

メディアプログラミング演習—第6回（第3テーマ1日目）—

音関連の演習

音とは、「振動」である。例えば、物を叩けばそのものは振動し、その振動が空気を振動させ、その振動は鼓膜を振動させて、音を知覚する。この「物を叩く」代わりに、スピーカは、電気—機械系により空気を振動させ、我々の耳に音を届ける機器である。

ヘッドフォンの場合大音量に注意。イヤフォンは、耳から離して、Windows のミキサ等で音を調整してから、装着すること

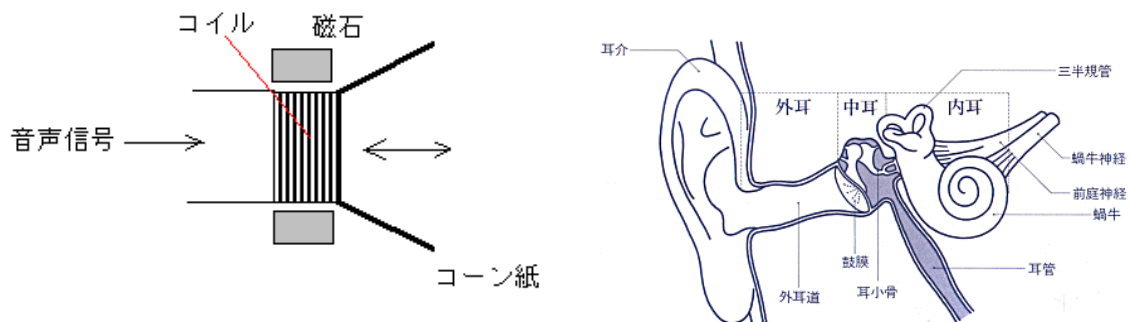


図0, スピーカと耳

純音と音の合成

音の3要素とは、「大きさ」、「高さ」そして「音色」である。この音色は、振動のパターンである。音の基本は、「純音」であり。波形としては正弦波（サインカーブ(sine curve)）である。まず、純音を発生させ、聞いてみる。(ss-single-sin)。プログラム中

```
sine = new Sinewave(440, 0.5, out.sampleRate());
```

が、440Hz の正弦波（A の音、時報の前半）を生成している。関数 draw() は、バッファ内のデータ — すなわち、音の波形 — を折れ線で描いている。マウス操作として、ウインドウの上下方向が発振する周波数を変化させ（60Hz から 1500Hz の範囲で）、左右方向が「バランス」に対応している。

純音の波形は、次の図のような正弦波である。

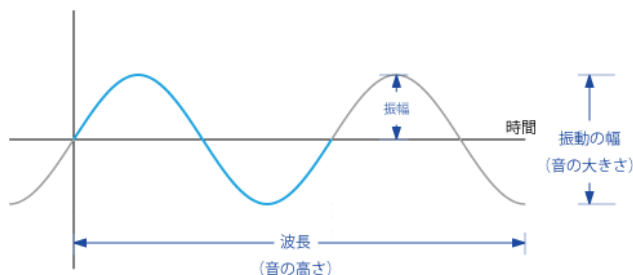


図1, 純音の波形

縦軸が振幅（音の大きさ）、横軸が時間である。この縦軸の高さは音の大きさに、また、横軸の波の密度（単位時間の波の数を周波数と言う）が高ければ、高い音となる（次の図を参照）。

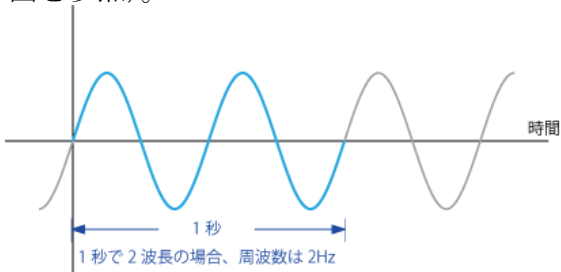


図2 周波数：音の高さ

付録：ドレミファソラシドの周波数

Hz	262	294	330	349	392	440	494	523	587	659	699	784	880	988
音階	ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ	ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ
								オクターブ上						

