

オシロスコープの使い方

Oscillation 【名】〔物〕振幅,振動.

Oscilloscope 【名】信号電圧の波形観測装置

電気信号を目で見る機械。

アナログ オシロスコープ

ブラウン管(CRT)に、信号が点の動きとして表示される。

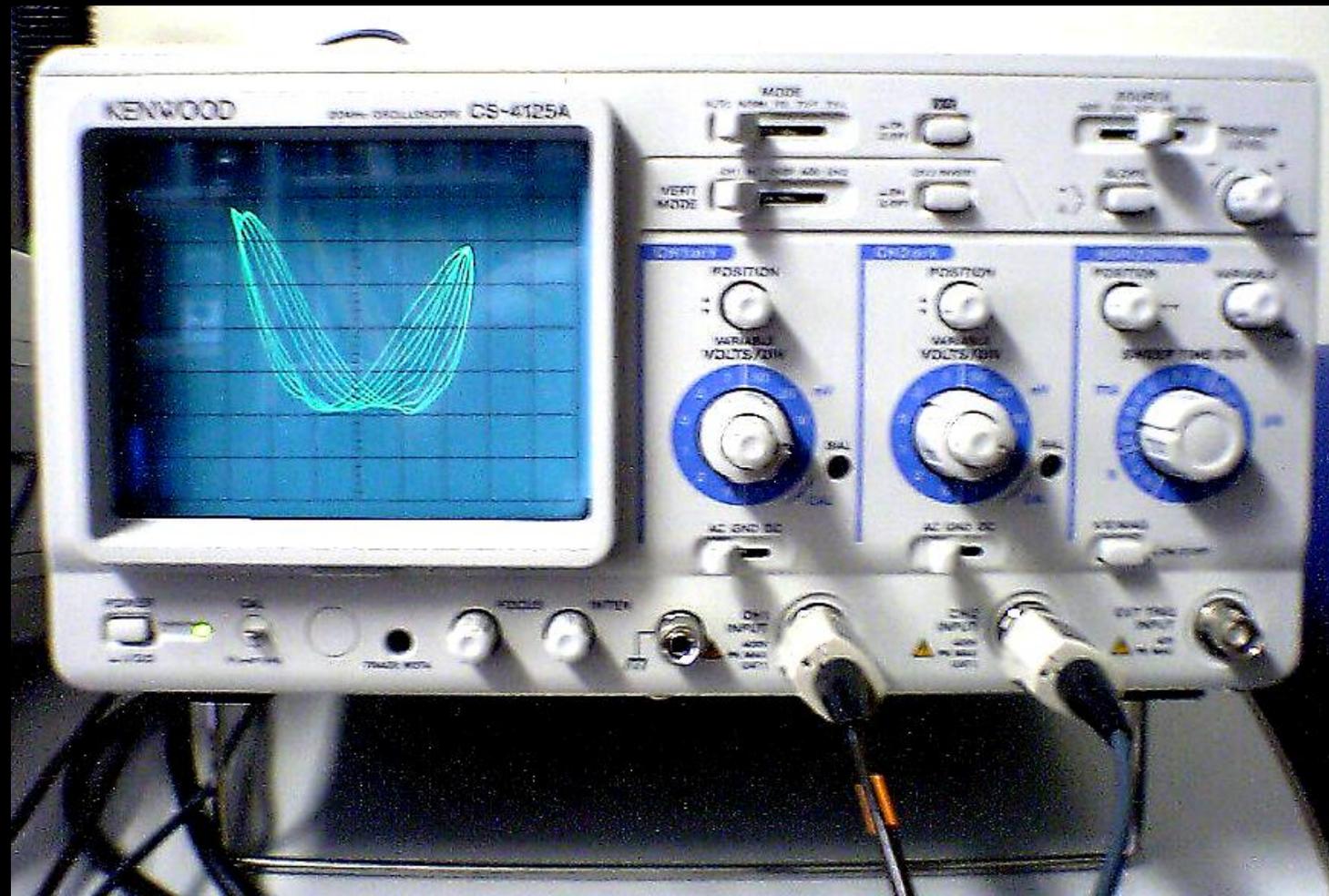
デジタル オシロスコープ

コンピュータに、信号の波形データがデジタル信号としてAD変換されて取り込まれ、波形データおよびデータ解析波形などが、画面に表示される。

実習に用いる アナログオシロスコープ

測定可能周波数 0 Hz ~ 20 MHz (普及型 7万円)

2チャンネル(2種類の信号を同時表示可能)



オシロスコープ用アッテネータプローブ 1本 5800円

attenuate 【動】 減ずる,弱める. Attenuator【名】 減衰器

probe 【名】 調べるための用具. [電気]電極プローブ.



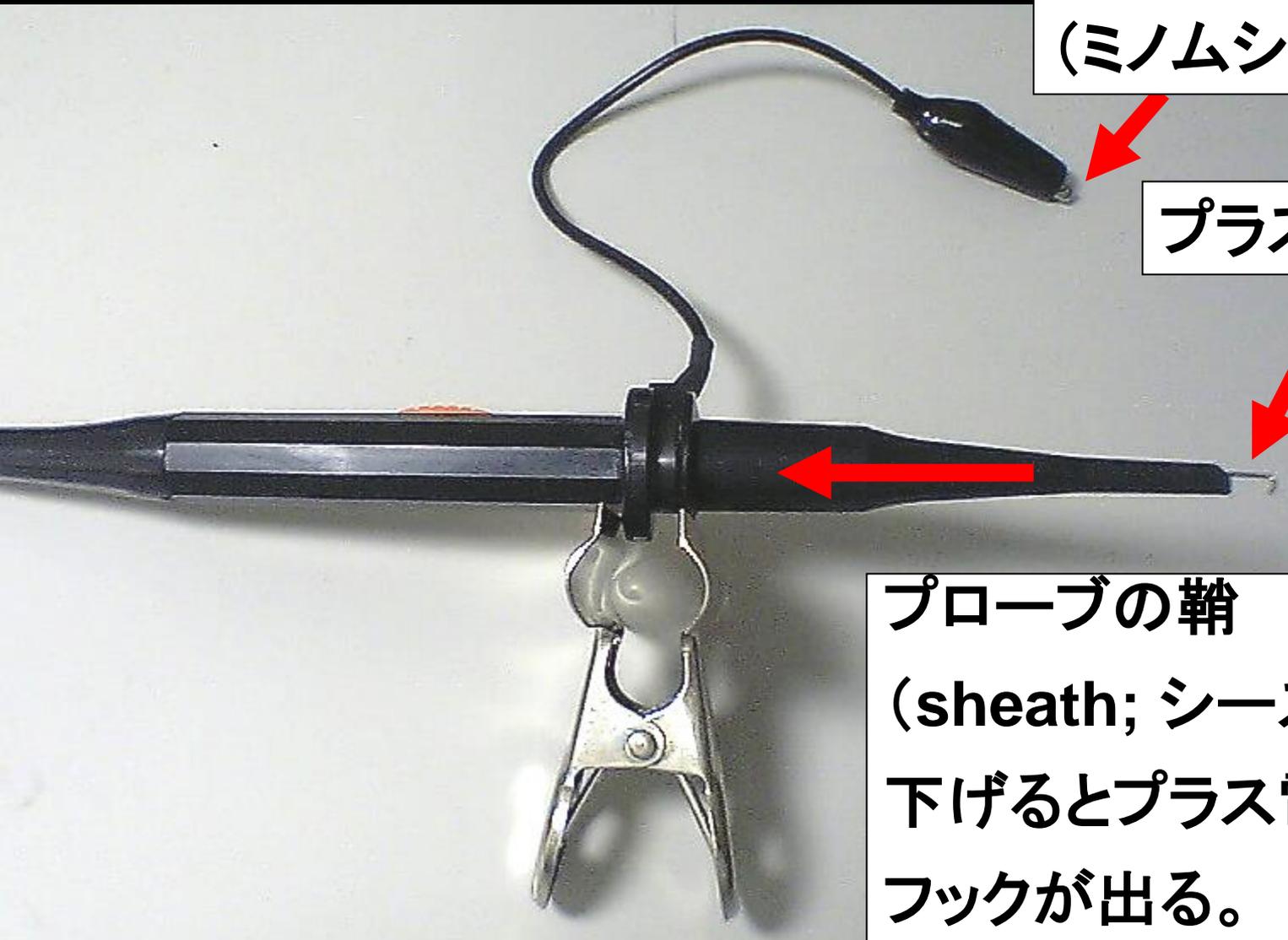
減衰率切替スイッチ

ケーブルに伝わる信号の電圧を1倍(x1)、0.1倍(x10)にする。
測定器に過剰な電圧が加わらないように、はじめは x10に設定。
x10 に設定した場合は、測定した値を10倍する必要がある。

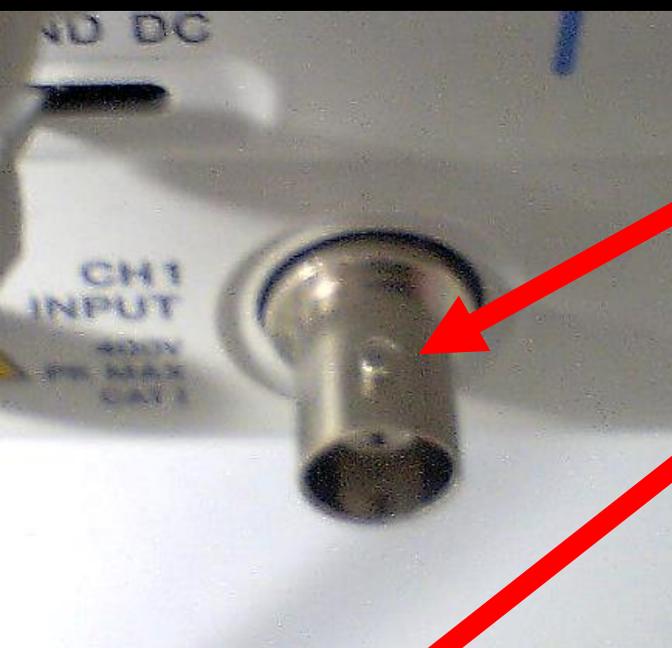
アッテネータプローブの電極側

マイナス電極
(ワニぐち クリップ)
(ミノムシ クリップ)

プラス電極フック



プローブの鞘
(sheath; シース)を
下げるとプラス電極の
フックが出る。



オシロスコープの入力端子のフックと
アッテネータプローブのプラグの
シースの溝の位置を合わせるように
押し込み、シースを右回転して固定する。
(BNCコネクタと呼ぶ形式のプラグ。)



アッテネータプローブのプラグ側には
信号雑音を除去するためCR結合回路
が入っている。

測定波形が歪む場合には、CR回路の
可変コンデンサの容量をドライバーで
調節できるようになっている。

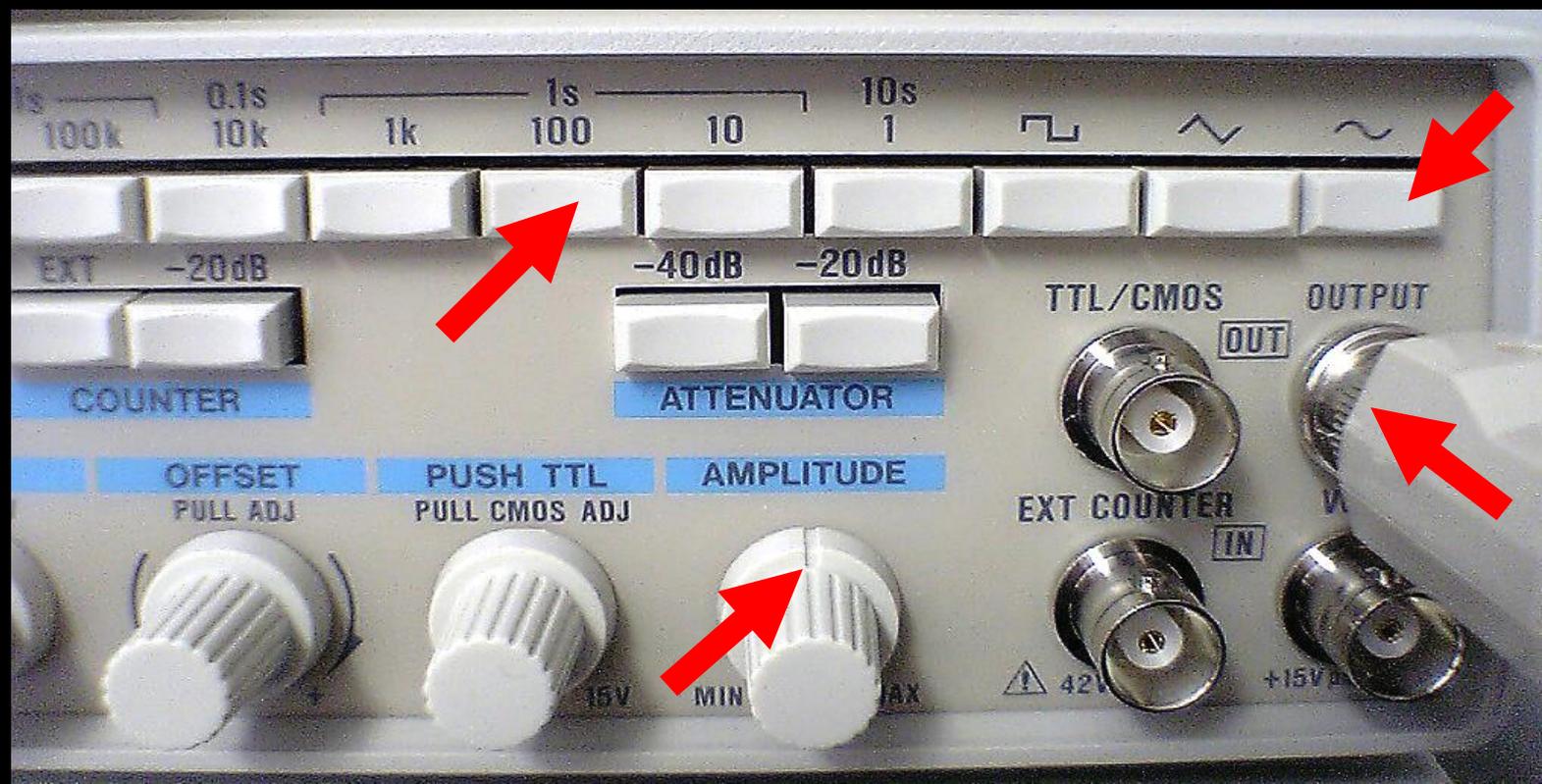
発振器 ファンクション ジェネレータ (関数発生器)

