

オシロスコープの使い方

奈良教育大学 藪 哲郎

最終修正 2014.7.3

1. オシロスコープとは

オシロスコープは電圧波形を表示する測定器であり、電気工作になくってはならないものである。略して「オシロ」と呼ぶことも多い。オシロスコープにはアナログオシロとデジタルオシロがある。アナログオシロは入力電圧を掃引回路に加えてブラウン管に波形を描画するのに対して、デジタルオシロは入力電圧をサンプリングした後、液晶画面に波形を表示する。

機能面における主な違いは以下の通りである。

- アナログオシロは周期を持つ波形を表示する装置である。
- デジタルオシロは周期を持つ波形を表示する機能に加えて、単発で起こる現象も表示できる。
- アナログオシロの方が反応が速い。
- デジタルオシロの画面はドットで構成されているので、解像度の限界を超える現象（たとえばスパイク状の電圧）を見逃す場合がある。
- デジタルオシロはカラーなのに対して、アナログオシロはモノクロである。

2014年7月現在、主要3社（岩通、アジレント、テクトロニクス）はアナログオシロを生産していない。新規に購入する場合はデジタルオシロとなる。オシロは長期間使える測定器なので（30年前の製品が平然と使われていることも多い）、アナログオシロが使われるケースもまだまだ多い。

アナログオシロは沢山のボタンがあり複雑そうに見えるが、個々のボタンに1つの設定項目が対応している。デジタルオシロはボタンは少ないが、メニューは階層構造を持つので、階層構造の奥に隠れている設定項目を探すのに苦労することもある。全ての設定項目が一覧できるアナログオシロの方が分かりやすいと言える。

オシロの設定項目はアナログオシロに由来するので、まず、アナログオシロについて説明する。

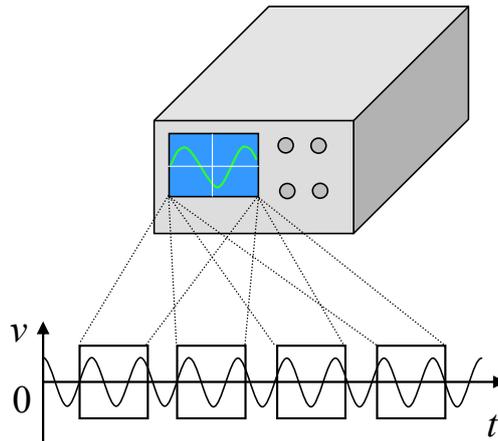


図 1 アナログオシロの画面と入力電圧の関係

図 1 はアナログオシロにおいて、入力電圧と画面の関係を示したものである。画面には周期的に変化する波形が何回も重ね書きされる。以下のようなアルゴリズムで描く。

1. 電圧が 0V を超える瞬間（負から正に変わる瞬間）を待つ。
2. その瞬間を検出したら画面左端から描画を開始する。トリガをかけるという。
3. 描いている波形が画面右端から外に出たら、1. に戻る。

1. は「0V を下回る瞬間（正から負に変わる瞬間）」のように設定することもできる。また、「電圧が○V を超える瞬間（○は任意の数字）」のように設定することもできる。

ここで重要なのは、図 1 に示すように、何回も重ね書きをしているということである。例えば、携帯用音楽プレーヤーのヘッドホン端子のように周期波形でない電圧波形を入力すると、重ならない波形を複数回重ね書きすることになるため、画面は乱れた状態になる。

デジタルオシロもほぼ同様である。デジタルオシロの場合は「波形をメモリに蓄積してからその一部を描く」という動作を繰り返す。トリガをかけた時刻の表示位置は左端ではなく、好きな位置に設定できる。通常は画面中央に設定する。

2. オシロスコープの接続法

大抵のオシロスコープは 2ch の入力を持っている。図 2(a)のように、オシロから 2 本のプローブが出ている。プローブから伸びている蓑虫クリップがアース端子である。

