

物理チャレンジ2022 第2チャレンジ実験問題 事前配付資料

オシロスコープの使い方

はじめに

オシロスコープとは、電圧の振動(=oscillation)波形を表示させる(=scope)装置である。入力された電圧を時間の関数としてグラフ表示することによって、電気信号の変化を表示し、測定できる。

デジタルオシロスコープは高速のアナログ-デジタル (A-D) 変換器によって瞬時電圧を数値化して記憶し、それを表示画面 (横軸: 時間 t , 縦軸: 電圧 V) 上の輝点として表示する。

このような時間とともに変化する電圧をグラフ化して表示するために、横軸である時間軸スケール (1目盛あたりの時間) や 縦軸である電圧軸スケール (1目盛あたりの電圧, $V = 0$ (電圧原点)位置など) を決める必要があり、これらを設定するためのボタンやつまみがある。

2022年の実験課題で使用するオシロスコープは、OWON 社製 SDS5032E 型 デジタルオシロスコープである。本資料では、2022年の実験課題で使用する可能性の高い機能に限って、一通り簡単に説明をしていくので、事前に確認をしておいてほしい。詳細な説明は、オシロスコープの箱の中に「日本語簡易マニュアル」があるので、そちらを参照しよう。

設置について



図 1 設置の様子 (背面)

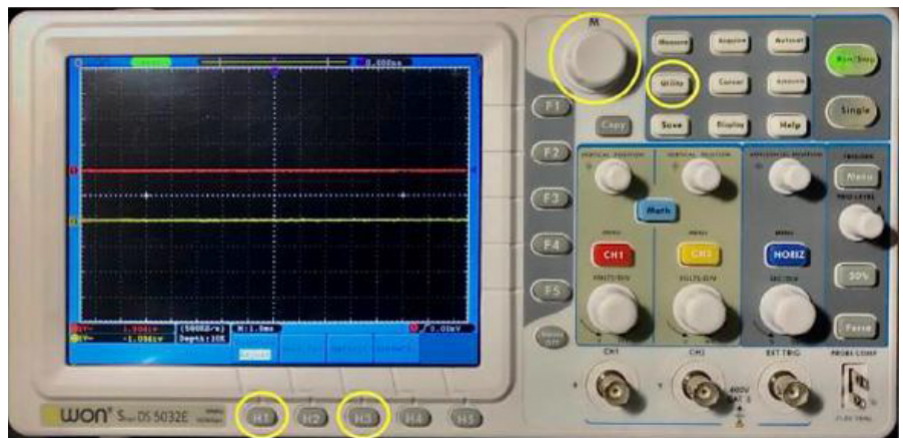


図 2 リセットされたオシロスコープの様子と使用するボタン等

まず、オシロスコープを設置する。箱から本体・電源コードを取り出す。図 1 のように、本体の折りたたみ支え足を引き出して設置し、本体に電源コードをつないで電源を入れる。オシロスコープが工場出荷時と同じ状態ならば、図 2 のような表示になるはずだが、確実に出荷時と同じ状態にするために、次の手順で、初期化を行うこと。

1. オシロスコープの初期状態へのリセット (初期化)

以下の操作で、オシロスコープを工場出荷時の初期状態にリセットできる。

【リセットの方法】 (図 2を参照)

- ① 正面右側上部に配列されている 3×3 ボタン配列の中の「**Utility**」 ボタンを押す。
 - ② 画面の下部に Utility メニュー: Function(Config), Language(English), Set Time, Key Lock, About が表示されるので、Function の下の「**H1**」 ボタンを押す。(下記【※注意】参照)
 - ③ 画面左側に Function のサブメニュー: Config, Display, Adjust, Pass/fall, Output, LAN Set が表示されるので、画面横上部にある大きなノブ「**M**」を回して **Adjust** を選ぶ。
 - ④ すると画面下部のメニューが Function(Adjust), Self Cal, Default, ProbCh.に変わるので、Default 下の「**H3**」 ボタンを押す。
 - ⑤ 内部でスイッチの切り替え音が聞こえ、しばらくすると 図 2 のような初期状態の表示になる。
- ※ 【注意】: 本機の画面にタッチパネル機能はない。画面に表示された項目から線で結ばれた隣接する画面外のボタン(右または下)を押すこと。

2. BNCコネクタ

オシロスコープで信号をみるためには、一般的には付属のプロブを接続して使用する。一方で、図 3 のようなBNCプラグのついた同軸ケーブルのついた信号線であれば、プロブでなくともオシロスコープに接続して信号を観察することは可能である。ケーブルからくる信号をオシロスコープに入力するためには、それぞれのチャンネル表示 (CH1, CH2) の下にあるレセプタクルに、プラグを差し込んで時計周りに回転させると、カチッと留まる。