直流電圧信号や、正弦波、矩形波、三角波などの交流電圧信号を発生する装置。

いろいろな電圧や周波数 (実習で使う装置では、2MHzまでの普及型。8万円)の信号を発生できる。



発信器で 50Hzの交流電圧を発生させる
発信器の OUTPUT端子にプローブを接続する。
正弦波ボタン(~ マーク)を押す。
周波数ボタン 100を押す。(10~100Hz を発生するボタン)
AMPLITUDEつまみの目印が真上になるように回す。
(出力電圧調節)



発信器の FREQUENCY (周波数) つまみをゆっくり回すと発生周波数が変化する。50Hzに合わせる。つまみを動かしてから数秒後に周波数が変化するののでゆっくり微調整すること。

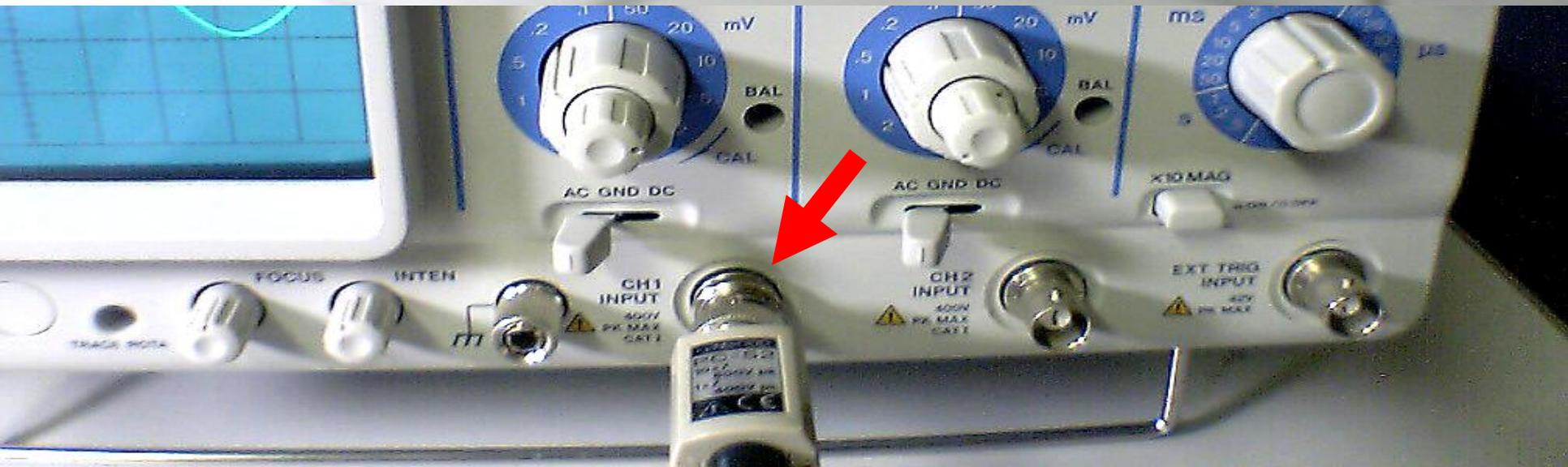


2本のプローブ電極をつないで、
オシロスコープの CH1 INPUT (チャンネル1) に接続する。



発信器側

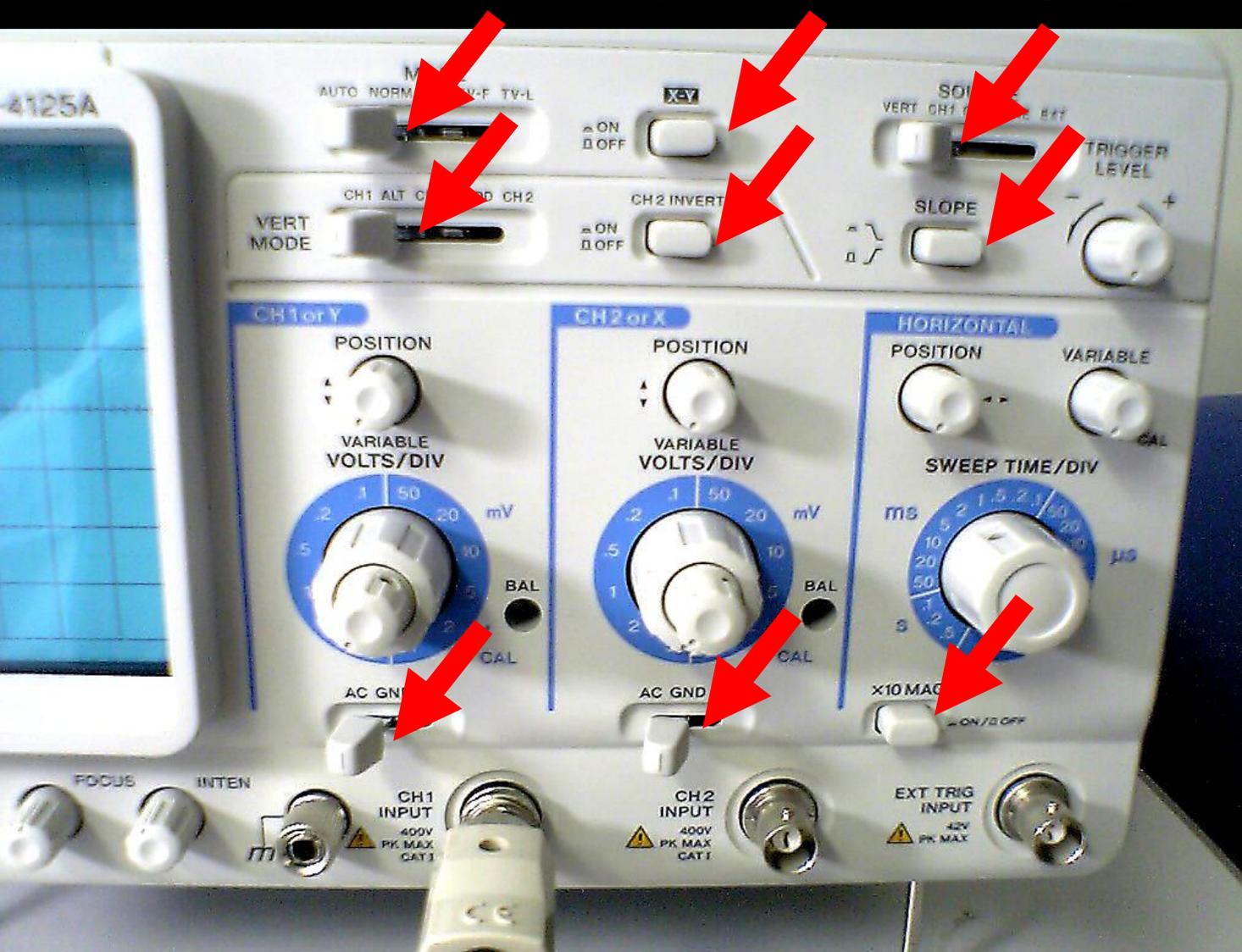
