

波とは何だろう

松浦 俊博

晴れた穏やかな日に、海岸に打ち寄せる波を見ていると清々しい気分になる。大抵の人は海面を伝搬する波の動きに癒される。

この波は、重力と風の力により海水が回転し、その動きが隣接部分に伝わることにより生じる。海で泳いだことのある人なら波にのまれると海中へ引き込まれ、回転して海面に押し出されること思い出さるだろう。波は広がりを持っており、物質ではなくエネルギーの伝搬状態である。波長は数十メートルと長い。

海面の波は目に見えるが、波には見えないものが多い。波に共通する特徴には、2つ以上の波が重なることにより強められたり弱められたりする「干渉」や、障害物の背後に回り込む「回折」がある。

光の波を直接見ることはできないが、それが干渉することから波だとわかる。光は電磁波の一種である。一方、目に見える光の波長は400-800nm（ナノメートル）と比較的短いので粒子のような特徴が現れる。粒子は干渉や回折はせず、物にぶつかるとはね返る。光も建物に当たるとはね返りその後ろに影ができる。しかし、同じく電磁波であるテレビの電波の波長は1m以上と長いので、波の特徴が顕著で回折により建物の後ろにも届く。逆に、波長が10nm以下と短いX線は粒子の特徴が顕著になり、人体にバチバチ衝突するとダメージを与えることもある。

電子の波は、海面の波や光の波とも異なり、何かよくわからないものが振動する。1927年に電子は波のように干渉することが実験で示された。日立の研究者であった外村^{とのむら}氏は電子の波の特性を活用した電子線ホログラフィー技術により、1980年代から電子顕微鏡の実用化や量子科学の現象解明に大きく貢献した。電子顕微鏡の電子線の波長は0.005nm程度と著しく短く、水素原子の半径の1割より小さい。この短い波長域では、電子には量子として波と粒子の両方の特徴が現れる。すなわち、波のように振舞うことがあるのに、観測すると粒子として検出されるという正体不明の存在だ。

現在コンピュータの処理能力向上のために、電気を通す回路素子の寸法を原子サイズの数十倍まで小さくできるようだ。回路素子の大きさが電子の波長に近づくと、電子が回路素子から漏れ出す確率が高まるので機能しなくなり限界に達する。この問題の解決法の一つとして量子コンピュータがあり、その時代はもうそこまで来ている。

注：1nm(ナノメートル)は 10^{-6} mm

用語説明：(1) 電子：原子の構成要素、(2) 粒子：細かいつぶ