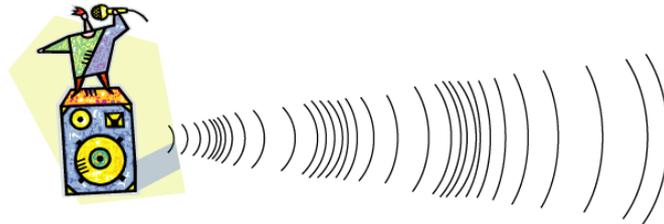


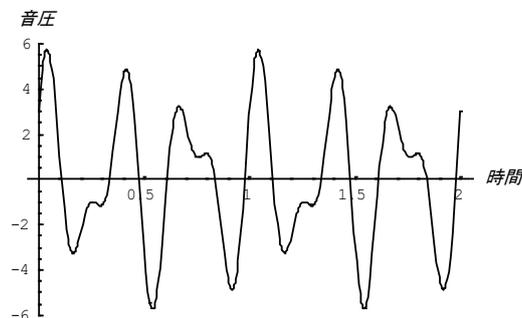
## 1.1 音波について

これから、音(声)を科学的に理解していこう。

- ・音は空気を伝わる( )である
- ・音源が振動する → 周辺の空気を押ししたり引いたりする → 周辺の空気に( )が生じる  
→ 疎密は空気中を波として伝わる



- ・音の波が空気中を伝わっていくとき、媒質である空気は波の進行方向に平行な方向に振動するが、このような波を( )という
- ・空気が密とは、圧力が( )すること、空気が粗とは、圧力が( )すること
- ・音とは、伝搬する空気圧の波であり、空気の圧力変動は下のようなグラフとなる



- ・大気圧を基準とする、そこからの圧力変動が( )である
- ・大気圧は約( )hPa (ヘクトパスカル) = 100,000 Pa
- ・普通に会話しているときの音圧は、たったの 0.002 Pa (大気圧の 分の 1 である！)
- ・音には 3 つの重要な属性がある：それは、「 」, 「 」, 「 」

## 1.2 音の高さ

- ・音の高低は空気の振動の( )に関係している
- ・振動の速さは、1 秒間に何回振動するかを示す( )によって表され、Hz( )という単位を用いる

(例) 周波数 20Hz の音 = 1 秒間に 20 回振動する音

- ・低い音は周波数が( )く、高い音は周波数が( )い
- ・動物の可聴周波数

人	犬	猫	イルカ	コウモリ
20Hz~20kHz	15Hz~50kHz	60Hz~65kHz	50Hz~150kHz	1kHz~120kHz

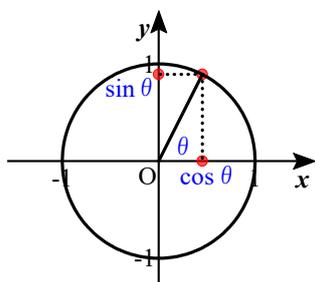
- ・20Hz より低い音は超低周波音と呼ばれ、逆に 20kHz より高い方は超音波と呼ばれる
- ・超低周波音は騒音公害と関係があり、超音波は、医療、魚群探知、自動ドアのセンサー、眼鏡の洗浄などで利用される

