

# 物理 II

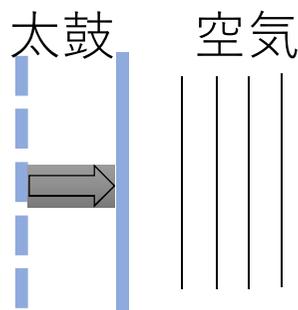
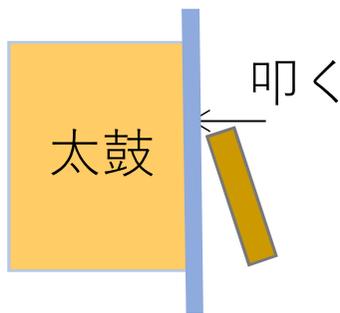
## 第9回 音波の性質 音の三要素、音速、うなり

教科書 p130-136

# 音の発生と伝わり方

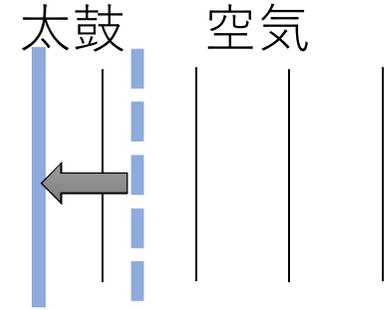
空気が圧縮と膨張を繰り返す→ **縦波**として伝わる

例)



