

・2日目

・実験課題

Task2.1 乾電池からのアナログ信号を AD/DA ボードで読み取り、デジタル信号に変換してパソコンに取り込み、テキストファイルとして出力して、そのデータを Excel でグラフ化すること。レンジは-5V～+5V と-10V～+10V とを行う。

Task2.2 ファンクションジェネレータから 10Hz の正弦波を出力して、サンプリング周波数を 10Hz、50Hz、100Hz の時それぞれについてテキストファイルに出力して、そのデータを Excel でグラフ化すること。また、正弦波の周波数を 20Hz、50Hz にしてそれぞれ同様操作を実行する。

Task2.3 特定の音叉の周波数を持つ正弦波をデジタル信号として出力して、その波形をオシロスコープで記録すること。

・実験目的

Task2.1 アナログ信号をデジタル信号に変換する方法を学ぶこと。そして、量子化について考察すること。

Task2.2 グラフの波形と周波数からサンプリング定理について考察すること。

Task2.3 デジタル信号をアナログ信号に変換すること。

・使用器具

パソコン

AD/DA ボード

乾電池

ファンクションジェネレータ

オシロスコープ

・実験内容

まず、C++で USB AD/DA デバイスを使うための初期設定を行った。

Task2.1 乾電池からのアナログ信号をサンプリング周波数を 1kHz、データ数を 100 にして、レンジを-5V～+5V の時と-10V～10V の時とデジタル信号に変換してテキストファイルに出力して、Excel でグラフ化した。

Task2.2

オシロスコープを用いてファンクションジェネレータで周波数が 10.0834Hz の正弦波を作り、サンプリング周波数を 10Hz と 50Hz そして 100Hz にしてそれぞれ取り込み、テキストファイルとして出力して、Excel でグラフにした。

同様の操作を入力正弦波の周波数が 20.0886Hz、50.734Hz の時にも行った。

Task2.3 パソコンからの特定の周波数を持つ正弦波のデジタル信号をアナログ信号に変換してオシロスコープに出力させた。その波形を USB メモリで保存して、Excel でグラフ化した。

