

# 第4回 無線光通信の波形計測2

## 1. 目的

無線通信の事例として、光の空間伝搬を用いた通信を行う。音声情報によって変調した光源(LED)からの光を光検出器(PD)で受光し、受信波形を計測する。計測には、ソフトウェアによるオシロスコープを用いる。光源と光検出器の距離を変えた計測を行い、無線通信における信号強度および雑音の影響を理解する。また、計測を実施することにより、オシロスコープが有する機能の使い方を習得する。

## 2. <準備>実験環境(ハードウェア、ソフトウェア)の動作確認

レポートにしない

### (1) 機器の接続

PC(iMac)とUSBオーディオ変換アダプタを、USBケーブルで接続する。また、USBオーディオ変換アダプタのマイク(入力)端子とヘッドフォン(出力)端子をオーディオケーブルで直結する。

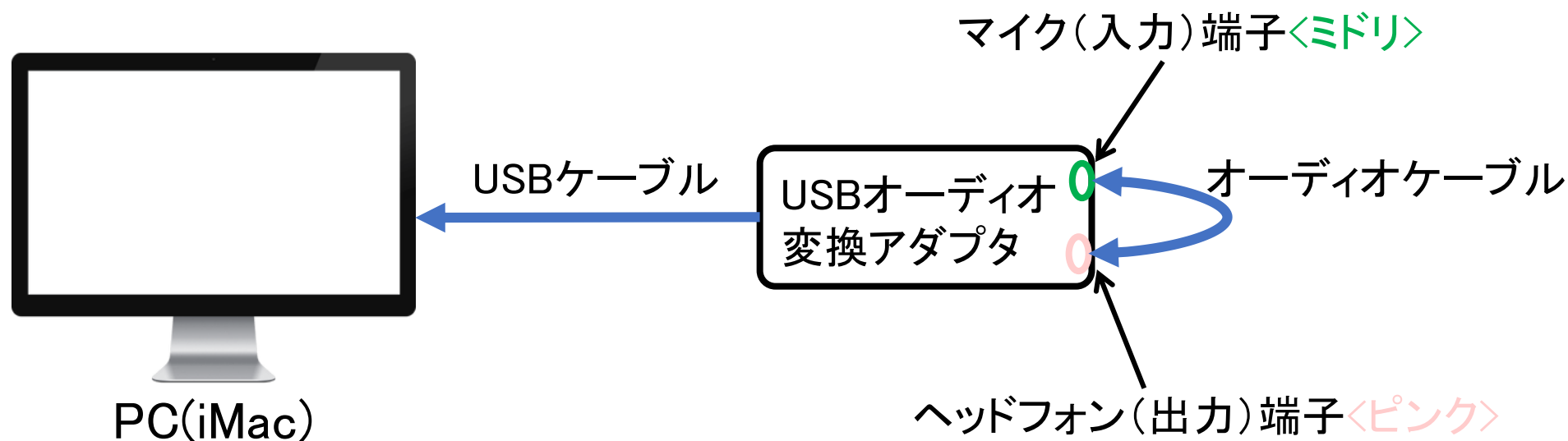
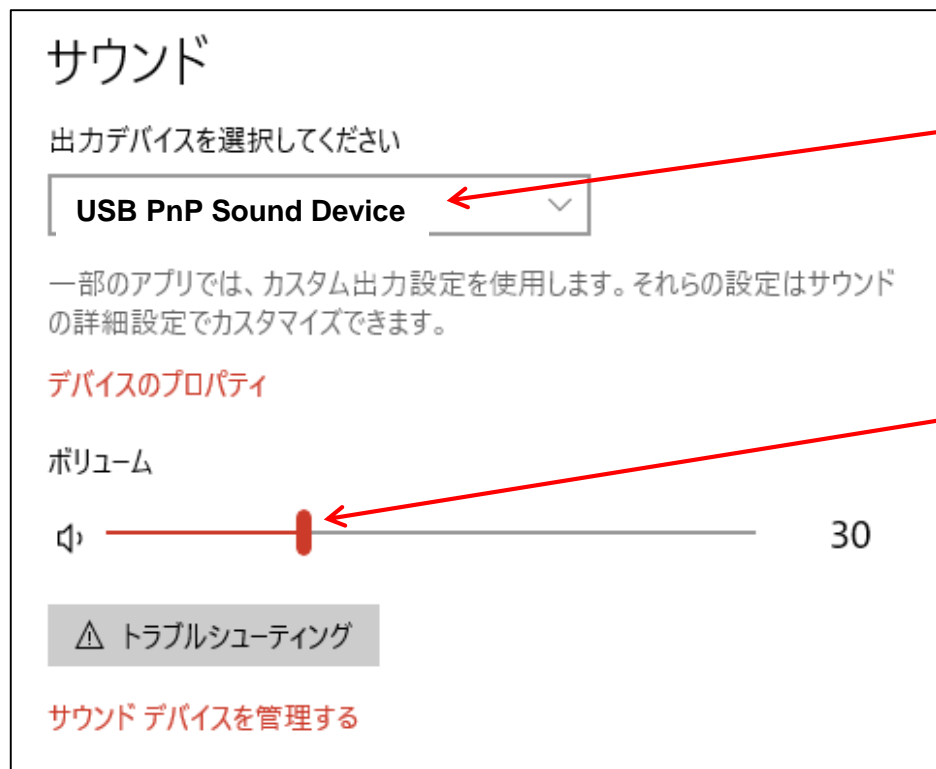