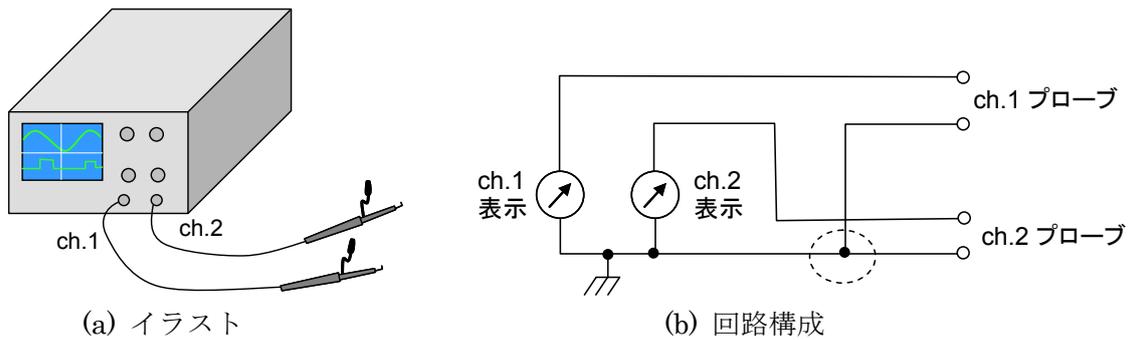


図2 オシロスコープのプローブ

等価回路を図2(b)に示す。同図中の楕円の点線が示すように、オシロスコープの内部で、ch. 1のアース端子とch. 2のアース端子は接続されている。またアース端子はオシロの筐体とオシロの電源ケーブルのアース端子にも接続されている。

オシロは「アース端子」を0Vとしたときに「プローブの先端の鉗型の端子」の電圧波形を描く装置である。オシロのアース端子を測定回路のアース端子に接続するのが原則である。

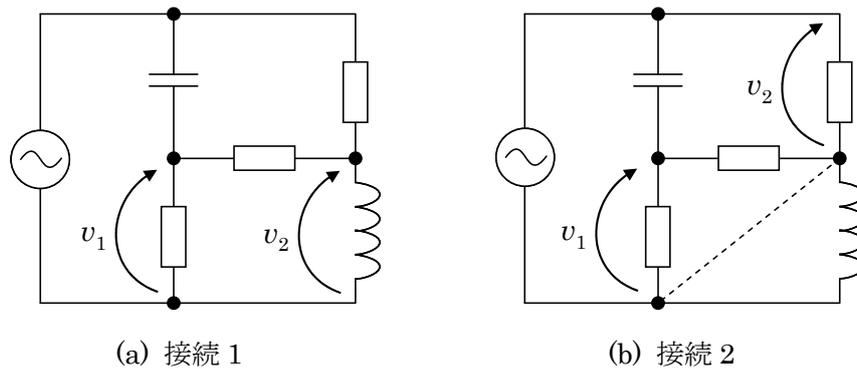


図3 プローブの接続形態

図3(a)に示すような2箇所の電圧を測定することは可能であるが、同図(b)に示すような2箇所の電圧を測定することはできない。なぜなら、図2(b)で述べたように、2つのプローブのアース端子はオシロスコープの内部で接続されているので、図3(b)のように接続すると、オシロスコープの内部を介して同図中の点線で示されている部分をショートさせることになり、回路の動作に変化を及ぼすからである。最悪の場合は電源を短絡させる危険性もあるので、オシロスコープの2つのチャンネルを同時に使うときは、片方のプローブの養生クリップは接続せずに図4のような状態にすることを推奨する。

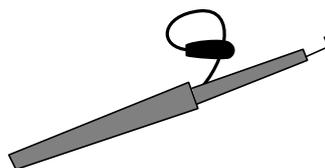


図4 使わないアース端子の処理方法

3. アナログオシロスコープの設定項目

図5に示すように、オシロスコープには多数のつまみがあり、難しそうに見える。以下のように分類して考える。

3.1 トリガに関するつまみ

1節で述べたようにオシロスコープは書き始めの瞬間を捉え、その時刻から波形を描き始める。書き始めの位置をどのような場所に設定するかが、図5中の赤色で囲んだ部分である。

