

基礎物理学 I 12回 一次元の波動一

Review of Last Week

1. 振動の概念の復習
2. 単振動の例
3. 減衰する振動
4. 共振〔共鳴〕

今日のPoint

1. 波の表し方
2. 縦波と横波
3. 波動方程式

著作権処理の都合で、
この場所に挿入されていた
図を省略させていただきます。

水面上の円形波

デジタルカメラ研究マガジン (<http://www.digicame.com>) より



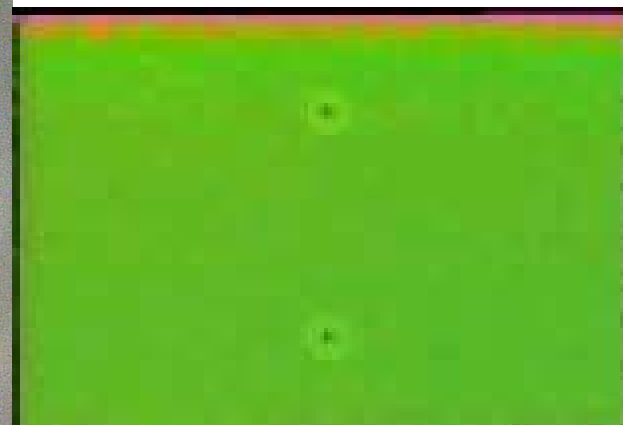
制限資料

点波源の時
水の波面は円形に
広がる



どの方向にも同様に
円形波
(三次元なら**球面波**)

波源が2点なら



平面波

著作権処理の都合で、
この場所に挿入されていた
図を省略させていただきます。

波源が沢山あり、その1点、1点が一緒に振動

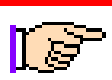
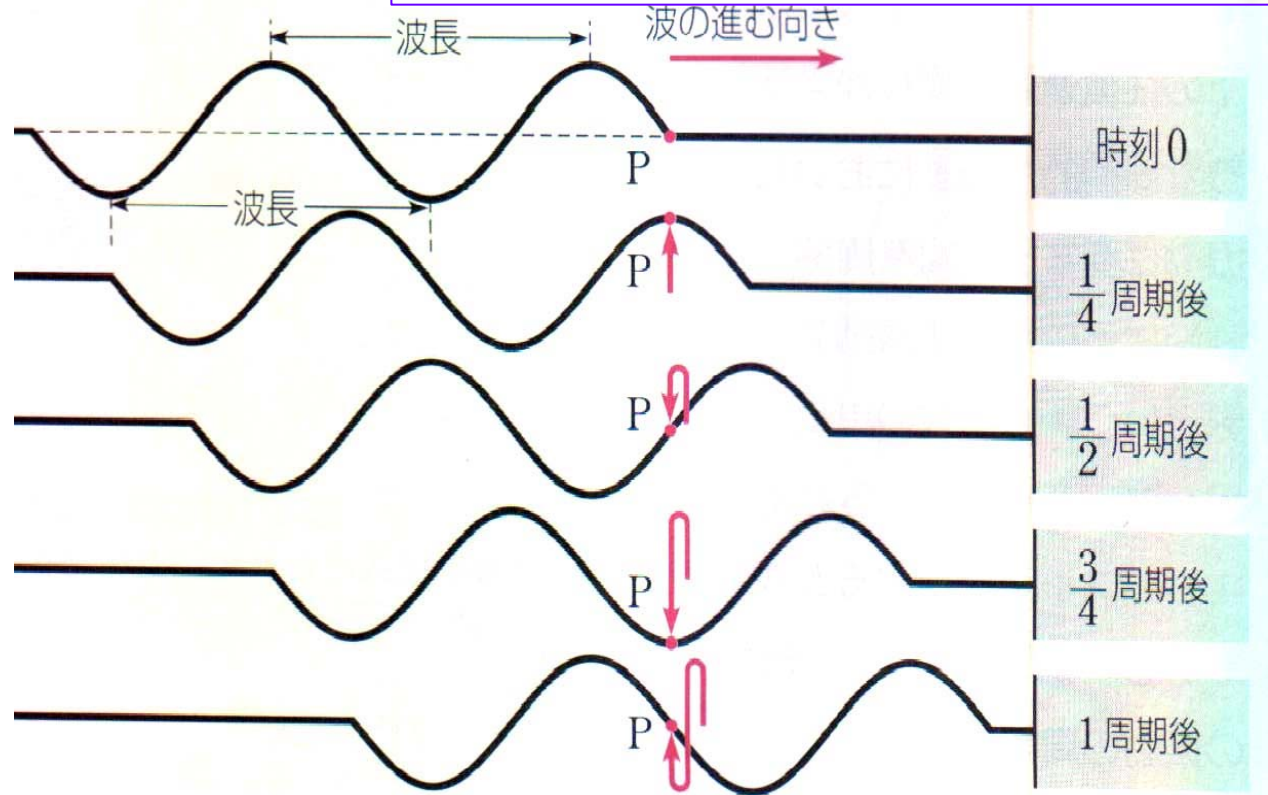
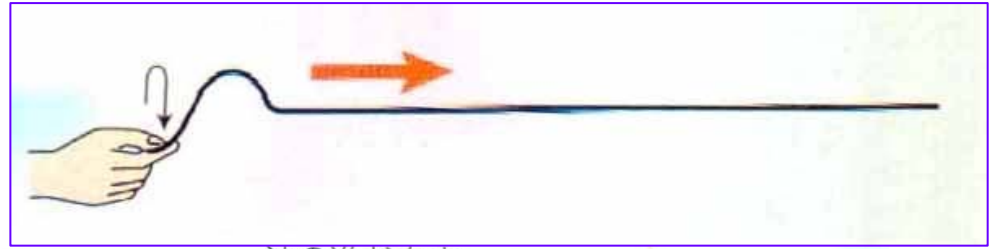
波源が1列に並んでいるため
波は1列になって進む



