

## 課題 1-9

平成	28	年	1	月	15	日
クラス	4J	番号	23			
基本取組時間				9.5	時間	
自主課題取組時間				1.5	時間	

### 1. 結果

サンプリング周波数を 11025Hz に、カットオフ周波数を 800Hz とした LPF を設計した。設計したフィルタのインパルス応答と振幅スペクトルを以下に示す。

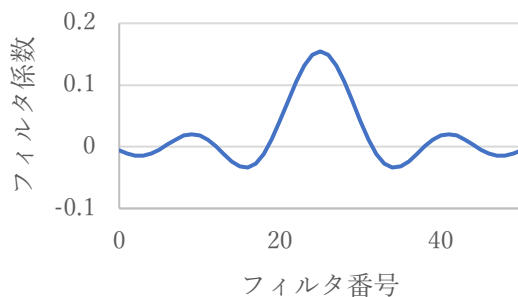


図 1 LPF のインパルス応答

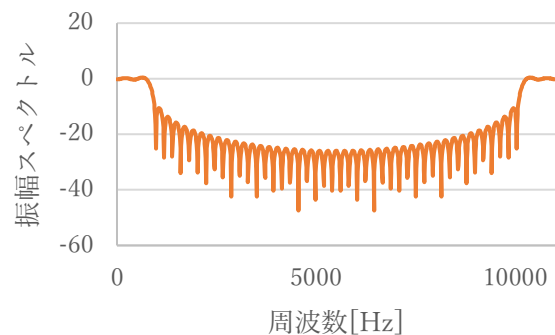


図 2 LPF の振幅特性

### 2. 考察

- IDFT を用いることで、周波数領域から時間領域への変換ができた。そこから、任意の周波数でのカットオフ周波数を持つ LPF が設計できた。以下に「あ」の波形を示す。
- 今回設計した LPF ではカットオフ周波数が厳密に 800Hz になるわけではない。なぜならば、サンプリング周波数が 11025Hz で 110 点 IDFT を行った時の周波数解像度は 100.23Hz であるからだ。これを 100Hz とみなしてフィルタ係数を設計した場合、 $100.23 \times 8 = 801.84$  のように、カットオフ周波数がずれていることがわかる。これにより、800Hz でのゲインは -3dB に届かないことがわかる。
- イコライザの設計で、LPF, BPF, HPF を FIR フィルタで作られるとわかった。これらは、凡そのオーディオインターフェースにアプリケーションとして搭載されているが、これらのデジタル処理に特化した DSP (AD の Blackfin や TI の Arm の乗った C6000) などもあるとわかった。これらと ADC/DAC を用いることで、大規模なコンピュータ (Laptop など) を必要とせずに FFT などの処理を高速に行うことができると考えた。

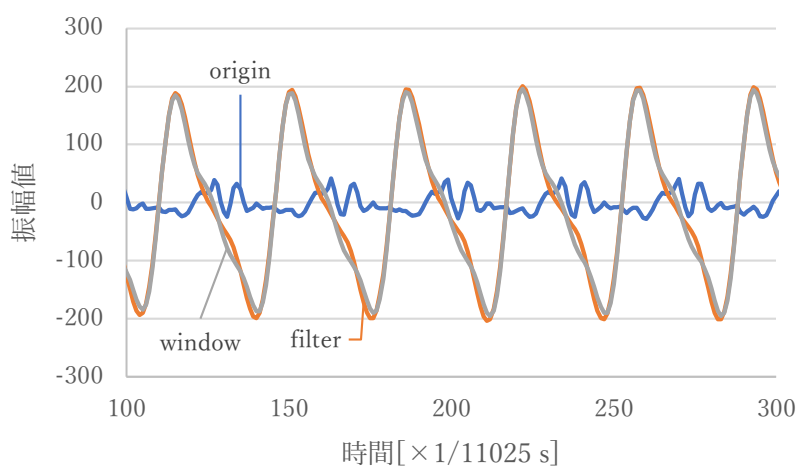


図 3 LPF を通した音声波形

### 3. 自主課題

課題にあったハミング窓ではなく、ハミング窓とブラックマン窓での結果を確認した。スペースの関係上ハミング窓での結果を示す。

ブラックマン窓では「あ」の波形にあった振幅の小さい低周波の信号が残っており、ハミング窓では 800Hz 付近での振幅スペクトルの変化が若干急峻になり、ハミング窓ではハミング窓での変化が増加し、「あ」の波形にあった低振幅の波形が殆ど見られなくなっていた。

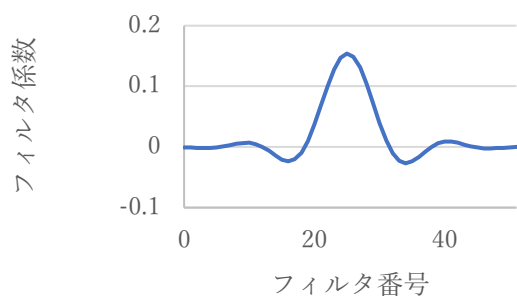


図 4 ハン窓 LPF のインパルス応答

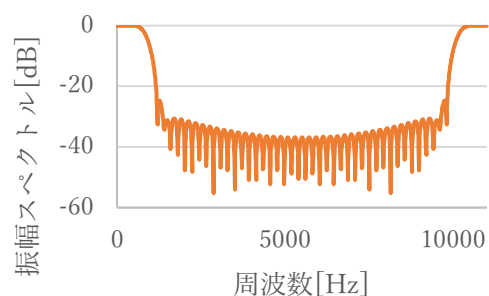


図 5 ハン窓 LPF の振幅特性

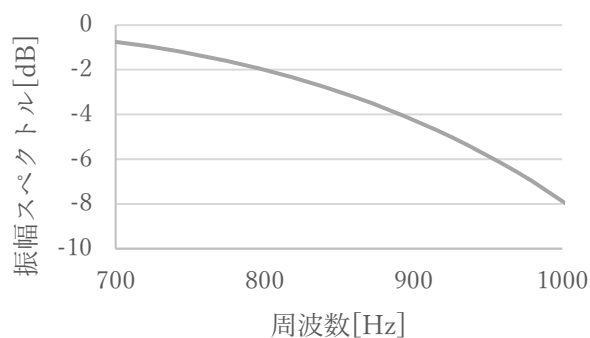


図 6 図 5 を拡大したグラフ