**圧縮**

空気が押されて**密**になる



**膨張**

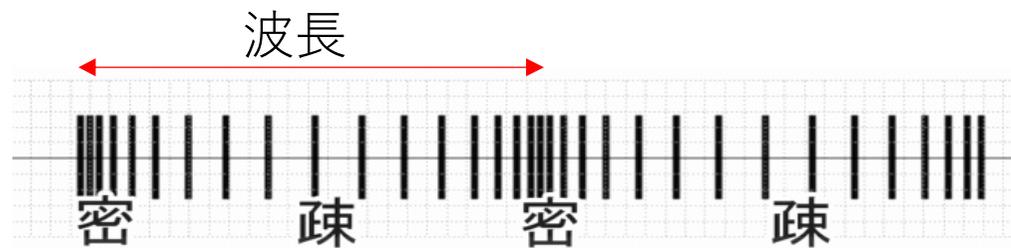
空気が伸びて**疎**になる

気体、液体、固体中を伝わる弾性波

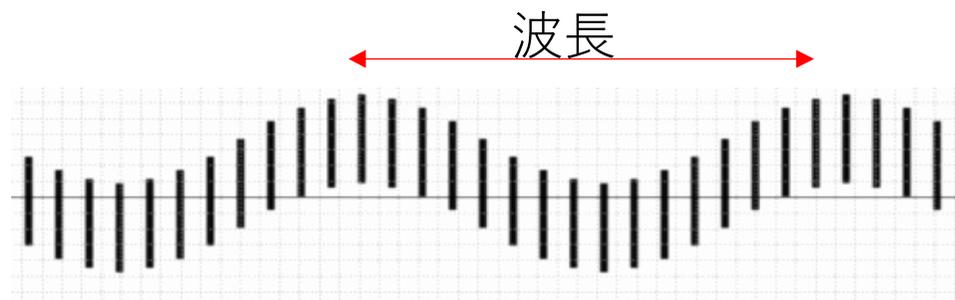
※真空中は伝わらない

気体、液体中

縦波



固体中では縦波のほかに横波も存在



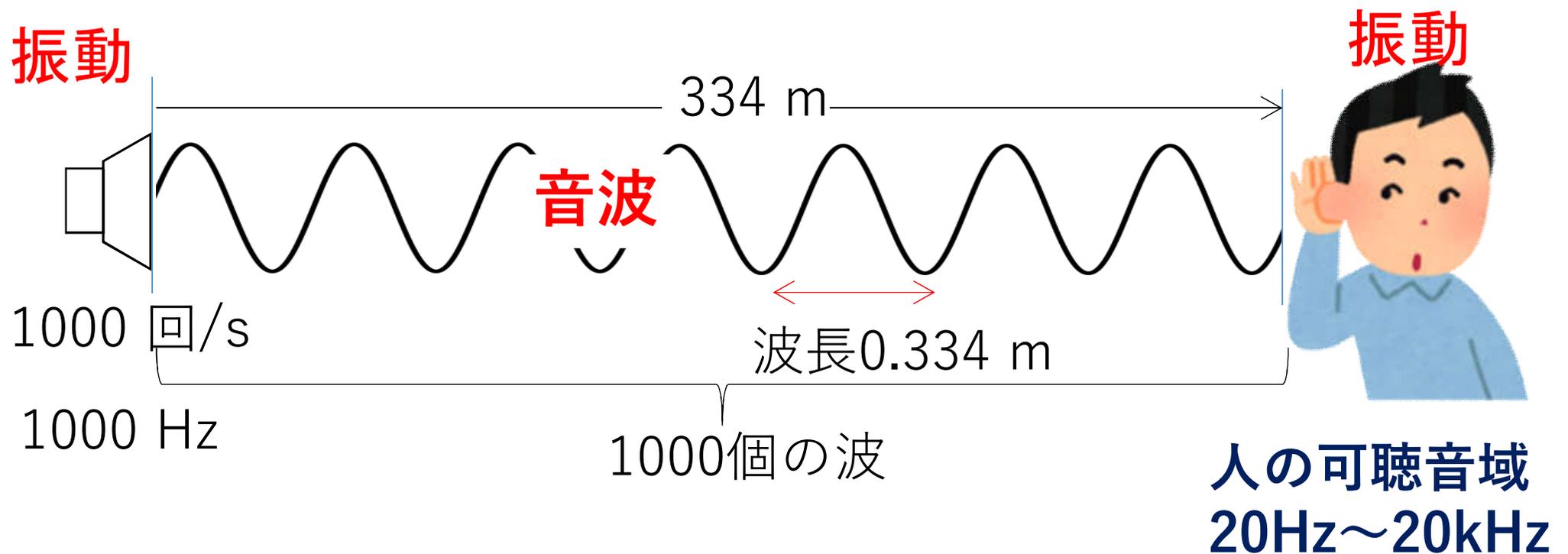
# 空気中の音速、振動数、波長

乾燥した空気中を伝わる音波の速さ

$$V = 331.5 + 0.6t \text{ [m/s]} \quad \text{気温 } t \text{ } ^\circ\text{C}$$

※音波の伝わる速さは、媒質によって異なる

例) 20°C空気中  $V=344 \text{ m/s}$



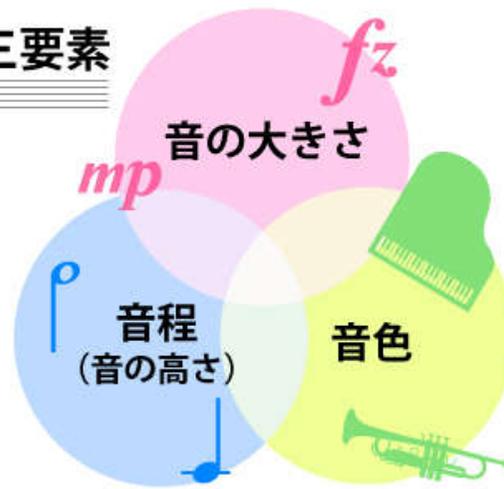
# 音の三要素

①音の高さ

②音の大きさ

③音色

音の三要素



人はこれらの違いを識別することで音を聞き分けることができる

①音波の振動数

②音波の振幅

③音波の波形

音は波であり、音の三要素がエネルギーや、振動数、波形などの物理量に対応している