周波数は 294Hz(音階レ)と 440Hz(音階ラ)と 2 種類行った。

・実験結果

Task2.1

(i)レンジ-10V～+10V

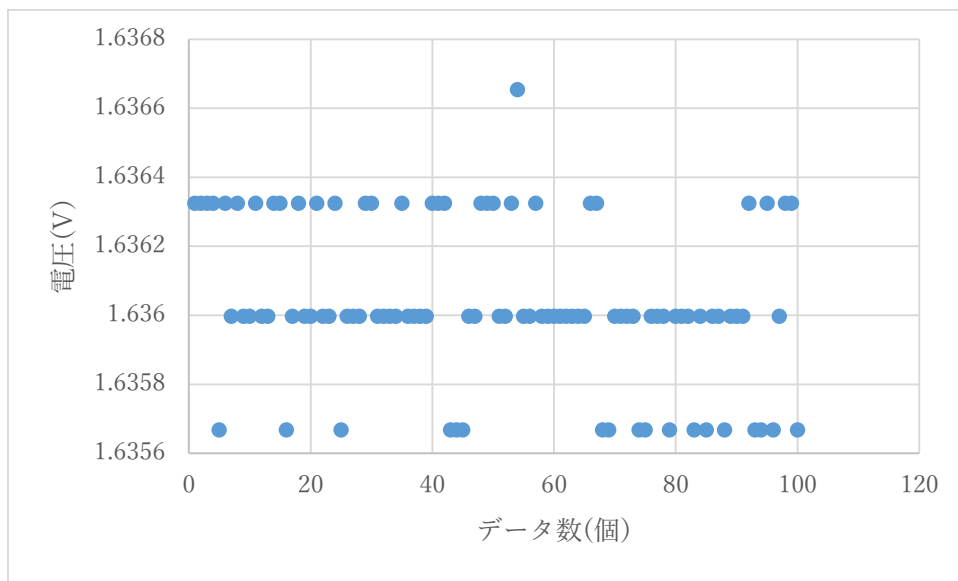


図 2-1 レンジ-10V～+10V の時の出力電圧

(ii)レンジ-5V～+5V

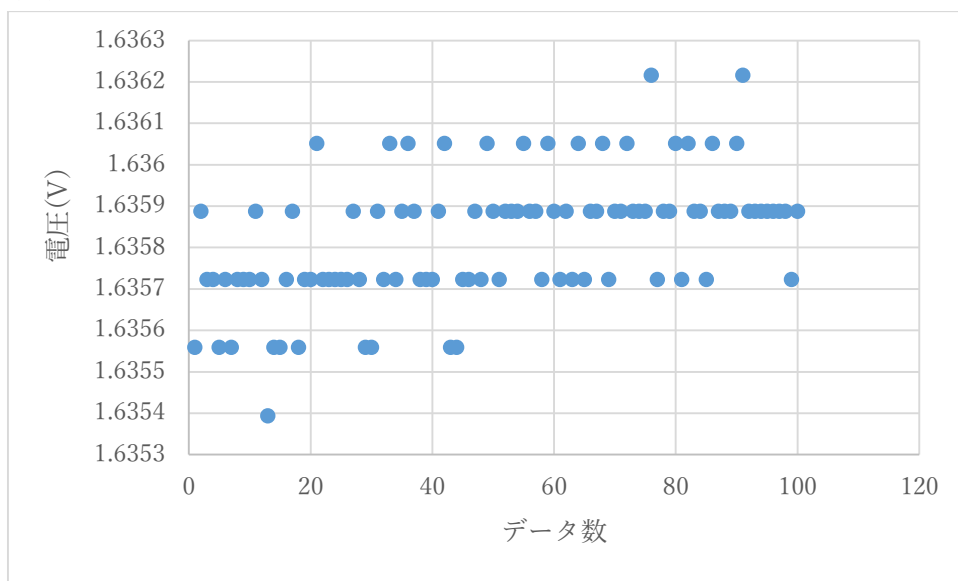


図 2-2 レンジ-5V～+5V の時の出力電圧

Task2.2

(i)入力 10.0834Hz-サンプリング 10Hz

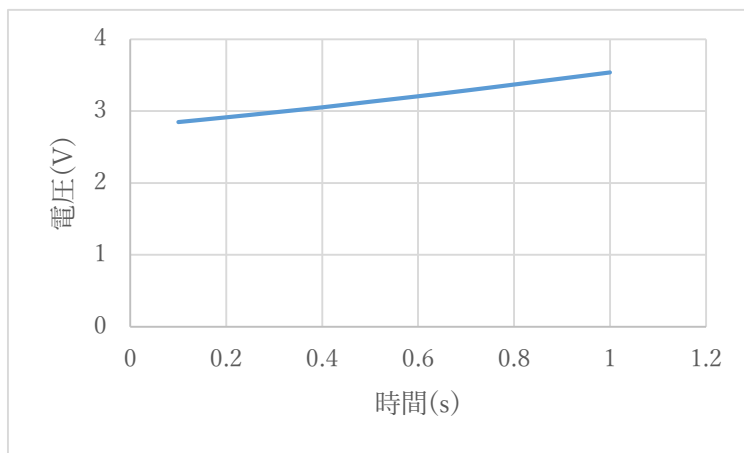


図 2-3 入力 10.0834Hz-サンプリング 10Hz

(ii)入力 10.0834Hz-サンプリング 50Hz

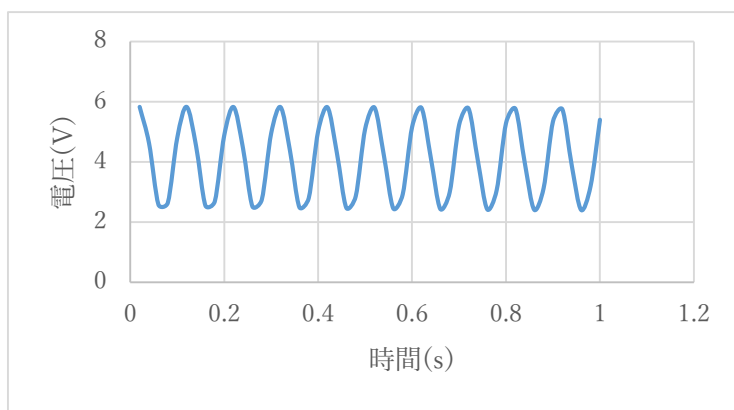


図 2-4 入力 10.0834Hz-サンプリング 50Hz

