

特集 / ナノスケールの物理世界へ

ナノスケールの物理世界へ

樽茶 清悟

1. ナノスケールは“小人”の世界

“ナノ”の語源はギリシャ語の“小人”で、これには、ただ小さいだけでなく、意味のある営みをする単位という意味がある。では、今、物理的に意味のあるどのような小人の世界が拓けてきたのだろうか。

ナノスケールに関連して“ナノサイエンス”、“ナノテクノロジー”という言葉が最近よく耳にする。この話の発端は、Feynmann が1959年に California Institute of Technology で行った“*There's Plenty of Room at the Bottom*”と題する講義にあると言われている。彼は、究極の微細構造という意味で“ナノ”という言葉を使い、さらに、その世界の到来について、“I am telling you what could be done if the laws are what we think; we are not doing it simply because we haven't yet gotten around it.”と説いている。それから約40年を経て、ナノスケールの世界に踏み込むことが可能になってきたばかりか、その世界は急速に領土を広げつつある。

この10年程の結晶成長や微細加工技術などの開発によって、電子や励起子などのエネルギー量子の波長の程度(数十–100 nm)から原子、分子レベ

ル(0.1–十分の数 nm)までの小さい構造を作ることができるようになった。また、これらの構造を原子、分子のレベルの精度で観察できるほか、量子状態や相互作用の程度を識別できるだけの高い精度で物理現象を調べることができるようになってきた。そして、低次元性や多体相関の物理、計算機科学などの進展によって現象の中身の理解が格段に進んできた。これら、いわば“作る”、“見る”、“理解する”の三位一体の図式でナノスケールの物理世界が開拓されている。そして、一体どんな“小人”の世界が見えてきたのだろうか。詳しくは、後に続く専門の解説を読んでいただきたいが、ここでは、その予告編を兼ねて、ナノスケールの世界を概観しよう。ただし、この分野の広がりを見ると筆者の守備範囲ではとてもカバーしきれず、また紙面の制約もあることから、本編は断片的な紹介になってしまうことを御容赦いただきたい。また、まとまった物理の流れに沿って紹介したほうが分かりやすいと思うので、ここでは、電子系を中心に話を進めることにする。

2. メゾスコピック系から出発しよう

ナノスケールの具体的な寸法は、対象によって