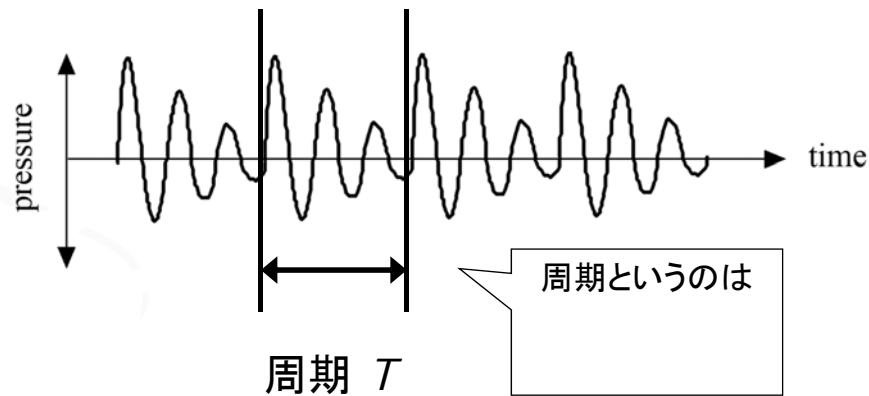


# 信号って何だったかな？

- たとえば音声は
  - (主として) 空気の弾性振動
  - 圧力を振幅にとって「 $\updownarrow$ 」表示

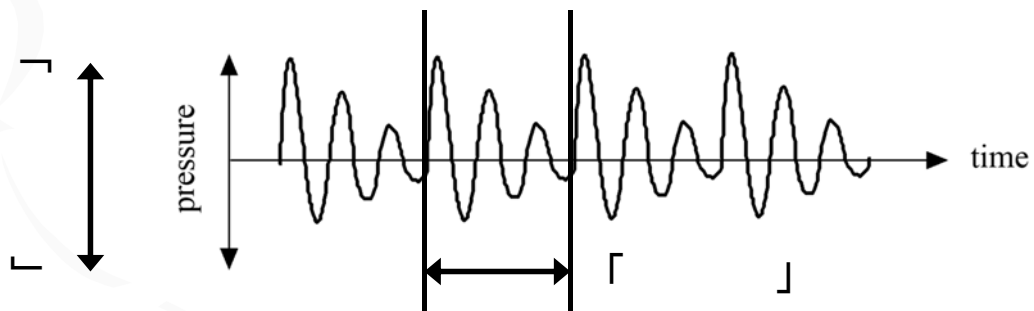


ケプストラム分析

Copyright © 2004-2020 by Takeshi Kawabata

# 音の三要素

- 大きさ
- 高さ



- 音色 ⇒ 「音色」を決めるのは何か？

ケプストラム分析

Copyright © 2004-2020 by Takeshi Kawabata

# 周期、周波数、角周波数

- 周期  $T$  [s]  
(period)
- 基本周波数  $f_0 = \frac{1}{T}$  [Hz]  
(fundamental frequency)
- 基本角周波数  $\omega_0 = 2\pi f_0 = 2\pi \frac{1}{T}$  [rad/s]  
(fundamental angular frequency)

# フーリエ級数

- フーリエ級数 (Fourier series)

「

$$f(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left( a_n \cos 2\pi \frac{n}{T} t + b_n \sin 2\pi \frac{n}{T} t \right)$$

」

# フーリエ級数(2)

- フーリエ級数 (Fourier series)

$$f(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left( a_n \cos 2\pi \frac{n}{T} t + b_n \sin 2\pi \frac{n}{T} t \right)$$

$$a_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) \cos 2\pi \frac{n}{T} t dt$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) \sin 2\pi \frac{n}{T} t dt$$

ケプストラム分析

Copyright © 2004-2020 by Takeshi Kawabata

## パワーと位相

$$a_n \cos 2\pi \frac{n}{T} t + b_n \sin 2\pi \frac{n}{T} t = A_n \cos \left( 2\pi \frac{n}{T} t - \gamma_n \right)$$

$$A_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2} \quad \boxed{\phantom{000000}} \quad : \text{Power}$$

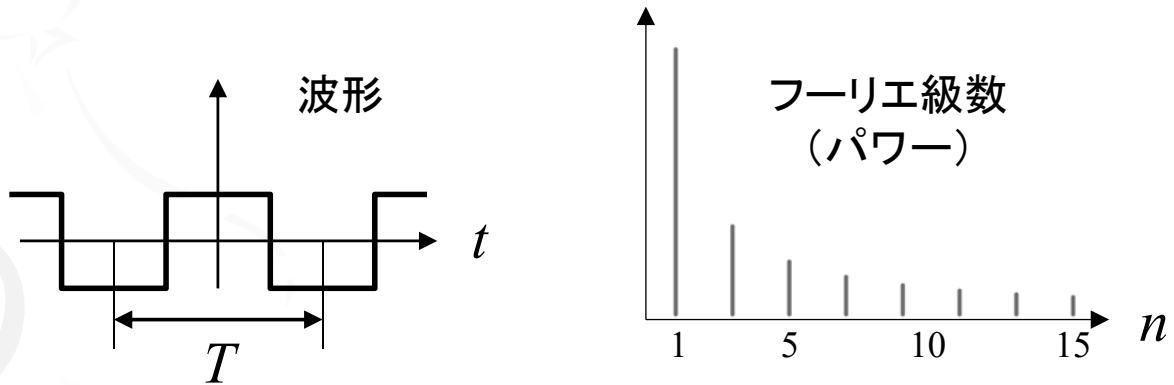
$$\gamma_n = \tan^{-1} \frac{b_n}{a_n} \quad \boxed{\phantom{000000}} \quad : \text{Phase}$$

ケプストラム分析

Copyright © 2004-2020 by Takeshi Kawabata

# 音色とフーリエ級数

- 倍音 (harmonics)
  - ある周波数及び整数倍周波数の正・余弦波
- 音色は「                    」で決まる

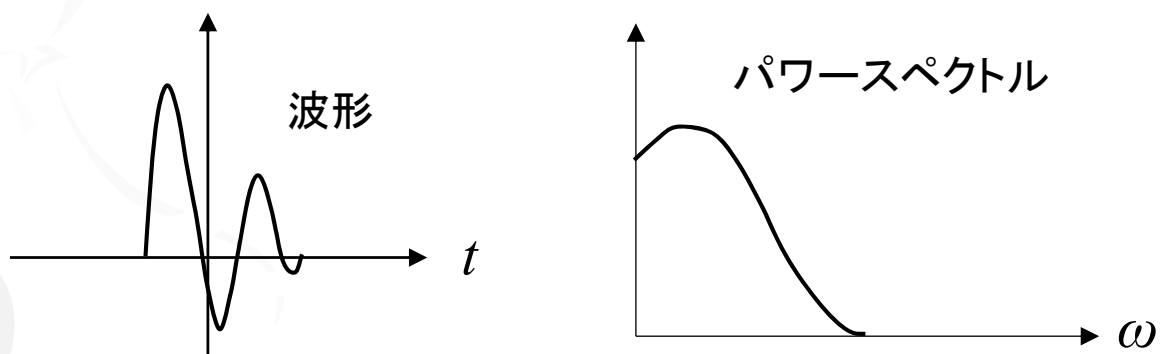


ケプストラム分析

Copyright © 2004-2020 by Takeshi Kawabata

# フーリエ変換

- 周期  $T \rightarrow \infty$  の極限をとる
  - 波形の周期性の条件が外れる
  - スペクトルが連続になる



ケプストラム分析

Copyright © 2004-2020 by Takeshi Kawabata