(iii)入力 10.0834Hz-サンプリング 100Hz

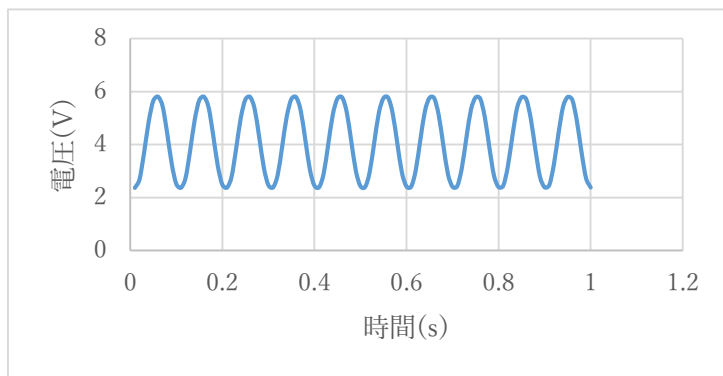


図 2-5 入力 10.0834Hz-サンプリング 100Hz

(iv)入力 20.0886Hz-サンプリング 10Hz

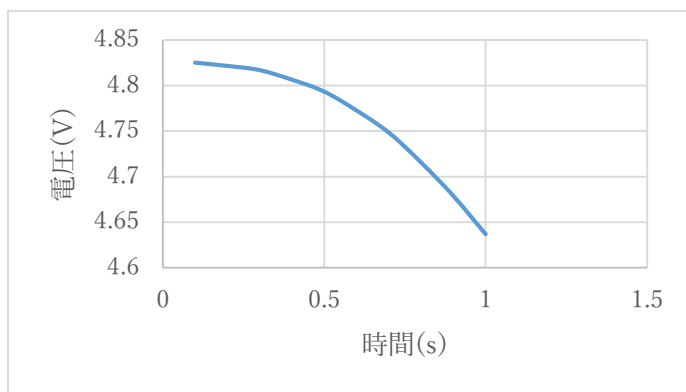


図 2-6 入力 20.0886Hz-サンプリング 10Hz

(v)入力 20.0886Hz-サンプリング 50Hz

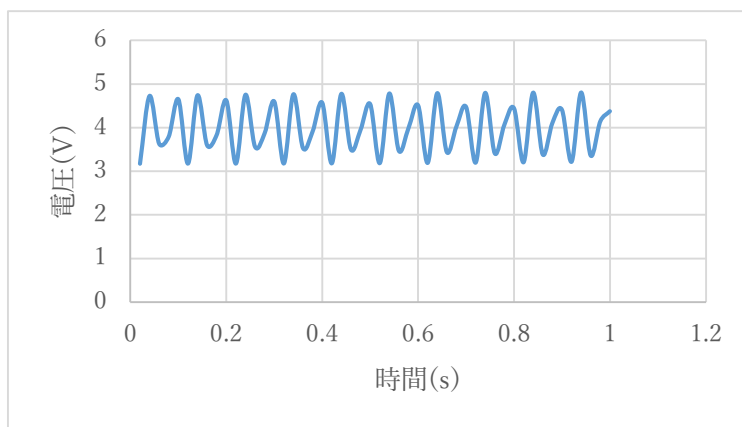


図 2-7 入力 20.0886Hz-サンプリング 50Hz

(vi)入力 20.0886Hz-サンプリング 100Hz

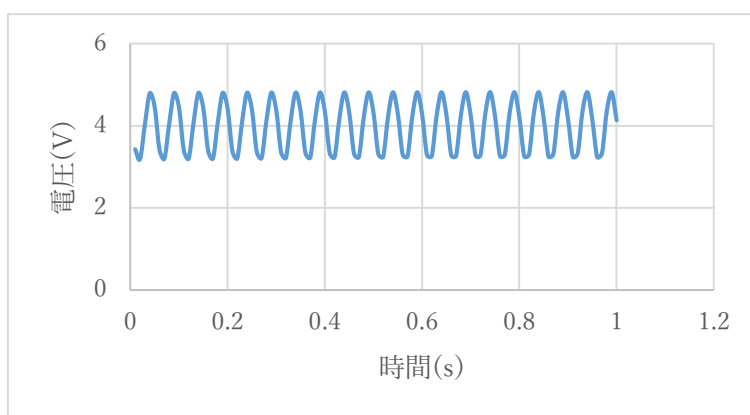


図 2-8 入力 20.0886Hz-サンプリング 100Hz

