

特集／〈振動する〉物理

振動とは何か

出口 哲生

振動は物理学において最も重要な概念の一つであろう。そして、最も役に立つものの一つでもある。振動は定常的な運動状態を継続させる、最も基本的な方法である。例えば、振動する振り子自体の速度や位置は時間とともに変化するが、振動全体としては同じ運動を周期的に繰り返していく。

振動を等速直線運動と比較してみよう。等速運動は単純な運動ではあるが、しかし、同じ速度で移動し続けるためには無限に広い空間が必要となる。地上で無限に広い空間は現実には存在しない。振動を長時間にわたって継続するには、一周期分の運動に必要な空間領域があれば十分である。そうすれば、周期運動を繰り返していくことができる。

伝記によれば、ガリレオは教会の天井から吊り下げられたランプが振れる様子を観察して、振り子の周期が振幅によらず一定でひもの長さで決まること、すなわち振り子の等時性を発見したと言う。ガリレオは慣性の法則の発見でも有名であるが、しかし、振り子の運動という定常的な繰り返し運動の中に物理法則を見出したことも画期的である。この発見によりその後の物理学の発展の方向性が定まった、と見ることもできるかもしれない。

まとめると、自律的な運動を行う孤立した力学系において、振動は限られた空間領域内で定常的な運動を継続させる有効な運動形態の一つである。回転も定常的な運動であるが、振動の一種と考えられる（「バネと振り子の振動—力学」参照）。

複数の振動子を組み合わせると、例えば二重振

り子のように複雑な運動を実現できる。複数個の質点が振動する場合、それぞれの振動の位相は、時間とともに一致したりずれたりするであろう。さらに、格子振動など多数の振動子がつながった物理系を考えると、各々の振動子の位相のずれが連続的に移動する様子が観察される。ここから、波動の見方が導かれるとも言える。なわ跳びのひもなど連続的な物質の波動は、格子間隔をゼロにする連続体近似により理解できる。流体など連続的な媒質中を伝わる波動も同様に導くことができる（「振動と波動—ソリトン」参照）。

振動や波動の振幅が大きくなると、重ね合わせの原理は成立しなくなる。重ね合わせが成立しない物理系のことを非線形系とよぶ。非線形波動の例としては津波などが挙げられる。非線形系の研究において、孤立した局在波であるソリトンはその振舞いを厳密に調べることができるため、重要な役割を果たす（「ソリトンの共鳴」参照）。ソリトンに関しては、戸田格子や広田の方法そして佐藤理論など、日本の研究者による顕著な業績が多い。そして、浅水波のモデル方程式を舞台にして、現在でもピーコン解など新しい発見が導かれている（「振動と波動—ソリトン」参照）。

熱伝導は身近な現象である。ミクロに見れば熱の正体は粒子の微小振動であり、熱伝導は格子振動系を用いて研究されてきた。熱伝導体の一端が高温で他端が低温のとき、通常の物質では、高温から低温まで一定の温度勾配が生じる。しかしこ