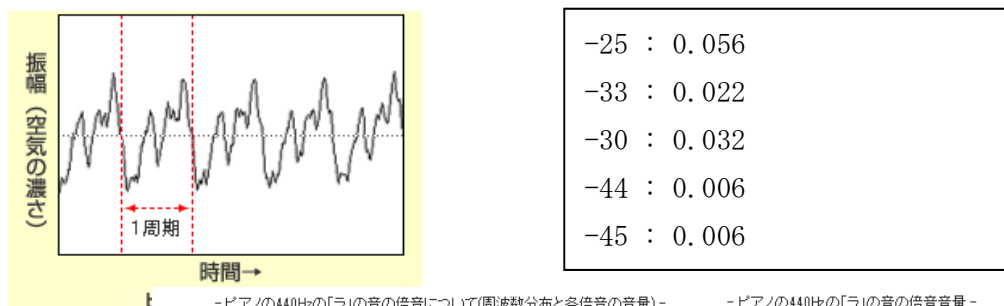
身の回りの多くの音は、周期波形であり、それらは、 $\sum f_i \sin((k \cdot \theta) * t - a_i)$ と表現される。 θ は、基本周波数に対応する。すなわち、多くの音は、基本周波数の k 倍の周波数をもつ音（これを、倍音と言う）を、大きさを変えて足し加えたものとして表現される。

プログラム(*ss-mult-sin*)は、これらをシミュレートするプログラムである。

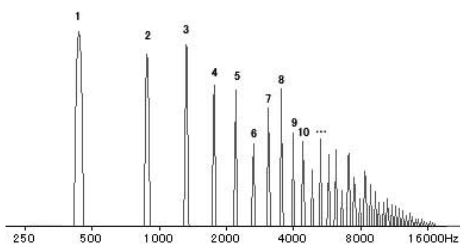
```
sine1 = new SinWave( 440, 0.3, out.sampleRate());
sine2 = new SinWave( 880, 0.3, out.sampleRate());
sine3 = new SinWave(1320, 0.3, out.sampleRate());
```

の3行が、440Hz、その2倍(880Hz)、そして3倍(1320Hz)の音を発生させている、2番目のパラメータは、音量である。大きさの組み合わせにより、波形が変わり、音色が変わることを確認する。

3倍音までで、ピアノの音を合成するプログラムを作成しなさい。



-ピアノの440Hzの「ラ」の音の倍音について(周波数分布と各倍音の音量)-
ピアノの440Hzの「ラ」の音の周波数分布



-ピアノの440Hzの「ラ」の音の倍音音量-

倍音	周波数(Hz)	音量(dB)
1	440	-25
2	880	-33
3	1320	-30
4	1760	-44
5	2200	-46
6	2640	-66
7	3080	-53
8	3520	-45
9	3960	-62
10	4400	-65
11	4840	-75
12	5280	-64
13	5720	-70
14	6160	-68

音楽の再生

音楽もその波形をデジタル化し、様々な方法（圧縮も含み）で格納されている。ファイルの拡張子は、格納の方法（圧縮法）を表している（mp3, AU, wav, mov, wmn 等）。

プログラム (*ss-music-play*) は、プログラムが格納されるフォルダー内の data フォルダーのある音楽ファイルを再生し、その音を表示するプログラムである。

```
player = minim.loadFile("aa.mp3", 2048);
```

により再生されるファイルを指定する。Windows の「ミュージック」フォルダーの下にサンプルがあるので、それを data フォルダーにコピーして再生してみる。

課題 4-1 : 「超」簡易キーボード

キーボードの [zxcvbnm,] を「ドレミファソラシド」に対応させた簡易キーボードを作成しなさい。

付録 (参考)

1. d キーを押すと「ド」、r キーを押すと「レ」。

```
void keyPressed() {  
  out.removeSignal(sine);  
  if (key == 'd'){ sine = new SineWave(523, 0.3, out.sampleRate());  
    out.addSignal(sine);}  
  else if (key == 'r'){ sine = new SineWave(587, 0.3, out.sampleRate());  
    out.addSignal(sine);}  
}
```

2. M ミリ秒の sleep;

```
void delaymmsec(int m){  
  int ms=millis();  
  while( millis()<(ms+m) ) {};  
}
```