

7 音の振幅の操作

音の大きさは、波の振幅の大きさで決まる。

```
>> t = 0:1/8000:1;
>> xx=sin(2*pi*400*t);
```

次のプログラムは `xx` の振幅を全て半分にする。

```
>> xx2 = 1/2 * xx;
>> sound(xx2,8000)
```

ボリュームを変化させなければ、音の大きさが `sound(xx,8000)` より小さくなるのがわかる。

振幅を徐々に変化させることもできる。`xx` を、元の振幅から徐々に 0 まで小さくするには、次のようにする。

```
>> t = 0:1/8000:1;
>> xx=sin(2*pi*400*t);
>> y = 1 - t;
>> xx3 = y .* xx;
>> plot(xx3);
>> sound(xx3, 8000);
```

`.*` は、ベクタの個々の要素の掛け算である。 `[1 3] .* [1 5]` は `1 15` となる。

練習 8 徐々に振幅が大きくなる音を作れ。

練習 9 前回の練習 4 で作成した折れ線で振幅が制御された音を作れ。

振幅を周期的に変化させることもできる。

練習 10 10Hz の `sin` 関数で振幅を制御する音を作れ。

8 音の重ね合わせ

正弦波を足し合わせることで、様々な音を作ることができる。次のプログラムは、440Hz の正弦波 `x440` と 660Hz の正弦波 `x660` を足しあわせた波 `xx` を作るプログラムである。

```
>> t = 0:1/8000:1;
>> x440=sin(2*pi*440*t);
>> x660=sin(2*pi*660*t);
>> xx = x440 + x660;
>> plot(xx(1:100));
>> sound(xx,8000);
```

プロットを見ればわかるように、最も振幅の大きい部分では、振幅が約 2 となっている。`sound` 関数は `help` を見ればわかるように、ベクタの値を -1 以上 1 以下と仮定しているため、 -1 以下、または 1 以上の部分は正しく出力されない。

このような場合に出力するデータの正規化を自動的におこなう関数として `soundsc` 関数が用意されている。

```
>> soundsc(xx, 8000);
```

9 正弦波による様々な音の生成

正弦波の倍音をいくつか組み合わせると、いろいろな音色を作ることができる。

$$A = \sum_{k=1}^n A_k \sin 2\pi k f \quad (1)$$

ただし、

$$A_k = \begin{cases} \frac{4}{\pi k} & k = 1, 3, 5, \dots \\ 0 & k = 2, 4, 6, \dots \end{cases}$$

次のプログラムはこの波の $n = 3$ の場合を生成する。

```
>> t = 0:1/8000:1;
>> sq3 = 4/pi * sin(2 * pi * 440 * t) + 4/pi/3 * sin(2 * pi * 440 * 3 * t)
>> sound(sq3, 8000);
```

練習 11 sq3 の適当な部分をプロットして、どのような形の波形が確認せよ。

練習 12 $n = 5, 9$ の波を作成し、波形と音色を確認せよ。

次のような波もある。

$$A = \sum_{k=1}^n A_k \cos 2\pi k f \quad (2)$$

ただし、

$$A_k = \begin{cases} -\frac{8}{\pi^2 k^2} & k = 1, 3, 5, \dots \\ 0 & k = 2, 4, 6, \dots \end{cases}$$

練習 13 この波を $n = 3, 5, 9$ の場合で生成し、波形と音色を確認せよ。

matlab には、式 (1) であらわされる波を生成する関数 square や式 (2) であらわされる波を生成する関数 sawtooth が用意されている。

```
>> t = 0:1/8000:1;
>> sq = square(2 * pi * 440 * t);
>> plot(sq(1:100));
>> sound(sq, 8000);
>> tr = sawtooth(2 * pi * 440 * t, 0.5);
>> plot(tr(1:100));
>> sound(tr, 8000);
```

square や sawtooth は引数を変化させることで波形を変化させることができる。

練習 14 help で square や sawtooth の使い方を調べて、様々な音を作って音の違いを確かめてみよ。