

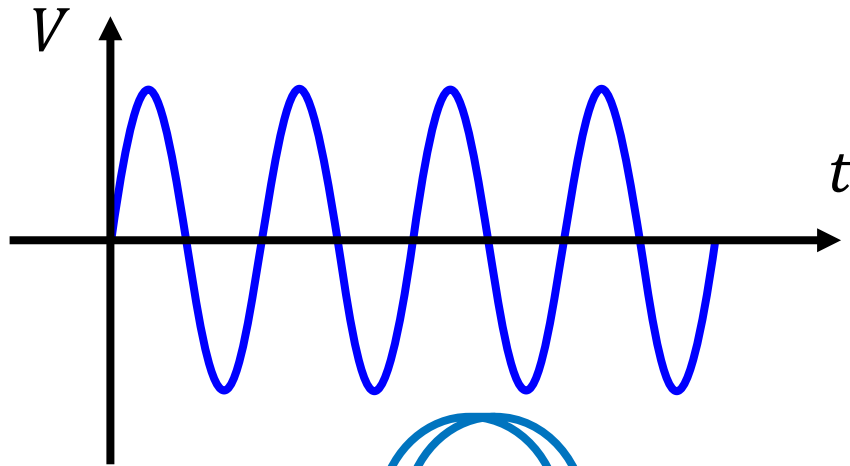
# 基礎物理学 II

## (第11回) 波 (I)

### 【今日の内容】

- 交流と電磁波
- 電磁波
- 横波と縦波
- 波にかかわる物理量

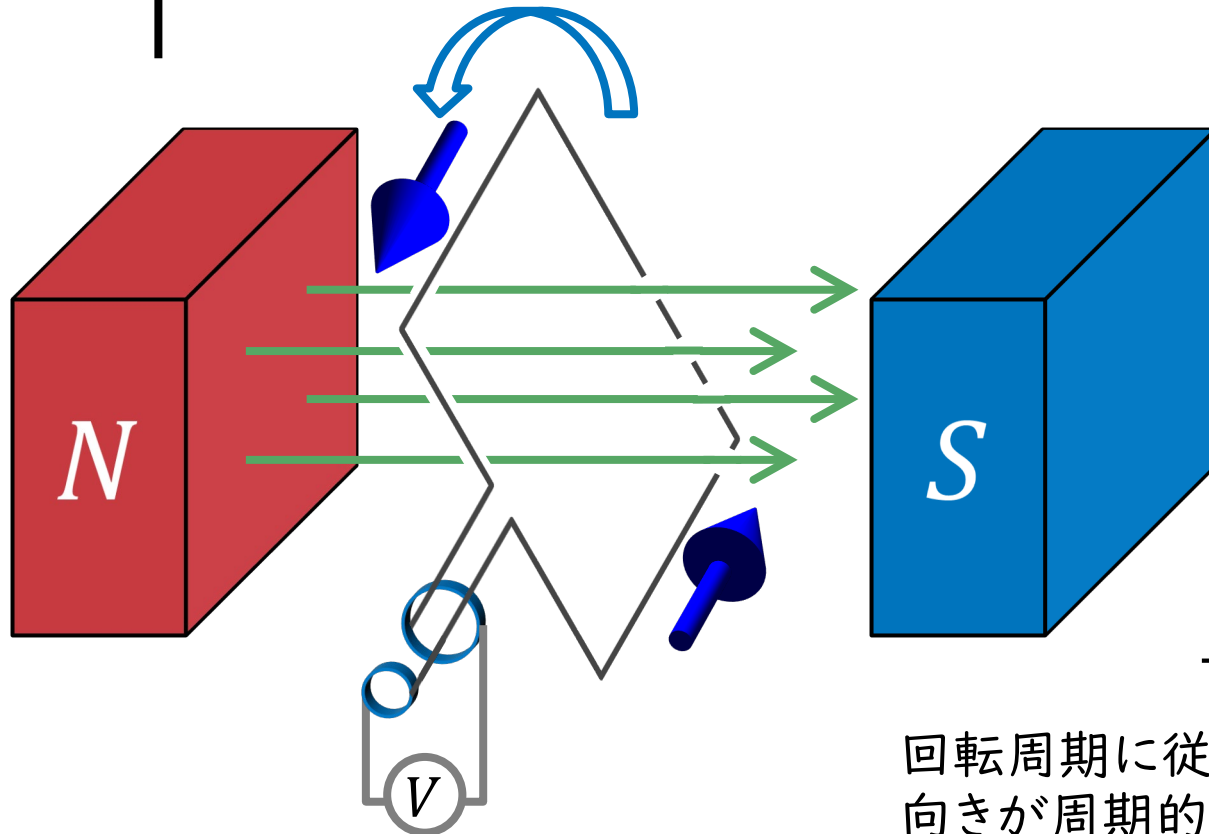
# 交流電源



交流電圧……電圧が周期的に逆転

電圧の変化は正弦波

- 発電しやすい
- 変圧器を使って電圧を変調可



磁場中でコイルを回転させる  
(その回転の動力は様々)