平面波

波をどのように数式で表すか？ 波の表し方

糸を上下に揺らして考える



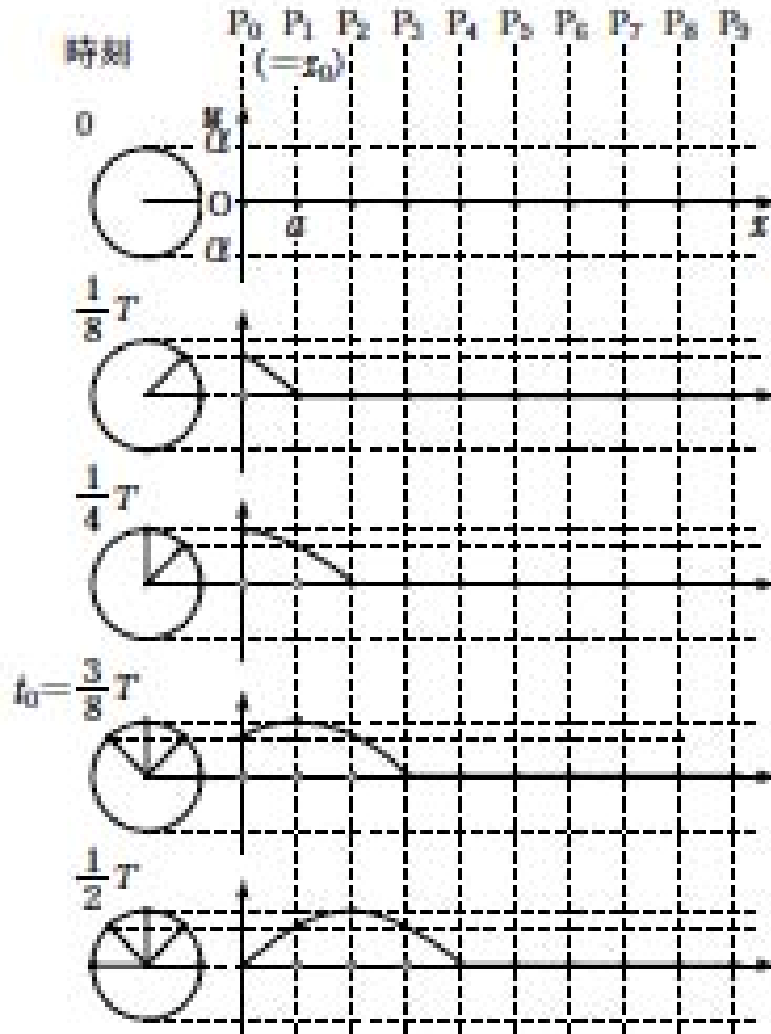
sin, cos

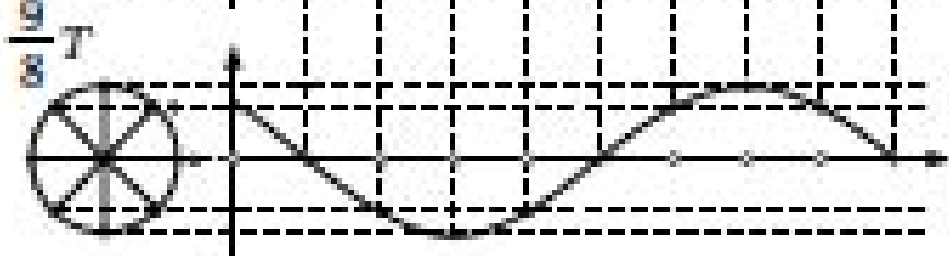
