

## 7 音色の時間変化の表示

スペクトルは時間とともに変化することもある。そのような場合、周波数と強さの軸以外に時間軸も考慮して表示できることが望ましい。

周波数成分の強さは色の違いで表現することで、スペクトルの時間変化を 2 次元のグラフで表現する方法がある。スペクトログラムである。

`help spectrogram` を実行する。使い方はいろいろあるが、今回は、

```
S = SPECTROGRAM(X,WINDOW,NOVERLAP)
```

の書式を使う。

演習 7-1 `y` という音声データのスペクトログラムを次の書式を用いて表示せよ。

```
>> spectrogram(y, hann(i1), i2, 'yaxis')
```

ただし `i1`, `i2` には整数が入る。

## 8 デジタルフィルタ

信号を足し合わせると音が重ね合わせられた。信号を遅らせて足し合わせると、違う効果が得られる。

```
>> Fs=8000;
>> t=0:1/Fs:1-1/Fs;
>> s=sin(2*pi*800*t)+sin(2*pi*500*t); % つの成分からなる信号を生成2
>> soundsc(s,Fs)
>> subplot(3,1,1); plot(s(1:100));
>> sd=wshift(1,s,-5); % s を 5 点分遅らせる
>> subplot(3,1,2); plot(sd(1:100));
>> soundsc(sd,Fs)
>> ss=s+sd;
>> subplot(3,1,3); plot(ss(1:100));
>> soundsc(ss,Fs)
```

subplot は複数のプロットを並べる関数である。(詳しい使い方は help subplot で調べよ)

演習 8-1 5点遅らせて足し合わせることで、どちらかの成分が除去された。どの成分が除去されたか?

演習 8-2 別の成分を除去するには、何点遅らせればよいか?

このように遅れを上手く利用すると、ある成分を除去したり強調したりすることができる。一般にはある成分を除去することが多いため、このような処理をデジタルフィルタと呼ぶ。

遅れの点数に対応した数列を用いることで、フィルタの処理方法をあらわすことがある。上記の、信号それ自身に、5点遅らせてそのままの大ききで足す処理を  $h = [1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1]$  という数列であらわすとする。つまり、 $h(1)$  は信号自身をあらわす。 $h(6)$  は  $h(1 + 5)$  である。つまり5点遅らせていることを示す。

このフィルタ  $h$  を時間領域の信号  $s$  に適用する。

```
>> h=[1 0 0 0 0 1];
>> sf=conv(s,h);
>> plot(sf(1:100))
```

conv は畳み込みという計算をおこなう。

演習 8-3 conv([1 3], [2 4]); などの計算を試して conv とはどのような計算かを確認せよ。(help conv などの情報も利用せよ)

$h$  の設計によって、様々な効果が得られる。

説明のため、まず、雑音交じりの信号  $sn$  を作成する。

```
>> n=1:100;
>> Fs=8000;
>> t=0:1/Fs:1-1/Fs;
>> nz=randn(1,length(t));
>> plot(n,nz(n))
>> s=sin(2*pi*440*t);
>> sn=0.8*s+0.1*nz;
>> plot(n,sn(n))
>> soundsc(sn,Fs)
```

```
>> h=ones(1,3)/3
```

```
h =
```

```
0.3333    0.3333    0.3333
>> fsn=conv(sn,h);
>> plot(n,fsn(n))
>> soundsc(fs,Fs)
```

フィルター h によって雑音の影響が軽減したことがわかる。

演習 8-4 長さ 5 の整数の乱数列を作成し ri という変数に代入せよ。次に conv(ri, h) を計算し、その結果から h を畳み込むことは、ri に対してどのような計算をおこなっているのか考察せよ。

演習 8-5 h の長さを長くすると、sn はどのように変化するか試せ。

演習 8-6 h = [1 -0.98] として、上記の sn に適用せよ。どのような音になるか?

演習 8-7 これらのフィルタの効果を spectrogram で観察し、どのような効果なのかを確認せよ。

最もよく用いられるフィルタの一つが、ある周波数の範囲 (帯域とよぶ) を通さない処理である。ダウンサンプリングではアンチエイリアシングフィルタを用いると述べた。これは、ある周波数より高い周波数は除去するフィルタで LPF (ローパスフィルタ, 低域だけを通過 (パス) させるフィルタ) である。

サンプリング周波数 8kHz で、2kHz 以下の低域だけを通過させる LPF の数列は以下のように計算できる。

```
>> h=fir1(40,0.5);
>> stem(h)
```

かなり複雑な数列であることがわかる。

演習 8-8 h を上記の sn に適用せよ。どのような音になるか?

演習 8-9 fir1 を用いて、550Hz 以下の低域だけを通過させる LPF を設計せよ。その LPF を sn に適用せよ。

演習 8-10 fir1 を用いて、ある周波数以上の高域を通過させるフィルタも設計できる。そのようなフィルタを HPF (ハイパスフィルタ) とよぶ。450Hz 以上を通過させる HPF を設計せよ。sn に 演習 8-9 の LPF と、本問の HPF を両方適用せよ。

演習 8-11 いろいろな HPF, LPF を設計し、いろいろな音に適用せよ。