コイルを貫く磁束が変化

$$\Phi = BS$$

の  $S$  (面積) が変化

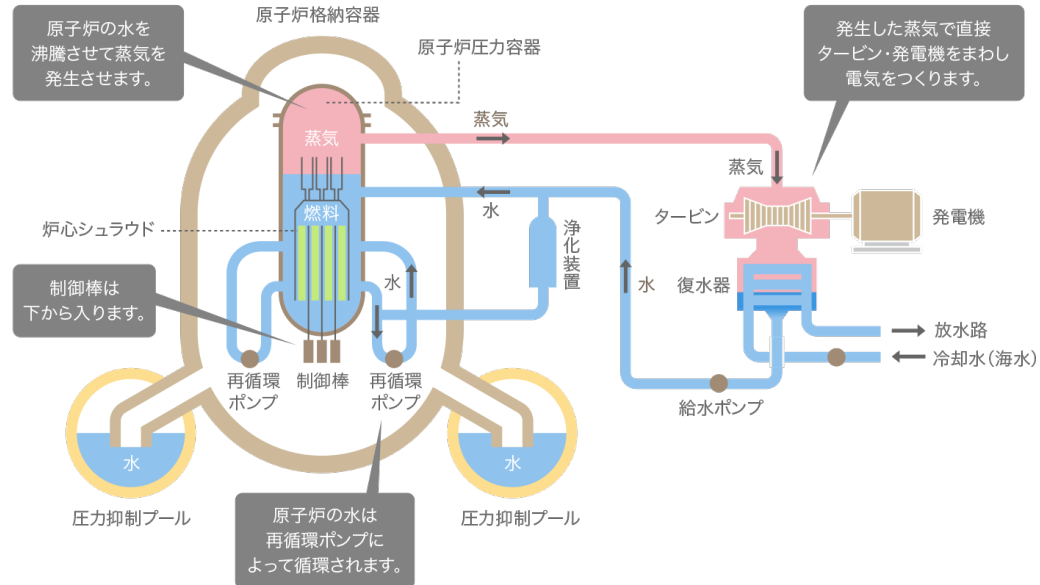
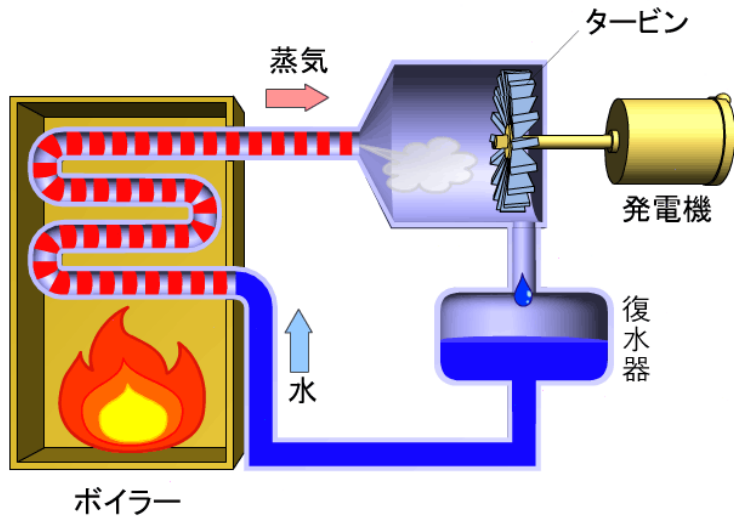
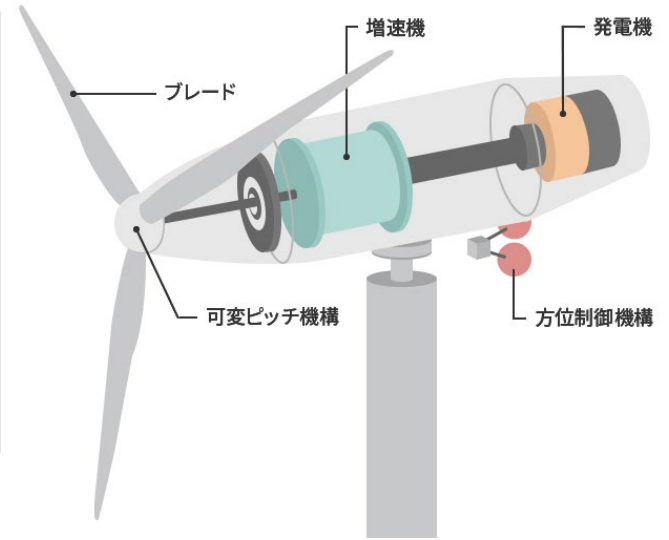
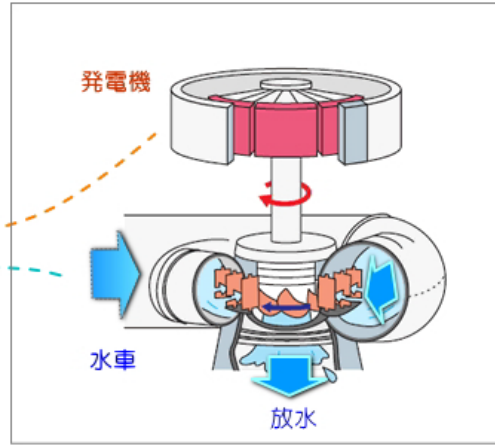
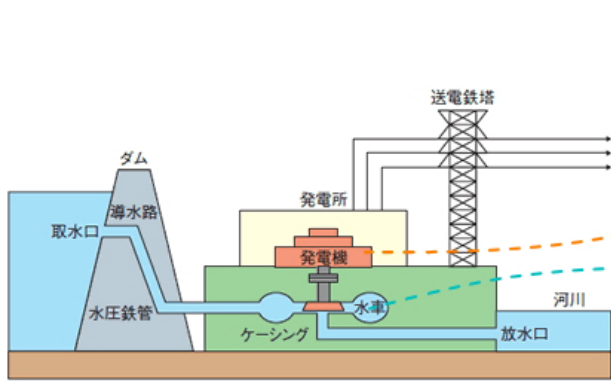
に従って  
磁場の変化を妨げる方向に  
が生じる