# ①音の高さ（ピッチ） 振動数に関係

振動数大 → 高い音

振動数小 → 低い音

可聴音域 20Hz ~ 20 kHz

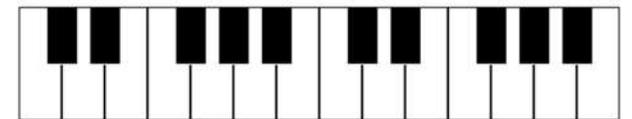
## オクターブ

例) 220Hz, 440Hz, 880Hzは  
いずれも「ラ音」で音の高さが異なる

音階はどのように作  
られているか？

12音階 ピアノ

鍵盤をクリックすると音がなります



[音のカタチ 12音階 ピアノ](#)

音楽ではラ音  
(440Hz) を音の標準  
音として用いる。  
例) オーケストラで  
はオーボエの「ラ  
音」でチューニング

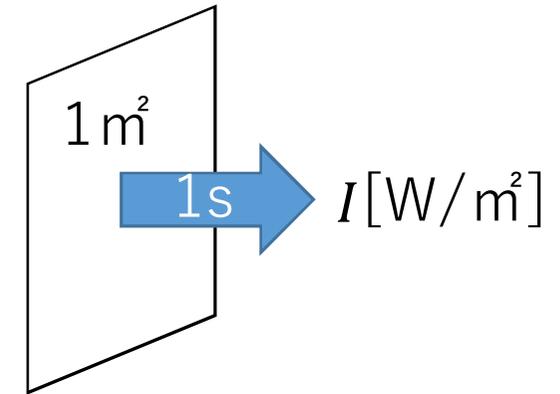
## ②音の大きさ：心理的な感覚の程度（心理量）

大きい音，小さい音

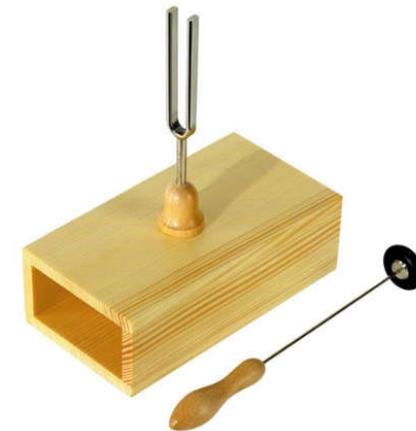
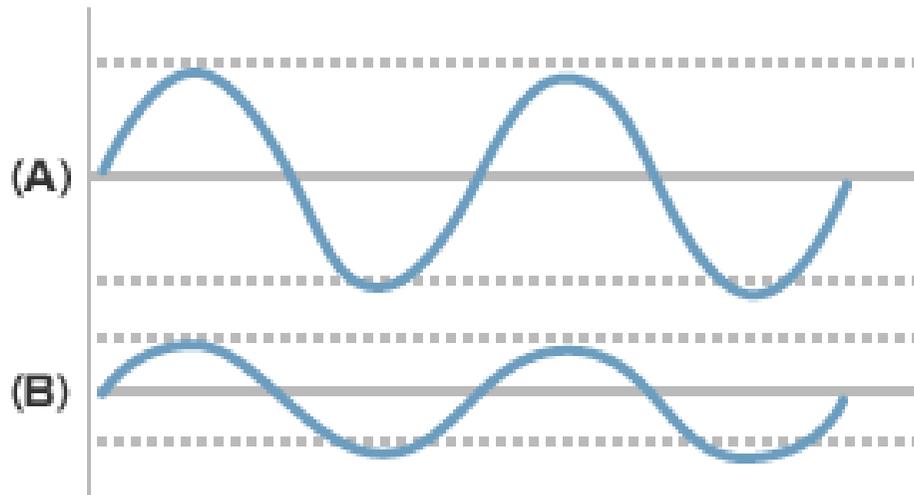
- ・音圧レベル（単位[dB]）

**音の強さ** 物理的な刺激の程度（物理量） **振幅に関係**

1 m<sup>2</sup>あたりに単位時間に通過する  
音のエネルギー（単位[W/m<sup>2</sup>]）



[図2. 音の強さの比較]