図1: 機器の接続

## (2) PC(iMac)の設定

(2-1) PCの出力デバイスを、以下の手順に従って[USB PnP Sound Device]を選択し、ボリュームを[30]に設定する

手順:[スタート]ボタン → [設定]ボタン → 「システム」選択 → 「サウンド」選択



出力デバイス  
(USB PnP Sound Deviceを選択)

出力デバイスのボリューム  
(30に設定)

図2:出力デバイスの選択と  
ボリュームの設定

(2-2) PCの入力デバイスを、以下の手順に従って[USB PnP Sound Device]を選択し、ボリュームを[50]に設定する

手順:[スタート]ボタン → [設定]ボタン → 「システム」選択 → 「サウンド」選択

The image shows two overlapping screenshots from the Windows Settings application. The left screenshot shows the 'Input' settings page with 'USB PnP Sound Device' selected in a dropdown menu. A red box highlights the 'Device properties' link. The right screenshot shows the 'Device properties' page for the selected device, with the volume slider set to 50. Red arrows and text annotations explain the steps.

入力  
入力デバイスを選択してください

USB PnP Sound Device

一部のアプリでは、カスタム入力設定を使用します。それらの設定はサウンドの詳細設定でカスタマイズできます。

デバイスのプロパティ

デバイスのプロパティをクリックすると

入力デバイス  
(USB PnP Sound Deviceを選択)

デバイスのプロパティ

USB PnP Sound Device 名前の変更

無効にする

ボリューム

50

テスト

入力デバイスのボリューム  
(50に設定)

図3:入力デバイスの選択とボリュームの設定

### (3) ソフトウェアの設定と操作

(3-1) 音声信号生成ソフトウェア(SarboGenExp)において、波形選択を[正弦波]に、周波数をプリセット[20(Hz)]に、チャンネルを[MONO]に、レベルを[-20(dB)]に設定する。全ての設定が完了したら、信号の出力開始[Start]ボタンを押して、信号波形を出力する。



図4:音声信号生成ソフトウェアの設定と操作

(3-2) オシロスコープソフトウェア(HandyOscillo)において、下段のFFTにチェックを、トリガ(O-Trigger)にチェックを入れる。また、Logのチェックを外す。このとき、波形の収録時間が0.2[秒]に、周波数が約20[Hz]になっていることを確認する。

周波数(値は不正確:約20[Hz])