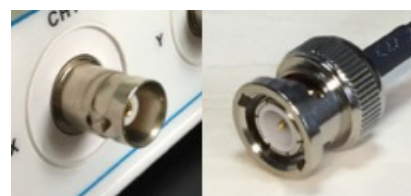


図 3 BNCコネクタ

3. 入力の表示・非表示切り替えと入力方法設定

このオシロスコープは、2つの信号を同時に表示できる。初期状態で赤の線と黄色の線が見えるが、これらがCH1の信号をCH2の信号を表したものである。なお、この時に左側についている赤の矢印マーク、黄色の矢印マークが、各CHの電圧原点 (0V) を表している。(初期状態では、電圧原点がそれぞれ上下に 1 div だけずれて表示されている。これは重なって見えなくなるための配慮であろう。)

赤の「CH1」ボタンと黄色の「CH2」ボタンを押すことで、チャンネル入力メニューを開くこと、表示/非表示を切り替えることができる。

入力メニューで設定すべき項目はCouplingとAttenuである。Coupling(結合)にはDC, AC, Groundの3つの選択肢があり、それぞれ、直流信号として表示するか、交流信号として表示するか、グラウンド (V=0) レベルを表示するかを選択である。基本的には、CouplingはDC にする。Attenu (減衰) はケーブルの信号減衰率の補正であり、減衰器を通さない場合は×1としてよい)。初期状態でCouplingはAC, Attenuは×10になっているので、以下の通りに操作し正しく設定する。(Attenuが×10のままだと電圧が10倍の値として表示されるので注意)

- ① 赤い「**CH1**」を押して、チャンネル入力メニューを開く。
- ② Coupling AC と表示された下の「**H1**」を押して、Coupling設定に入る。
- ③ DCと表示された右の「**F1**」を押して、DCを選択。
- ④ Probeと表示された「**H3**」を押して、Probeメニューを開く。

- ⑤ Attenu $\times 10$ と表示された「**F1**」を押して、Attenu設定に入る。
- ⑥ 「**M**」ダイヤルを時計回りに回して、 $\times 1$ を選択する
- ⑦ Probeと表示された「**H3**」を再度押して、Probeメニューを閉じる。
- ⑧ 黄色い「**CH2**」を押して、CH2についても同様な設定を行う。

これでCouplingはDC、ProbeのAttenuは $\times 1$ に設定されたはずだ。（忘れずにCH1、CH2とも設定すること。）

4. 縦・横表示のスケール・ポジション設定（手動変更とAutosetによる自動調整）

入力信号を適切に画面表示するためには、縦軸スケール・縦軸ポジション・横軸スケールを信号に合わせて変更する必要がある。以下の方法で、それぞれを自由に手動変更できる（図 4、図 5を参照）。



図 4 使用するツマミ



各CHの現在の縦軸スケール

現在の横軸スケール

どちらも1マス（1 div）の大きさを表している。

図 5 現在のスケールを画面表示によって確認する

縦軸スケール（縦軸1マスあたりの電圧の大きさ）

「CH1」「CH2」ボタンの下にある大きな「VOLTS/DIV」ダイヤルで拡大／縮小できる。画面左下に、縦1マス（1 div）あたりの電圧の大きさが表示されており、ダイヤルを回すと信号の表示と共にこの表示も変化する。単位もV、mVと変化するので気をつけよう。図のCH1であれば、1 V/div（縦1マスあたり1V）の意味である。

縦軸ポジション（電圧原点の位置）

「CH1」「CH2」ボタンの上にある小さな「VERTICAL POSITION」ツマミで変更できる。各CHの電圧原点（0V）の位置が変化する。左端に表示されている矢印の位置が、各CHの電圧原点である。

横軸スケール（横軸1マスあたりの時間の長さ）

青い「HORIZ」ボタンの下にある大きな「SEC/DIV」ダイヤルで拡大／縮小できる。画面下に、横1マス（1 div）あたりの時間が表示されており、ダイヤルを回すと信号の表示と共にこの表示も変化する。単位もs、ms、us（ μ s）、nsと変化するので気をつけよう。図の状態であれば、500 μ s/div（横1マスあたり500マイクロ秒）の意味である。

横軸ポジション（横軸の位置）

青い「HORIZ」ボタンの上にある小さな「HORIZONTAL POSITION」ツマミで変更できる。表示全体が左右に移動し、トリガー位置（画面上部に表示された紫のT矢印）も変化する。

