

http://chtgkato3.med.hokudai.ac.jp/kougi/ME_practice/

EXCEL でリサーチ曲線のシミュレーションを行う。

Excel を開いて、Aカラムのセル1 に (A1に) t と入力。(Aカラム(列)に時間(秒)を入れる)

ツールバーの中央揃えボタンを押すと、文字がセルの中央に配置される。

Aカラムのセル2, 3, 4に、(A2, A3, A4 に) 0, 0.001, 0.002 を入力する。

エクセル ワークシートの
縦の並びを、列 (カラム Column) という。
横の並びを、行 (ロウ Row) という。

1

0を入れたセル A2 にマウスポインタを置いて、左クリックしたまま 0.002 を入れたセルまでドラッグする。

3個のセルが選択された枠が出る。

枠の右下にマウスポインタを置くとカーソルの印が黒い十字に変わる。

黒い十字印にマウスポインタ置いて左クリックしたまま セル22までドラッグして、左クリックを離す。

2

セル A2 から A22 まで 0 から 0.02 までの数字が自動的に入力される。(これは、時間(秒)を示す数字)

桁が揃いなので、ツールバーの桁揃えボタンを押して、桁を揃える。その際、セル2から22まで選択枠が表示されている状態であること(空色で表示)が必要です。

Excel 2007 では、空色で表示した選択枠内にカーソルを置いて右クリックすると桁揃えアイコンが出る。

3

カラムB, C のセル1に、X, Yを入力。

カラムBのセル1にマウスポインタを置いて左クリックしたまま、カラムCのセル1までドラッグして、左クリックを離す。

カラムB, Cのセル1が選択された枠が出る。

ツールバーの中央揃えボタンを押して X, Yの文字をセルの中央に揃える。

4

カラムBのセル2を左クリックしてカラムBのセル2に 選択枠を表示させる。

ツールバーの fx 枠 (関数入力枠) の空欄内を左クリックする。縦線のカーソルが関数入力枠で点滅する。

関数入力枠に = (半角等号) を入力する。

等号の記述は、セルの中に関数、数式を入力する準備ができたことを示す。

5

関数入力枠の = の右側に関数を書く。sin(2*3.14*50* と入力する。(* は、エクセル、VBA で掛算を表す)

次にカラムAのセル2を左クリックする。関数入力枠に A2 が自動入力される。

再び、関数入力枠の A2 の右側を左クリックして、閉じカッコ) を入力。

最後に、キーボード上の Enter キーを押して、関数入力終了。

6

キーボード上の Enter キーを押すと、関数入力枠の記述が消えるが、(これはセル B3 の内容を示しているため)

数字 0 が表示されているセル B2 を左クリックすると、(セル B2 を選択すると) 関数表示枠にセル B2 に記述した式が現れる。

セル B2 が選択された状態で、(セル B2 に枠が表示された状態で) 枠の右下にマウスポインタを置くとポインタの印が、黒い十字に変化する。

7

セル B2 枠の右下の黒い十字印を左クリックしたまま、セル B22 までドラッグして、左クリックを離すと、セル B2 から B22 まで数字が自動的に記述される。

桁が揃わないので、ツールバーの桁揃えボタンで桁を揃える。

8

セル B3 を左クリックすると関数表示枠は以下の式が入っている。

$$= \text{SIN} (2 * 3.14 * 50 * A3)$$

セル B4 を左クリックすると関数表示枠は以下の式が入っている。

$$= \text{SIN} (2 * 3.14 * 50 * A4)$$

カラム B のセル B3 ~ B22 の式の中のカラム A の値が、対応する行の値 A3 ~ A22 に自動的に書き換えられていることを確認して下さい。

9

カラム B の数字をグラフに表示して確かめる。

カラム A の、A と表示したセルを左クリックする。カラム A 全体に、選択枠が表示される。

次に、キーボード上のコントロールキー (Ctrl) (キーボードの左下または右下にある) を押したまま、カラム B の、B と表示したセルを左クリックする。カラム B 全体にも、選択枠が表示される。