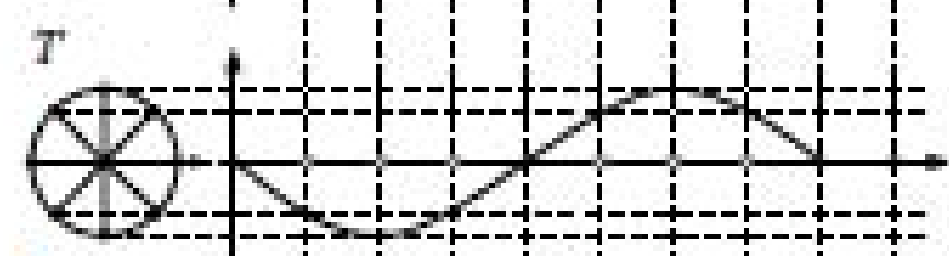
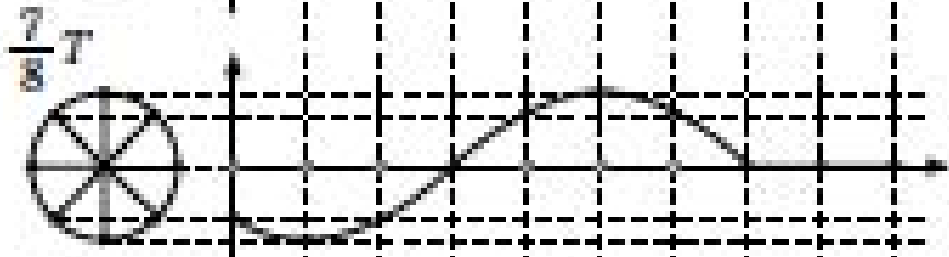
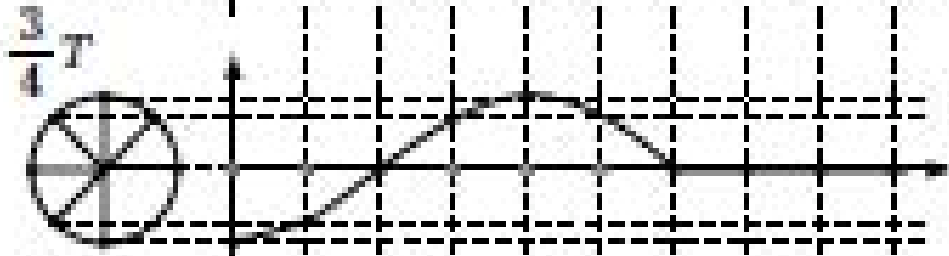
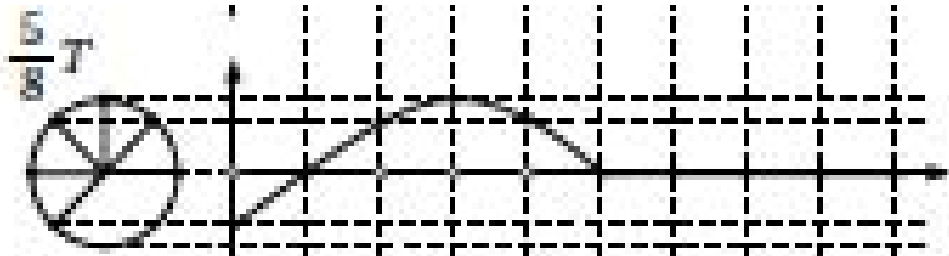
で表される