Logのチェックをはずす

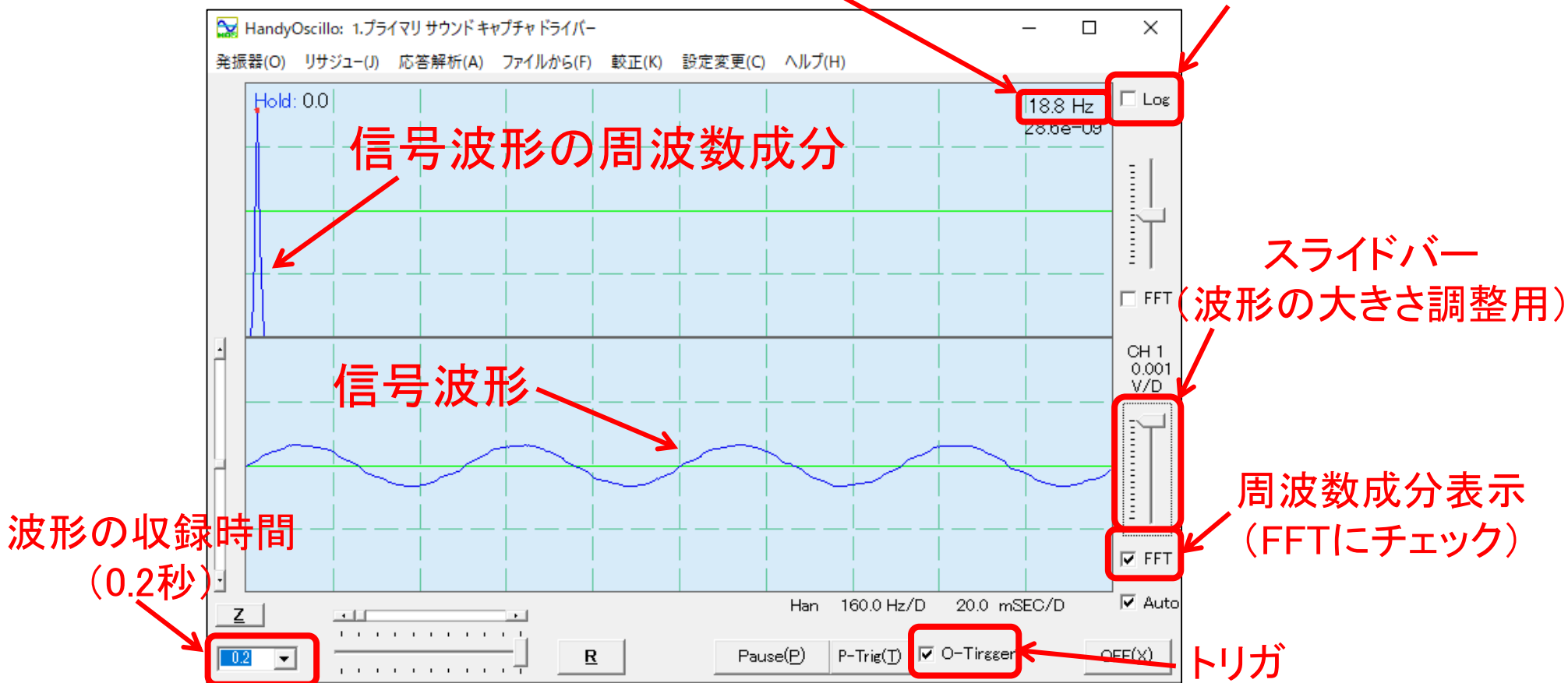


図5: オシロスコープソフトウェアの設定と操作 (O-triggerにチェック)