回転周期に従って、誘導起電力の  
向きが周期的に変化する

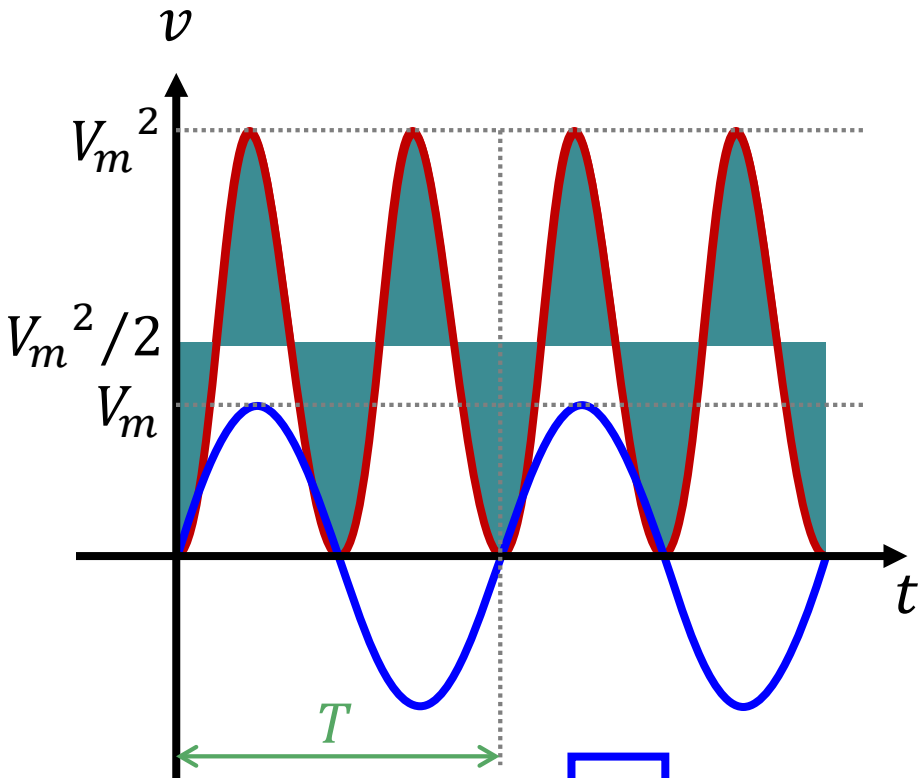


# 交流発電

東京電力、関西電力、電気事業連合会、中部電力のHPより



# 交流



発電された電圧は正弦波で表される

$$v = V_m \sin \omega t \text{ [V]}$$

電圧の瞬時値      電圧の最大値

$\omega$  : \_\_\_\_\_ [rad/s]  
コイルの角速度に相当する

$T = \frac{2\pi}{\omega}$  : \_\_\_\_\_ [s]

$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$  : \_\_\_\_\_ [s<sup>-1</sup>] // [Hz]  
ヘルツ  
1秒間あたりの周期数

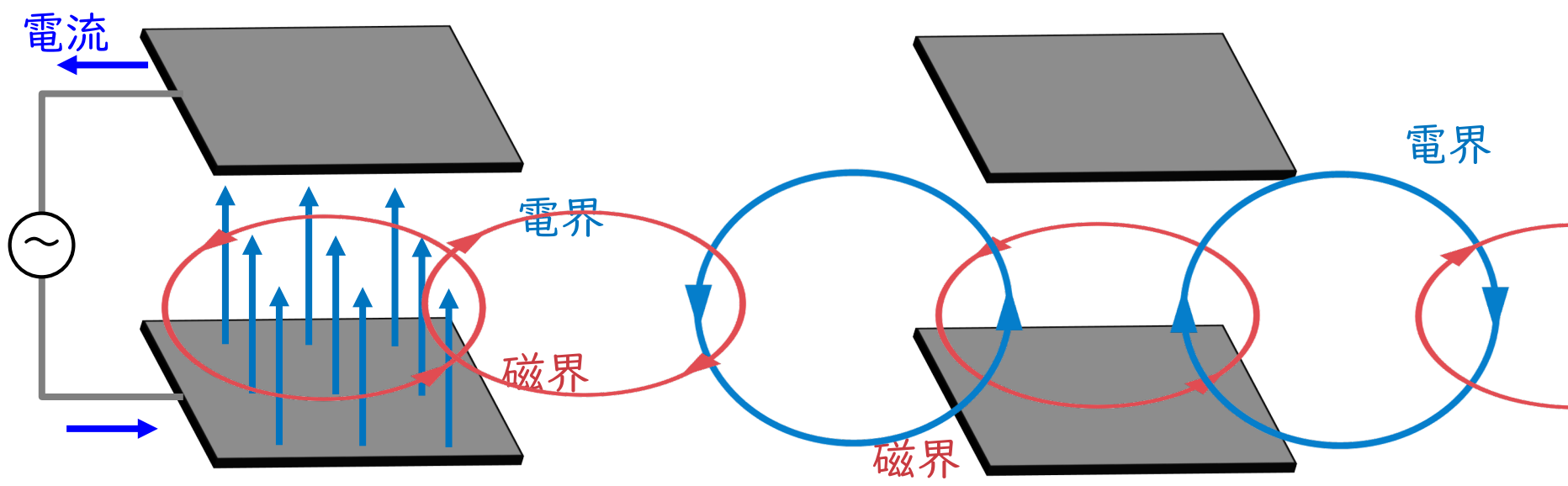
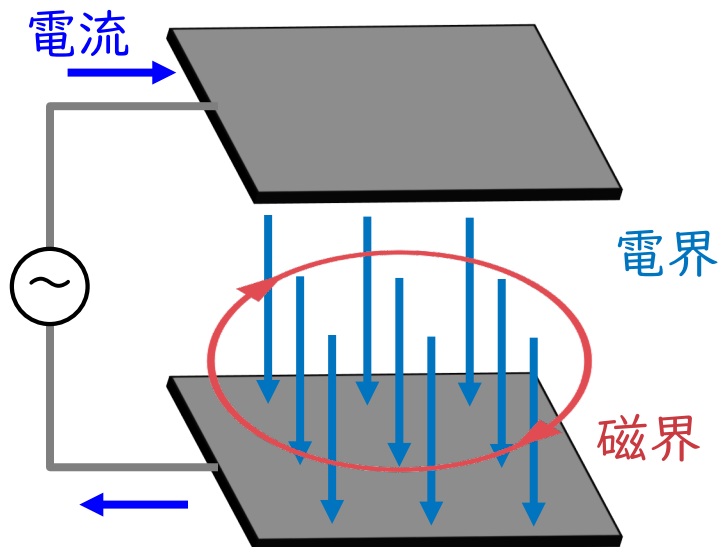
消費電力は  $p = \frac{v^2}{R}$  で与えられるので、  $p = \frac{v^2}{R} = \frac{V_m^2 \sin^2 \omega t}{R}$

