

波のエネルギーと振幅・振動数・周期の関係

波が横波の場合、媒質の個々の分子は波の進行方向に垂直に単振動運動をする。

質量 m の分子からなる集団が振幅 A 、角振動数 ω の単振動運動をすることで波が生じ、その波の力学的エネルギー、つまり媒質の運動の力学的エネルギーが保存される時、その集団を構成する任意の 1 個の分子の単振動の振動中心からの変位を x とすると、

その分子の単振動の力学的エネルギーが保存され、 $\frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \text{一定}$ が成り立つ。

そこで、振動中心の速さを V とし、

振動端点と振動中心について力学的エネルギー保存則を適用すると、

$$\frac{1}{2}kA^2 + 0 = 0 + \frac{1}{2}mV^2$$

よって、個々の分子は、 $\frac{1}{2}kA^2$ または $\frac{1}{2}mV^2$ で表される力学的エネルギーをもつ。

ここで、振動中心の速さ $V = A\omega$ を代入すると、

$$\frac{1}{2}mV^2 \text{ は、 } \frac{1}{2}mA^2\omega^2 \text{ と変形できる。}$$

さらに、これに、 $\omega = 2\pi f$ または $\omega = \frac{2\pi}{T}$ を代入すれば、

媒質を構成する個々の分子がもつ力学的エネルギーは、

$$2\pi^2mA^2f^2 \text{ または } \frac{2\pi^2mA^2}{T^2} \text{ と表せる。}$$

波の力学的エネルギーは、媒質を構成する個々の分子の力学的エネルギーの和だから、

波の力学的エネルギーは、 $(\text{振幅} \times \text{振動数})^2$ または $\left(\frac{\text{振幅}}{\text{周期}}\right)^2$ に比例する。