### 3. <実験1>単一波形の計測

レポートにまとめる

#### (1) 光送受信機の接続

PC(iMac),USBオーディオ変換アダプタ,光送受信機,BNC端子台,LED,PDの各機器を、図6及び図7に従って接続する。

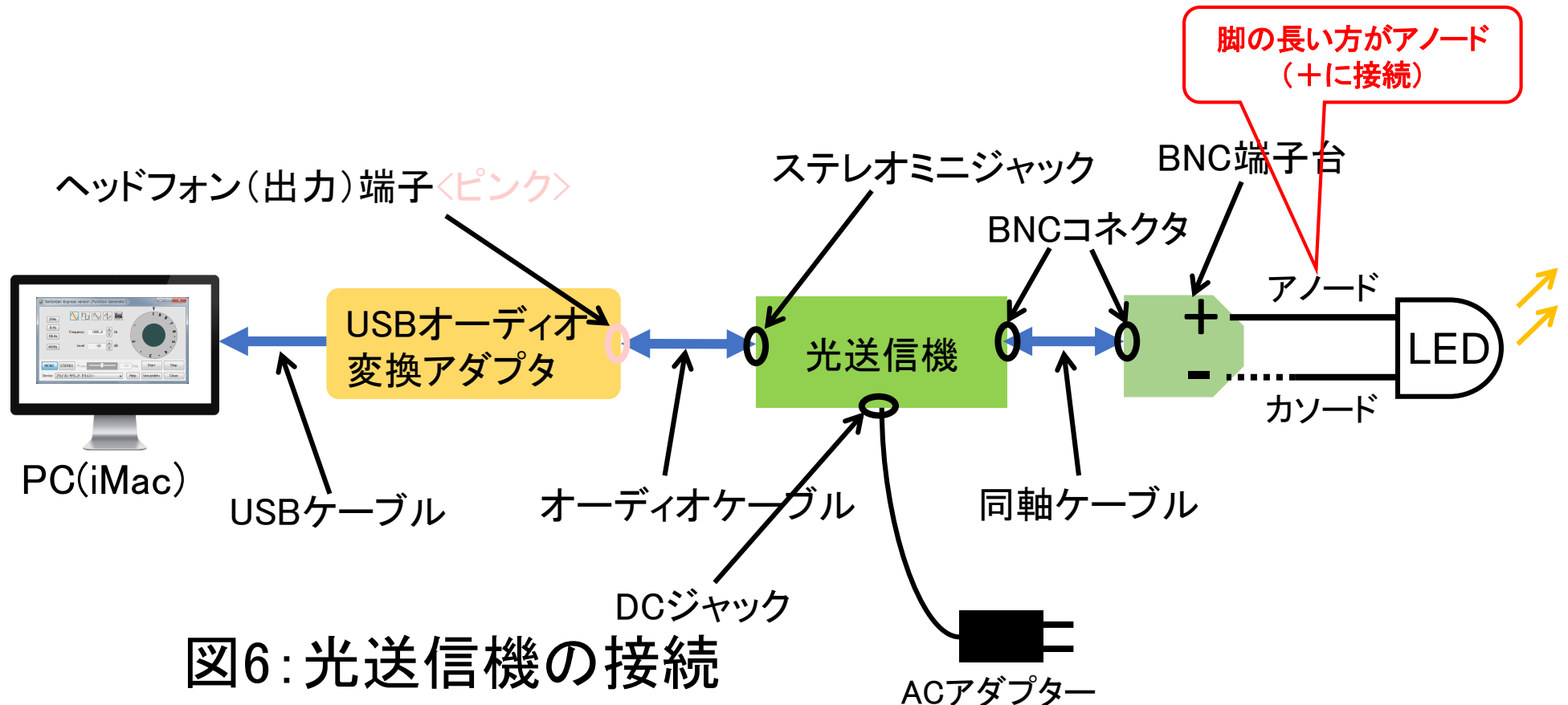


図6: 光送信機の接続

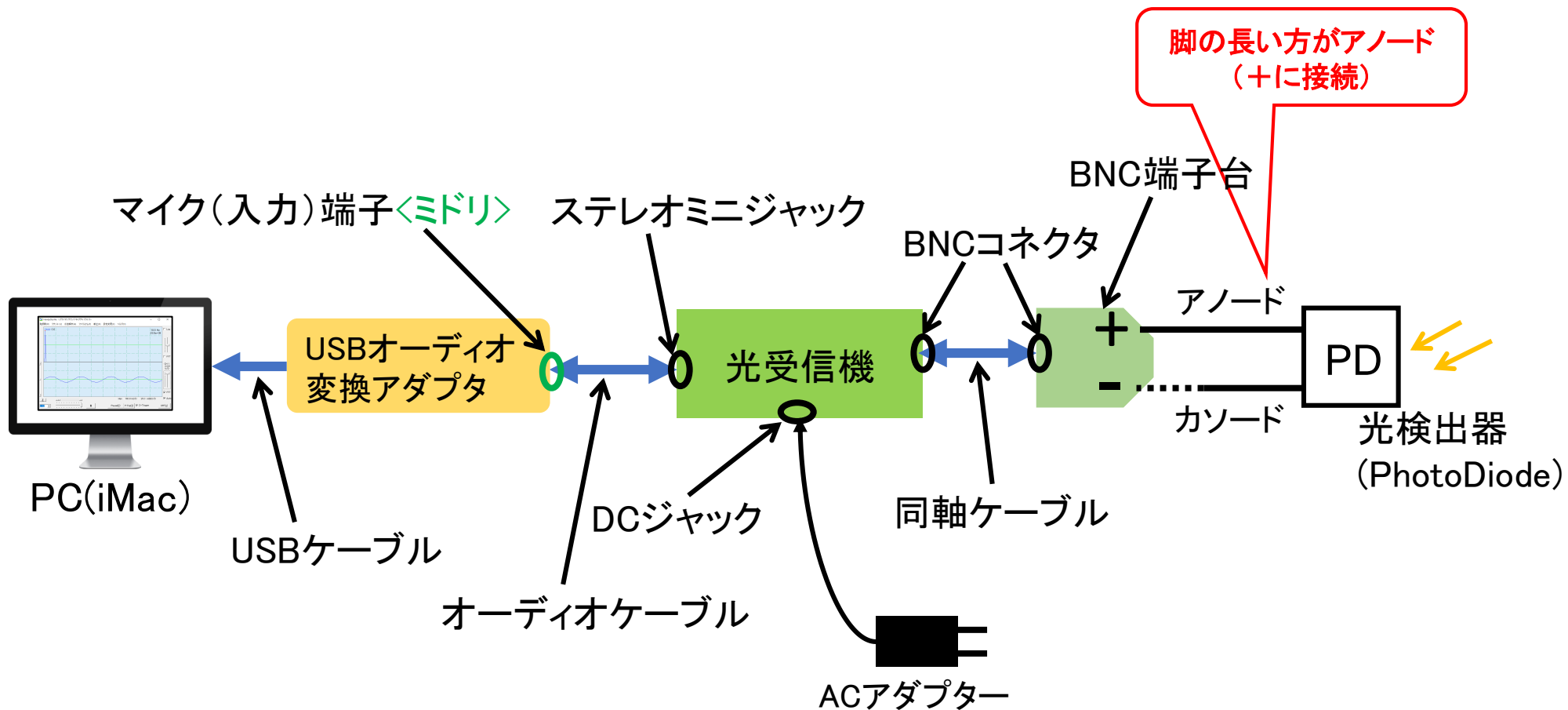


図7: 光受信機の接続



## (2) 実験項目

(2-1) LEDとPDの距離を5[cm]にしたとき、周波数1[kHz]の信号波形の**振幅値**を、実験ノートに記録する。