これで、カラム A とカラム B が選択された状態になる (空色で表示される)。

10

ツールバーのグラフウィザードボタンを押す。グラフウィザードのダイアログが現れる。散点図、曲線表示を左クリックして選択し、次へ ボタンを左クリックする。

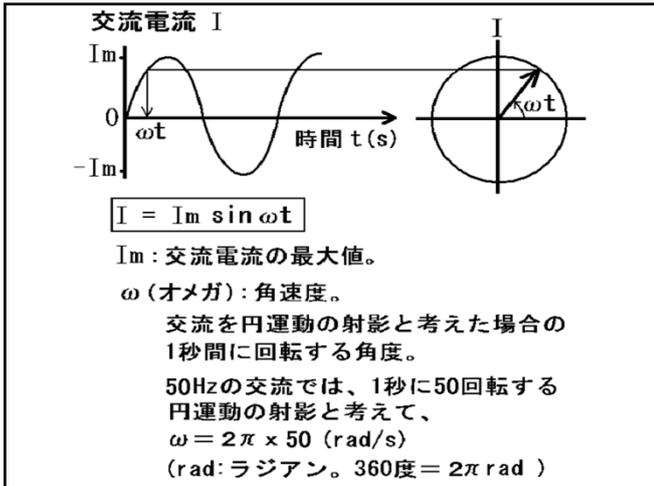
Excel 2007 では、挿入タブを開くと散点図のアイコンがでる。

11

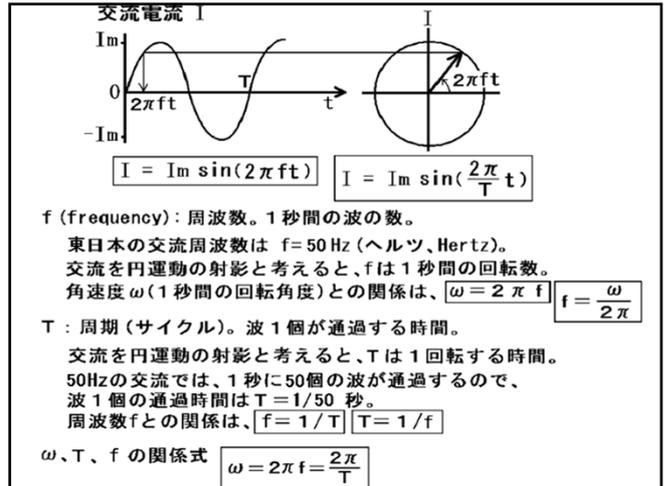
グラフウィザードのダイアログの完了ボタンを左クリックする。エクセルシート上に、横軸が t (カラム A)、縦軸が X (カラム B) のグラフが表示される。

$X = \sin (2 \pi f t)$ 、 $f = 50$ (Hz)、 t が 0 から 0.02 秒までのグラフ。1 周期が $1/f = 1/50 = 0.02$ 秒 になっていることを理解して下さい。

12



13



14

周波数 f (Hz) (Hz = 1/sec)、角速度 ω (rad/sec)、
 周期 T (sec)の関係は一見ややこしいが、
 各々の単位をよく見て、整理して理解すれば簡単です。

交流波形1個を、円運動の1回転の射影にして考える。
 1秒間に f 個の波があれば、1秒間に f 回転の円運動。
 1回転の角度は 360度 (2π rad(ラジアン))なので
 1秒間の回転角度 ω (rad/sec) = 2π (rad) x f (1/sec)

周波数 f (1/sec)の意味は、1秒間に存在する波の数。
 周期 T (sec)の意味は、波が1個通る秒数。
 1秒間に存在する波の数 f x 波が1個通る秒数 T = 1

15

とりあえず、グラフを消去する。
 (グラフ枠内の空白を左クリックして
 キーボードのDeleteキーを押す)

コラムCにも周波数 50Hzの正弦波を入力する。
 セルC2を左クリックして選択し、
 関数入力枠に $=\sin(2*3.14*50*$ を入力。
 セルA2を左クリックして関数にA2を自動入力。
 関数入力枠に、閉じカッコ)を入力して
 キーボードのEnterキーを押す。

16

セルC2を左クリックして選択枠を出し、
 選択枠の右下にマウスポインタを置いて
 ポインタ記号を黒い十字印にした状態で
 左クリックを押しながら、セルC22まで
 ドラッグして、左クリックボタンを離す。

セルC2からC22に正弦波の数字が
 自動入力される。

セルC2からC22まで選択した状態で
 ツールバーの桁揃えボタンを押して
 コラムCの数字の桁を揃える。

17

コラムBの関数 X を編集する。
 (正弦波の位相を 90° 進める。)

セルB2を左クリックして選択。
 関数入力枠のA2と)の間を
 左クリックして縦線カーソルを出す。
 A2の右に、 $+90*3.14/180$ と入力。
 閉じカッコ)の右側をクリックして
 Enterキーを押して編集完了。

sin関数の変数は、ラジアン単位
 の角度を入れる必要があるので
 90 に $\pi/180$ を掛ける。
 (1度 (1°) = $\pi/180$ ラジアン)