オシロスコープ側



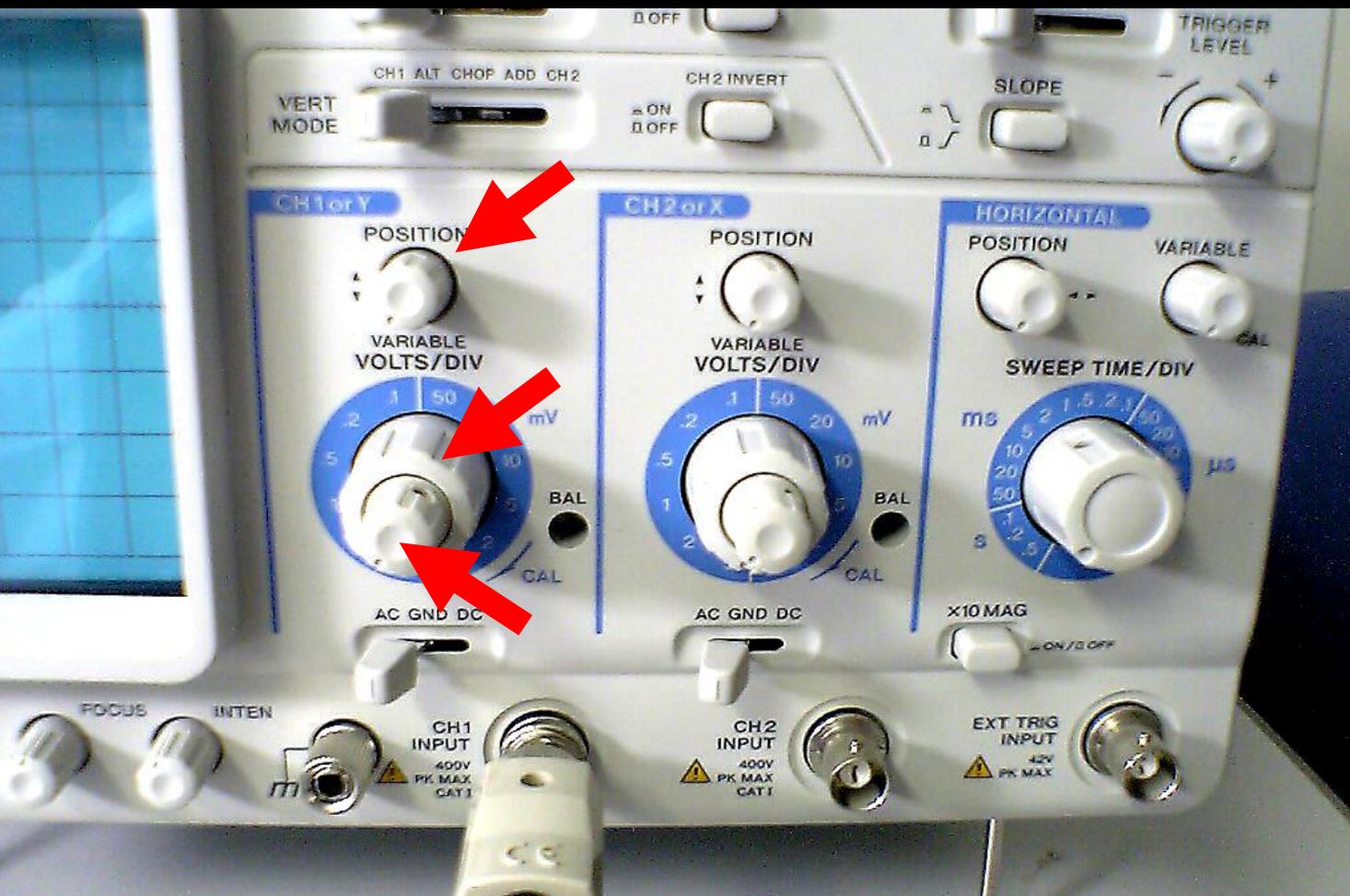
とりあえず、レバースイッチは全部左側

(オートモードでCH1測定) に設定。

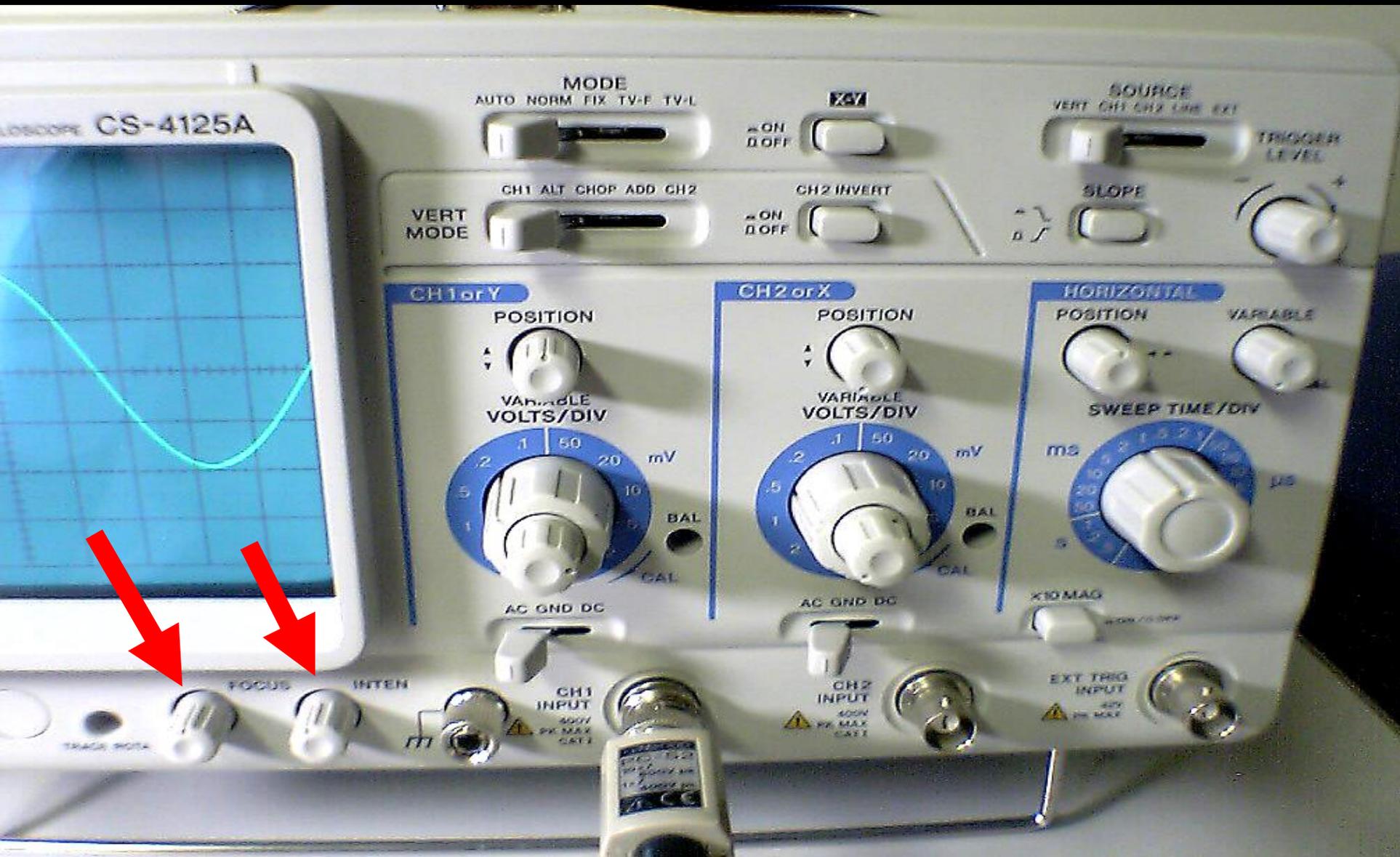
ボタンスイッチも、全部押されていない状態にする。



波形がブラウン管(CRT)画面に表れない場合は、
CH1 の VOLT 調節つまみを回す。(波形の振幅調整)
(外側は粗い調整、内側は微調整つまみ)
または POSITION つまみを回す。(波形の上下移動)



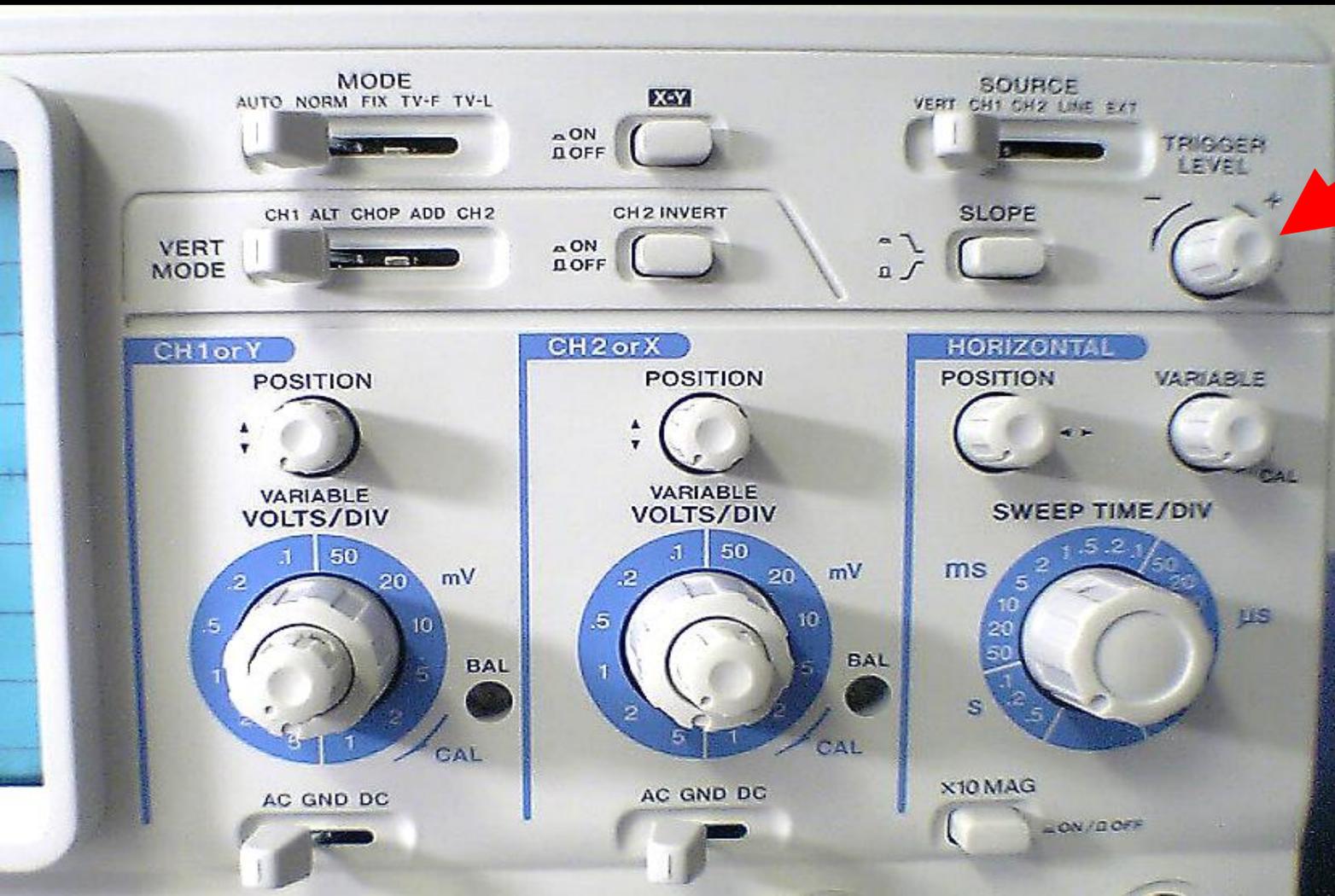
CRT表示のFOCUSつまみ (ピント合わせ)と
INTENつまみ (明るさ; intensity)を調節する。



表示される波形が止まるように TRIGGER LEVELつまみを調節する。

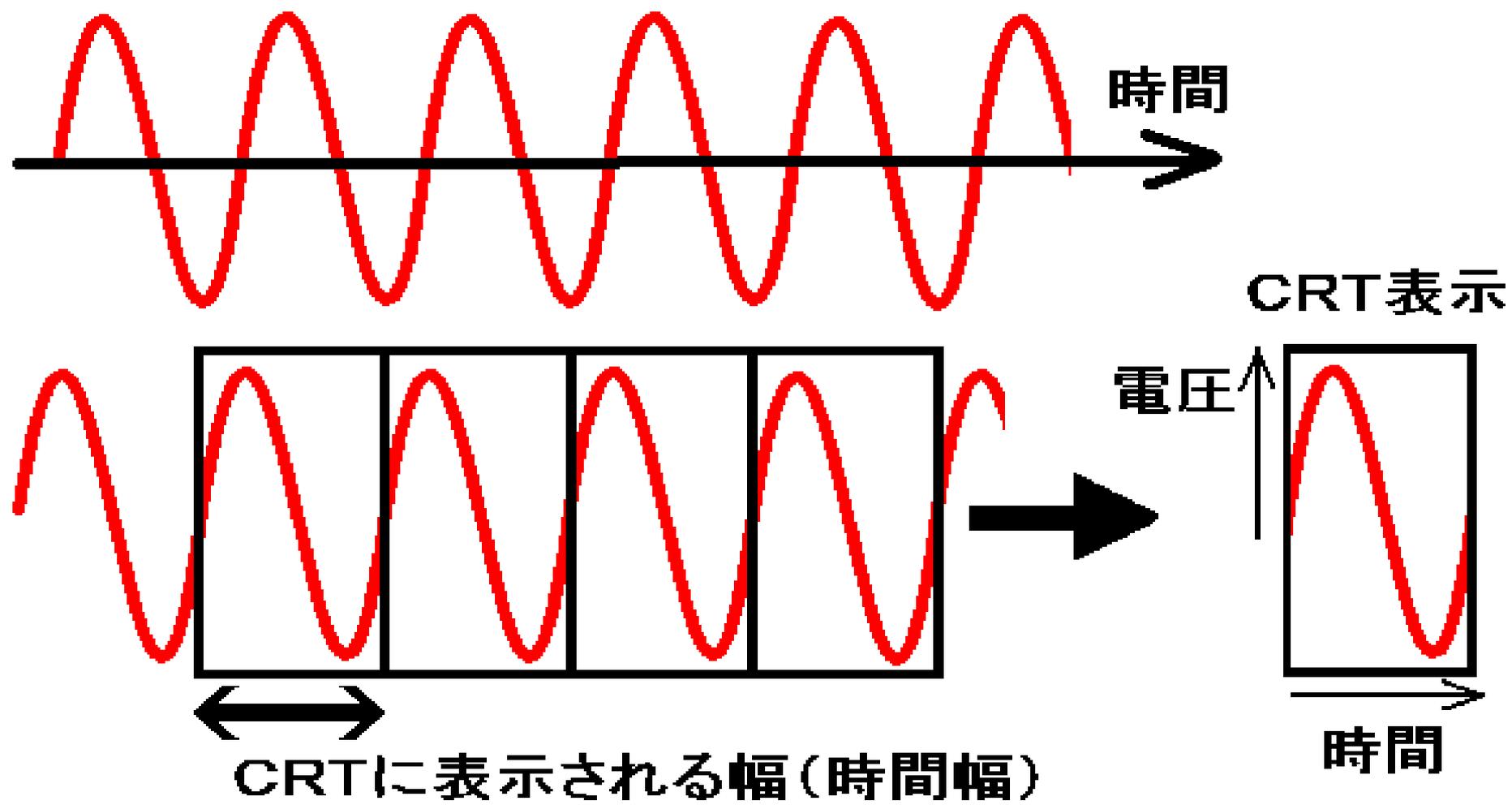
(trigger; 引き金)