### \* 実験方法

- ① 音声信号生成ソフトウェア(SarboGenExp)から、周波数 $f=1$ [kHz]の正弦波形を出力し、図8: 単一波形の計測で示すように光送信機のLEDと光受信機のPDの距離を、ゴムチューブを使って5[cm]にする。**このとき、ゴムチューブは、できる限りまっすぐ伸ばして使用する。**

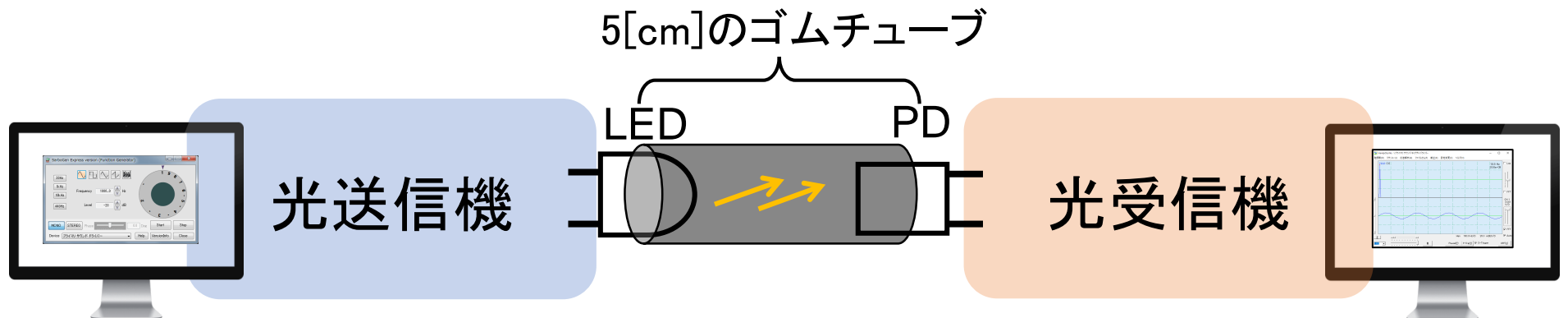


図8: 単一波形の計測

- ② オシロスコープソフトウェア(HandyOscillo)において、正弦波形が飽和しない(波形が正しく表示する)ように、音声信号生成ソフトウェアのレベル(Level)を調整して、正弦波形の振幅を調整する。このときの振幅値Level[dB]を記録する。