18

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	1.000	0.000
3	0.001	0.870	0.309

セルB2を左クリックして選択枠を出し、枠の右下にマウスポインタを置いてポインタの印を黒い十字に変化させる。

黒い十字印を左クリックしたままセル B22 までドラッグして、左クリックを離す。

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	1.000	0.000
3	0.001	0.870	0.309
4	0.002	0.980	0.588
5	0.003	0.994	0.809
6	0.004	0.911	0.951
7	0.005	0.739	1.000
8	0.006	0.494	0.951
9	0.007	0.202	0.810
10	0.008	-0.111	0.589
11	0.009	-0.412	0.310
12	0.010	-0.674	0.002
13	0.011	-0.869	-0.307
14	0.012	-0.979	-0.586
15	0.013	-0.994	-0.808
16	0.014	-0.911	-0.950
17	0.015	-0.740	-1.000
18	0.016	-0.496	-0.952
19	0.017	-0.203	-0.811
20	0.018	0.109	-0.590
21	0.019	0.411	-0.312
22	0.020	0.672	-0.003

19

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	1.000	0.000
3	0.001	0.951	0.309
4	0.002	0.810	0.588
5	0.003	0.589	0.809
6	0.004	0.310	0.951
7	0.005	0.002	1.000
8	0.006	-0.307	0.951
9	0.007	-0.586	0.810
10	0.008	-0.808	0.589
11	0.009	-0.950	0.310
12	0.010	-1.000	0.002
13	0.011	-0.952	-0.307
14	0.012	-0.811	-0.586
15	0.013	-0.590	-0.808
16	0.014	-0.312	-0.950
17	0.015	-0.003	-1.000
18	0.016	0.306	-0.952
19	0.017	0.585	-0.811
20	0.018	0.807	-0.590
21	0.019	0.950	-0.312
22	0.020	1.000	-0.003

コラムBの数字が、自動的に正弦波の位相を90°進めた数字(余弦波 cos)に書き換えられる。

20

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	1.000	0.000
3	0.001	0.951	0.309

コラムB、Cの数字をグラフで確かめる。

コラムAの、Aと表示したセルを左クリックする。コラムA全体に、選択枠が表示される。

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	1.000	0.000
3	0.001	0.951	0.309

次に、キーボード上のコントロールキー(Ctrl)(キーボードの左下または右下にある)を押したまま、

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	1.000	0.000
3	0.001	0.951	0.309

コラムBの、Bと表示したセルと、

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	1.000	0.000
3	0.001	0.951	0.309

コラムCの、Cと表示したセルを左クリックする。コラムBとC全体にも、選択枠が表示される。

これで、コラムAとコラムBとコラムCが選択された状態(空色で表示)になる。

21

コラムAとコラムBとコラムCが選択された状態で、ツールバーのグラフウィザードボタンを左クリックする。

グラフウィザードのダイアログが表示される。

散布図、曲線表示の項目を左クリックして選択して次へボタンを左クリックする。

22

グラフィックウィザードの完了ボタンを左クリックすると、エクセルワークシート内に、

横軸がコラムA(時間t: 0 ~ 0.02秒)、

縦軸がコラムB(X: 周波数50Hzの余弦波)と、

コラムC(Y: 周波数50Hzの正弦波)が描画される。

23

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	1.000	0.000
3	0.001	0.951	0.309

横軸にX、縦軸にYのグラフを描く。(リサージュ曲線 Lissajous' Curve)

コラムBのBと記述されたセルを左クリックして、コラムB全体を選択。(空色に表示される。)

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	1.000	0.000
3	0.001	0.951	0.309

次に、Ctrlキーを押しながら、コラムCのCと記述されたセルを左クリックして、コラムC全体も選択。

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	1.000	0.000
3	0.001	0.951	0.309

グラフィックウィザードボタンを左クリックする。

24

グラフウィザードのダイアログが表示される。

散布図、曲線表示の項目を左クリックして選択して次へボタンを左クリックする。

グラフィックウィザードの完了ボタンを左クリックすると、エクセルワークシート内に、横軸がカラム B (X : 周波数 50 Hz の余弦波)、縦軸がカラム C (Y : 周波数 50 Hz の正弦波) のリサージュ曲線が描画される。

25

26

横軸 X が余弦波 $X = \cos(2\pi ft) = \sin(2\pi ft + 90^\circ)$
 縦軸 Y が正弦波 $Y = \sin(2\pi ft)$
 のリサージュ曲線は、円になる。