時間平均を取ると  $\bar{p} = \frac{V_m^2}{R} \cdot \frac{1}{T} \int_0^T \sin^2 \omega t \, dt = \frac{V_m^2}{2R} = \left(\frac{V_m}{\sqrt{2}}\right)^2 \frac{1}{R}$

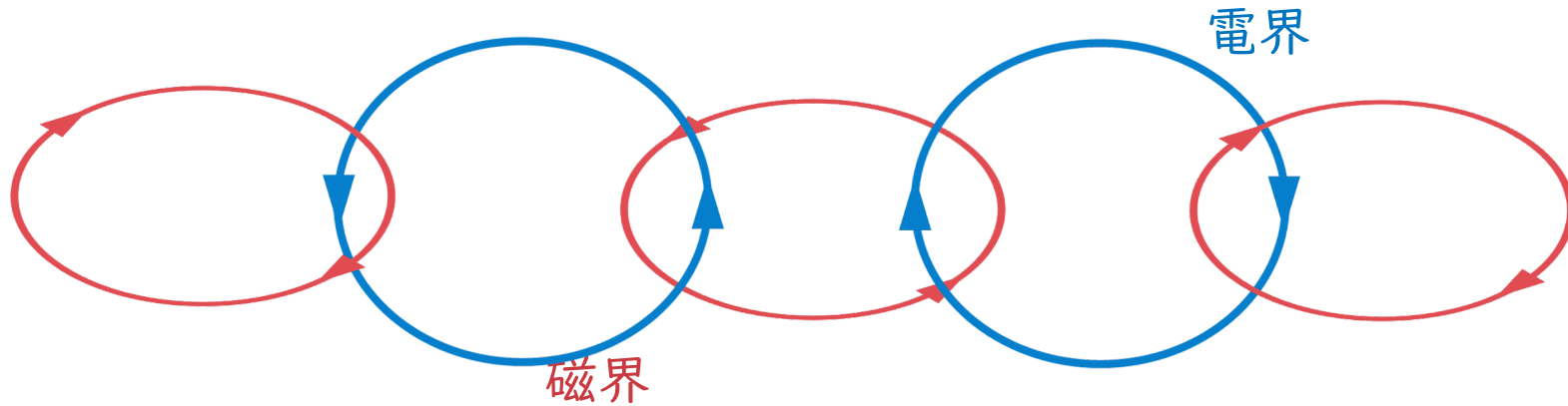
直流の電力の式  $P = \frac{V^2}{R}$  と比較すると、実質  $\frac{V_m}{\sqrt{2}}$  と等しい。これを \_\_\_\_\_ という。