波形が止まりにくい場合は、発振器の FREQUENCYつまみで発生周波数の微調整も行う。

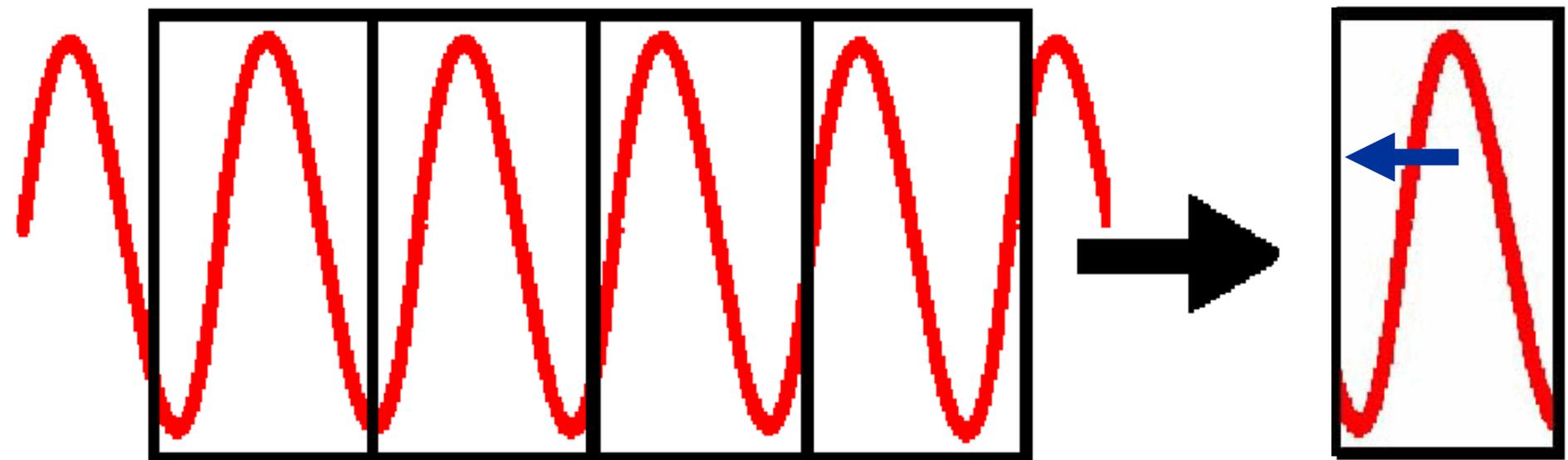


オシロスコープにおける 掃引 (Sweep) の意味

オシロスコープに表示される波形の時間幅は限られているので、一定の時間で折り返して表示しなければならない。



オシロスコープ画面に表示される
時間幅と波形の波長の比が
整数倍にならないと、
画面上の波形が動く。



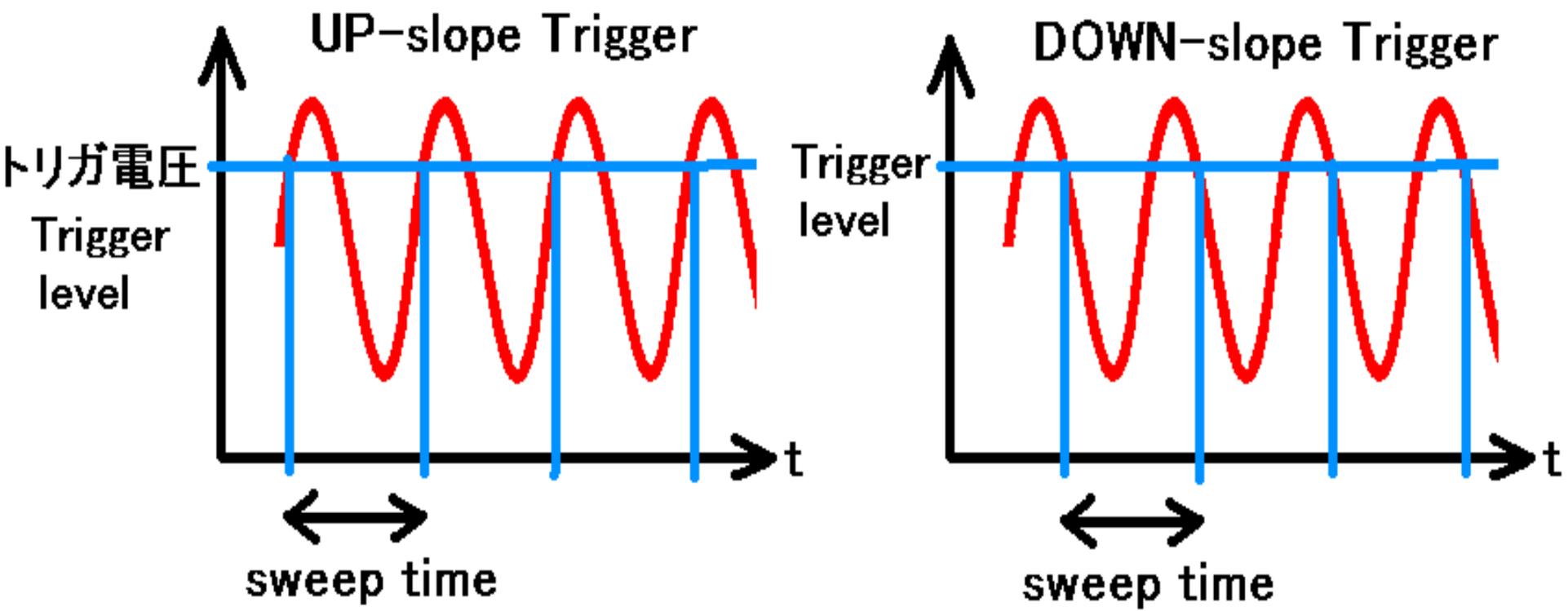
波が動く

CRTに表示される幅(時間幅)
= 掃引時間 (sweep time)

入力波形で、ある一定の電圧 (Trigger level) を示す時間間隔を測ってその時間間隔を掃引時間としている。

SLOPE ボタンで、Up-slope Trigger と DOWN-slope Trigger が選択できる。

トリガ電圧が不適切だと、正確な掃引時間を得られず波形が動く。

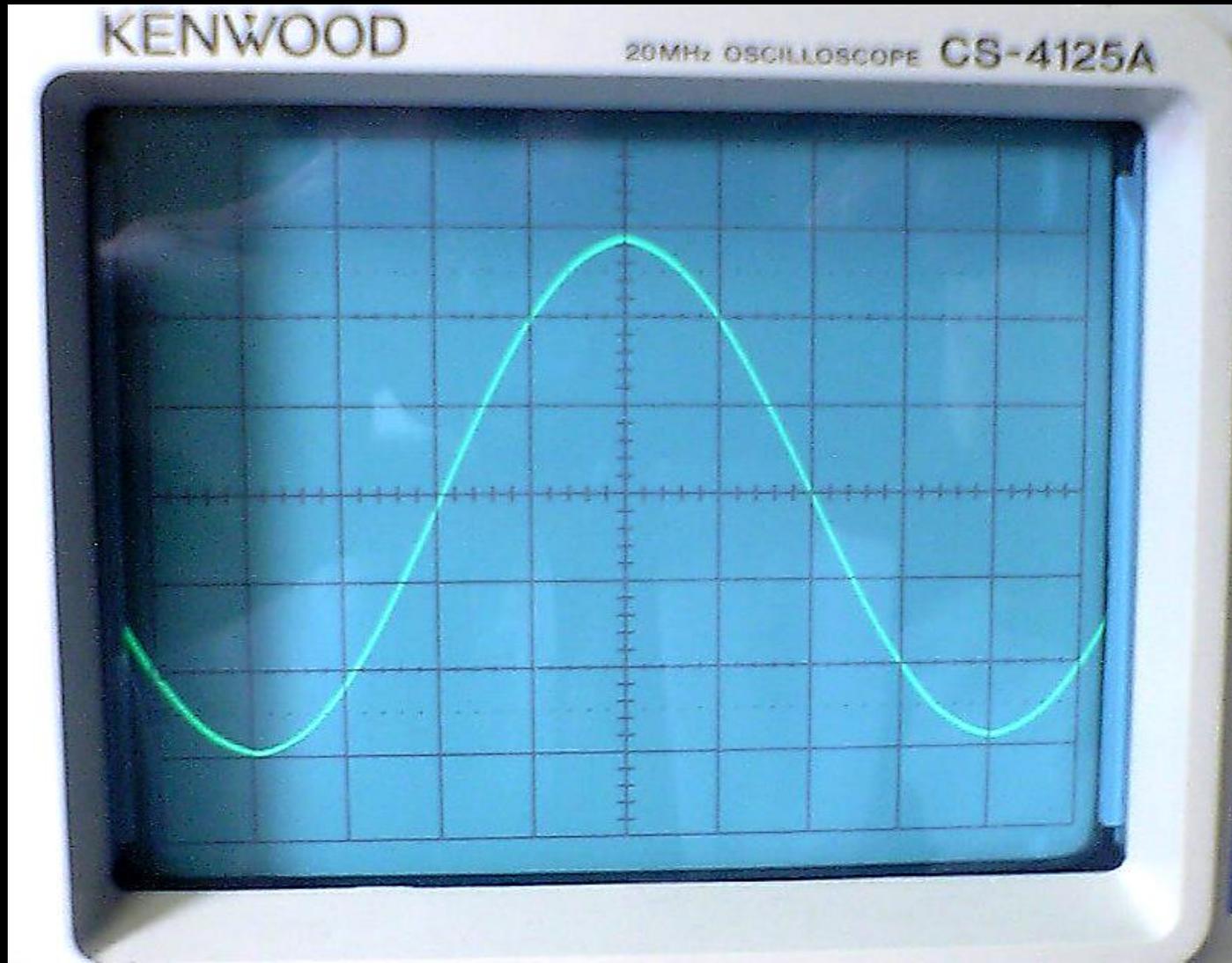


SLOPEボタンを切り替えると、波形が反転することを確認して下さい。
Trigger level を動かすと波形が動くことを確認して下さい。



CRT画面上で、50Hzの正弦波を、振幅3cm 波長8cmに
静止して表示されるように調整してください。

CRT上の格子目盛りは1cm。



CH1 POSITION 上下方向の微調整

VOLTS 振幅の微調整

HORIZONTAL POSITION 左右方向の微調整

VARIABLE 掃引時間の微調整(表示される波長の調整)



オシロスコープのCRT画面には格子模様があるだけで、目盛りの単位は付いていない。

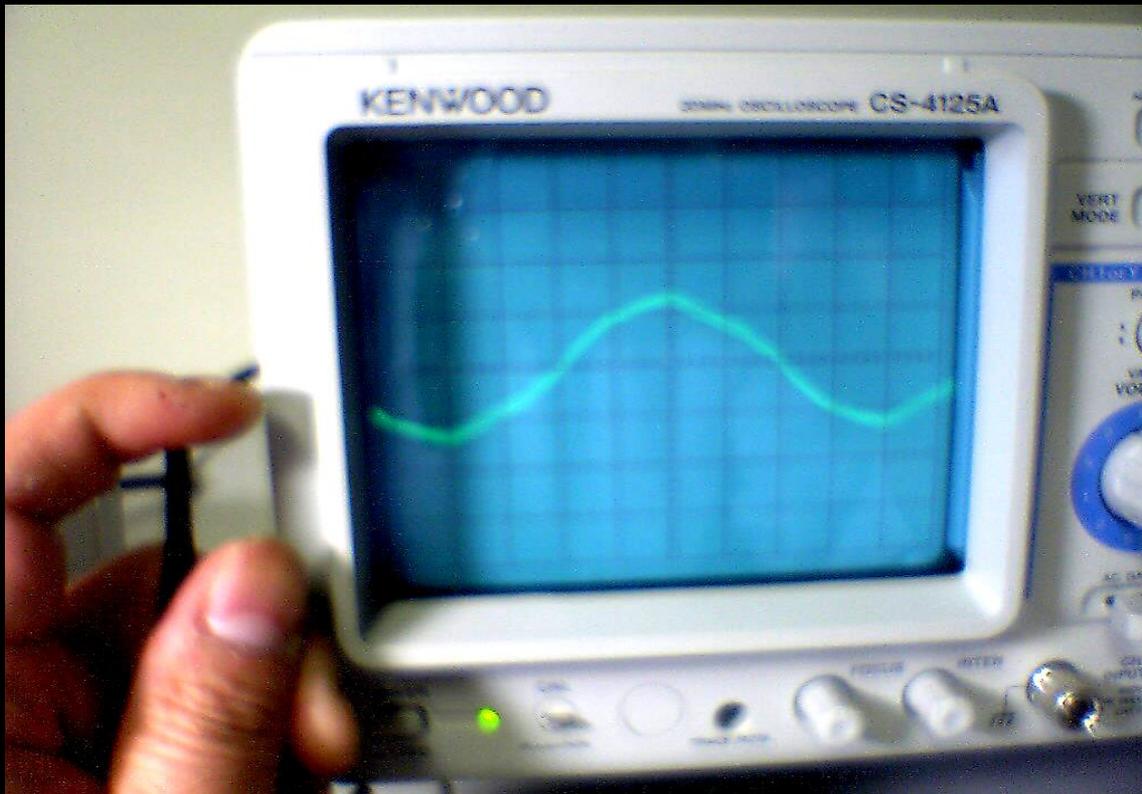
発振器で、周波数の分かっている信号を使って表示を調整してから、測定したい信号を測る。

(調整後には、微調整つまみを触ってはいけない。)