$\{\cos(2\pi ft)\}^2 + \{\sin(2\pi ft)\}^2 = 1$ なので、
 $X^2 + Y^2 = 1 = 1^2$

点 (X, Y) は、原点 (0, 0) から常に距離 1 の位置に存在するので、半径 1 の円を描く。

横軸と縦軸の正弦波の振幅と周波数が等しい場合は、位相が 90° ずれると、リサージュ曲線は、円になる。

つまり、横軸と縦軸に波形データを入れて、オシロスコープで円が描出されたら、波形の位相が 90° ずれていると判断できる。

27

ピタゴラスの定理

$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1^2$

28

作成したワークシートを保存する。

EXCEL ウィンドウの左上にあるファイルメニューを左クリックする。メニューの名前を付けて保存を選択。

ファイルの種類は、Microsoft Excel ブック (*.xls) を選択して、適当な名前を付けて保存して下さい。編集後は適宜、上書き保存して下さい。

29

セル B2 の関数 X を編集する。(正弦波の位相を 45° 進める。)

セル B2 を左クリックして選択。関数入力枠を左クリックして縦線カーソルを出し、編集する。

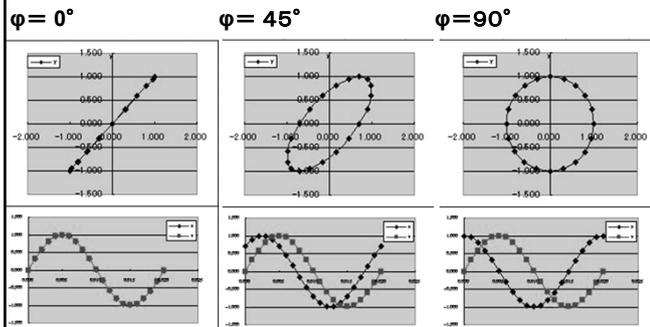
A2 の右を、 $+45 \times 3.14 / 180$ と変更。閉じカッコ) の右側をクリックして Enter キーを押して編集完了。

セル B2 から B22 まで黒十字をドラッグ。

円を示していたリサージュ曲線が変化することを確認して下さい。

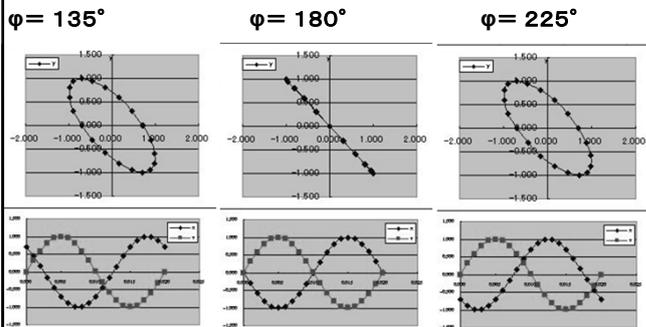
30

カラムBの正弦波Xの位相角(ϕ)を45°刻みで変化させてリサージュ曲線が変化の様子を観察して下さい。
リサージュ曲線の形状で2つの交流信号の位相ずれが測定できることを理解して下さい。



31

位相角(ϕ)が180°を越えると、リサージュ曲線がもとの形状に戻っていく様子を観察して下さい。



32

$f = \text{SIN}(2*3.14*100*A2)$

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	0.000	0.000
3	0.001	0.588	0.309

カラムBの関数Xを編集する。(正弦波の位相差を0°にして周波数を100 Hzにする。)