実効値100V  
の場合は、  
最大電圧  
141V

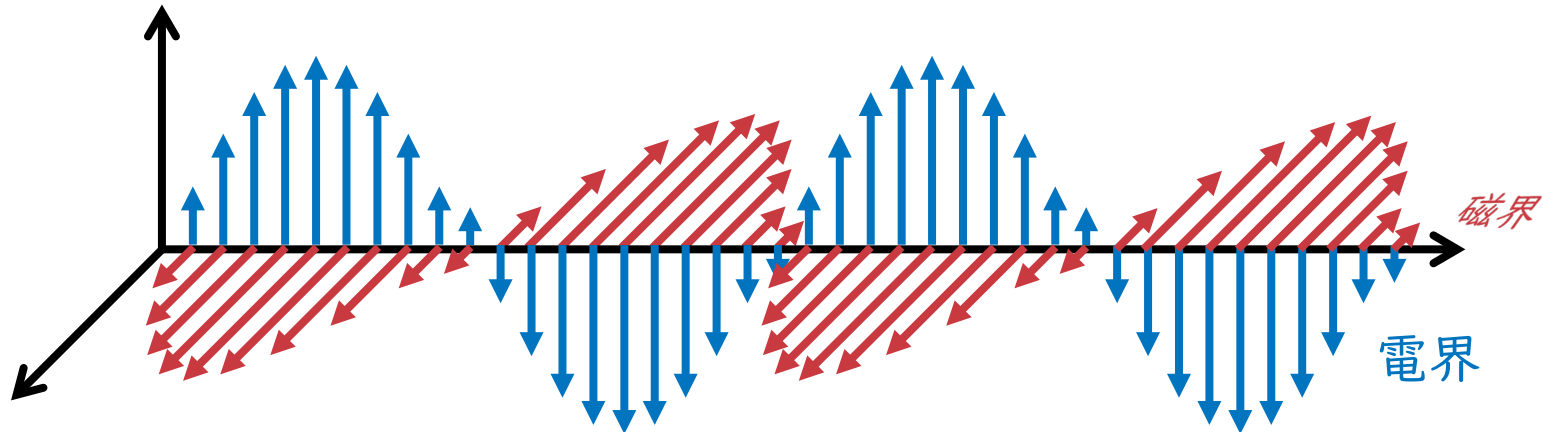
# 電磁波



# 電磁波

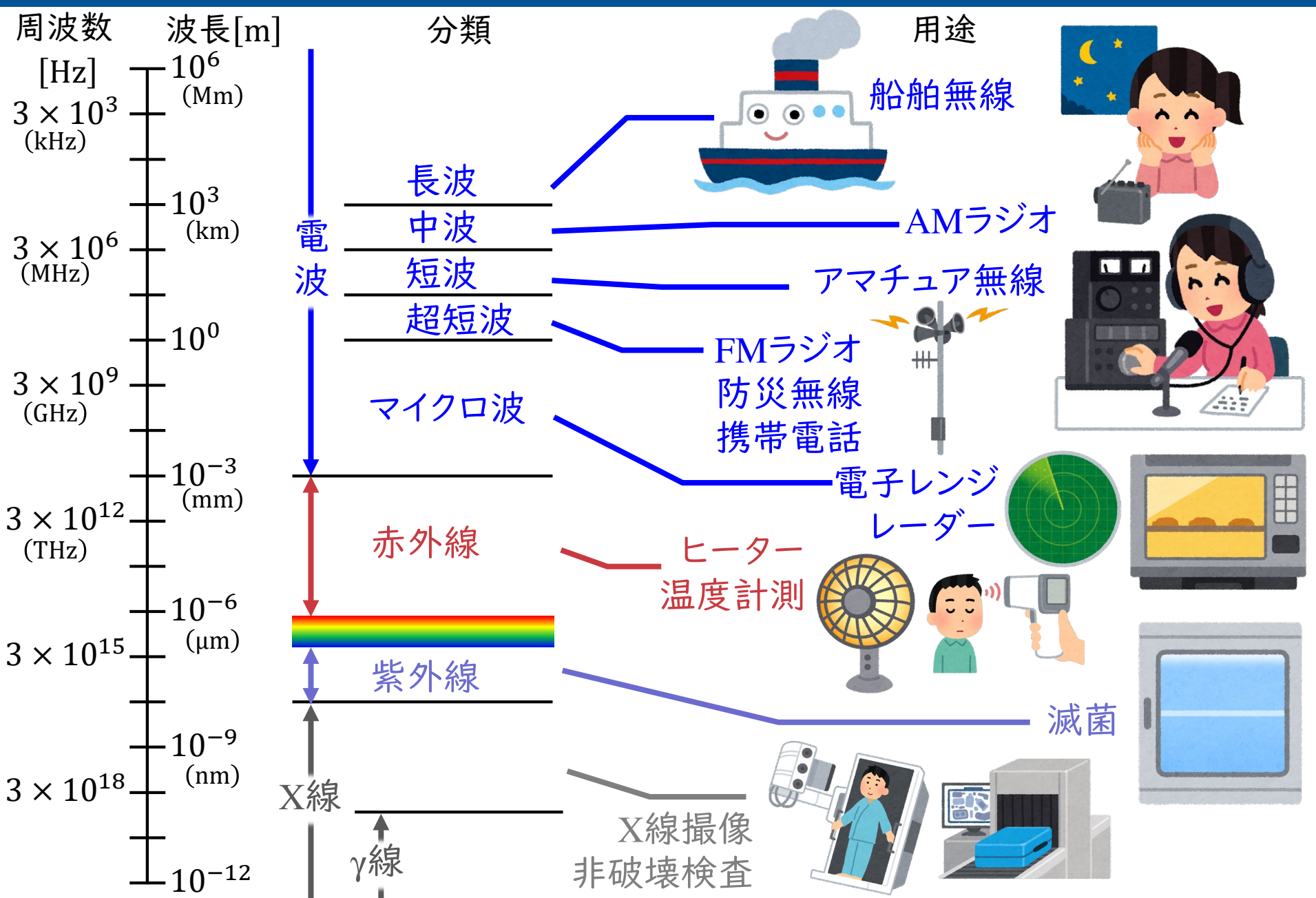


このような電界または磁界の変化は波として伝わる。これを \_\_\_\_\_ という。



電界と磁界は互いに \_\_\_\_\_ する。

# 電磁波の分類



# 電磁波を扱う前に 一波とは一



波源・・・波動の発生点

\_\_\_\_\_ (粗密波) 振動方向 // 進行方向

媒質・・・波動伝搬の場となる  
物質・物体



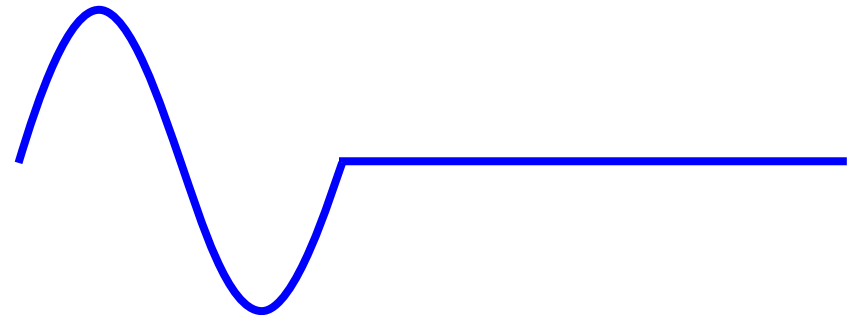
(例)