$$\alpha \sin\{q(x - vt) + \varphi\} = \alpha \sin\{qx - \omega_0 t + \varphi\}$$

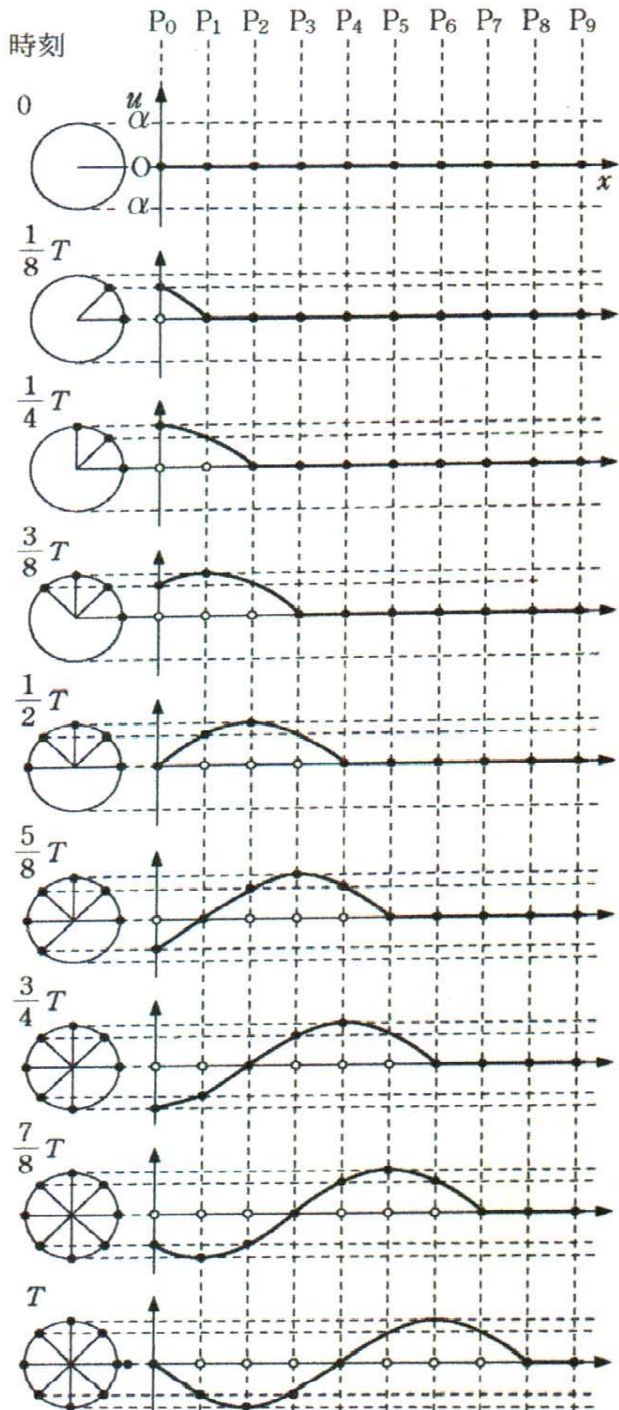
$q (= \frac{2\pi}{\lambda})$: 波数、 ω_0 : 角振動数、 α : 振幅