セルB2を左クリックして選択。関数入力枠を左クリックして縦線カーソルを出し、編集する。

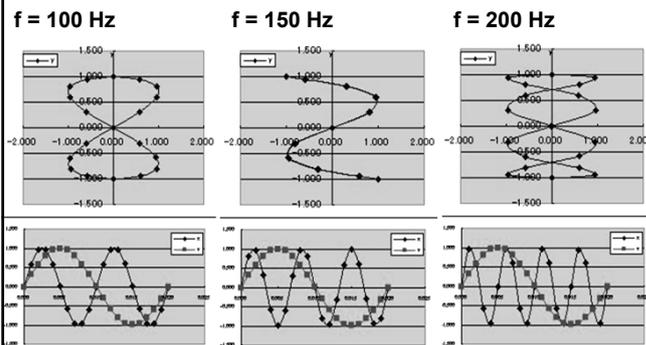
$\text{SIN}(2*3.14*100*A2)$ と変更。

セルB2からB22まで黒十字をドラッグ。

リサージュ曲線が変化することを確認して下さい。

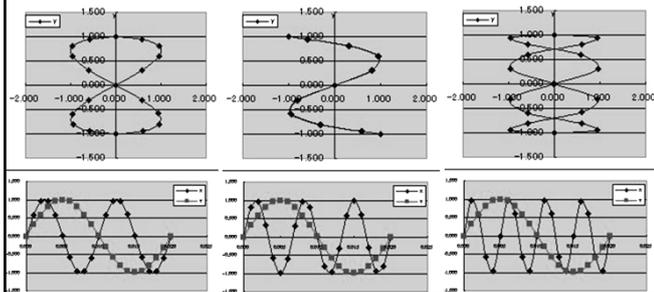
33

カラムBの正弦波Xの周波数fを50 Hz刻みで変化させてリサージュ曲線が変化の様子を観察して下さい。
リサージュ曲線の形状で2つの交流信号の周波数比が測定できる。



34

縦軸の交流Yの周波数50 Hzに対する横軸の交流Xの周波数の倍率は2、3、4倍。
縦方向に点(X, Y)が1往復する間に、横方向に往復する回数が2、3、4倍に増加していることを理解して下さい。



35

$f = \text{SIN}(2*3.14*150*A2+90*3.14/180)$

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	1.000	0.000

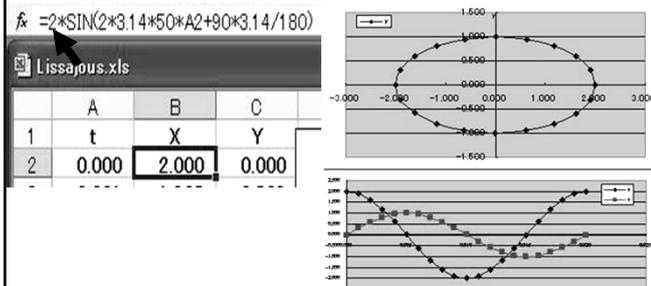
横軸の交流Xの周波数がf = 150 Hzのリサージュ曲線は位相差が0°の場合では、X方向に3往復していることがわかりにくいので、Xに、位相差を90°加えると理解しやすい。

36

カラムB の関数 X を編集する。
(正弦波の周波数を 50Hz、位相差を 90° にして、振幅を 2 にする。)

セルB2 の式を $=2*\text{SIN}(2*3.14*50*A2 + 90*3.14/180)$ と変更。
セルB2 から B22 まで 黒十字をドラッグ。

リサーチ曲線が変化することを確認して下さい。

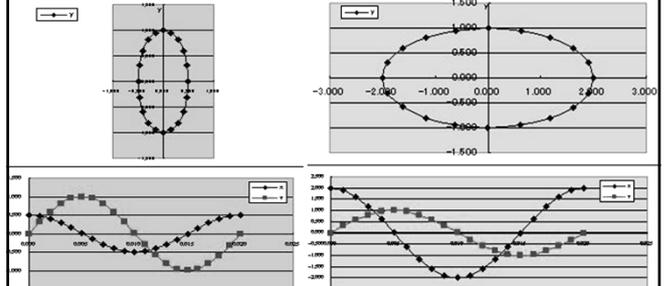


37

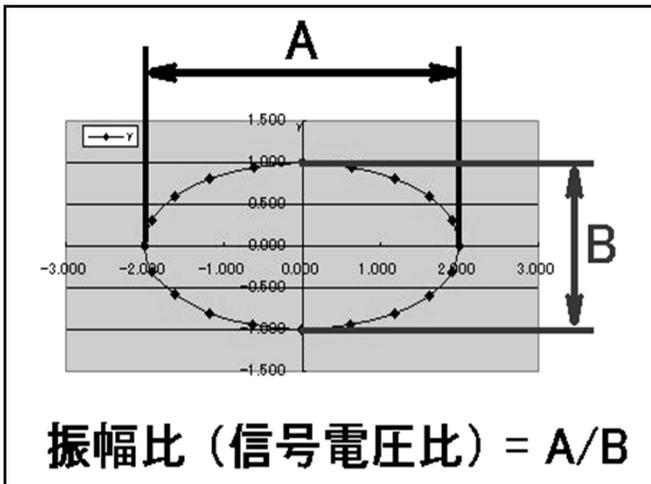
EXCEL の グラフ ウィザードは、自動的にデータ表示範囲をデータ幅で揃えてしまうので、一見、交流 X の振幅を変えてもリサーチ曲線が変化しないような印象を与えるが、X、Y軸の目盛りの値に注目し、楕円に変化していることを理解して下さい。