(vii)入力 50.734Hz-サンプリング 10Hz

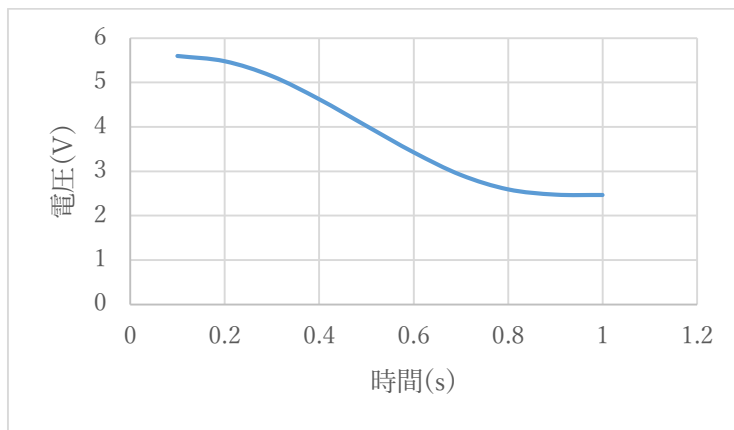


図 2-9 入力 50.734Hz-サンプリング 10Hz

(viii)入力 50.734Hz-サンプリング 50Hz

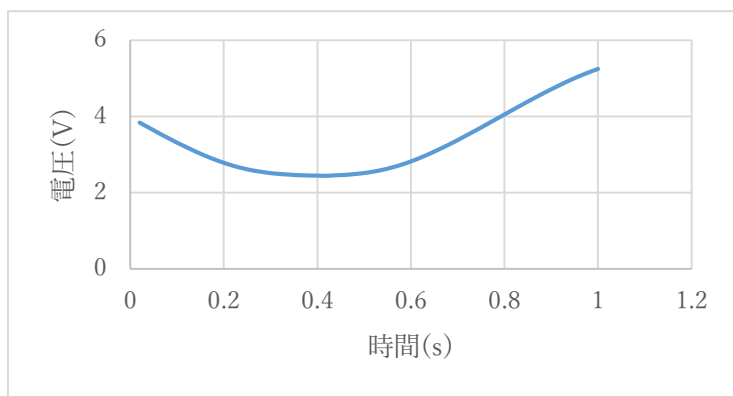


図 2-10 入力 50.734Hz-サンプリング 50Hz

(ix)入力 50.734Hz-サンプリング 100Hz

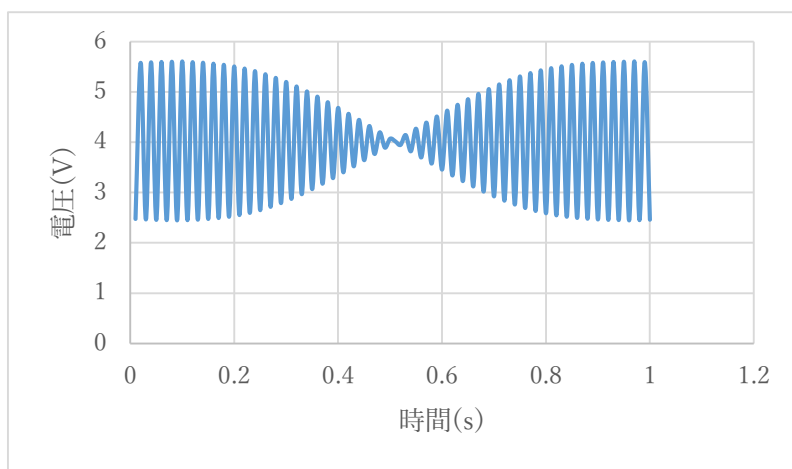


図 2-11 入力 50.734Hz-サンプリング 100Hz

Task2.3

(i)周波数 294Hz(音階レ)

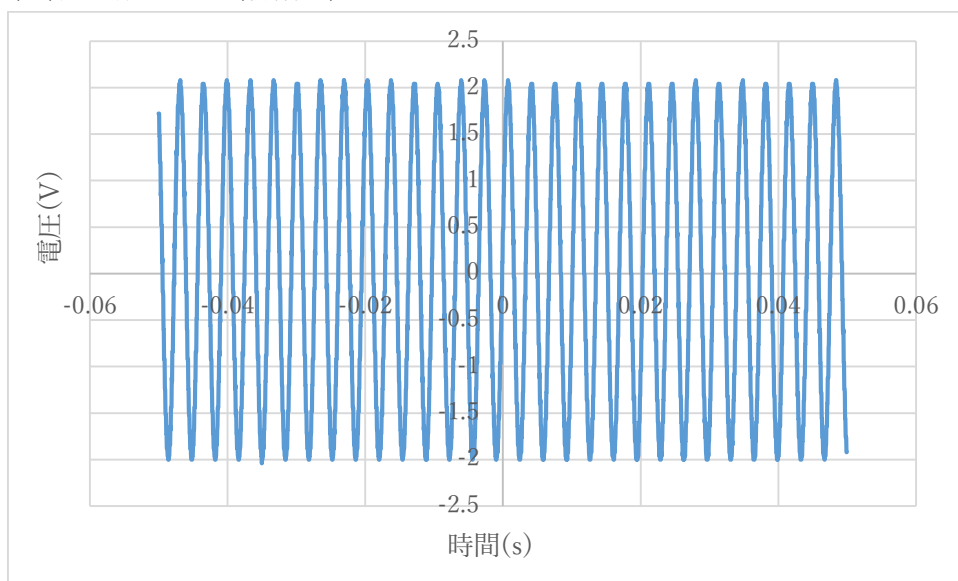


図 2-12 294Hz の時の出力電圧

(ii)周波数 440Hz(音階ラ)