図9: 単一波形の振幅調整

(2-2) LEDとPDの距離を30[cm]にしたときの信号波形(周波数1[kHz])の振幅値は、距離を5[cm]にしたときの信号波形の振幅値と比較して、大きいか？小さいか？を、実験ノートに記録する。

### \* 実験方法

- ① 音声信号生成ソフトウェア(SarboGenExp)から、周波数 $f=1$ [kHz]の正弦波形を出力し、光送信機のLEDと光受信機のPDの距離を、ゴムチューブを使って30[cm]にする。このとき、ゴムチューブは、できる限りまっすぐ伸ばして使用する。
- ② オシロスコープソフトウェア(HandyOscillo)で、正弦波形が飽和しない(波形が正しく表示する)ように、音声信号生成ソフトウェアのレベル(Level)を調整して正弦波形の振幅を調整する。
- ③ 正弦波形の振幅が、LEDとPDの距離を5[cm]にしたときの信号波形の振幅値((2-1)の実験結果)に比べて、大きい値か？小さい値か？を記録する。

(2-3) LEDとPDの距離を5[cm]にしたときの雑音(ホワイトノイズ)を加えた周波数10[kHz]の信号波形を、実験ノートに記録する。

### \* 実験方法

- ① 音声信号生成ソフトウェア(SarboGenExp)から、周波数 $f=10$ [kHz]の正弦波形を出力し、光送信機のLEDと光受信機のPDの距離を、ゴムチューブを使って5[cm]にする。このとき、ゴムチューブは、できる限りまっすぐ伸ばして使用する。
- ② オシロスコープソフトウェア(HandyOscillo)で、正弦波形が飽和しない(波形が正しく表示する)ように、音声信号生成ソフトウェアのレベル(Level)を調整して正弦波形の振幅を調整する。
- ③ 音声信号生成ソフトウェアの波形選択:[雑音(ホワイトノイズ)]し、10[kHz]の正弦波形に雑音を与える。このときの波形を記録する。

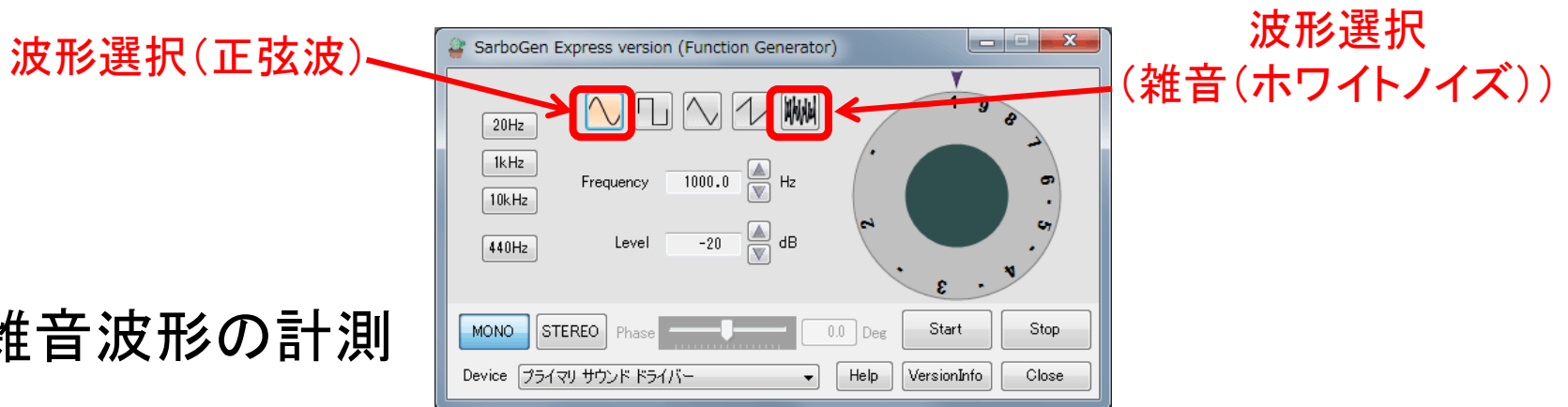


図10: 雑音波形の計測

## 4. <実験2>二種波形の計測

レポートにまとめる

### (1) 光送受信機の接続

PC(iMac),USBオーディオ変換アダプタ,光送受信機,BNC端子台LED,PDの各機器を、3.<実験1>単一波形の計測と同様(図6及び図7)に接続する。

### (2) 実験項目

(2-1) LEDとPDの距離を5[cm]にしたとき、周波数 $f=1$ [kHz]の信号波形と周波数1.001[kHz]の信号波形を重ね合わせた波形(ビート(うねり)波形)を記録する。