Autosetによる自動調整

なお、右側上部にある 3×3 ボタン配列の右上にある「**Autoset**」ボタンを押すことで、オシロスコープがこれらの設定と後に示すトリガ設定を全て自動でやってくれる。便利なボタンであるが、オシロスコープが入力信号から勝手に判断するため、望む表示してくれるとは限らないことに注意しよう。

5. トリガーの設定

トリガーを設定しない場合、画面表示は信号に関係なく一定の間隔で更新され、定常的な、規則正しい信号であったとしても、毎回の表示が異なり、画面がぐちゃぐちゃになって確認が難しい。トリガーを設定することによって、繰り返される信号に合わせて画面表示が更新されるようになり、例えば繰り返される信号の位相を固定して表示することができる。

トリガーの設定に関するボタンやつまみは、右端にまとめられている。右端のMenuを押すと、画面下部にトリガメニューが表示される。トリガーのかけ方にも様々な種類があるが、ここでは一例として、CH1の立ち上がりを見てトリガーをかける設定と方法を確認しよう。

CH1の立ち上がりでトリガーをかける方法

設定はトリガメニューの左から SingleはEdge, SourceはCH1, CouplingはDC, SLOPEは $_/_$ (立ち上がり), Auto&Holdoff とするとよい。初期状態でそのようになっているはず。設定が違うところがあったら、H1~5とF1~5ボタンを用いて設定を変更しよう。

設定ができれば、「**TRIG LEVEL**」つまみを回して、トリガーレベルを設定する。トリガーレベルは右端の三角印 (◀) によって確認でき、つまみを回している間だけ、紫の点線が現れる。トリガーレベルはノイズを十分に越え、見るべき信号が必ずその電圧を超えるような高さに調整するとよい。

適切にトリガーを設定すると、信号の表示が「止まって見える」はずだ。それは、信号がトリガーレベルを越えた瞬間がトリガー位置 (画面上部紫色のT) に来た瞬間に画面をリフレッシュするように設定されたからである。

6. 入力信号の測定値を表示する方法 (Measure 機能の使い方)

オシロスコープは波形を表示するだけでなく、入力された信号の各種パラメータを自動計測し、測定値を表示することができる。その機能の使い方を確認しよう。

オシロスコープの測定機能は、右側上部にある 3×3 ボタン配列の左上の「Measure」ボタンを押し、画面下部にAddとRemoveのメニューが表示してから、以下の手順に沿って行う。

測定値表示を1項目ずつ追加する方法

- ① 「**H1**」 (Add) を押す。Addが選択され、測定値追加メニューが右側に表示される。
- ② 「**F1**」 (Type) を押すと、測定できる量のリストが表示される。「**M**」ダイヤルを動かして、画面に表示したい測定値を選択し、再度「**F1**」を押して決定する。(決定は「**M**」ダイヤルを押し込んでもよい。)
- ③ 必要に応じて「**F2**」 (Source) を押し、測定したいチャンネルを選択する。

- ④ 「F4」 (Add) を押すと、画面左下に選択した測定項目が追加され、測定値を確認できるようになる。これは表示を消去するまでリアルタイムで測定され続ける。
- ⑤ さらに表示を増やしたければ、②～④を適宜繰り返す。

この方法で追加された測定項目は、画面左下に表示される。図 6は、CH1のFreq (振動数) とCH2のPK-PK (測定電圧の最高値と最低値の差) を表示した時の画面の様子。

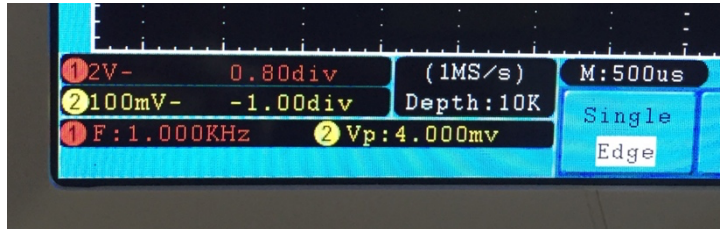


図 6 表示された測定値

測定値表示を1項目ずつ消去する方法

- ① 「H2」 (Remove) を押す。Removeが選択され、測定値消去メニューが右側に表示される。
- ② 「F2」 (Type) を押すと、既に表示されている測定値のリストが出てくる。「M」ダイヤルを動かして、画面から消去したい測定値を選択し、再度「F2」を押して決定する。(決定は「M」ダイヤルを押し込んでもよい。)
- ③ 「F3」 (Remove) を押すと、選択した測定項目が画面から消える。
- ④ さらに表示を減らしたければ、②、③を繰り返す。