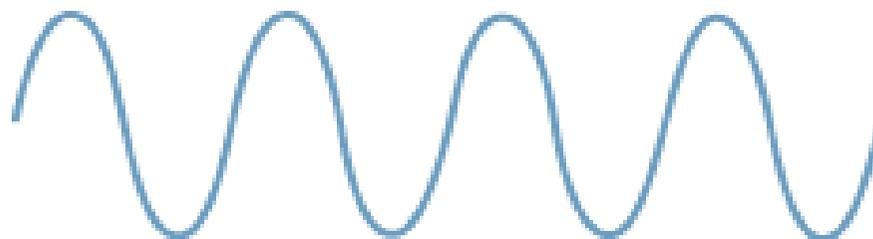
### ③音色（ねいろ、おんしょく）

### 音波の波形に関係

太い声，細い声，黄色い声，甘い声，渋い声，…

バイオリンの「ラ音」とピアノの「ラ音」は音色の違い

【図5.いろいろな音の波形】



純音



バイオリン



フルート



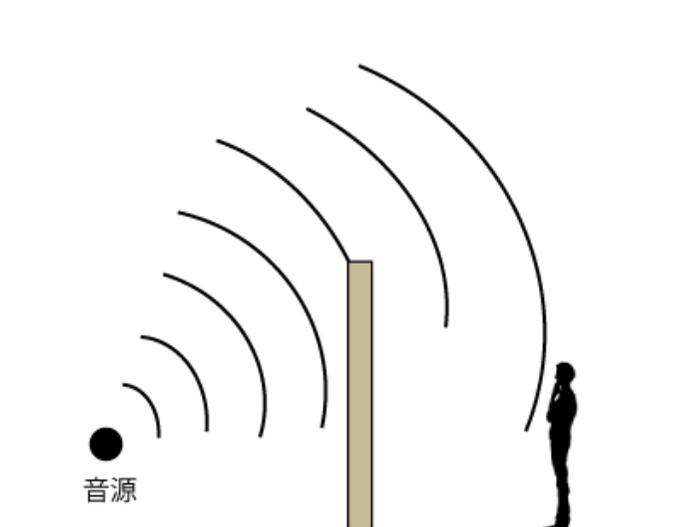
母音（ア）



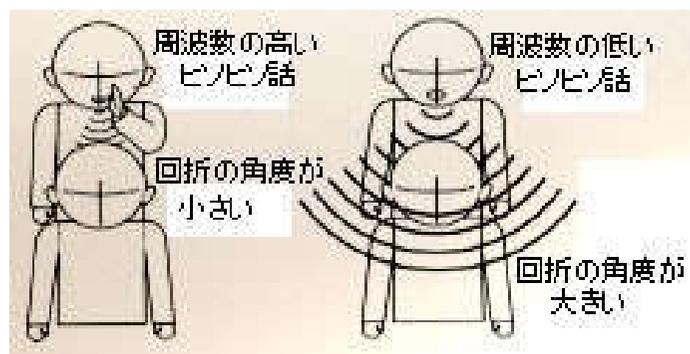
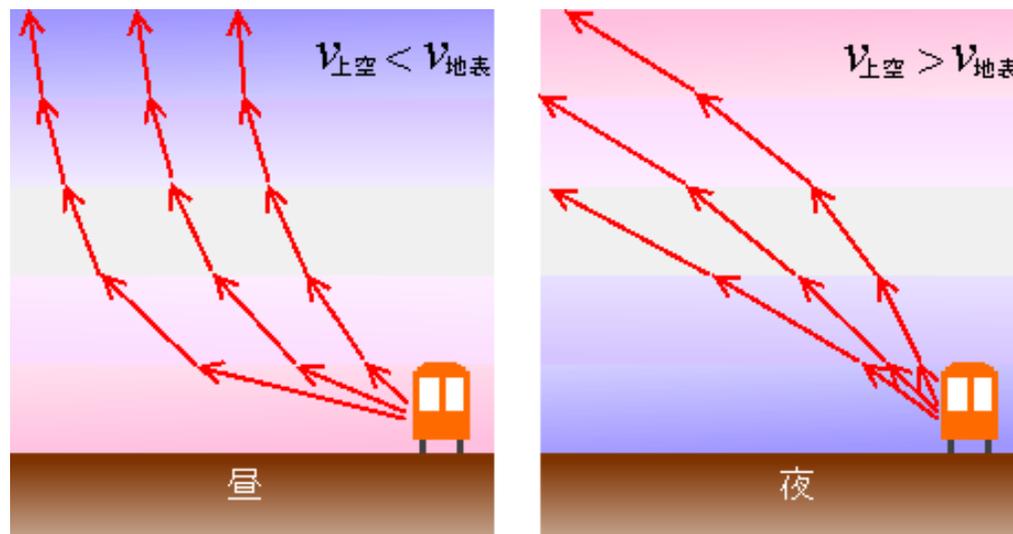
騒音の一例  
アイデックス

