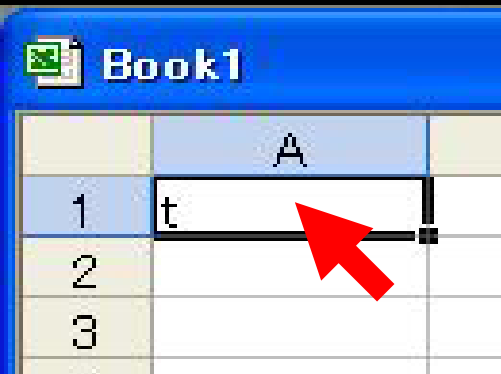
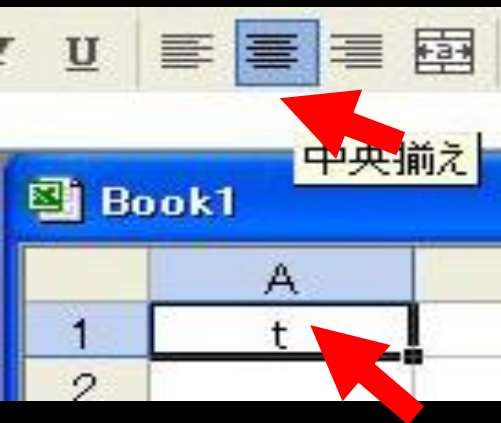


http://chtgkato3.med.hokudai.ac.jp/kougi/ME_practice/



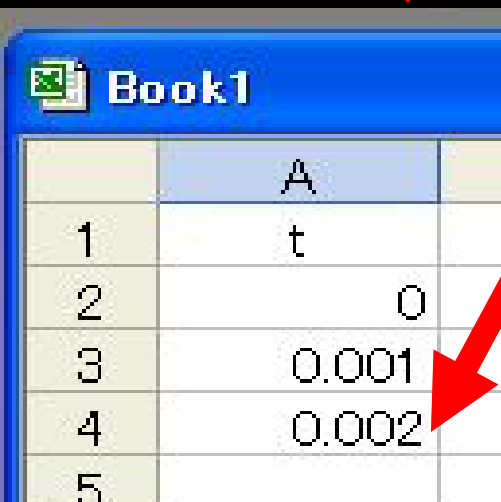
EXCEL でリサーチ曲線のシミュレーションを行う。

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。

Book1

	A
1	t
2	0
3	0.001
4	0.002
5	

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。

Book1

	A
1	t
2	0
3	0.001
4	0.002
5	

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。

Book1

	A
1	t
2	0
3	0.001
4	0.002
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	

Book1

	A
1	t
2	
3	0.001
4	0.002
5	0.003
6	0.004
7	0.005
8	0.006
9	0.007
10	0.008
11	0.009
12	0.01
13	0.011
14	0.012
15	0.013
16	0.014
17	0.015
18	0.016
19	0.017
20	0.018
21	0.019
22	0.02
23	

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)

桁が不揃いなので、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。

Book1

%, .00, .00, 小数点表示桁上げ

	A	B
1	t	
2	0.000	
3	0.001	
4	0.002	
5	0.003	
6	0.004	
7	0.005	
8	0.006	
9	0.007	
10	0.008	
11	0.009	
12	0.010	
13	0.011	
14	0.012	
15	0.013	
16	0.014	
17	0.015	
18	0.016	
19	0.017	
20	0.018	
21	0.019	
22	0.020	
23		