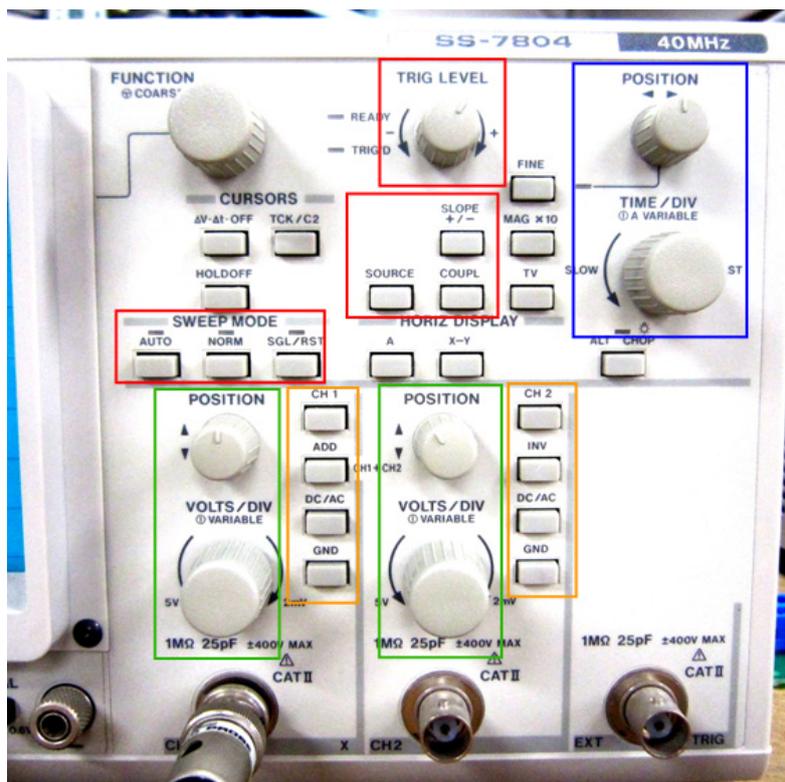


図5 アナログオシロ SS-7804 の操作パネル

SOURCE (ソース) は書き始めの位置を決めるときに使用する波形を選ぶ。書き始めの位置を正しく設定することを「同期をとる」という。CH1あるいはCH2に設定すると、そのチャンネルに入力された波形を使用する。EXTはEXT端子に入力した波形を使用する。LINEは電源の周波数(関西は60Hz)を使用する。

COUPLは「SOURCEとして使う波形」に対する設定を行う。DCは直流結合、ACは交流結合、LF-REJ (Low Frequency Reject) は交流結合でローパスフィルターを使用、HF-REJ (High Frequency Reject) は交流結合でハイパスフィルター使用を表す。DCはSOURCE波形をそのまま使用する。ACは交流成分のみを抽出する。通常はDCかACのいずれかを選ばよ。

TRIG LEVEL (トリガレベル) のつまみは書き始めるとき(トリガをかける)の電圧の値を設定する。COUPLをAC(交流結合)にすると平均値は0なのでTRIG LEVELを0にすると同期がとれる。

SLOPE +/- はトリガレベルで指定した電圧値を「超えたとき」か「下回ったとき」のどちらのときに描画をスタートするかを決める。

Sweep Mode (掃引モード) の意味は以下の通りである。NORM は同期が取れない場合は波形を描かない。AUTO は同期がとれなくても電圧を表示する。通常は AUTO にしておけばよい。

3.2 横軸を調節するツマミ

図 5 で青色で囲んだ部分は、横軸 (時間軸) を設定する。TIME/DIV つまみは表示画面の横の 1cm を何ミリ秒 (あるいはマイクロ秒) に対応させるかを設定する。POSITION つまみは波形全体を左右にシフトさせる。

3.3 縦軸に調節するツマミ

図 5 中の緑色で囲んだ部分は、縦軸に関する設定を表す。

VOLTS/DIV は画面の縦の 1cm を何ボルトに設定するかを表す。

POSITION ツマミは波形全体を上下にシフトさせる。

3.4 各チャンネルの表示モードに関するツマミ

図 5 中のオレンジ色のボタンは各チャンネルの表示モードを設定する。CH1, CH2 と書かれたボタンは各チャンネルを表示するか否かを決める。

GND と書かれたボタンを押すと、そのチャンネルからの入力が 0V のときの波形を描く。プローブの測定端子をアース端子に接続した場合と同じ状態になる。0V の位置を確認するために用いる。アナログオシロの場合、時間経過とともに 0V の位置がずれることがあるので、測定途中に 0V の位置を合わせ直す必要があるかもしれない。