水面の波紋 ……水

音波 ……空気

電磁波 ……

\_\_\_\_\_ 振動方向 ⊥ 進行方向





# 演習 1

次の波は縦波か横波か

(1) 音波

縦波

横波



(2) 光

縦波

横波



(3) 地震の初期微動

縦波

横波



(4) 地震の主要動

縦波

横波

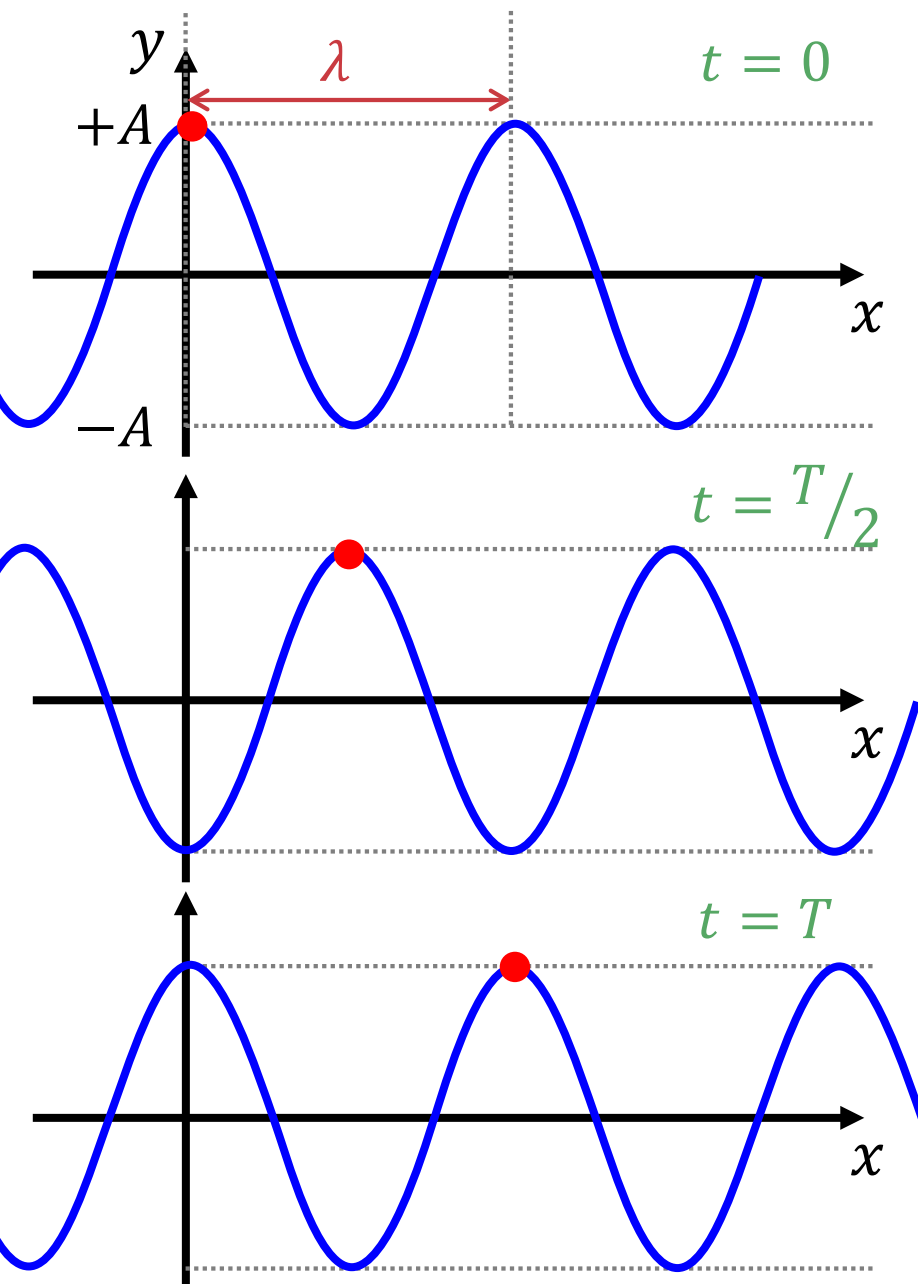
(5) 海の波

縦波

横波



# 波にかかわる物理量



$A$  : 振幅

$\omega$  : \_\_\_\_\_ [rad/s]  
コイルの角速度に相当する

$T = \frac{2\pi}{\omega}$  : \_\_\_\_\_ [s]

