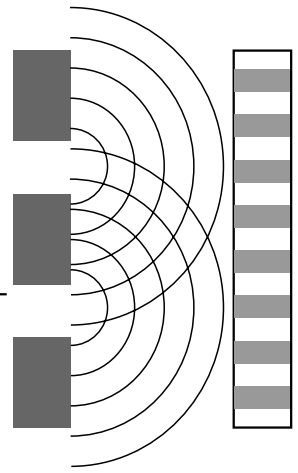


目で見て学ぶ 量子力学

最終回

実験でひもとく量子の不思議



量子力学の展開

外村 彰

20.1 量子力学の基礎現象

私が大学で量子力学を学んだのは、47年前の1963年。数学的で、納得いくまで理解できなかったけれども、神秘的で、憧れを抱かせてもらった。とりわけ、二重スリットの実験とアハラノフ・ボーム（AB）効果は、私の専門“電子顕微鏡”と関係が深いこともあって、ずっと関心を寄せてきた。

二重スリットの実験

二重スリットに電子を送る。電子を送る頻度を極端に低くして装置の中に電子が1個しかいないようにしても干渉縞が得られる。1個の電子が2つに分かれて別々のスリットを通り抜け、後方で干渉しているとは考えられない。と言っても、1個の電子だけで干渉が起こった証拠は得られない。たくさんの電子を検出して初めて干渉縞が得られる。電子の波動関数は、シュレディンガー方程式に従って水面の波紋と同じように伝わっていく。だが、その波の様子を観測してはならない。検出された瞬間、波動関数が収縮して1個の電子として観測されてしまう。どこに電子が現れるかを表す確率分布は、波動関数の自乗で与えられる。この不思議な現象は、小さな電子に限る訳ではない。はるかに大きな中性子や原子も、そして電子顕微鏡で見れば大きな分子として捉えられる C_{60} や生体分子ポリフェリンまでが同じ振舞いをする事が実証されている。

AB効果

AB効果も、量子力学の不思議な基礎現象である。ゲージ原理を表していることもあって、今では様々な分野で顔を表すようになってきた。AB効果は、2009年にその発見からちょうど50年を迎えたため、これを記念した催し物が計画された。アメリカ物理学会誌“Physics Today”の8月号には、“AB効果