DC/AC ボタンは表示モードを「直流」か「交流」かに切り替える。DC を選ぶとアース端子を 0V としたときの測定端子の電圧を描く。AC を選ぶと交流成分のみを描く (平均値は 0 になる)。

ADD を押すと CH1 と CH2 の波形に加えて、CH1+CH2 の電圧波形を描く。INV (Inverse) は CH2 の入力電圧に -1 をかけた値を描く。

4. デジタルオシロスコープの設定項目

デジタルオシロの設定項目はアナログオシロとほぼ同じである。アナログオシロに加えて「波形を蓄積する」機能が加わっている。

デジタルオシロのボタン数はアナログオシロに比べると少ない。そして多くのボタンは、それを押すとメニューが表示される。現在販売されている製品は日本語モードを持つので、デジタルオシロの方が設定しやすく感じるかもしれない。ただし、デジタルオシロの場合は、目的のメニューの場所を探すのに苦労する場合もあるので、全ての機能が何らかのボタンに対応するアナログオシロの方が分かりやすいこともある。

デジタルオシロの例としてアジレントテクノロジーの DSO1002A と岩通計測の DS-5314 の操作パネルをそれぞれ図 6 と図 7 に示す。

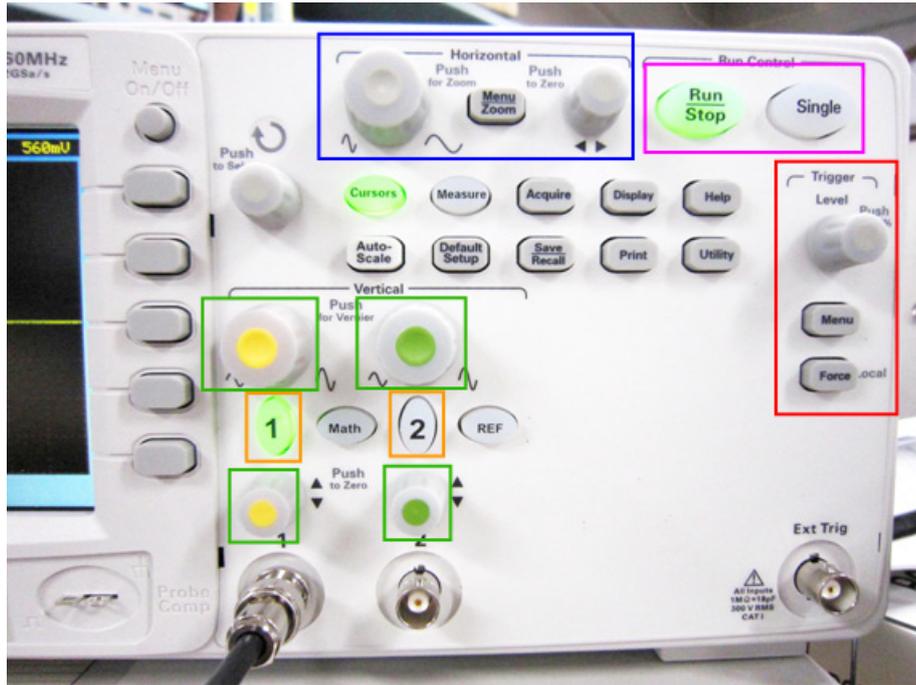


図 6 デジタルオシロ DSO1002A の操作パネル

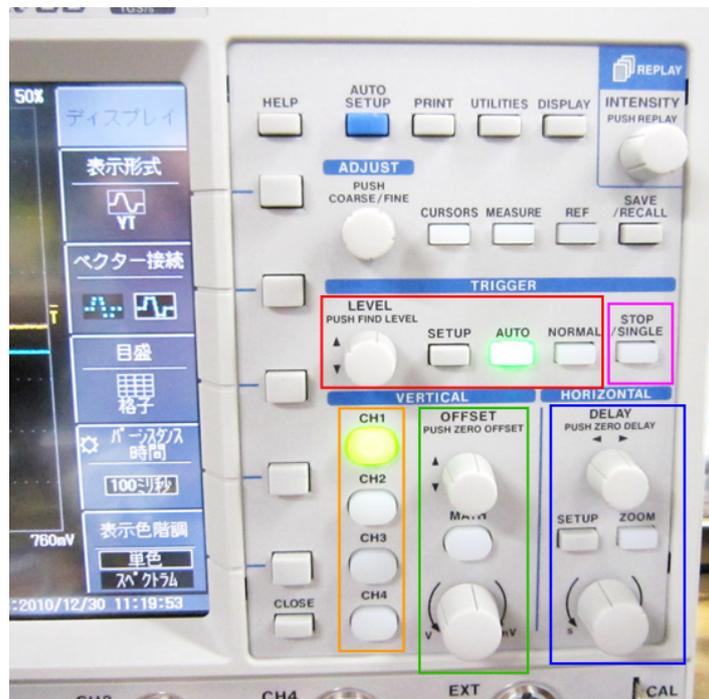


図 7 デジタルオシロ DS-5314 の操作パネル

4.1 トリガに関する部分

図 6 と図 7 の赤色で囲んだ部分がトリガに関する部分である。トリガレベル設定用のツマミがある。それ以外の項目については、アジレントの場合は「Menu」、岩通の場合は「SETUP」を押すとメニューが表示されるので、それに従って設定する。

設定項目はアナログオシロの場合と同様である。メニューの中に「信号源（あるいはトリガソース）」「スロープ」「トリガ結合」「掃引モード」がある。ただし、岩通の DS-5314 の場合は掃引モードを選択するための「AUTO」「NORMAL」のボタンが独立にある。

4.2 横軸の設定