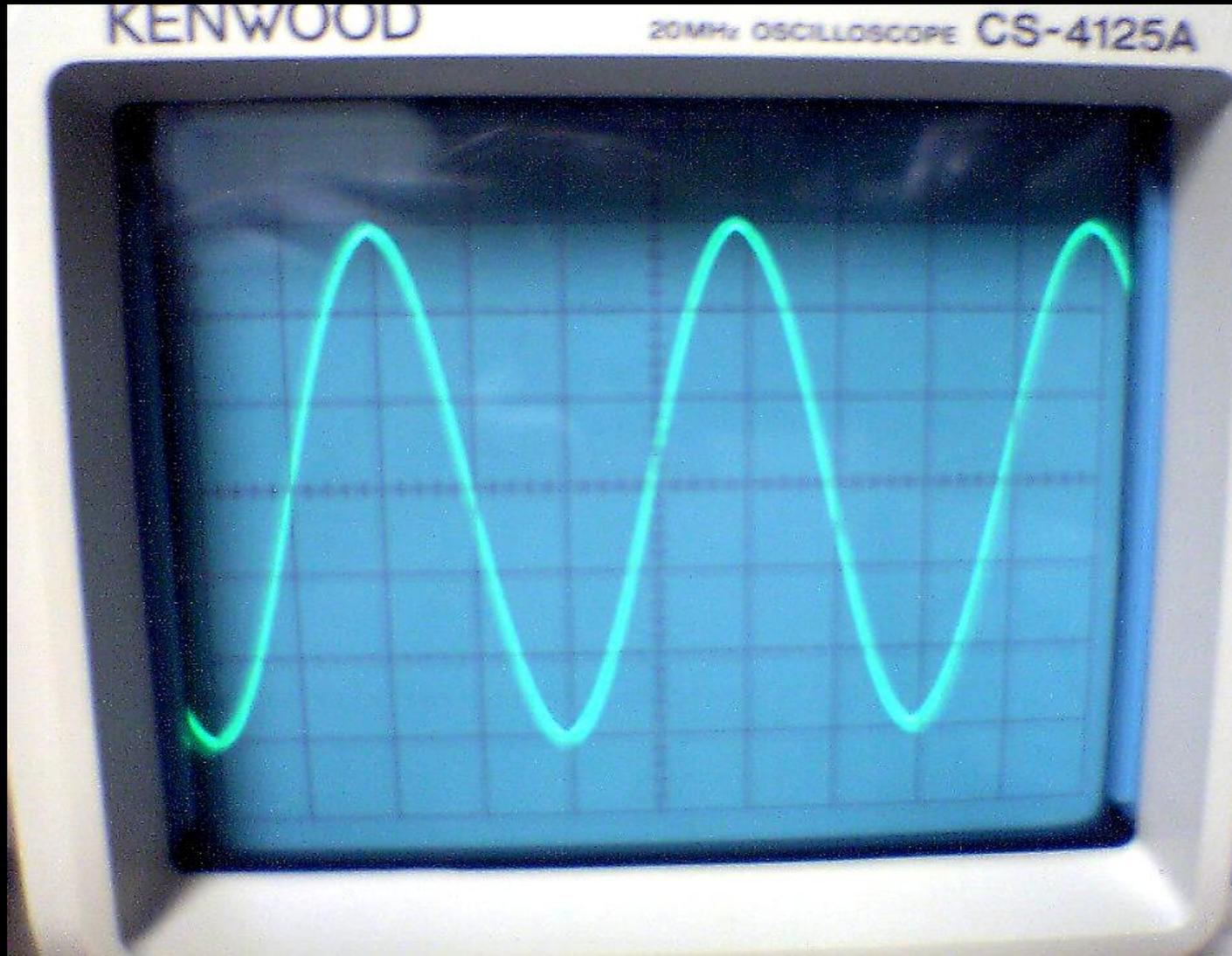
50Hzの正弦波が静止して波長8cmで表示される場合は、CRT上の横軸は8cmで1/50秒を表しているのので、横軸1cmは1/400秒を示す。

発振器の電源を切って、オシロスコープに接続した
プローブのプラスおよびマイナス端子を手で触ると、
CRT上に、50Hzの歪んだ正弦波が表示される
ことを確かめて下さい。

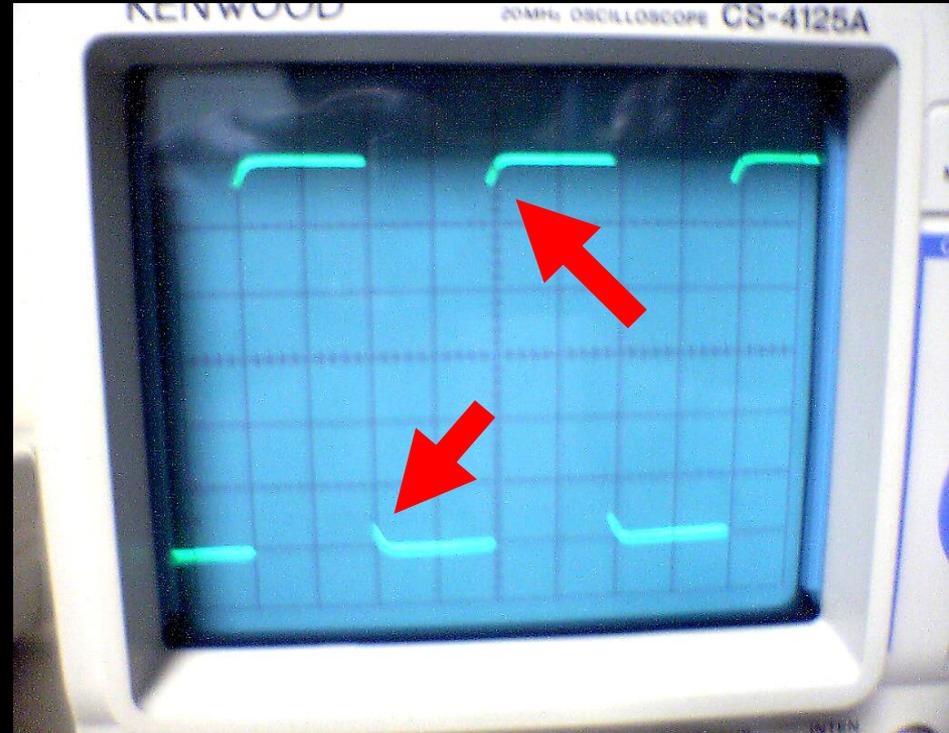
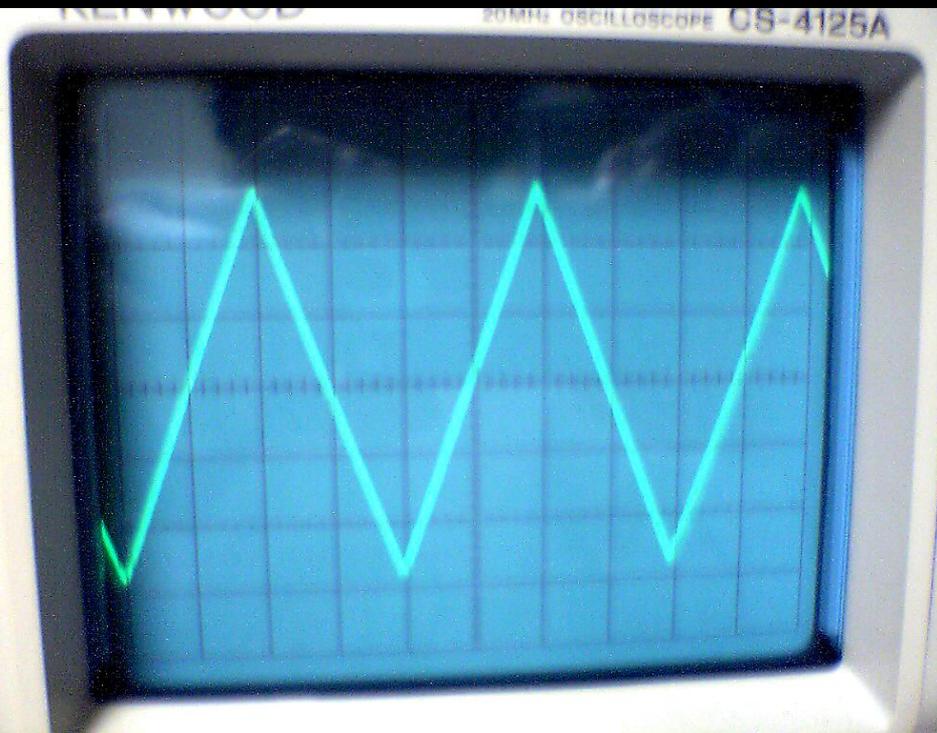
この信号は何を測定しているか、考えて下さい。



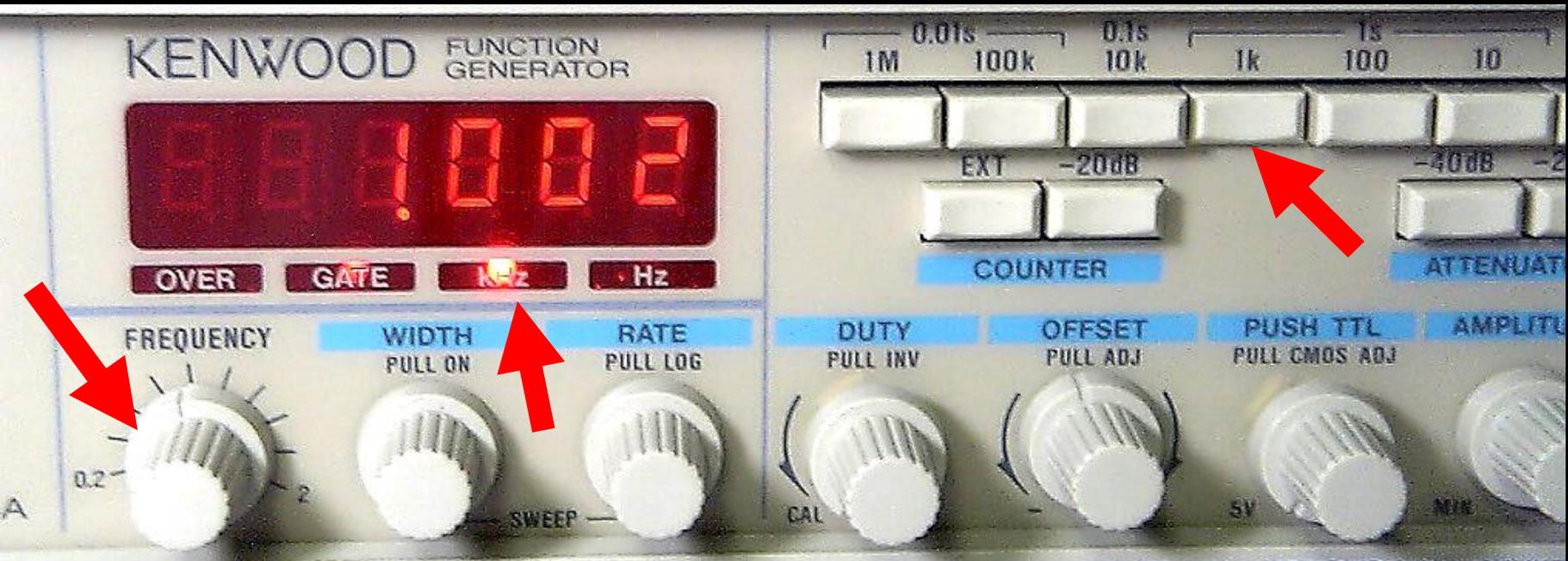
発振器の周波数を 100Hzにして、
表示される波形の波長が4cmに縮むことを確認して下さい。
(1波長が 1/100 秒になっていることを理解して下さい。)