測定値表示を全消去する方法

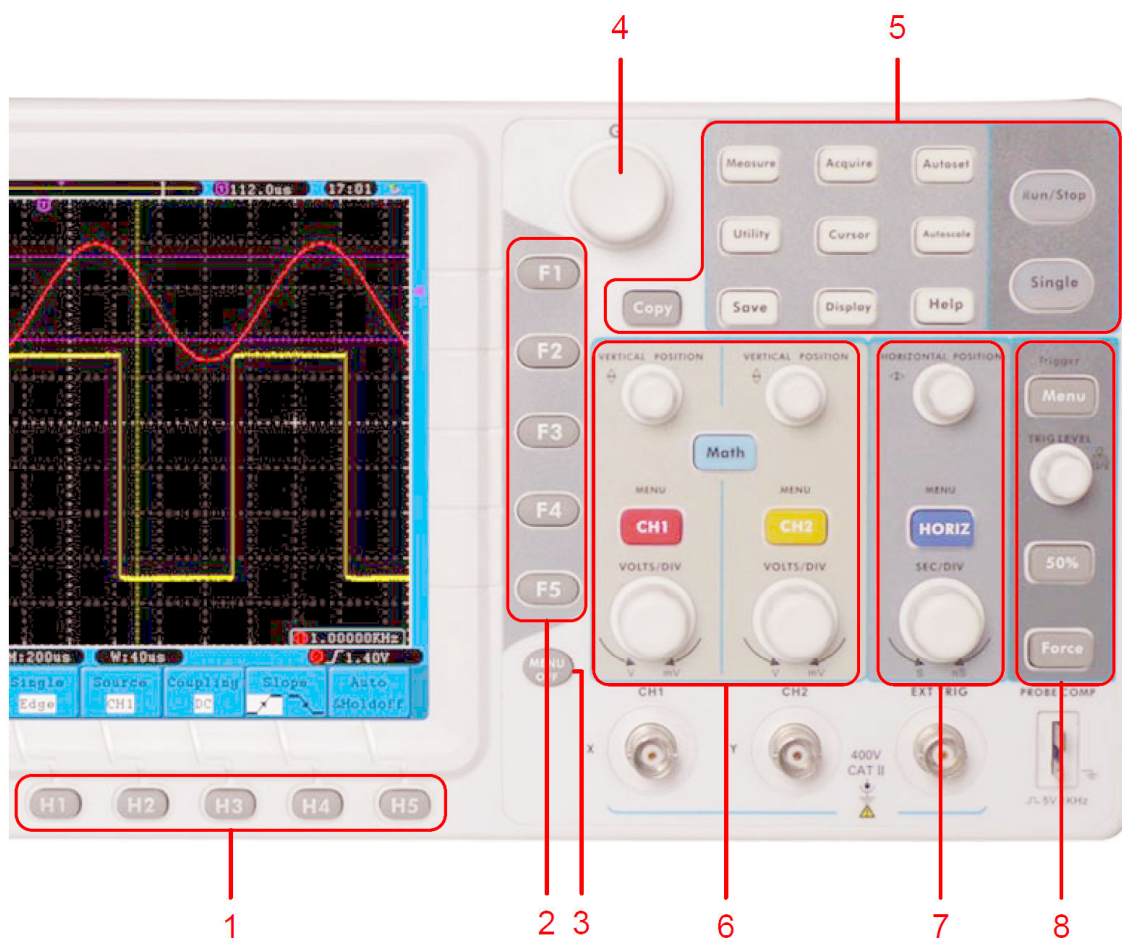
- ① 「H2」 (Remove) を押す。消去用メニューが出てくる。
- ② 「F1」 (Remove All) を押す。画面に追加された全ての測定項目が消える。

とりあえず全ての測定値を確認する方法 (画面中央に出てくるので、ちょっと確認する時に)

- ① 「H1」 (Add) を押す。追加用メニューが出てくる。
- ② 「F3」 (Show All) を押す。画面中央にオーバーラップし、片側CHの全測定値が表示される。
- ③ 「F2」 (Source) を押すと、もう片方のCHの全測定値に切り替わる。
- ④ 「F3」を再度押すと、表示を消すことができる。