# 音の反射・回折・屈折・干渉

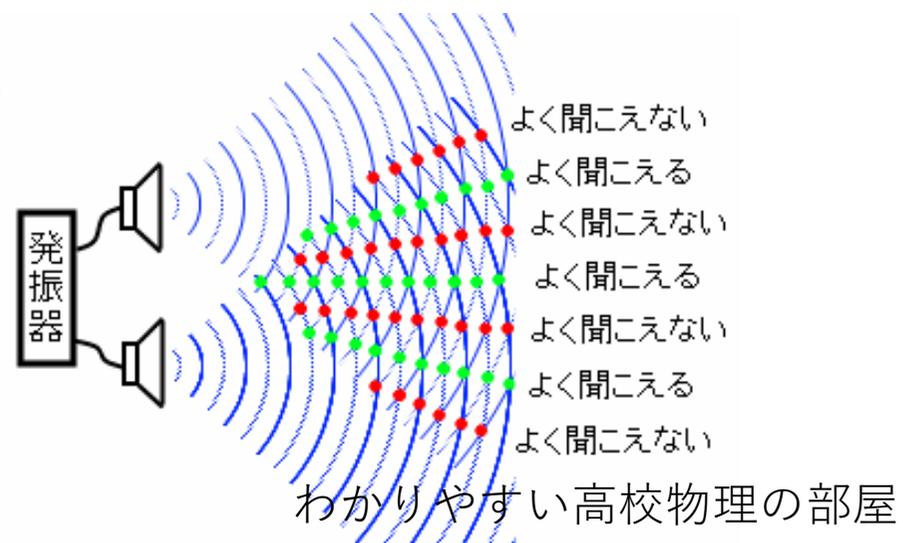
## 回折



## 屈折



## 干渉



# うなり

振動数がわずかに異なる2つの波が干渉して、音が大きくなったり小さくなったりを繰り返す現象

$f$  : 1秒間あたりのうなりの回数  
(1秒間あたりの強弱の回数)

