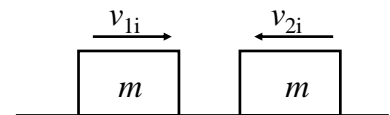


## 物理学演習 1 今日の One point

### 第 10 回講義

- 質点の**運動量**を、質量と速度を掛けたベクトル量と定義する。記号では  $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$ 。単位は[kgm/s]。運動量はベクトルの物理量である。
- **力積**を、力の時間積分と定義する。厳密な定義は  $\mathbf{I} = \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F} dt$ 。決まった記号は無いが、 $\mathbf{I}$  が良く使われる。単位は[Ns]だが、これは[kgm/s]と同じである。力積も、ベクトルの物理量。
- すると、不思議なことに、以下の定理が成立する。  
「物体に作用した力積は、物体の運動量の変化に等しい」。これを、**力積=運動量定理**と呼ぶ。簡略化した数式では  $\mathbf{F}\Delta t = \Delta m\mathbf{v}$ 。証明は省略。
- 1次元の運動で、物体の運動量が  $\Delta m\mathbf{v}$  変化し、力が加わっている時間を  $\Delta t$  とするならば、物体に働く平均の力は  $\bar{\mathbf{F}} = \Delta m\mathbf{v}/\Delta t$  である。
- 力積=運動量定理と作用-反作用の法則を使えば、「外力が働かない、閉じた系の全運動量は保存する」ことが示される。これを**運動量保存則**と呼ぶ。
- **衝突**とは、2物体が短い時間に力積をやり取りし、結果として両者の運動量が変わる現象を指す。
- **撃力近似**によって系は「閉じている」とみなせるので、運動量保存則が成立。
- 一次元の衝突について、はね返り係数  $e$  を導入。

$$e = -\frac{\text{衝突後の相対速度}}{\text{衝突前の相対速度}} = -\frac{v_{2f} - v_{1f}}{v_{2i} - v_{1i}} \quad (1)$$



$e$  は必ず 0 から 1 の範囲になる。

- $e=0$ : 完全非弾性衝突
  1. 衝突後に 2 物体が合体→衝突後の速度は直ちに求まる。
  2. 衝突後の、エネルギー損失が最大。
- $0 < e < 1$ : 非弾性衝突。  $e$  はわかっているから、(1)式に代入して、  
 $e(v_{2i} - v_{1i}) = -(v_{2f} - v_{1f})$  を得る。あとは、運動量保存則と連立すれば、衝突後の速度が求まる。比較的難問。
- $e=1$ : 弾性衝突
  1. 衝突前後で力学的エネルギーが保存。
  2.  $e=1$  から、(1)式より  $v_{2i} - v_{1i} = -(v_{2f} - v_{1f})$  が得られる。あとは、運動量保存則と連立すれば、衝突後の速度が求まる。
  3. 衝突前と後で相対速度の絶対値は変わらないから、検算は易しい。

