

## 量子の不思議が生んだ顕微鏡

重 川 秀 実



講義を聴いて分からない場合、いくつかの理由がある。(1) どちらかと言えば大したことではないが、まず、講師の話し方がまずいこと。(2) 次に、物理の場合に多くみられるが、「仕事」とか「作用」とか「エネルギー」とか「光」といったありふれた単語が普段とは違った意味で使われること。(3) そして、自然がどのように振る舞うかを説明された時、何故その様に振る舞うかは知らされないこと。(4) 最後に、いくら説明されても、どうしても信じられない、納得できない思いが残ること。リチャード・ファインマンが「QED: The strange theory of light and matter」の中で、「理解」について述べている一節である。最初の2つは注意深く対応すれば避けられるかも知れない。しかし、3番目の問題は、実は誰も知らないことであり、誰も説明することはかなわない。そして、4番目の問題は、日常の経験とかけ離れた世界の有様を受け入れ難いことによるものであり、壁は高い。常識に合わない奇妙さを表すために作られた「量子」という言葉で語られる世界。いつの間にか、その不思議さを忘れ慣れてしまう自分があるが、こうした機会を持つたび、最初に出会ったときの違和感? が拭えないままであることを思い知らされる。

「トンネル効果」は、「不確定性原理」や「重ね合わせ」、「もつれ」等と並び、量子力学に連なる宇宙の不思議を表す言葉の1つであるが、その存在が走査トンネル顕微鏡 (STM) を誕生させ、その後続く一連のプロープ顕微鏡 (SPM) を登場させてきた。部屋の電気のスイッチを切ると、回路に間隙が出来て電流が止まり、灯が消える。しかし、ナノスケールの世界では、あたかもトンネルがある様に間隙を電流が流れ、その大きさは間隙の距離を変えると敏感に変化する。そこで、先端に原子が1つある鋭い探針を試料に近づけ、トンネル電流の値が一定になるよう探針を表面に沿って精密に走査すると、探針先端の原子の軌跡として試料表面の電子雲の広がり原子レベルの構造として観えてくる。STMの原理を説明する際に用いる例えである。回折像に馴染んだ Si(111)-7×7 表面の原子像が世に出た時、トンネル電流? 電子雲? 何故? と言った思いの前に、実空間で原子が観える顕微鏡の実現が皆を驚かせ、心をつかんだ。

「There is plenty of room at the bottom」。量子の世界を覗く顕微鏡は原子で文字を書くことを可能にし、百科事典を小さなピンの頭に収めるファインマンの夢も視野に入れた。新しいアイデアを支える技術の進歩と相まって、発明から35年が過ぎた今も尚これまでに無い世界が拓かれている。本特集号は、その先端にふれることで、女神のベールを今少し持ち上げ未知なる自然を追う思いを抱かせてくれるはずである。更なる一步を踏み出したい。

(筑波大学 数理物質系)