Book1

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000		
3	0.001		

カラムB、Cのセル1に、X、Yを入力。

Book1

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000		
3	0.001		

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。

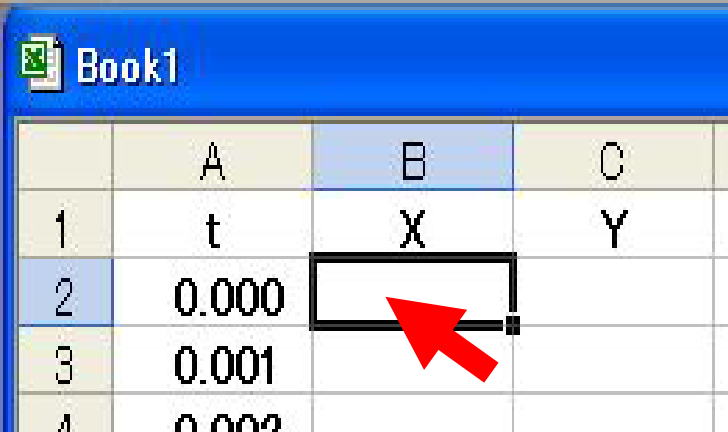
カラムB、Cのセル1が選択された枠が出る。

X

中央揃え

B	C
X	Y

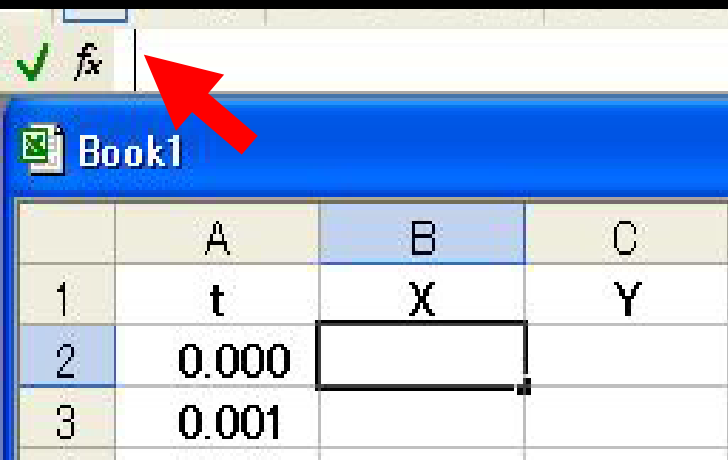
ツールバーの中央揃えボタンを押して
X、Yの文字をセルの中央に揃える。



Book1

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000		
3	0.001		
4	0.002		

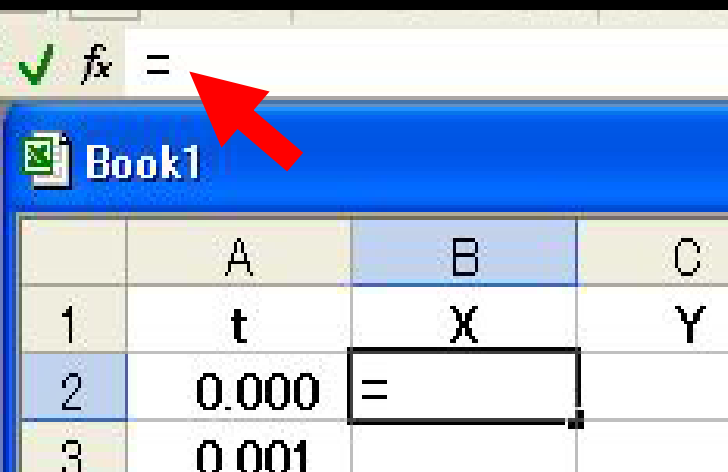
カラムBのセル2を 左クリックして
カラムBのセル2に 選択枠を表示させる。



Book1

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000		
3	0.001		

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。

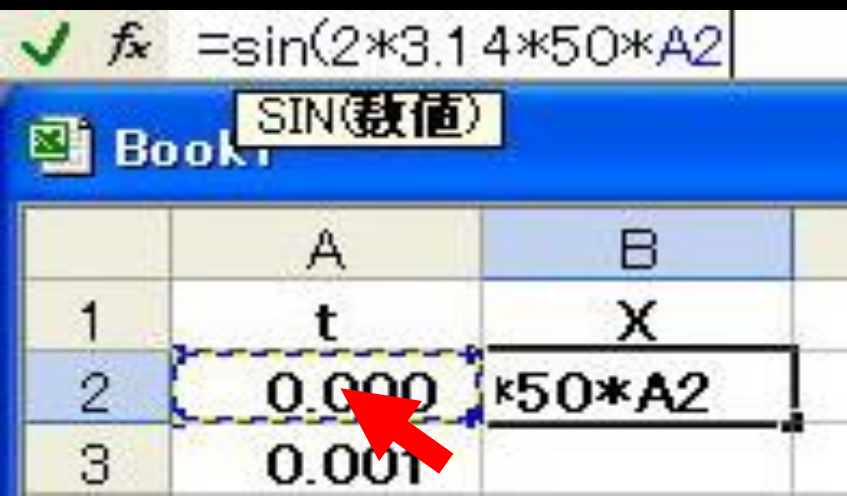


Book1

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	=	
3	0.001		

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。



最後に、キーボード上の Enter キー
を押して、関数入力の終了。

fx

Book1

	A	B
1	t	X
2	0.000	0
3	0.001	
4	0.002	

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)

fx =SIN(2*3.14*50*A2)

Book1

	A	B
1	t	X
2	0.000	0
3	0.001	

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。

fx =SIN(2*3.14*50*A2)

Book1

	A	B
1	t	X
2	0.000	0
3	0.001	

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。