- 音の高さの感覚 ( ) と呼ぶ) と周波数の関係は、非常にきれいな対数関係をなし、音の高さがオクターブ上がるごとに、周波数は倍々になる

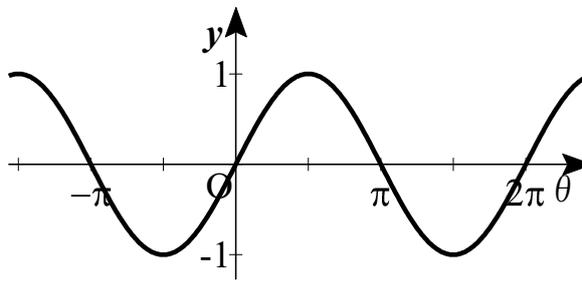
(例) 弦楽器のチューニングに用いる A 音 (ラ) の周波数は 440 Hz

1 オクターブ上の A 音は 880 Hz, 2 オクターブ上の A 音は 1760Hz,

1 オクターブ下の A 音は 220Hz



$\sin \theta$ ,  $\cos \theta$  の定義



$y = \sin \theta$  のグラフ

- 上図の点 P が、単位円周上を一定の速度で 1 秒間に f 周すると考えるとき, f を**周波数**といい, 単位は **Hz** を用いる
- このとき, P は 1 秒間に角度として( )ラジアン回転する
- また, 点 P が円周上を 1 周するのにかかる時間は  $\frac{1}{f}$  であり, これを( )  $T = \frac{1}{f}$  という
- 点 P が時刻 0 に点 A から出発すると, 時刻 t では角度( )だけ回っている
- 時刻 t に対し, 点 P の y 座標を対応させる関数  $y = \sin 2\pi ft$  を考えると, これは周期  $T = \frac{1}{f}$  を持つ ( )関数である

(例) 弦楽器のチューニングに用いる A 音 (ラ) を表す関数は  $y = \sin 880\pi t$

### 三角関数の合成

周期(周波数)の異なる三角関数を合成すると、どうなるのだろうか。

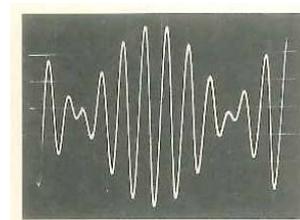
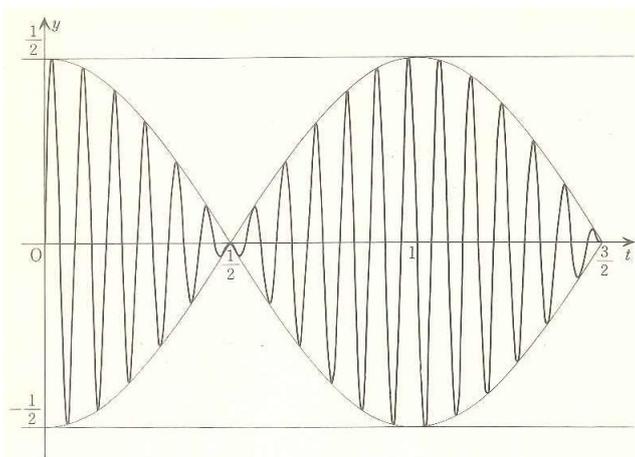
例  $y_1 = \frac{1}{4} \sin 25\pi t$ ,  $y_2 = \frac{1}{4} \sin 23\pi t$  を合成すると、(hint :  $25 = 24+1$ ,  $23 = 24-1$ )

このグラフの概形をイメージしよう。

$$A = \frac{1}{2} \cos \pi t \quad \dots \textcircled{1} \quad \text{とおくと、} y_1 + y_2 = A \sin 24\pi t \quad \dots \textcircled{2}$$

②の振幅  $A$  は、①によって時間  $t$  の関数だから、 $t$  にともなって変動する。

- ・音の大きさは空気の振動の( )に関係している
- ・大きな音は振幅が( )く、小さな音は振幅が( )い



- ・この現象を、「うなり」という。うなりの数を利用して、ピアノなどの調律が行われる。

### 合成の課題 1 GRAPES を用いて、実験を行う。

1.  $y_1 = \sin x$ ,  $y_2 = \cos x$  のグラフを描こう。次に、同じ画面に  $y = y_1 + y_2$  のグラフを描け。  
1つのサインカーブになることを確認せよ。
2. 次の場合、 $y = y_1 + y_2$  のグラフはどうなるか。実験し、スケッチせよ。
  - (1)  $y_1 = \sin 3x$ ,  $y_2 = \cos 3x$

(2)  $y_1 = \sin x$ ,  $y_2 = \sin 2x$

(3)  $y_1 = \sin 2x$ ,  $y_2 = \cos 3x$

## 合成の課題2 GRAPES を用いて、実験を行う。

スクリプト機能を使って、音を聴く。

```
<例> PlayAfter( t, 0, 2, sin880Pit) ←  $y = \sin 880 \pi t$   
      PlayAfter( t, 0, 2, sin440Pit)  
      Play
```

440Hz の正弦波を 2 秒間、220Hz の正弦波を 2 秒間、出力します。

1. A(ラ)の音を何種類か出力してみよう。規則性をまとめよ。
2. いろいろな高さの音を出力してみよう。  
D, G, C などの音は何 Hz か。
3. 440Hz と 442Hz の正弦波を合成し、うなりを確認しなさい。