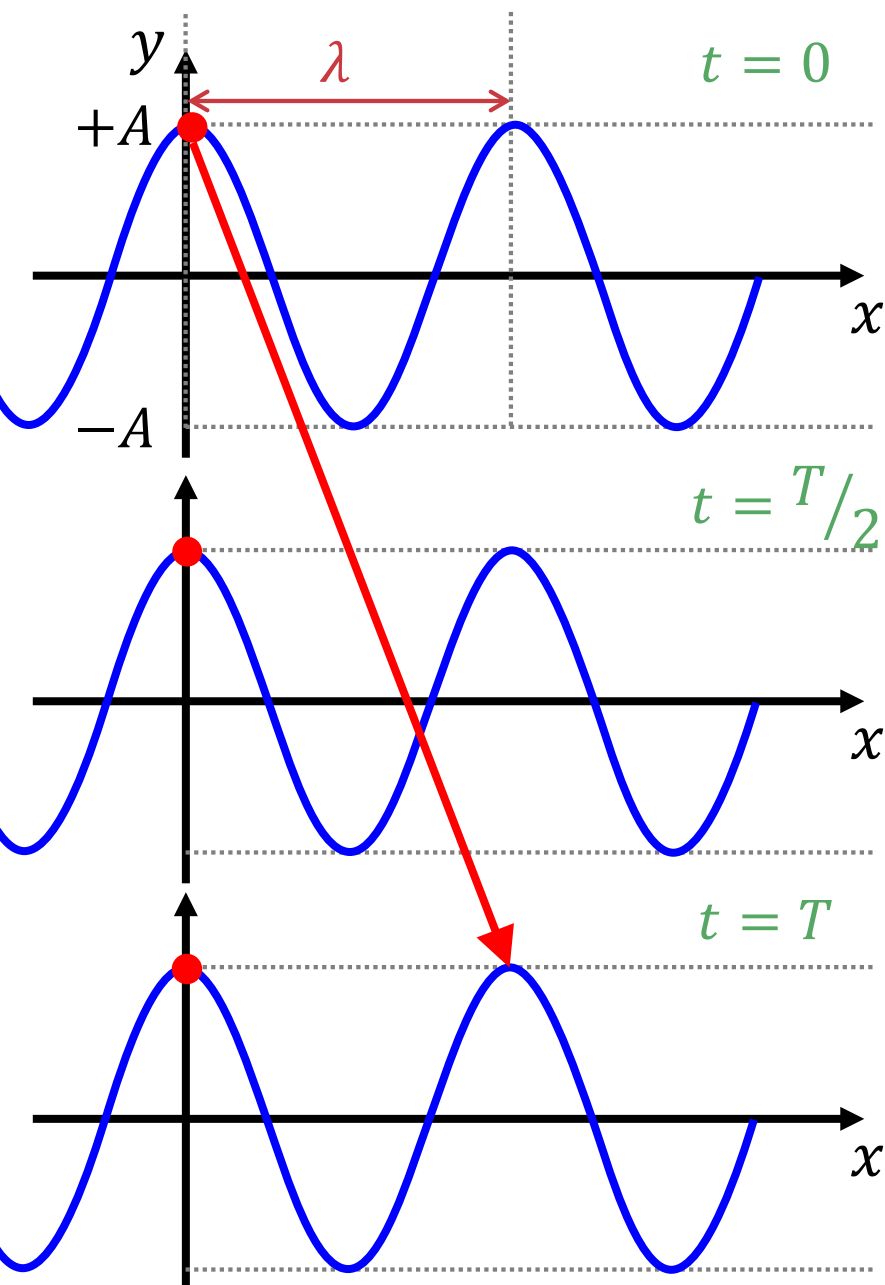
$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$  : \_\_\_\_\_ [s<sup>-1</sup>] // ヘルツ [Hz]  
1秒間あたりの周期数

$\lambda$  : \_\_\_\_\_ [m]  
 $k = \frac{2\pi}{\lambda}$  : \_\_\_\_\_ [m<sup>-1</sup>]  $\rightarrow$  [cm<sup>-1</sup>] = ~~[K]~~ <sup>カイザー</sup>

$v = \frac{\lambda}{T} = f\lambda$  : \_\_\_\_\_ [m/s]

