

まえがき

なぜシャボン玉は丸いのだろう？ なぜハスの葉は水をはじくのだろう？ なぜステンレスは錆びないのだろう？ なぜ静電気は発生するのだろう？ なぜ氷砂糖を暗闇で割ると光るのだろう？ なぜ食塩の結晶が六方体、雪の結晶が6回対称なのだろう？ なぜ氷の上でスケートは滑るのだろう？ 身の回りには表面科学の「なぜ？」がいたるところに転がっている。

ハスの葉の超撥水性をヒントにした競技用水着など、身の周りの「なぜ？」から生まれた機能性材料も多い。また、身の回りの電子機器の心臓部として働いている半導体素子は今や原子レベルでの半導体表面の加工・制御技術によって製造されている。生活環境のありとあらゆる面の裏には表面科学に立脚した先端技術や新材料開発の成果が隠れている。では、実際のところ表面科学の研究はどのように進められているのだろうか？

2011年3月11日、大地震が科学技術立国とよばれたこの国を襲い、今もお揺さぶり続けている。安全だと思われてきた多くの技術がその信頼性の再検討を迫られる試練に立たされている。他方で、環境汚染やエネルギー・資源枯渇が依然として問題としてあり、高度高齢化社会を迎え多くの課題が散在する。科学技術は万能薬ではないが、それでもこうした課題の解決のために、科学技術の成果と科学者の良識に基づいた処方箋が必要とされている。汚染物質の吸着・分解反応、光合成や呼吸反応における細胞膜界面での物質の授受、太陽電池や燃料電池の表面改質による性能向上、……、表面科学の研究を通じて様々な分野で貢献するにはどうしたらよいのだろうか？

シリーズ最終巻である本書では、第5巻までの内容と連携して、実際に表面科学の研究や技術開発の現場で勤務となる基礎事項やコツ・作法などを、すぐに役に立つ「問題と解説」という形でまとめた。読者としては表面科学分野の大学生・院生から研究者・技術者を想定している。一問一問が表面科学研究の一場面でもある。演習書であると同時に普段の実験・計測・解析の場で活用できるような実用的・実践的な公式・データ集を目指している。実のところ、「答え」がまだわからない現在進行形の問題もある。本書を通して、先端研究の面白さが伝わればと思う。

本書では演習問題を、「表面の構造」、「表面の電子状態」、「表面の機能・ダイナミクス」、「表面実験と工学の周辺」の4つの章に分類した。この分類は第2巻「表面科学の基礎」の4つの章「表面の構造」、「表面の電子状態」、

「超高速ダイナミクス」, 「表面の分析法」に準じている。第3巻「表面物性」, 第4巻「表面新物質創製」で取り上げている研究からも鍵となる解析や最近の発展的な実例を「問題と解説」として本書で紹介する。

ここで自然の階層性について整理しよう。原子・分子構造の局所的な対称性は電子の運動(原子・分子軌道)に反映される。ナノスコピックな電子同士の相互作用は各結合を性格づけ, 分子・表面の分極などにつながる。まず第1章では表面の原子構造について, 第2章では物性発現のもととなる電子状態についてまとめた。原子・分子が集合し結晶や分子膜など長距離秩序が形成されると, 電気伝導性・磁性といったメゾスコピックな電子物性が発現する。こうした現象はミクロスコピックな相分離や欠陥, 立体構造にも, また温度・圧力等のマクロスコピックな条件にも大きく左右される。さらに電磁場などの外場の刺激によって制御もできる。ここから有用な機能が生まれ, 複雑に組み合わせたり, デバイスや生命が構築される。第3章では機能やダイナミクスについて考える。最後に第4章では表面研究に関する技術についてまとめる。

表面科学の対象とする現象は広範囲に及び, その謎を解くための基礎も物理・化学から医学・生物学まで実に多領域にわたっている。取り上げたいトピックは無数にある。本書には全4章・各3~4節を10問題ずつ, 計130問題を収録した。紙面の都合上, エッセンスを凝縮して1問題1ページというスタイルを採用している。1ページで収まらない物理的背景や研究例などは, 『現代表面科学シリーズ』の各巻や学会誌『表面科学会』のバックナンバー, 『新訂版・表面科学の基礎と応用』などのハンドブックなどを参照してもらいたい。

「広く, それでも深く」という多少無理がある方針を実現するために, 設問の多くをその道の専門の方, 特に現在進行形で研究現場にいる方に協力を仰いだ。快く執筆を引き受けていただいた方々に感謝申し上げたい。次ページ以降に執筆者の所属と名前を記させていただいた。本書の各ページが無限に広がる表面科学の世界の扉を開くきっかけとなればと願っている。

2013年8月

担当編集幹事
松井 文彦