波の進行





波の作図法



* P_0 : $t=0$ で単振動を開始

* 時刻 $t=T$ (周期)の到達点
までの距離を8等分し、
横軸を等間隔に並べる

* $1/8T$ 遅れて P_1 が振動開始

* 次々に、各点(P_i)が、 $1/8T$
遅れて振動

* 波の速度: 1周期 T に進む距離 λ
 $v = \lambda / T$

* $x > 0$ 方向に伝わる波: 進行波

波は正弦波 (sin波) で表される

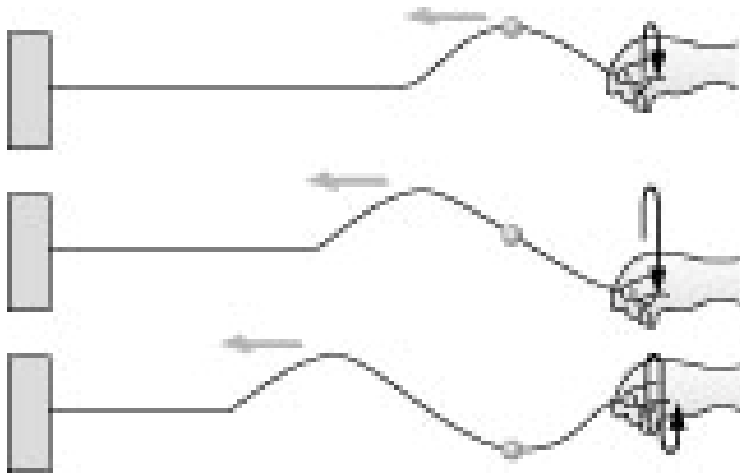
波長 : λ

$$\begin{aligned}u(x, t) &= \alpha \sin\{q(x - vt) + \varphi\} \\ &= \alpha \sin\{qx - \omega_0 t + \varphi\}\end{aligned}$$

$$q = \frac{2\pi}{\lambda} : \text{波数、} \quad v = \frac{\lambda}{T} : \text{波の速度}$$

$$\omega_0 = qv = \frac{2\pi}{T} = 2\pi v : \text{角振動数}$$

2種類の波 — 横波と縦波（粗密波）



著作権処理の都合で、
この場所に挿入されていた
図を省略させていただきます。

横波 (Transverse Wave)
媒質の変位が進行方向に垂直
電磁波、光

縦波 (Longitudinal Wave)
媒質の変位が波の進行方向と同じ
音波

音：空気を媒質とする縦波（粗密波）

音速： $v = 331.5 + 0.6 t$ （ t :温度 $^{\circ}\text{C}$ ）

著作権処理の都合で、
この場所に挿入されていた
図を省略させていただきます。

縦波の波形の表し方

著作権処理の都合で、
この場所に挿入されていた
図を省略させていただきます。

sin波で表される

波の性質

回折：波の回り込み
現象
(スリットを波源として
円形状に広がるため)

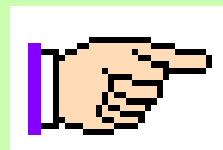
干渉：シャボン玉、CD
共鳴：楽器
屈折、反射

著作権処理の都合で、
この場所に挿入されていた
「鳥取県皆生温泉海岸」の写真を
省略させていただきます。

海
の
波
の
回
折

鳥
取
県
皆
生
温
泉
海
岸

波動方程式 : 波の運動方程式



$$\frac{\partial^2 u(t, x)}{\partial t^2} = v^2 \frac{\partial^2 u(t, x)}{\partial x^2}$$

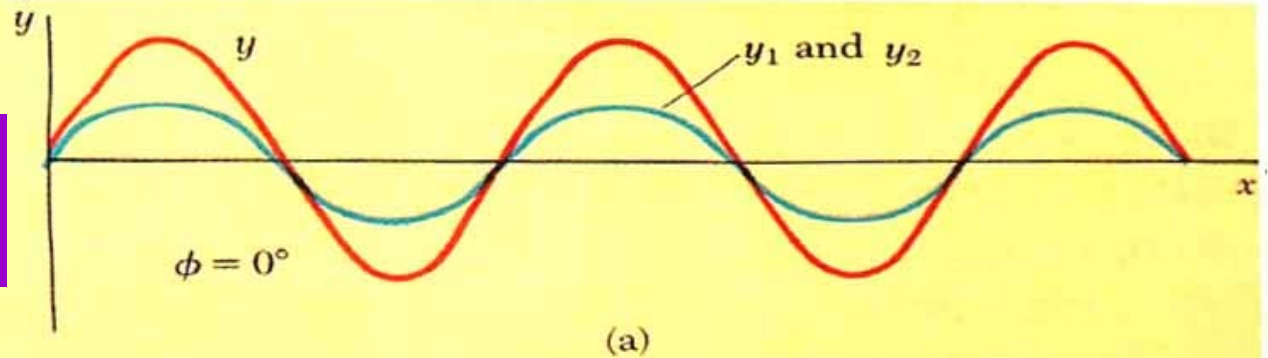
(Newton の運動方程式から導き出される)