$\alpha$  : \_\_\_\_\_

# 波にかかわる物理量



## 正弦波

$$y = A \sin \left( 2\pi \frac{t}{T} - 2\pi \frac{x}{\lambda} + \alpha \right)$$

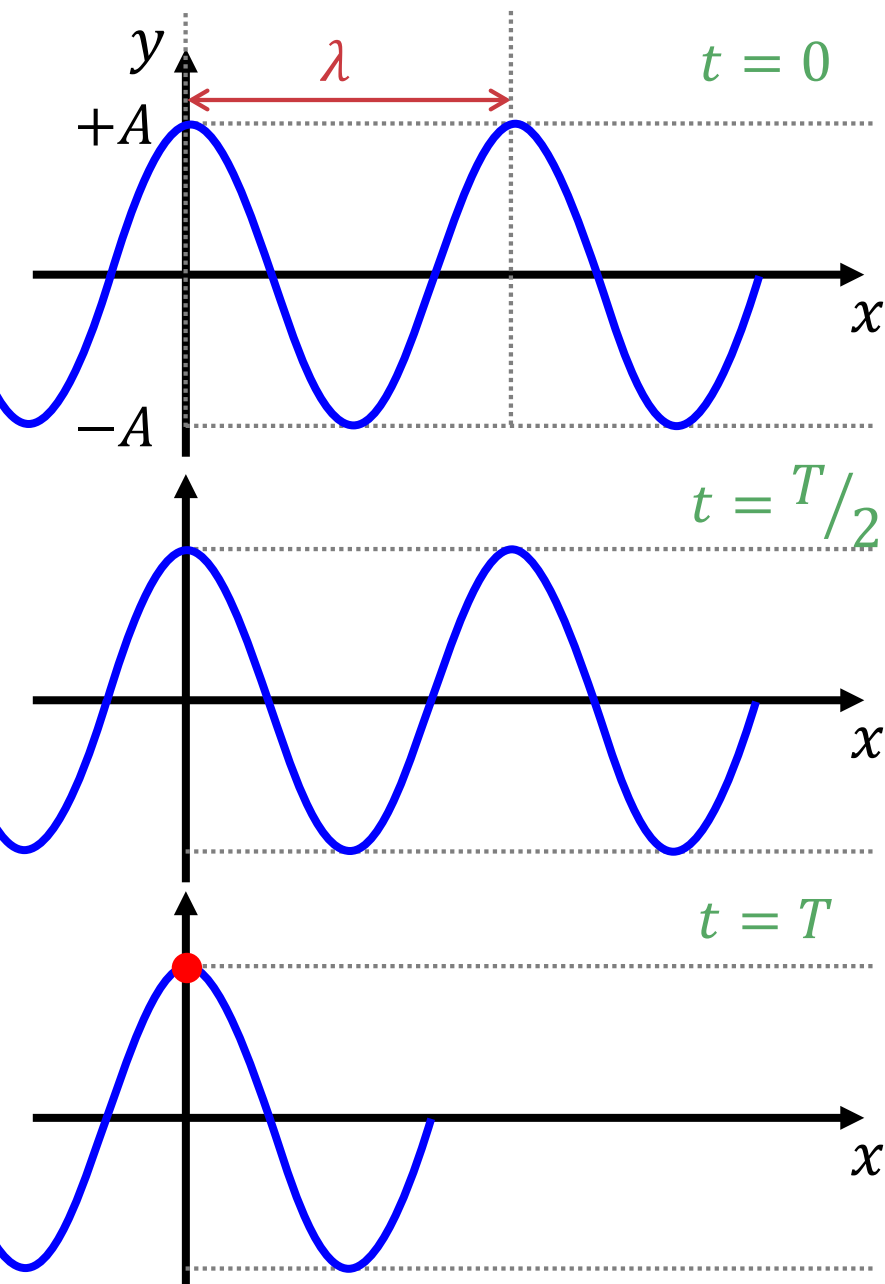
$$y = A \sin(\omega t - kx + \alpha)$$

$$2\pi \frac{t}{T} = \omega t : \text{ ___ に関する変数}$$

$$2\pi \frac{x}{\lambda} = kx : \text{ ___ に関する変数}$$

時間を固定  $\rightarrow$   $x - y$  軸のグラフを見る

# 正弦波



## 正弦波

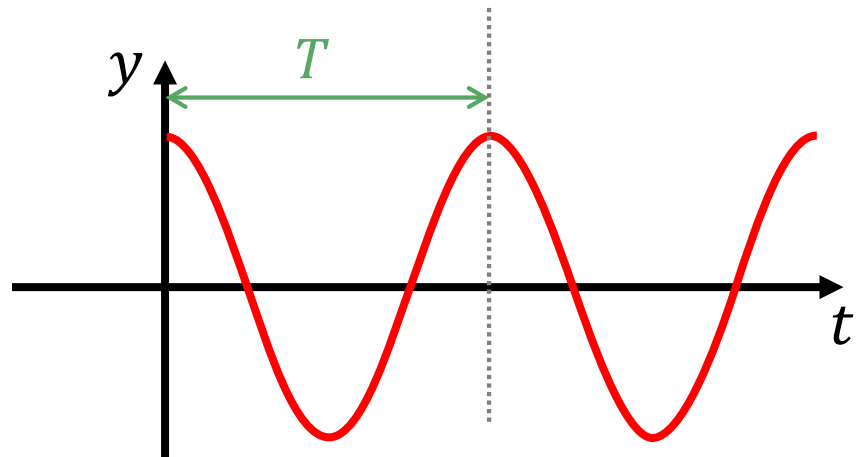
$$y = A \sin \left( 2\pi \frac{t}{T} - 2\pi \frac{x}{\lambda} + \alpha \right)$$

$$y = A \sin(\omega t - kx + \alpha)$$

$$2\pi \frac{t}{T} = \omega t : \text{ ___ に関する変数}$$

$$2\pi \frac{x}{\lambda} = kx : \text{ ___ に関する変数}$$

位置を固定  $\rightarrow$   $t - y$  軸のグラフを見る



# 例題1 波の式

1. 時刻  $t$ [s]、位置  $x$ [m]における変位  $y$ [m]が  $y = 5 \sin(8t - 7x - 4)$  と表される正弦波の、振幅、周期、振動数、波長、速さ、初期位相はそれぞれいくらか。

$$\text{振幅: } \underline{5} \text{ [m]} \quad \text{周期: } \frac{2\pi}{8} = \frac{\pi}{4} \text{ [s]} \quad \text{振動数: } \left(\frac{\pi}{4}\right)^{-1} = \frac{4}{\pi} \text{ [Hz]}$$

$$\text{波長: } \frac{2\pi}{7} \text{ [m]} \quad \text{速さ: } \frac{2\pi}{7} / \frac{\pi}{4} = \frac{8}{7} \text{ [m/s]} \quad \text{初期位相: } \underline{-4}$$

2. ある点での振動が振動数 20[Hz]、振幅 5[cm] で振動し始めた。この点からある方向に速さ 0.6 [m/s]で横波が伝わる時、6m離れたところでの振動はどのように書けるか。

$$y = A \sin\left(2\pi \frac{t}{T} - 2\pi \frac{x}{\lambda} + \alpha\right)$$

$$A = 5 \text{ [cm]}$$

$$v = 0.6 \text{ [m/s]} = f\lambda$$

$$\therefore \underline{y = 5 \sin(40\pi t - 400\pi)}$$

$$f = \frac{1}{T} = 20 \text{ [Hz]}$$

$$\therefore \frac{x}{\lambda} = \frac{x}{\frac{v}{f}} = \frac{6}{\frac{0.6}{20}} = 200$$

# 演習2

1. AMラジオ 600 kHz の電波の波長はいくらか。電磁波の速度を  $3 \times 10^8$  [m/s] とする。
2. 500 nm の光の振動数はいくらか。電磁波の速度を  $3 \times 10^8$  [m/s] とする。
3.  $x$ 軸の正の向きに速さ 4[m/s]で進む正弦波がある。下の図は時刻  $t = 0.5$  [s] での波を表している。時刻  $t = 0$  でのグラフはどのようなになるか。