発振器の波形を、
三角波、矩形波に切り替えて、
CRT上の波形が変化することを確かめて下さい。



発振器の周波数を1kHzにする。 波形は矩形波にする。
1k ボタンを押して、表示周波数を1 (kHz)にする。



掃引時間を短く
する(右に回す)。
微調整つまみは
触らないように。

リサージュ図形(波形) Lissajous' curve

互いに直角方向に振動する二つの単振動(正弦波)を合成して得られる曲線図形。

1855年にフランスの科学者J.A. Lissajousが考案。

$$x = \sin(2\pi a t)$$

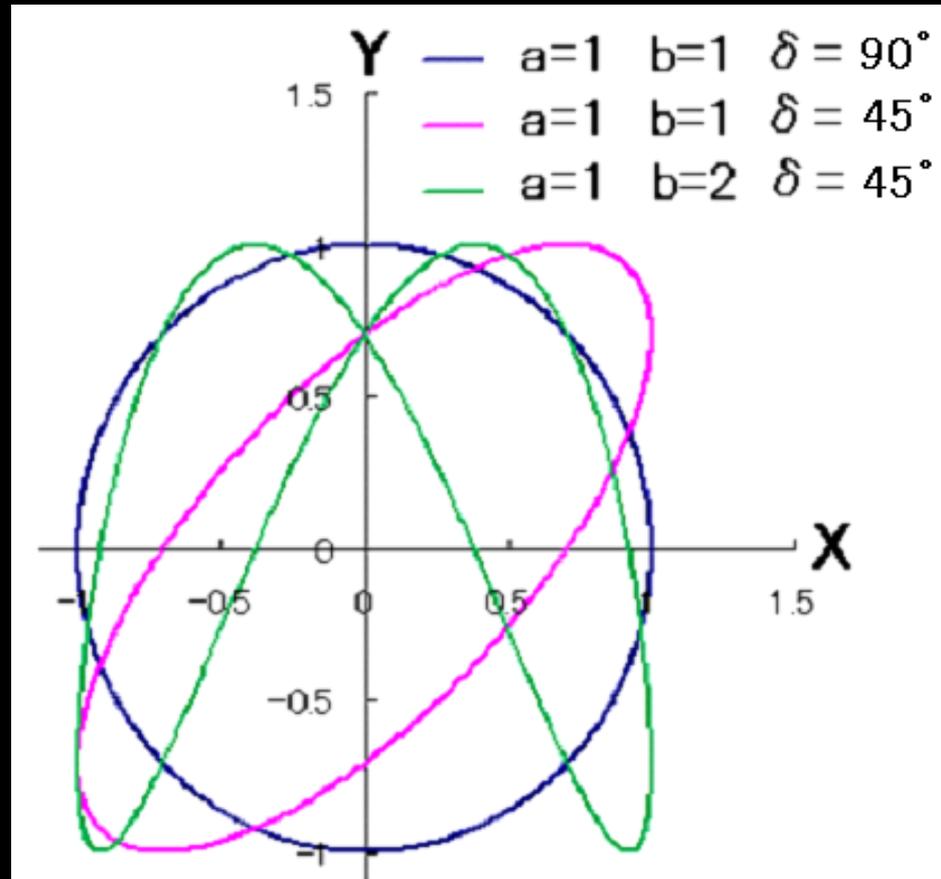
$$y = \sin(2\pi b t + \delta)$$

a : X軸正弦波の周波数

b : Y軸正弦波の周波数

t : 時間

δ : 位相差



オシロスコープを**X-Y入力モード**に設定して、各入力に異なる交流信号を入力するとリサーチ波形を観測することができる。

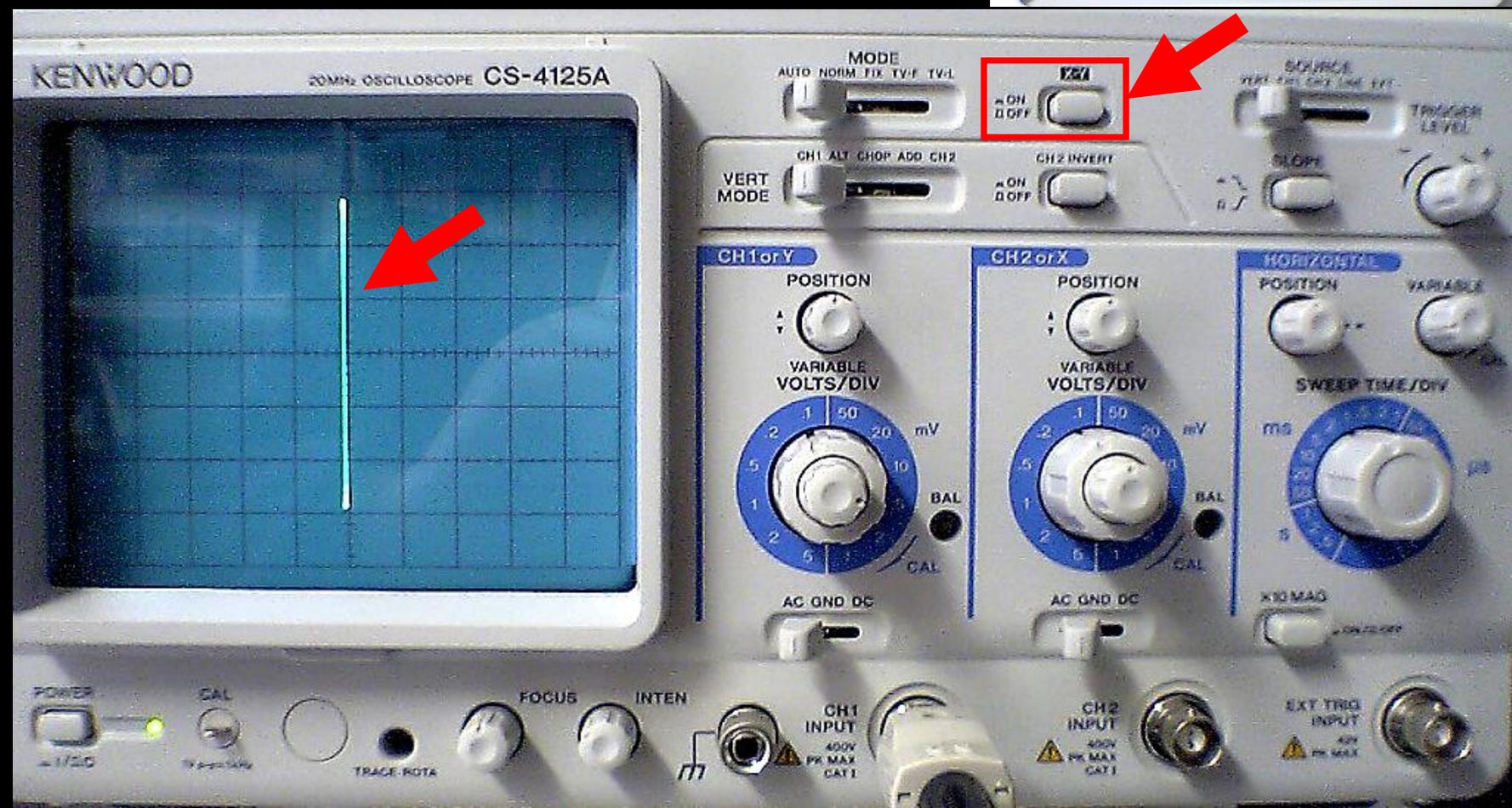
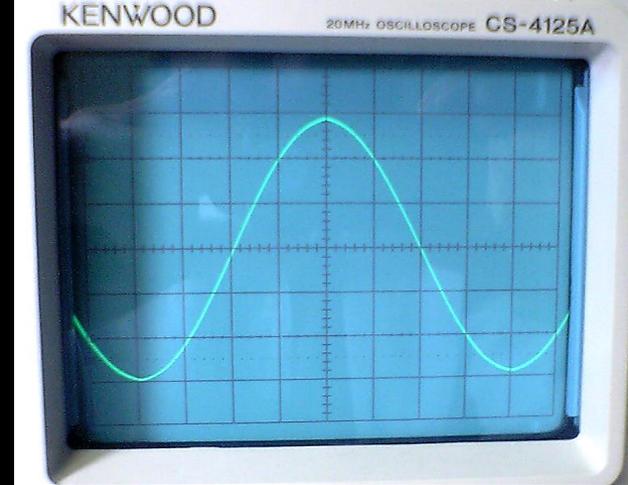
オシロスコープ上のリサーチ曲線は、周波数の測定に用いられる。

基準波と被測定波を横軸、縦軸に入力すると、上下に描かれた山の数と、左右に描かれた山の数が、**基準波と被測定波の周波数比**となって現れる。これを基に周波数を測定することが出来る。この周波数測定法を、比較法という。

また、お互いの信号の位相が異なると、曲線の形状が変化する為、波形の**位相のずれ**を測定できる。

再度、CRT画面上で、50Hzの正弦波を、
振幅3cm 波長8cmで表示するように調整。

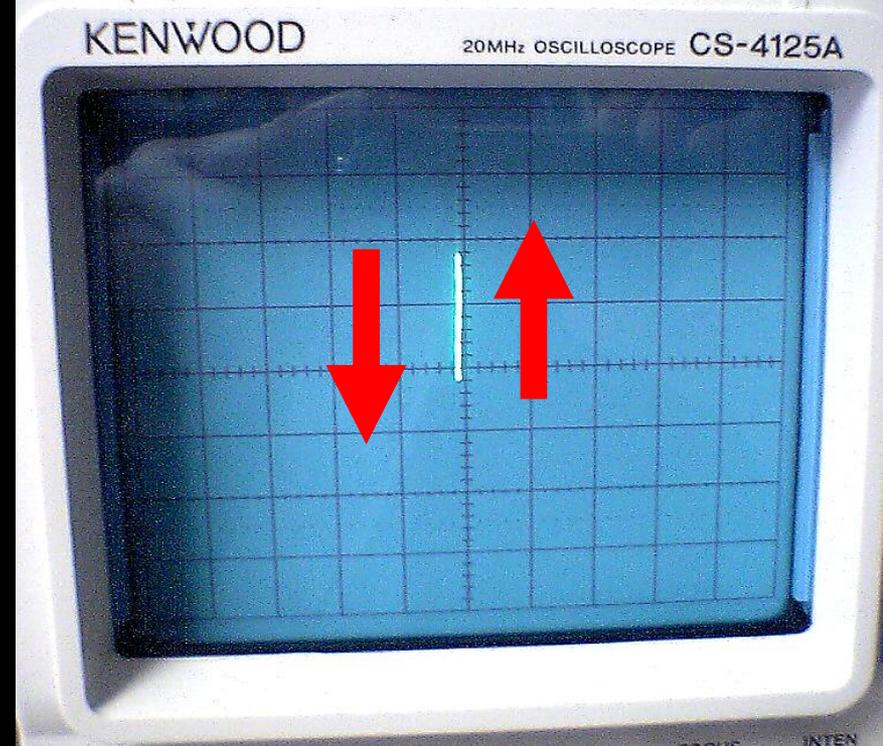
次に、X-Y ボタンを ON にする。
Y軸に沿った直線が出現する。これは何か。



発信器で 1Hz の正弦波を発生させる。
周波数ボタン 10 を押す。(1~10Hz を発生するボタン)
FREQUENCY つまみを調整して 1Hz を表示させる。