$$\sin\{q(x - vt) + \varphi\} = \sin\left\{\frac{2\pi}{\lambda}x - \frac{2\pi}{T}t + \varphi\right\}$$

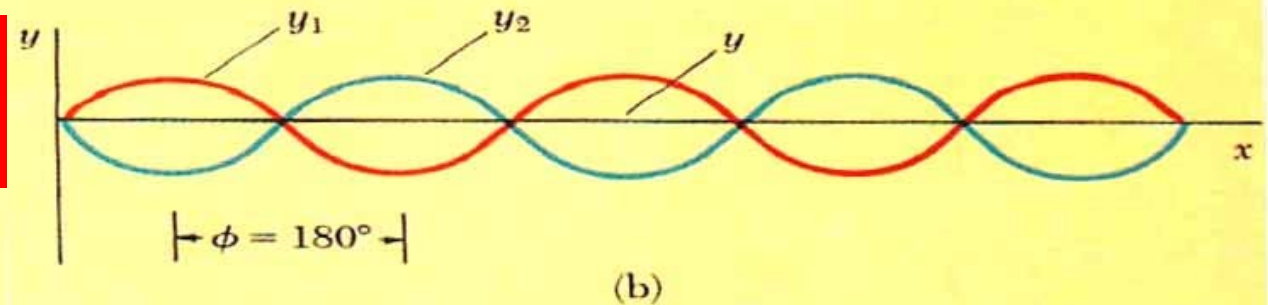
は波動方程式の解 λ : 波長、 T : 周期

波の性質—重ね合わせの原理

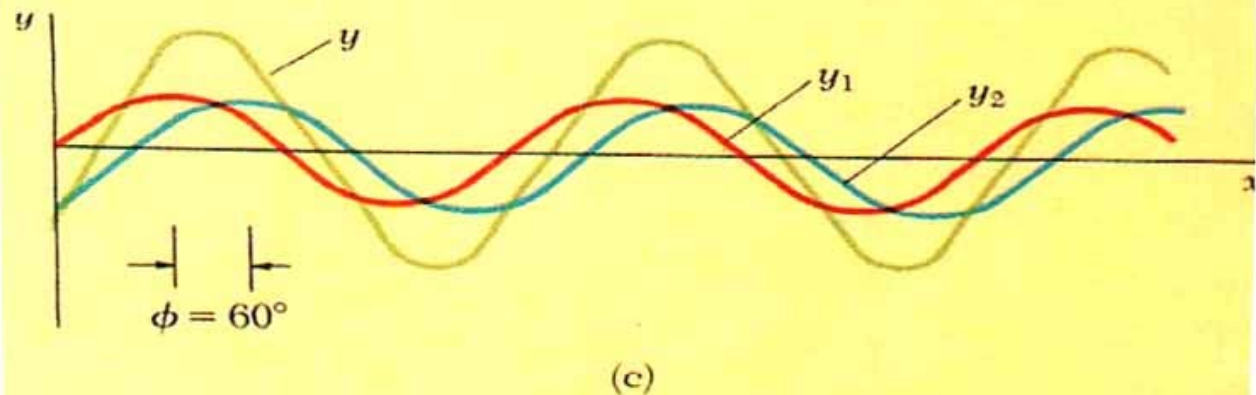
同位相の重ね合わせ
波が強めあう



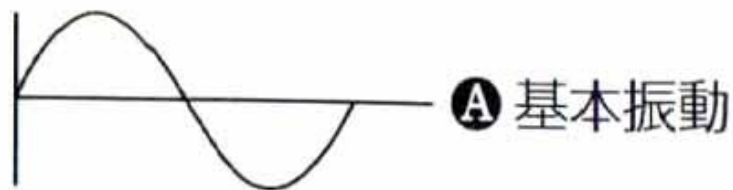
逆位相の重ね合わせ
波が消える



位相が違う波
の重ね合わせ
- sin波の合成 -



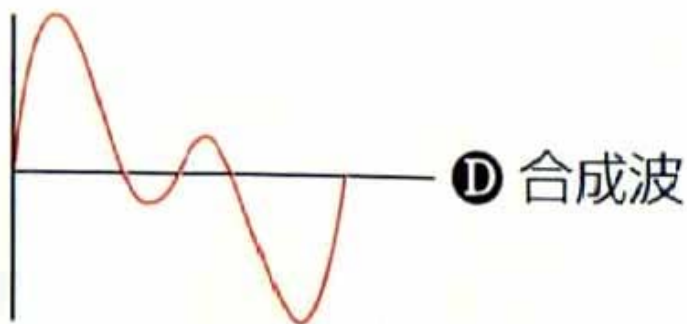