図 6 と図 7 の青色で囲んだ部分は、横軸（時間軸）を設定する。アナログオシロの場合と同様である。

4.3 縦軸の設定

図 6 と図 7 の緑色で囲んだ部分は、縦軸に関する設定を表す。岩通の DS-5314 の場合は各チャンネルの共用となっているので、チャンネルのボタンを押して、そのチャンネルを操作するモードにしてから設定する。

4.4 各チャンネルの表示モードの設定

図 6 と図 7 のオレンジ色で囲んだボタンを押すと、各チャンネルの表示モードを設定するメニューが出現する。設定項目はアナログオシロの場合と同様である。

4.5 波形を蓄積する

デジタルオシロは波形を蓄積するモードを持つ。これにより単発の現象（例えばモータが起動する瞬間の電源電圧の低下）を観測することができる。

機種によっては波形蓄積のモードに移行するためのボタンが独立についている場合もあるが（例えば Hewlett-Packard の 54603B は「Auto-store」というボタンがある）、ここで示した二つの機種においてはメニューから操作する必要がある。

アジレントの DSO1002A は「Display」→「波形保持」で設定する。岩通の DS-5314 は「DISPLAY」→「パーシスタンス時間」で設定する。

波形蓄積モードにして目的の現象をキャッチしたら、表示をストップさせる。図中のピンク色で囲んだボタンを押すと、押した瞬間の表示がキープされる。

5. 実験

- (1) 前回の実験で作成した三角波発生回路の 2 つのオペアンプの出力を、それぞれオシロの ch1, ch2 で観測し、重ね合わせて表示せよ。ただし、発振周波数が 1kHz になるようにボリュームを設定せよ。その状態を写真に撮り、レポートに貼り付けなさい。
- (2) 三角波、方形波の最大値、最小値はそれぞれ何ボルトか。
- (3) +電源の電圧と三角波を重ね合わせて表示し、写真を撮り、レポートに貼り付けなさい。トリガをかけるときの基準となる ch は三角波に設定しなさい。
- (4) +電源の電圧は何ボルトか？
- (5) -電源の電圧と方形波を重ね合わせて表示し、写真を撮り、レポートに貼り付けなさい。トリガをかけるときの基準となる ch は方形波に設定しなさい。

(6) -電源の電圧は何ボルトか？