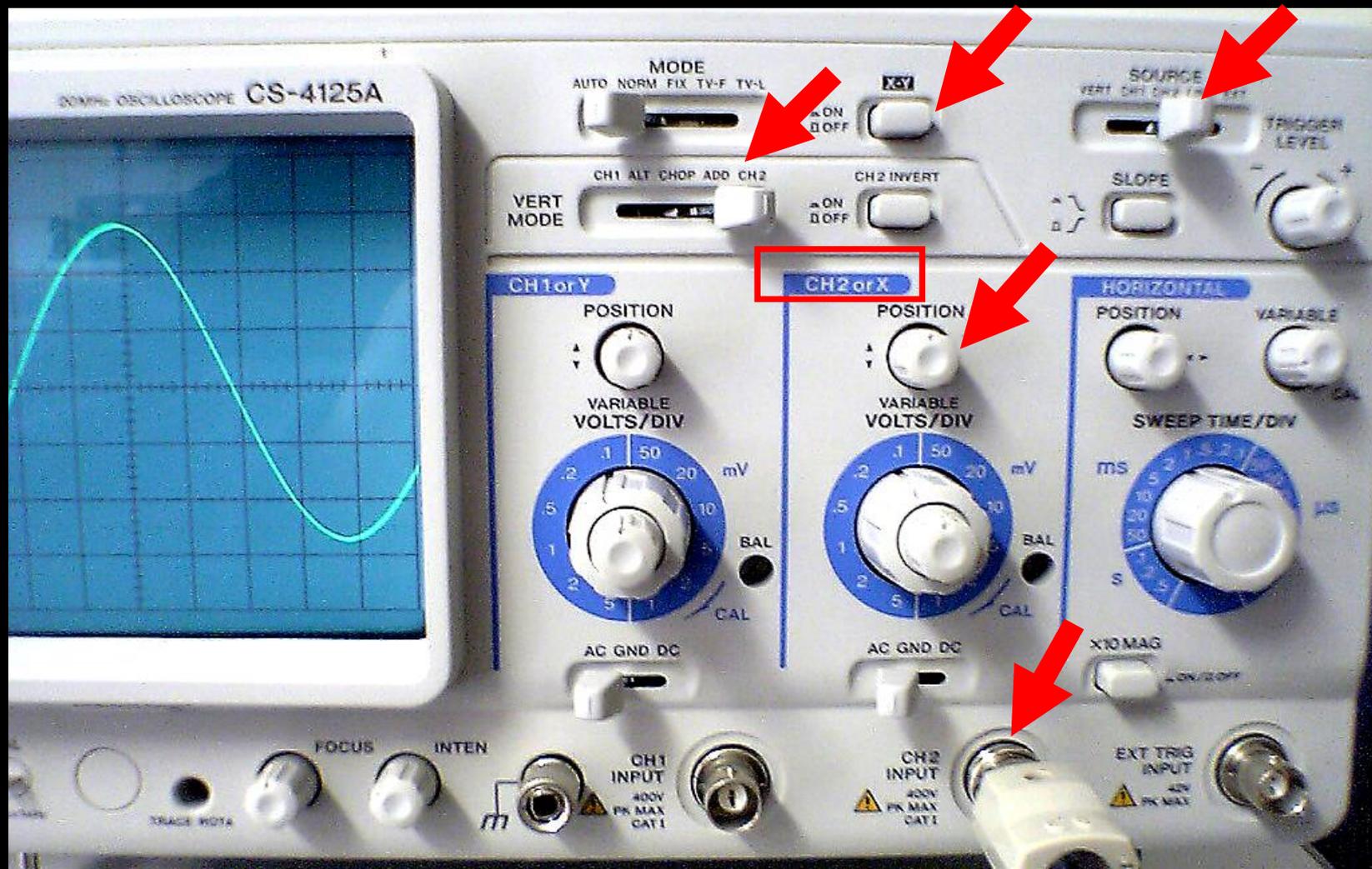


Y軸に沿って1秒で1往復する
単振動の点の動きが出現する。
発生周波数を上げて、
20Hz程度以上は、目では直線
に見えることを確認して下さい。



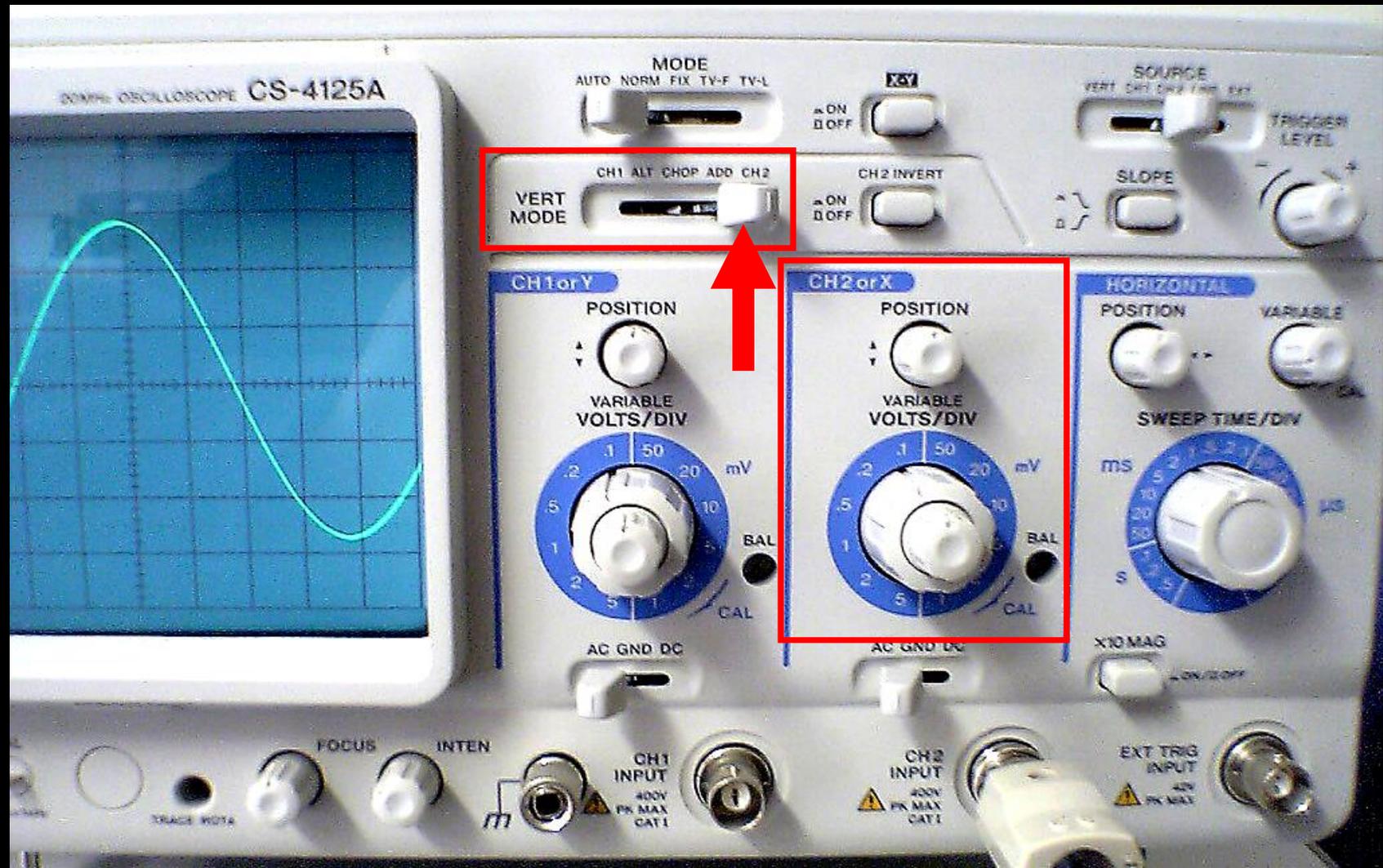
オシロスコープの X-Y ボタンは、
CH1の信号をY軸に射影（CH2の信号はX軸に射影）する。
入力信号を矩形波にした場合に
出現する射影像を観察し、理解して下さい。

50Hz正弦波信号を、チャンネル2 (CH2) に接続。
VERT MODE を右端のCH2 に切り替える。
SOURCE を CH2 に切り替える。X-Y ボタンをOFFに戻す。
CRT上の正弦波の位置を CH2のPOSITIONつまみで調整。



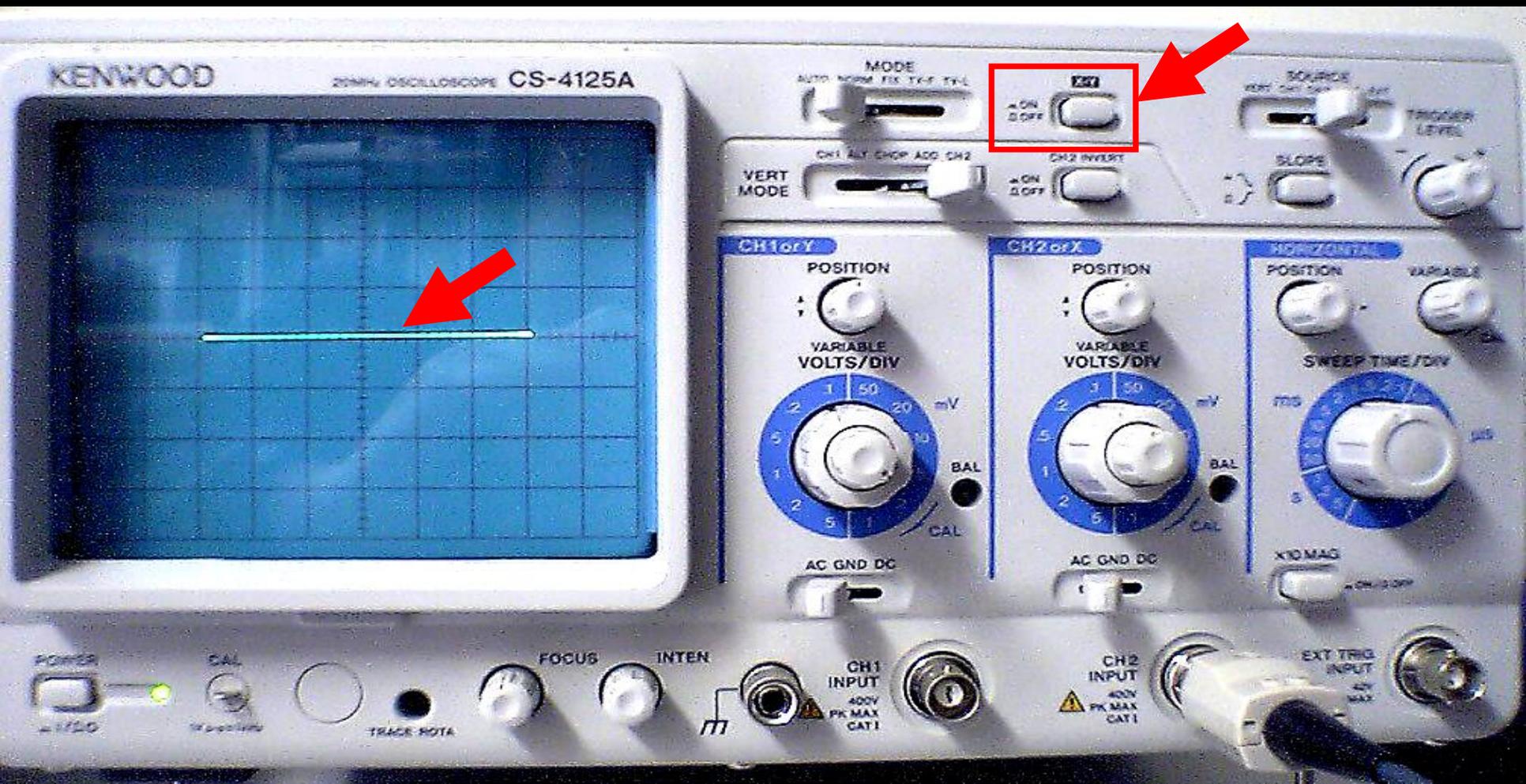
CRT画面上で、50Hzの正弦波を、振幅3cm 波長8cmで表示するように調整。

CH2の波形の上下位置、振幅調整は、VERT MODEをCH2にしてCH2 or Xのパネルのつまみで調整。



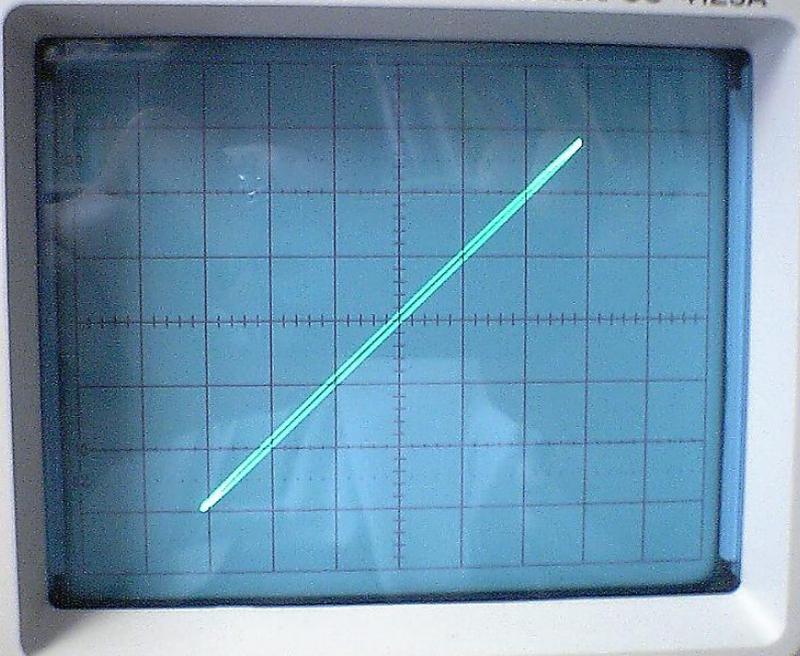
次に、X-Y ボタンを ON にする。
X軸に沿った直線が出現する。

周波数を 1Hz にして、正弦波の射影であることを
確認して下さい。



KENWOOD

20MHz OSCILLOSCOPE CS-4125A



SOURCEスイッチはCH2に設定する。

ときどき X-YボタンをOFFにして

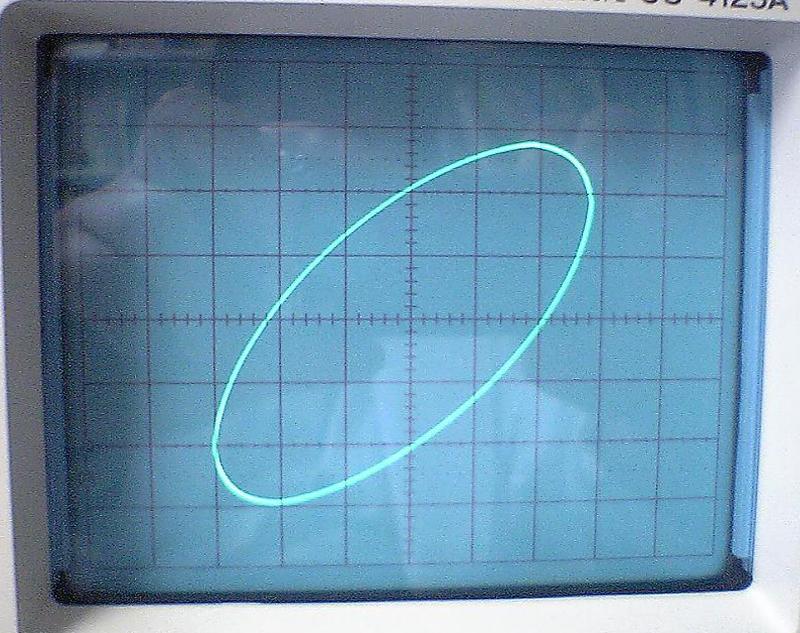
CH2の波形、位相を観察しながら

リサーチ曲線を確認める。

(XはCH2信号、YはCH1信号。)

