196　波形の移動

(2)

周期$T=2$秒だから，時刻 2 秒のとき，上図の波形になる。

したがって，時刻 3 秒における波形は，上図の波形の 1 秒$\left(=\dfrac{T}{2}\right)$後の波形，

すなわち上図の波形を$\dfrac{\lambda}{2}=8\,\mathrm{cm}$だけ平行移動した波形になる。

197　単振動

紛らわしさを避ける目的で，変数$\dfrac{2\pi}{T}t=x$と置くと，横軸はxになるから，$y=A\sin(x+\theta_0)$

(1)

$y=A\sin x$のグラフをx方向に$-\dfrac{\pi}{4}$平行移動したグラフだから，$y=A\sin\left(x+\dfrac{\pi}{4}\right)$

xを元の$\dfrac{2\pi}{T}t$戻すと，$y=A\sin\left(\dfrac{2\pi}{T}t+\dfrac{\pi}{4}\right)$

補足

$y=A\sin x$上の点(x,y)をx方向に$-\dfrac{\pi}{4}$平行移動した点を(X,Y)とすると，

$(X,Y)=\left(x+\dfrac{\pi}{4},y\right)$　　$\therefore (x,y)=\left(X-\dfrac{\pi}{4},Y\right)$

$y=A\sin x$より，$Y=A\sin\left(X-\dfrac{\pi}{4}\right)$

(X,Y)もxy座標平面上の点だから，(X,Y)を(x,y)と書き改めると，

$y=A\sin\left(x-\dfrac{\pi}{4}\right)$

(2)

$y=A\sin x$のグラフをx方向に$\dfrac{\pi}{4}$平行移動したグラフだから，$y=A\sin\left(x-\dfrac{\pi}{4}\right)$

xを元の$\dfrac{2\pi}{T}t$戻すと，$y=A\sin\left(\dfrac{2\pi}{T}t-\dfrac{\pi}{4}\right)$

198　正弦波の式

$x=0$ における変位が x に伝わるのに要する時間は $\dfrac{x}{v}$ だから，

$y(x,t)$ と $y\left(0,t-\dfrac{x}{v}\right)$ が一致する。

よって，

$$y(x,t)=y\left(0,t-\frac{x}{v}\right)$$
$$=A\sin\frac{2\pi}{T}\left(t-\frac{x}{v}\right)$$

また，

$$y(x,t)=A\sin\frac{2\pi}{T}\left(t-\frac{x}{v}\right)$$
$$=A\sin 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{Tv}\right)$$
$$=A\sin 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{T\cdot\frac{\lambda}{T}}\right)$$
$$=A\sin 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}\right)$$

210　定常波

$y_{\mathrm{I}}(x,t)=y_{\mathrm{I}}\left(0,t-\dfrac{x}{v}\right)$ より，

$$
\begin{aligned}
y_{\mathrm{I}}(x,t)&=y_{\mathrm{I}}\left(0,t-\frac{x}{v}\right)\\
&=A\sin\left\{\omega\left(t-\frac{x}{v}\right)+\frac{3}{4}\pi\right\}\\
&=A\sin\left(\omega t-\frac{\omega}{v}x+\frac{3}{4}\pi\right)\\
&=A\sin\left(\omega t-\frac{\frac{2\pi}{T}}{\frac{\lambda}{T}}x+\frac{3}{4}\pi\right)\\
&=A\sin\left(\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}x+\frac{3}{4}\pi\right)\\
&=A\sin\left(\omega t-\frac{2\pi}{16}x+\frac{3}{4}\pi\right)\quad(\because \lambda=16)\\
&=A\sin\left(\omega t+\frac{6-x}{8}\pi\right)
\end{aligned}
$$

同様に，

$$
\begin{aligned}
y_{\mathrm{II}}(x,t)&=y_{\mathrm{II}}\left(0,t+\frac{x}{v}\right)\\
&=A\sin\left\{\omega\left(t+\frac{x}{v}\right)+\frac{1}{4}\pi\right\}\\
&=A\sin\left(\omega t+\frac{\omega}{v}x+\frac{1}{4}\pi\right)\\
&=A\sin\left(\omega t+\frac{\pi}{8}x+\frac{1}{4}\pi\right)\\
&=A\sin\left(\omega t+\frac{2+x}{8}\pi\right)
\end{aligned}
$$

211　反射波の式

壁に関して P と対称な点を P' とすると， P' の x 座標 $= l + (l - x_1) = 2l - x_1$

よって，固定端反射波の x_1 における変位は，

$y = A\sin\left\{\dfrac{2\pi}{T}\left(t - \dfrac{x}{v}\right) + \pi\right\}$ の P' における変位と一致する。

ゆえに，

$$y = A\sin\left\{\frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{2l - x_1}{v}\right) + \pi\right\} = -A\sin\frac{2\pi}{T}\left(t + \frac{x_1 - 2l}{v}\right)$$