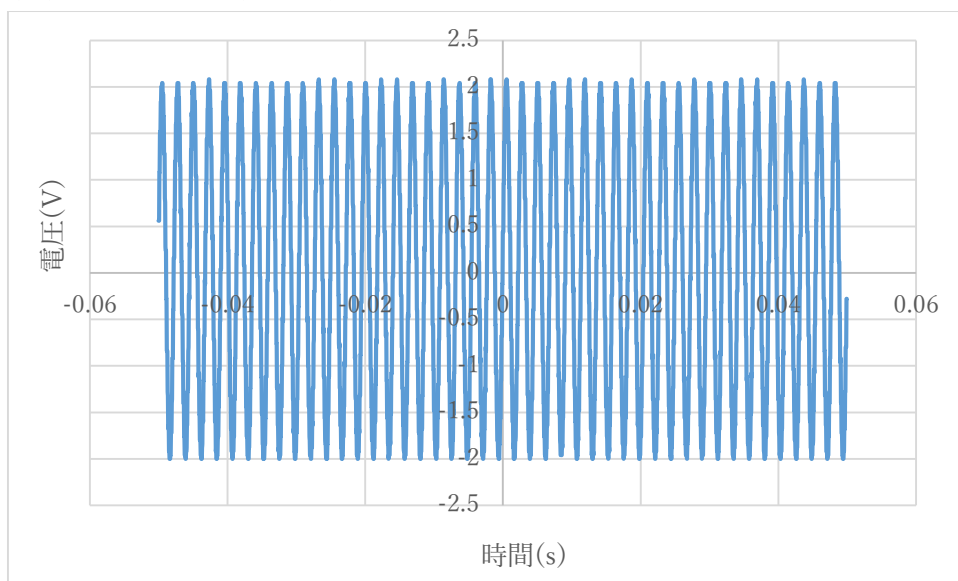


図 2-13 440Hz の時の出力電圧

・考察

Task2.1 図 2-1 から乾電池からのアナログ信号を AD 変換させると、電圧の大きさが $1.63632-1.63599=0.00033(\text{V})$ の間で離散的な値を持つことが分かった。それ以外の範囲にある点はノイズであると考えた。図 2-2 から同様に $1.63588-1.63572=0.00016(\text{V})$ となった。 $0.00033/0.00016 \sim 2$ からレンジの大きさに比例していることが分かった。

レンジを $-10\text{V} \sim 10\text{V}$ にしたとき $\{10-(-10)\}/2^{16} \sim 0.00030\text{V}$ となり、また、レンジが $5\text{V} \sim -5\text{V}$ の時は $\{5-(-5)\}/2^{16} \sim 0.00015\text{V}$ となり実験は正確に実行できたと判断できた。

乾電池からのアナログ信号は連続的であり、コンピュータ上で扱うデジタル信号は離散的な値のみを持つことになる。従ってデータを取り込む際には AD 変換をする必要がある。

Task2.2 サンプルング定理は、再生したい波形の最大周波数の 2 倍以上のサンプルング周波数でアナログ信号をデジタル信号に変換すると、元の波形を正しく再現できるという定理である。実験結果の波形をそれぞれ比較すると図 2-3、6、9、10 は正しく元の波形が再現されていないと分かる。これらはサンプルング周波数の大きさが、再現した信号の周波数の 2 倍よりも小さくなっており、サンプルング定理から正しく再現されないことが分かる。その一方で、図 2-4、5、7、8、11 はサンプルング周波数の大きさが再現する元の周波数の 2 倍以上になっているのでサンプルング周波数を満たしていると考えられる。

Task2.3 図 2-12 から 0.1 秒間の間に 29 周期分の信号が存在する。よって $29/0.1=290\text{Hz}$ と分かる。また、図 2-13 では 44 周期分なので $44/0.1=440\text{Hz}$ となっていることが分かった。よって、実験は正確に実行できたと考えられる。