$f_1$ 、 $f_2$  : 2つの音の振動数

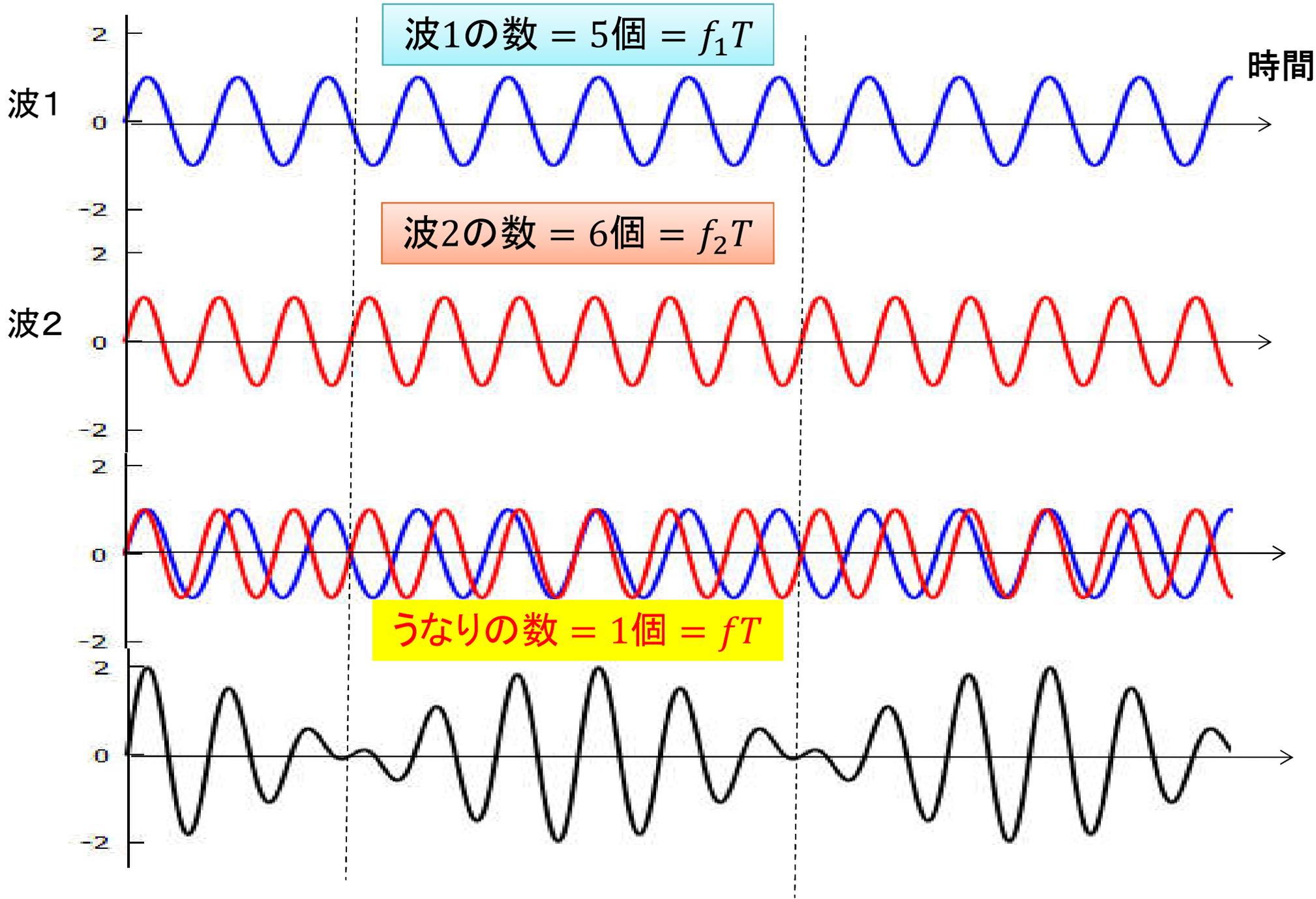
$$f = |f_1 - f_2|$$

おんさ  $f_1$  [Hz]



おんさ  $f_2$  [Hz]





振動数  $f_1$ 、 $f_2$  [Hz] の音を同時に鳴らしたとき、周期  $T$  [s] のうなりが聞こえたとする。

$f_1$  [Hz] の  $T$  [s] 間の波の個数は  $f_1 T$  個

$f_2$  [Hz] の  $T$  [s] 間の波の個数は  $f_2 T$  個

波の個数が1個ずれると1個のうなりが聞こえるので

$$|f_1 T - f_2 T| = 1$$

$$T = \frac{1}{f} \text{ より}$$

**1秒間あたりのうなりの回数**は

$$f = |f_1 - f_2|$$