から芝地へ斜めに進入する場合、最初に芝地に入った車輪（図1では進行方向を向いたときの右側の車輪）は芝に絡まって減速する。このとき左の車輪は舗装道路上を走っているため、車体の左半分が速く動き、車体は右に曲がって進む。これが光の屈折に相当する。光の場合、図2（本書の図4・1）に示すように空気より屈折率の大きいガラスに光が進入する

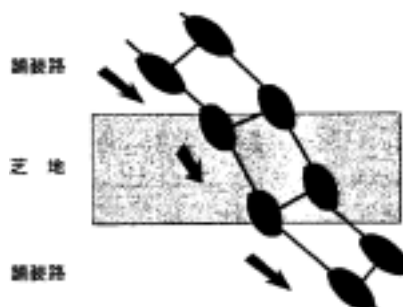


図1 二輪車（人力車）が舗装道路から芝地に斜めに進入したときの車輪の動き。光の屈折を説明するための比喻として用いられている。

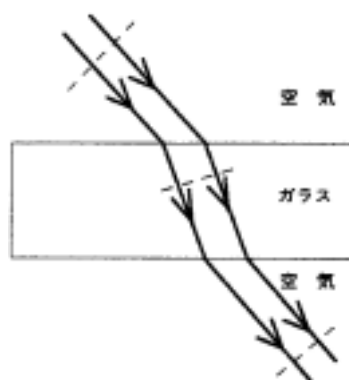


図2 空気からガラスに入射した光の屈折。

ため速度が小さくなり、屈折が起こる。このようなわかりやすい比喻と豊富な話題は本書のいたる所に見られ、記述の内容は、ポップコーンののはじけ方、キャラメル入りチョコレートの作り方、クモの糸の強さ、防弾チョッキのような日常的な話題から、準結晶、フラーレン、原子マニピュレーション、導電性高分子、ナノマテリアルのような最先端の科学と技術までを含んでいる。

以上で述べた本書の構成と内容からわかるように、教科書としての本書で終始一貫している精神は、まず固体材料の外観（色、硬さなど）や身近な現象から入って、最終的に物性の本質へ導く点であり、この工夫によって理解しやすい教科書ができあがっている。多少の難を言え

ば、他の性質と比べて熱的性質あるいは熱力学に関する記述が多いが、これは原著者の専門が固体の熱力学的性質であることを考えると、原著者の個性が発揮されている点であるとも言える。

最後に、本書に掲げられている写真の中で、筆者が個人的に印象深く感じたものを一点だけ挙げておこう。訳書の 285 ページに載せられた写真の説明文には「1947 年 12 月 23 日に初めて作成された点接触型トランジスター」とある。ベル研究所のショックレー、プラットン、バーディーン の三人の研究者によって世に送り

出されたトランジスターが 20 世紀後半の社会を一変させたことは周知の事実であるが、本書においてその原点を初めて目の当たりにした筆者は単純に感銘を覚えた。上記のバーディーンは超伝導の機構を説明する BCS 理論の開拓者の一人でもあり、これらの業績でノーベル物理学賞を二度受賞した（このことは本書にも記載されている）唯一の科学者である。

加えて、扉のページの挿絵として準結晶の 5 回対称性に関するペンローズのタイル張りが描かれている。これも原著者による選択であると思うが、科学的センスの良さに感心する。