X の 振幅 A = 0.5

A = 2



38



39

VBA (Visual BASIC for Application)

を使って、リサーチ曲線を回転させる。

Lissajous.xls を

ホームページからダウンロードしてください。

VBA

Microsoft Office (Excel や Word などのソフトウェア)

に組み込まれた

BASIC 言語によるプログラム、マクロ作成ツール。

使えるようになると 非常に便利。

40

マクロ 【macro】

ワープロソフトや表計算ソフトなどで、特定の操作手順をプログラムとして記述して自動化する機能。

プログラムの記述に使う言語をマクロ言語という。

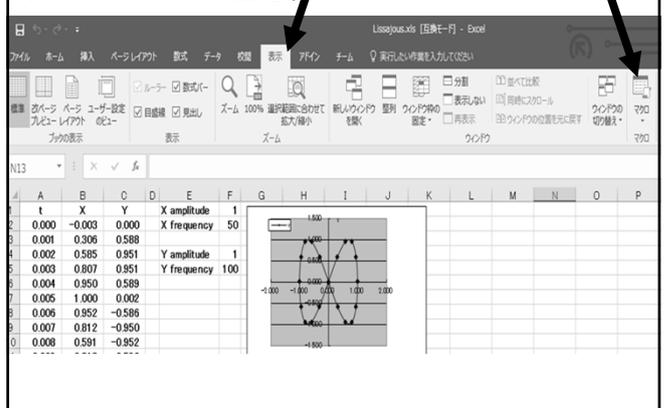
よく使う処理をマクロとして保存しておけば、必要なときに簡単に実行できるようになる。

マクロ機能を持ったアプリケーションソフトは、マクロの開発環境や動作環境が用意されている。

できたプログラムは文書ファイルに他のデータと一緒に保存される。

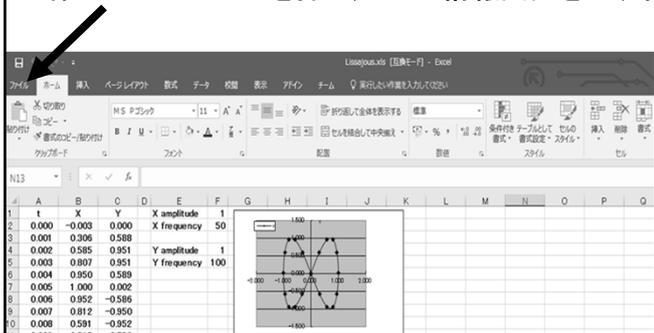
41

Excel 2016 では、表示タブを押すと、右端にマクロのVBAアイコンが出る。



42

Excel 2016 の場合、Lissajours.xls などのマクロを動かしたい場合は、マクロに対するセキュリティを下げる作業が必要。
左端のファイル タブを押し、Excel 情報画面を出す。



43

Excel のマクロは、Excel のセキュリティー設定を変更し、Excel を一度終了し再起動すると作動する。
Excel 情報画面の左端に並ぶメニューの一番下の、オプションをクリック。



