

## I1 情報第 1 部 (考察レポート)

工学部電気電子工学科  
学籍番号 03-190503 西山 晃人

### 1 考察

#### 1.1 標本化定理とナイキスト周波数

標本化定理から、標本化周波数が  $f$  である標本化列によって「正しく」（すなわち、人が元の波と識別できる程度）表現できるのは、周波数が  $f/2$ （ナイキスト周波数という）以下の波である、ということがわかる。このことを今回の実験において考えてみる。

今回本課題 4.3 の周波数 3528Hz の正弦波を標本化周波数 44100Hz、4410Hz でサンプリングしたものに、標本化周波数 7056( $= 3528 \times 2$ )Hz とした時の正弦波を加えて図 1 とした。

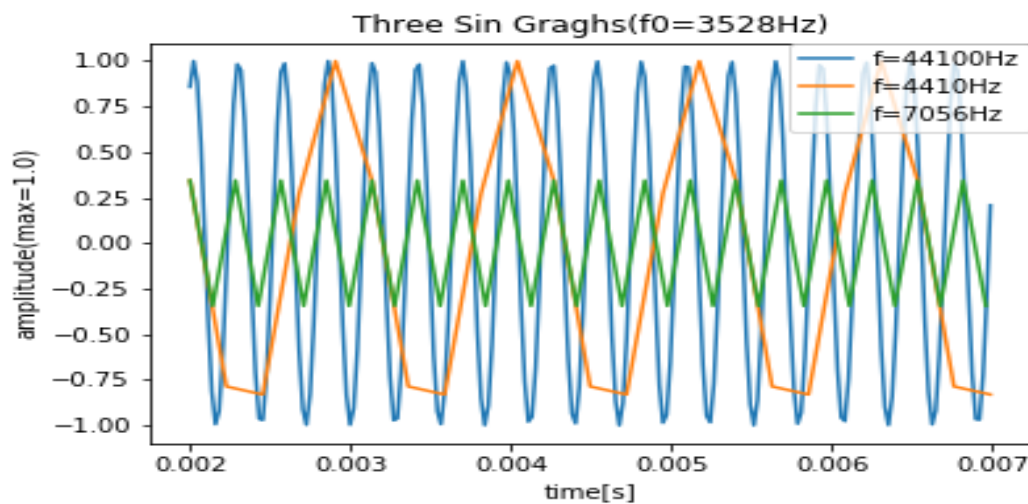


図 1 標本化周波数  $f_0$  と  $f_0/10$  の時の正弦波

この図からわかるように、標本化周波数が 44100( $\gg 3528 \times 2$ )Hz の時は正しく周波数 3528Hz の正弦波を復元できており、また標本化周波数が 7056Hz の時も先の例と比べるとズレが生じているが、周波数 3528Hz の波を復元するという観点では依然として正しく復元できていると言える。しかし、標本化周波数 4410( $< 3528 \times 2$ )Hz の時は周波数  $5 \times 10^2$ Hz の正弦波が復元されており、誤って復元されている。この時、周波数 3528Hz の音とは異なる音が聞こえた。これは人が異なる周波数の音を別の音と捉えること (例えば音

階) に起因する。ゆえに標本化定理で述べられるように、標本化するにはその波の周波数の 2 倍以上の標本化周波数が必要であることがわかる。また、標本化周波数が 4410Hz の時に異なる波として復元され知覚される現象をエイリアシングと呼ぶ。さらに図 1 から標本化周波数 7056Hz の時は振幅が小さくなっているが、確かに実験の際には 7056Hz の時には 44100Hz の時に比べて音が小さくなっていた。よって標本化周波数を定める際には標本化定理に留意しつつ、手に入れたい波形、調べたい性質に応じてより大きな標本化周波数で標本化する必要があると考えられる。

## 2 参考文献

- [1] 電気情報工学科・電気電子工学科、「電気電子情報第一 (前期) 実験」、東京大学工学部 (2019)
- [2] 原島 博、「信号解析教科書 一信号とシステム一」、コロナ社 (2018)