KENWOOD

20MHz OSCILLOSCOPE CS-4125A



CH1とCH2の波形と位相が一致すると

$Y = X$ の直線が描画される。

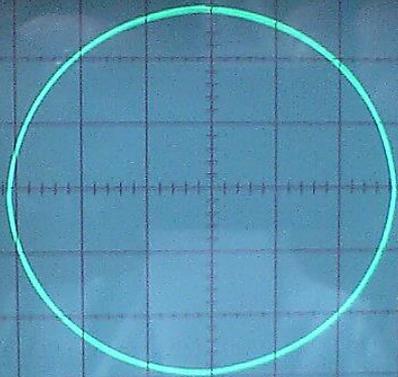
CH2の波形の位相が 45° 進むと

右上と左下を長軸にした楕円が

描画される。

KENWOOD

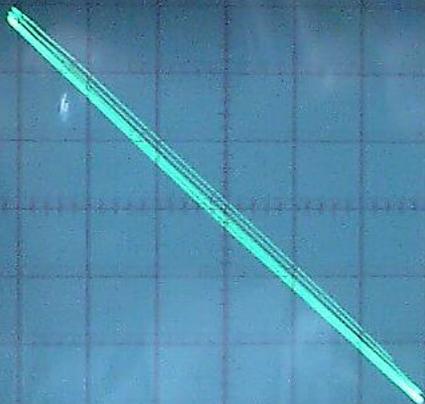
20MHz OSCILLOSCOPE CS-4125A



CH2の波形の位相が 90° 進むと
円が描画される。

KENWOOD

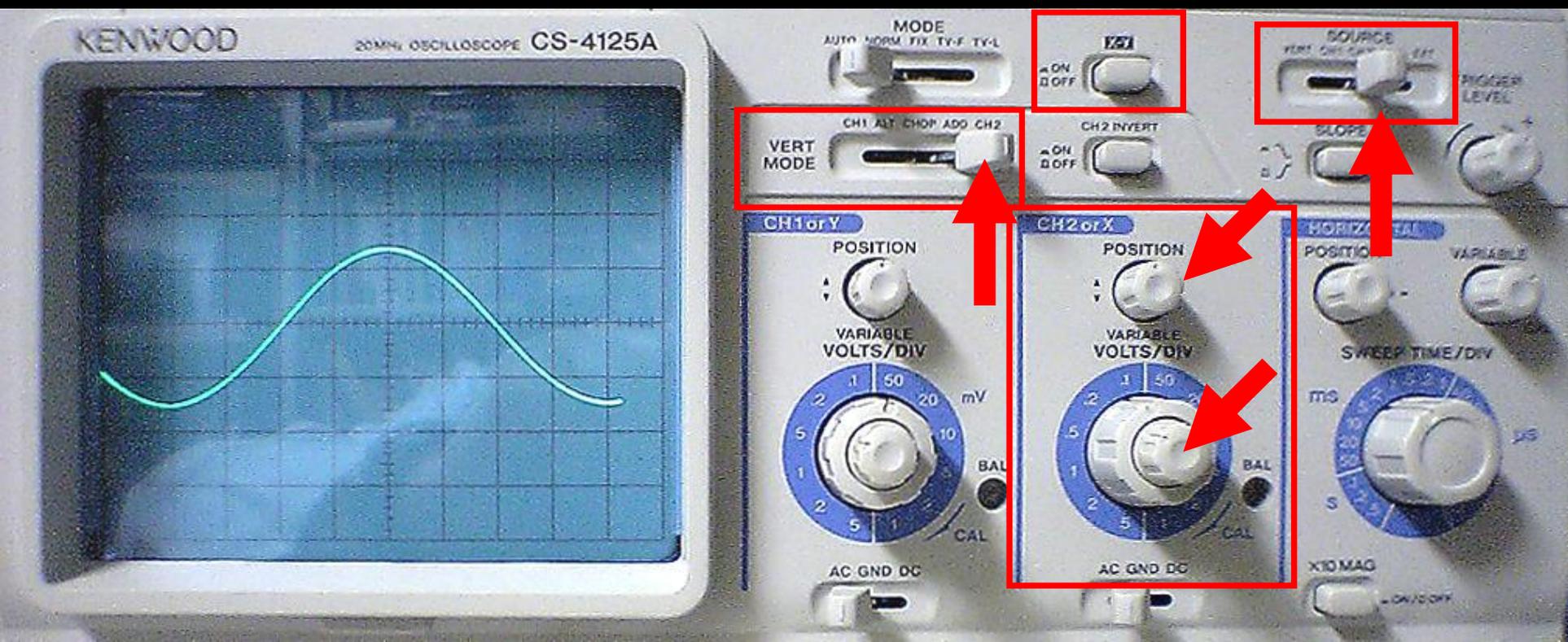
20MHz OSCILLOSCOPE CS-4125A



CH1とCH2の位相が 180° 進むと
 $Y = -X$ の直線が描画される。

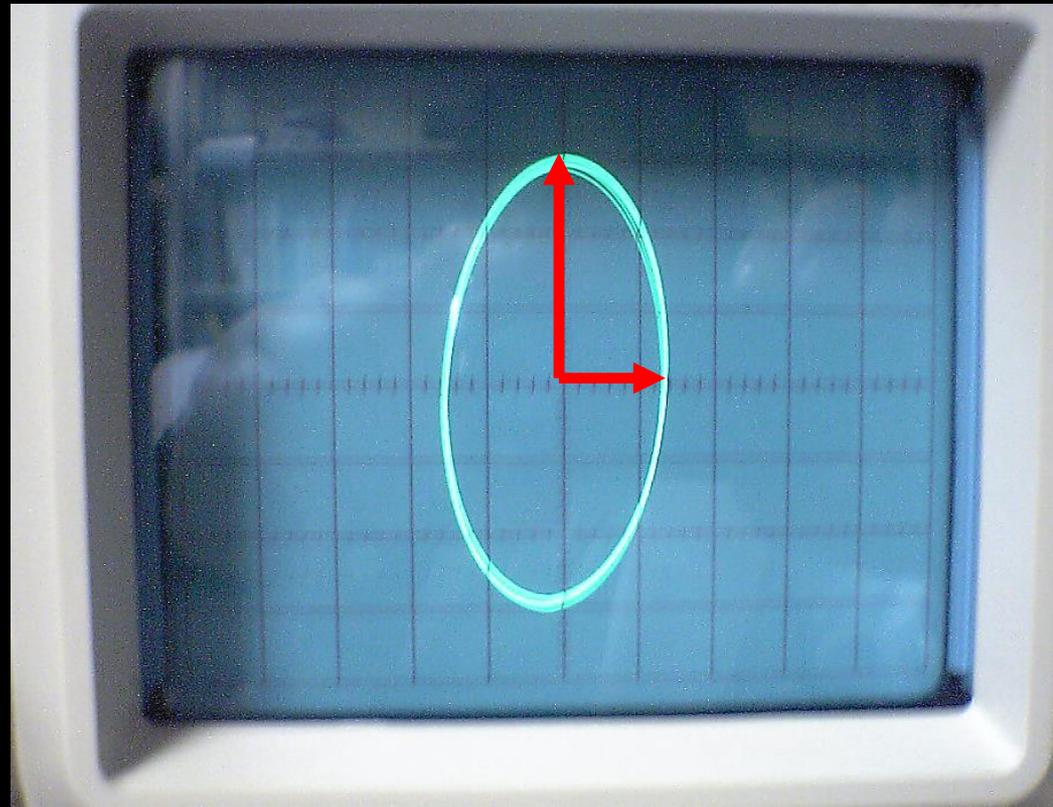
リサーチ曲線の形状で、
同じ周波数の2つの信号の
位相差が測定できることを
理解して下さい。

CH2 の波形の振幅を半分にして、リサージュ曲線の変化を観察する。
X-Y ボタンを OFF にする。
SOURCE を CH2 に切り替える。
VERT MODE を CH2 にして、CH2 の 振幅を 1.5cm に調整。
POSITION の微調整も行う。



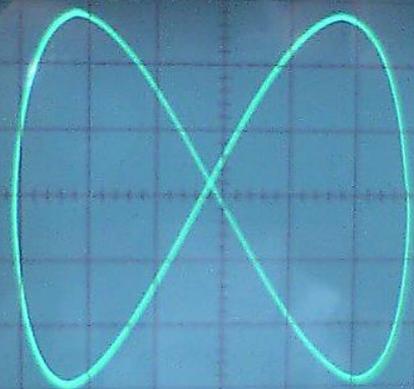
X-Y ボタンを押すと、
X軸の長さが、Y軸の長さに対して半分の楕円が描画される。
基準信号（Y軸の CH1 信号）に比べて、
X軸の信号（CH2）の電圧がどのくらいの値かを、リサーチ曲線の
長径／短径 比 から測定できることを理解して下さい。

CH2 の電圧を、振幅 3cm に
戻して、次の実験を行う。



KENWOOD

20MHz OSCILLOSCOPE CS-4125A



X は CH2信号、

Y は CH1信号 (50Hz)。

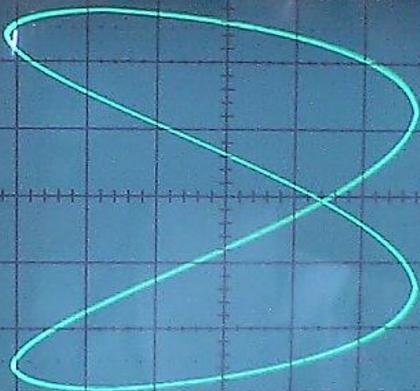
CH2 の周波数を 25Hz にすると、

X方向に 1往復する間に

Y方向に 2往復するリサージュ曲線が
描画される。(Xの周波数がYの半分)

KENWOOD

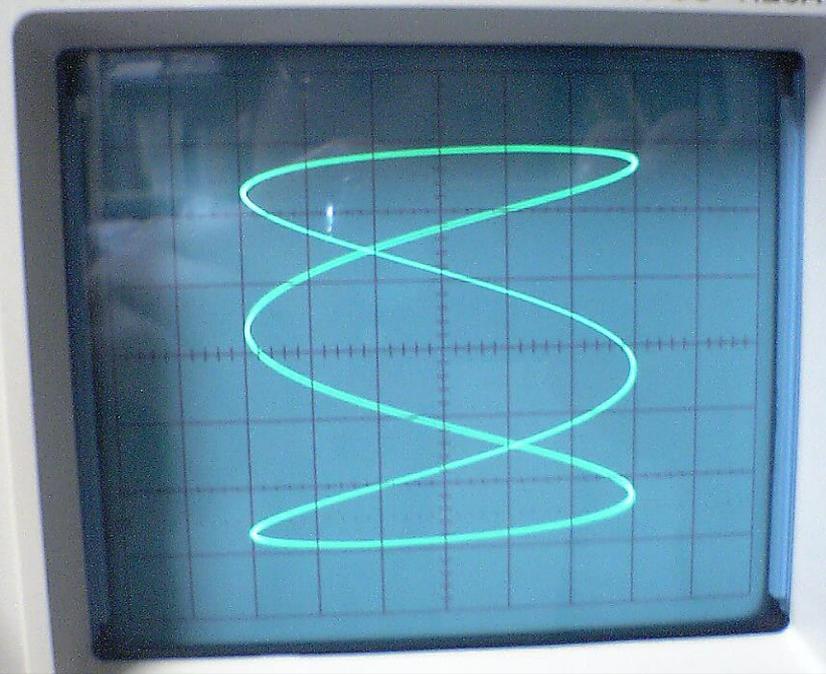
20MHz OSCILLOSCOPE CS-4125A



CH2 の周波数を 100Hz にすると、

Y方向に 1往復する間に

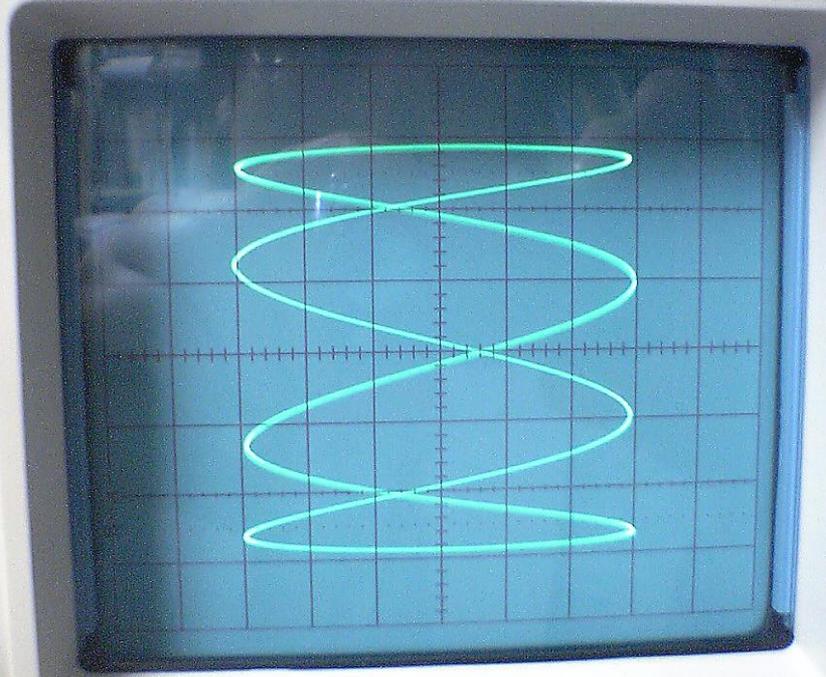
X方向に 2往復するリサージュ曲線が
描画される。(Xの周波数がYの2倍)



X は CH2信号、
Y は CH1信号 (50Hz)。

CH2 の周波数を 150Hz にすると、
Y方向に 1往復する間に
X方向に 3往復するリサージュ曲線が
描画される。(Xの周波数がYの3倍)

KENWOOD 20MHz OSCILLOSCOPE CS-4125A



CH2 の周波数を 200Hz にすると、
Y方向に 1往復する間に
X方向に 4往復するリサージュ曲線が
描画される。(Xの周波数がYの4倍)