楽器によって音色が違う — 波形の変化はどうして起こる？



+



||



+



+



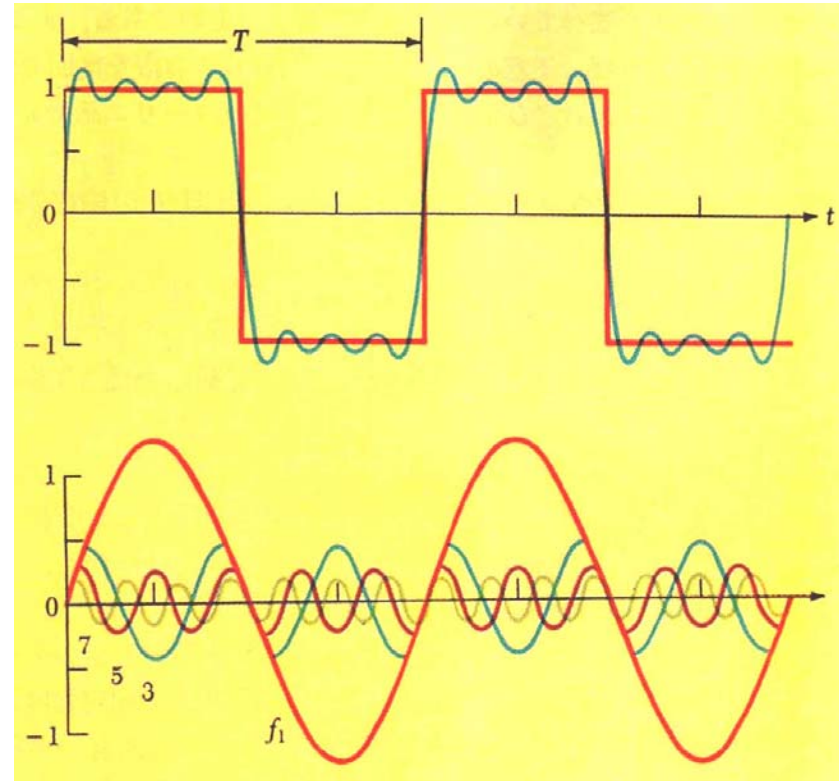
||



豊かな音色 ⇒ 倍音のため！ 良い楽器、良いスピーカー

正弦波(sin波)の重ね合わせ

$$\begin{aligned} & \frac{4}{\pi} \{ \sin (2 \pi x) \\ & + \frac{1}{3} \sin (3 \times 2 \pi x) \\ & + \frac{1}{5} \sin (5 \times 2 \pi x) \\ & \sum_n \frac{1}{2n+1} \sin ((2n+1) \times 2 \pi x) \} \end{aligned}$$



Fourierの定理: どんな波も、正弦波の重ね合わせで表せる