### \* 実験方法

- ① 音声信号生成ソフトウェア(SarboGenExp)から、周波数 $f=1$ [kHz] レベル $L=-20$ [dB]の正弦波形を出力し、図8:単一波形の計測で示すように光送信機のLEDと光受信機のPDの距離を、ゴムチューブを使って5[cm]にする。このとき、ゴムチューブは、できる限りまっすぐ伸ばして使用する。

- ② オシロスコープソフトウェア(HandyOscillo)において、画面左上部の[発振器]ボタンを押す。波形の選択(WaveForm)=sine wave,周波数(Frequency)=約1.001[kHz](1[kHz]より数[Hz]高めの周波数),信号強度(Volume)=2.0,左右のバランス(Pan)=0に設定し、[Play]ボタンを押して正弦波形を出力する。このとき、スピーカーから聞こえる音が、3.<実験1>(2-1)単一波形(周波数1[kHz])の振幅値の計測で聞いた音に比べて、異なる点を記録する。

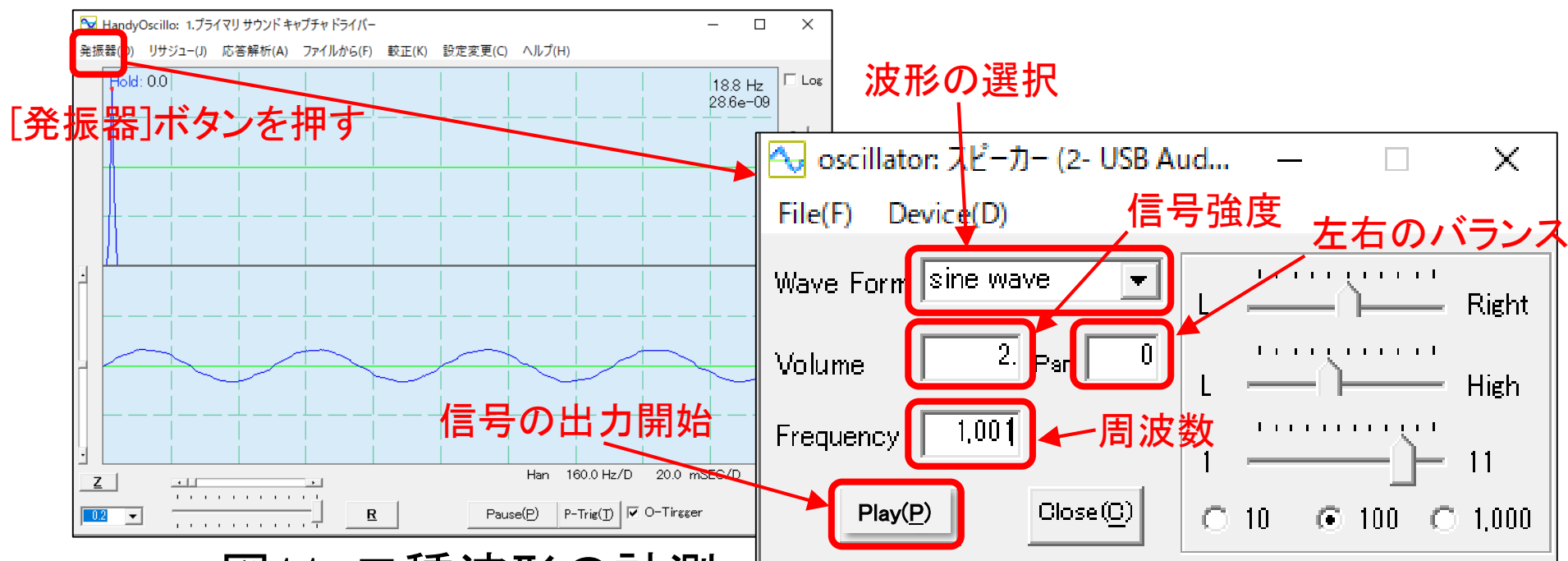


図11: 二種波形の計測