44

Excel のオプション画面の左端に並ぶメニューの一番下の、セキュリティセンターをクリック。



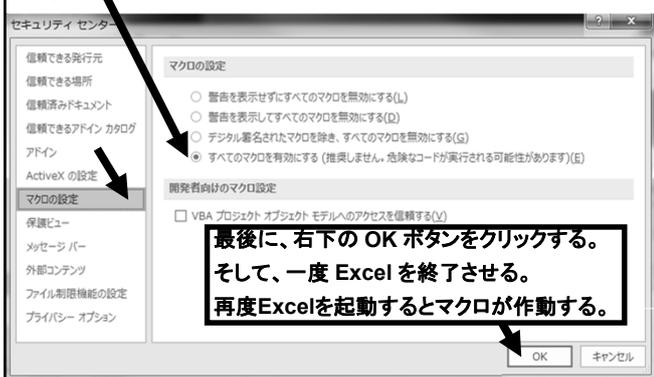
45

Excel のオプション画面の左端メニューの一番下のセキュリティセンターをクリックして、セキュリティセンターの設定をクリック。



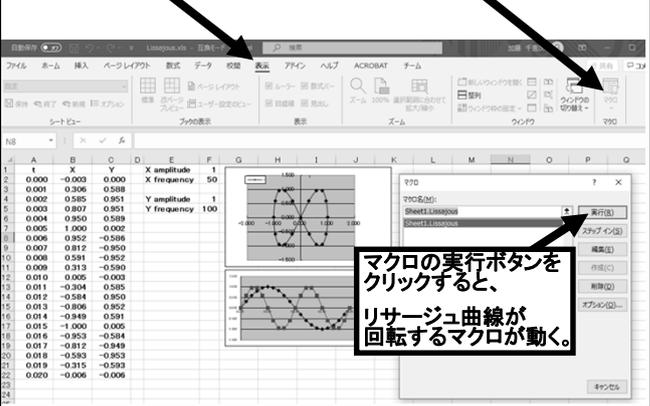
46

セキュリティセンター画面のマクロの設定をクリックし、すべてのマクロを有効にする の項目にチェックを入れる。

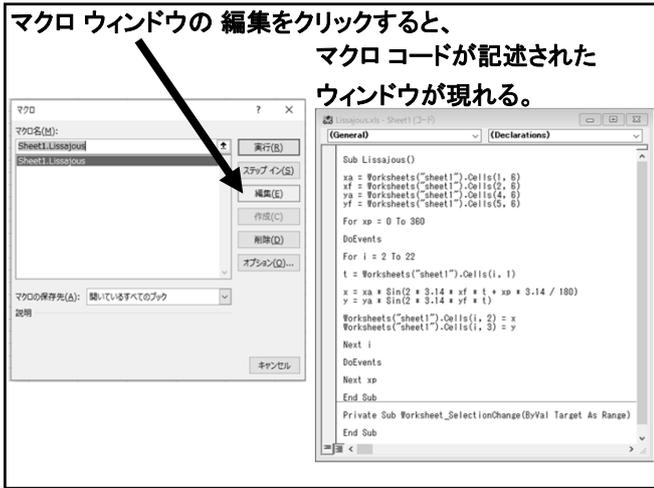


47

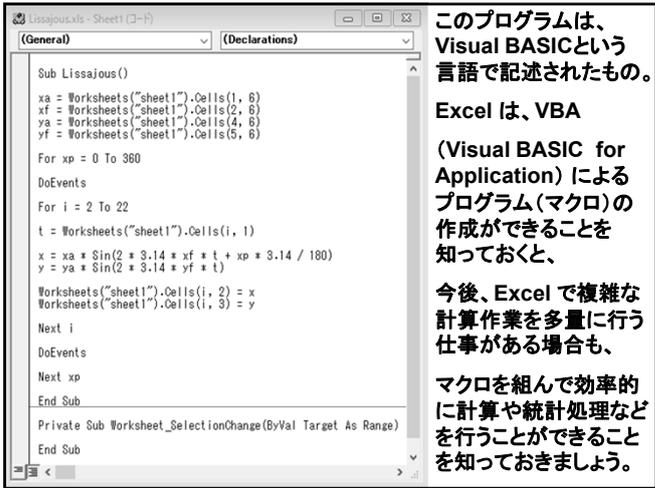
Lissajous.xls をダブルクリックすると、Excel が起動する。
表示タブをクリック。マクロメニューをクリック。



48



49



50

コード記入時には、大文字、小文字の区別は不要。VBAが自動的に大文字が必要な箇所は変換してくれる。重要な部位のコードは、自動的に青色に変化する。

Sub 関数名() ~ End Sub

Sub は、サブルーチン(プログラムの一部、関数)を記述する範囲を設定するコード。関数名は自由に付けられる。

Sub 関数名() と End Sub の間に、実行したいプログラムを書く。

Worksheets ("sheet 1") . Cells (1 , 6)

エクセル ワークシートの sheet 1 のセル(1,6) の値を指す関数。Cells は(たて、よこ)の順に座標を記述するので、混乱しないように。

Cells (i , j) = 上から i 番目で、左から j 番目 のセルの値

51

```

xa = Worksheets ("sheet1") . Cells ( 1 , 6 )
xf = Worksheets ("sheet1") . Cells ( 2 , 6 )
ya = Worksheets ("sheet1") . Cells ( 4 , 6 )
yf = Worksheets ("sheet1") . Cells ( 5 , 6 )

```

xa に、セル (1 , 6) つまり セル F1 に書いた値を入れる。
 xf に、セル (2 , 6) つまり セル F2 に書いた値を入れる。
 ya に、セル (4 , 6) つまり セル F4 に書いた値を入れる。
 yf に、セル (5 , 6) つまり セル F5 に書いた値を入れる。

xa に 交流 X の 振幅が代入される。
 xf に 交流 X の 周波数が代入される。
 ya に 交流 Y の 振幅が代入される。
 yf に 交流 Y の 周波数が代入される。