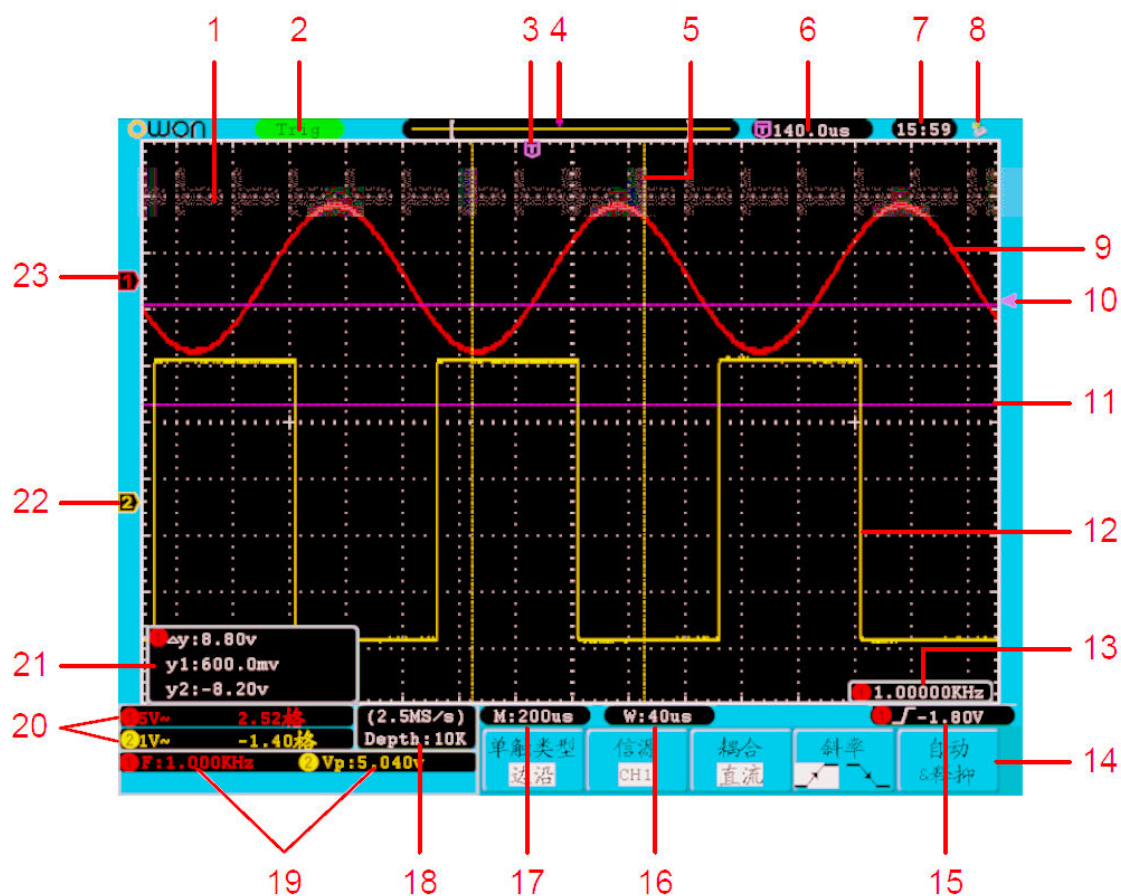
その他、詳しい使い方についてはオシロスコープの箱の中に入っているマニュアルを確認するとよいでしょう。

付録1：調整領域（ボタンとつまみ）



1. メニュー選択ボタン: H1~H5
2. メニュー選択ボタン: F1~F5
3. Menu off: メニュー表示を消す
4. Mつまみ: 画面上にM***のメニューが現れた時, 選択に使用する。
5. Function ボタン:全12個
6. 縦軸設定領域:
 - "CH1 MENU" , "CH2 MENU" : CH1, CH2の設定メニュー
 - "VERTICAL POSITION" : 垂直位置調整, "VOLTS/DIV" : 電圧スケール調整.
7. 水平軸設定領域:
 - "HORIZONTAL POSITION"つまみ: 水平位置調整
 - "SEC/DIV" : 時間軸スケール調整, "HORIZ MENU" : 時間軸設定メニュー
8. トリガー調整領域
 - "TRIG LEVEL" つまみ: トリガー電圧の調整
 - "TRIG MENU"ボタン: トリガーメニュー

付録2：表示領域（一部省略）



1. 波形表示領域
2. トリガー状態
3. 紫のTポイント：トリガーされた水平位置の表示
6. トリガーの水平位置の数値表示
9. CH1の波形（赤色）
10. 紫の実線：CH1のトリガーレベル（電圧）
11. 2本の紫の破線：電圧測定用カーソル
12. CH2の波形（黄色）
14. （現在の）ファンクションメニュー（英語表示になります）
15. トリガー条件の表示：数値はトリガーレベルを表す。
17. 水平軸1目盛りの時間
19. 測定機能による測定値の表示
20. 縦軸1目盛りの電圧値とV=0の位置，DC，AC，Ground表示
21. カーソル測定値
22. 黄色ポイント CH2のV=0位置
23. 赤色ポイント CH1のV=0位置