

まえがき

固体物質の構造を3次元から2次元に低下させると、たとえば2010年にノーベル物理学賞を射止めたグラフェンが興味深い電子状態を示すように、種々の新奇物理現象が発現することがある。このような2次元構造を有する物質研究の多くは空中に浮いたフリー・スタンディング状態でなく、その2次元物質を固体表面上に置いたり、固体表面上に成長させたりして行っている。このことは固体表面の物性を理解し、それが2次元物質に与える影響や化学反応による成長様式の制御に関する知見を得ることが重要であることを意味している。また固体表面は、固体内部からの表面垂直方向の連続性が途切れて2次元構造を有しており、連続性・対称性の破れとスピン軌道相互作用によって非磁性体であってもスピン偏極電子バンドが発現するなど、表面自体が特異な2次元物性を示すことも多い。さらに、2次元物質の代わりに原子・分子を吸着・反応させることで、表面上に固体には本来ない物性を発現する可能性を秘めた任意の低次元（2・1・ゼロ次元）構造体を作成することもできる。

表面物性は低次元構造体のみでなく、世の中に浸透して久しいナノサイエンス・ナノテクノロジーという分野とも密接に関連する。一昔前まで「マイクロ」だった小さいものを表す接頭語は、現在では「ナノ」に置き換わったが、この 10^{-6} を表す「マイクロ」から 10^{-9} を表す「ナノ」へ物質の大きさが変わると、たとえば $1\mu\text{m}^3$ の立方体で 10^{-3} から 10^{-4} だった表面原子の割合が 1nm^3 の立方体では0.5程度となり、構造体の物性への「表面」の寄与が大きくなるのがわかる。

このような背景のもと、固体表面で起こる物理・化学現象に関する理解を深めていただくため、本巻「表面物性」では表面の基本的な性質からそこで発現する種々の物性を詳細に解説している。第1章「力学物性」では、熱力学によって表面張力やそれによる表面の構造決定が理解できることを説明するとともに、ナノスケール物質と密接に関連するナノメートルスケールでの摩擦現象、ナノトライボロジーについて示す。第2章「低次元物性」では、固体表面に存在する固体内部と異なる固有の電子状態、表面電子状態を説明し、低次元性・電子相関・スピン軌道相互作用に由来する表面電子の

振る舞いに関する物性を示す。第3章「電子的・電気的特性」では、表面での電気伝導と関連する、起源の異なる四つの表面電子状態、電荷の運動と密接に関連する波数空間内での表面電子状態の振る舞い（バンド構造）、およびバンド湾曲と空間電荷層を説明し、表面平行方向と垂直方向の電気伝導に関して示す。第4章「表面・ナノ構造磁性」では、磁性体表面の物性だけでなく、非磁性体表面上に成長した薄膜・ナノワイヤ・ナノドットなどの低次元磁性構造体の物性を示す。低次元磁性体は、固体結晶では実現できない格子定数・結晶構造・低次元化合物などに起因した新奇な磁性を発現する。第5章「化学的特性」は、「化学的安定性、疎水性・親水性」に関わる物性と「反応性」に関わるものの二節に分け、物質の熱力学的安定性と表面特有の熱力学的・速度論的問題から環境と化学的安定性の相関を示すとともに、表面化合物の生成や触媒作用を示す。第6章「表面の素励起」では、表面フォノン・表面プラズモンの起源・測定方法などを説明し、それらが固体内のものとどのように異なるかを示し、低次元構造体での素励起やプラズモンと光との混成である表面プラズモンポラリトン、電子と正孔がクーロン力で互いに束縛された状態にあるエキシトンに関するものも示す。第7章「非弾性トンネル分光」では、トンネル分光の原理から、分子振動を例に非弾性分光によって得られる表面固有の物性について示す。

各章は、それぞれの分野の第一線で研究に従事されておられる専門家によって、その分野の概要と現在における到達点が理解できるように執筆されている。一方、全体を通読することによって「固体表面に固有の物性」に関する知見を深めることができるはずである。本書が、これから表面物性を志す研究者、表面物性のさらなる探求を目指す研究者にとって必携の本となることを期待している。

2012年7月

担当編集幹事
坂本 一之