52

セルE1に X amplitude と入力、F1に 1 と入力。(Xの振幅)
 セルE2に X frequency と入力、F2に 50 と入力。(Xの周波数)
 セルE4に Y amplitude と入力、F4に 1 と入力。(Yの振幅)
 セルE5に Y frequency と入力、F5に 100 と入力。(Yの周波数)

	A	B	C	D	E	F
1	t	X	Y		X amplitude	1
2	0.000	-0.003	0.000		X frequency	50
3	0.001	0.306	0.588			
4	0.002	0.585	0.951		Y amplitude	1
5	0.003	0.807	0.951		Y frequency	100
6	0.004	0.950	0.589			

53

セルF5の Y frequency の値 (Yの周波数) に、違う数値(25、50、150など)を入力して、リサージュ曲線がどのように変化するか観察して下さい。

54

```
For xp = 0 To 360
```

```
Next xp
```

For ~ Next 文

変数 xp (ここでは、交流 X の位相 phase) を 0° から 360° まで 1° 刻みで増加させながら For と Next の間に記述されたプログラムを繰り返し実行する文。

55

```
For xp = 0 To 360  
DoEvents
```

```
DoEvents  
Next xp
```

For ~ Next 文 の間に、DoEvents というコマンド (命令文) が記述されている。
これは、Excel の図表を再描画させる関数で、記述しないと、グラフの逐次変化が描画されず、リサージュ曲線の回転が観察できない。

56

```
For i = 2 To 22
```

```
Next i
```

変数 i (ここではワークシートの たての番号) を、2 から 22 まで 1 ずつ 増加させながら For と Next の間のプログラムを繰り返し実行する。

```
t = Worksheets("sheet1").Cells(i, 1)
```

変数 t (ここでは 時間(秒)) の値が 上から i 番目、左から 1 番目つまりカラム A のセルの値になる。

57

```
x = xa * Sin ( 2 * 3.14 * xf * t + xp * 3.14 / 180 )  
y = ya * Sin ( 2 * 3.14 * yf * t )
```

```
Worksheets ("sheet1"). Cells ( i , 2 ) = x  
Worksheets ("sheet1"). Cells ( i , 3 ) = y
```

変数 x (交流 X) の値を、xa, xf, xp から求め、
変数 y (交流 Y) の値を、ya, yf から求める。

求めた x, y の値を、それぞれ

カラム B (左から 2 番目) とカラム C (左から 3 番目) の、上から i 番目の セルに入力される。

58

```
For i = 2 To 22
```

```
t = Worksheets("sheet1").Cells(i, 1)
```

```
x = xa * Sin(2 * 3.14 * xf * t + xp * 3.14 / 180)  
y = ya * Sin(2 * 3.14 * yf * t)
```

```
Worksheets("sheet1").Cells(i, 2) = x  
Worksheets("sheet1").Cells(i, 3) = y
```

```
Next i
```

上記のコードが、xp が 1 ずつ増加するごとに実行され、カラム B とカラム C の上から 2 番目から 22 番目の数字が変化するたびに、グラフに表示されるリサージュ曲線が変化する。

59

今回作成したマクロは、
必要最低限の機能しか記述していないので、
VBA に興味のある人は、
工夫してマクロコードの改良を試みてください。

例: 自動的に X と Y の周波数比が変化していくマクロ、
曲線の色が変化するマクロ、
リサージュの立体的表示を行うマクロ、
など。

60

よくわかる

Microsoft
Excel
2019/2016/2013
マクロ/VBA

FOM出版書籍は
品質が高く
文字・専門用語
が読みやすい

No.1

本書はFOM出版の書籍のホームページ
よりダウンロードできます。

FOM出版 出版

ExcelのマクロとVBAを使って業務効率をアップしたい方におすすめ！
記述するプログラムの意味を1行ずつ丁寧に解説！
データの入力・検索・印刷処理などを取り入れた
臨床管理プログラムの作成を通して実践的なノウハウを習得！
学習成果を確認できる練習問題を多数収録！

本書はFOM出版の書籍のホームページ
よりダウンロードできます。

FOM出版

VBAを解説した
書籍やホームページ
は多数ある。
臨床検査技師は
数字データを多く扱う
職業なので、
VBAが使えると
仕事や研究が楽になる
場合が多い。
VBAで、かなり高度な
プログラムが作れます。