Book1

	A	B	B	B
1	t	X	X	X
2	0.000	0	0	0.000
3	0.001		0.30887	0.309
4	0.002		0.58753	0.588
5	0.003		0.80874	0.809
6	0.004		0.95086	0.951
7	0.005		1	1.000
8	0.006		0.95135	0.951
9	0.007		0.80967	0.810
10	0.008		0.58882	0.589
11	0.009		0.31038	0.310
12	0.010		0.00159	0.002
13	0.011		-0.3074	-0.307
14	0.012		-0.5862	-0.586
15	0.013		-0.8078	-0.808
16	0.014		-0.9504	-0.950
17	0.015		-1	-1.000
18	0.016		-0.9518	-0.952
19	0.017		-0.8106	-0.811
20	0.018		-0.5901	-0.590
21	0.019		-0.3119	-0.312
22	0.020		-0.0032	-0.003

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。

桁が不揃いなので、
ツールバーの桁揃えボタンで
桁を揃える。

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

 Book1

	A	B
1	t	X
2	0.000	0.000
3	0.001	0.309
4	0.002	0.588

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

 Book1

	A	B
1	t	X
2	0.000	0.000
3	0.001	0.309
4	0.002	0.588
5	0.003	0.809

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.

Book1

	A	B
1	t	X
2	0.000	0.000
3	0.001	0.309
4	0.002	0.588
5	0.003	0.809

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。

Book1

	A	B
1	t	X
2	0.000	0.000
3	0.001	0.309
4	0.002	0.588
5	0.003	0.809

次に、キーボード上のコントロールキー(Ctrl)

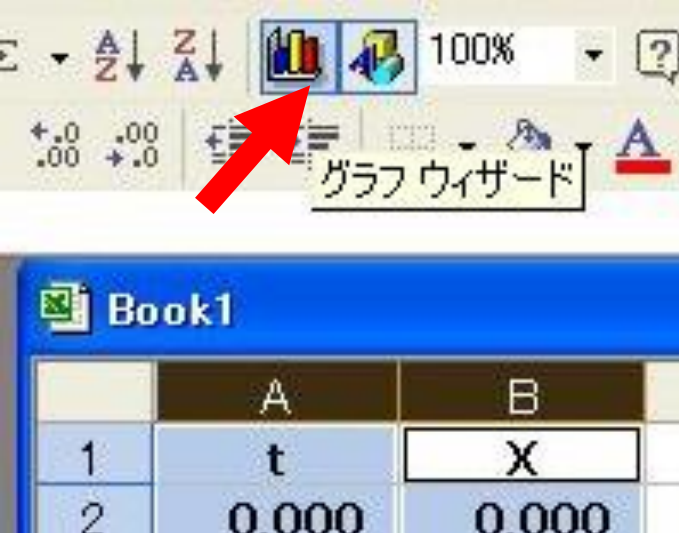
(キーボードの左下または右下にある)を

押したまま、

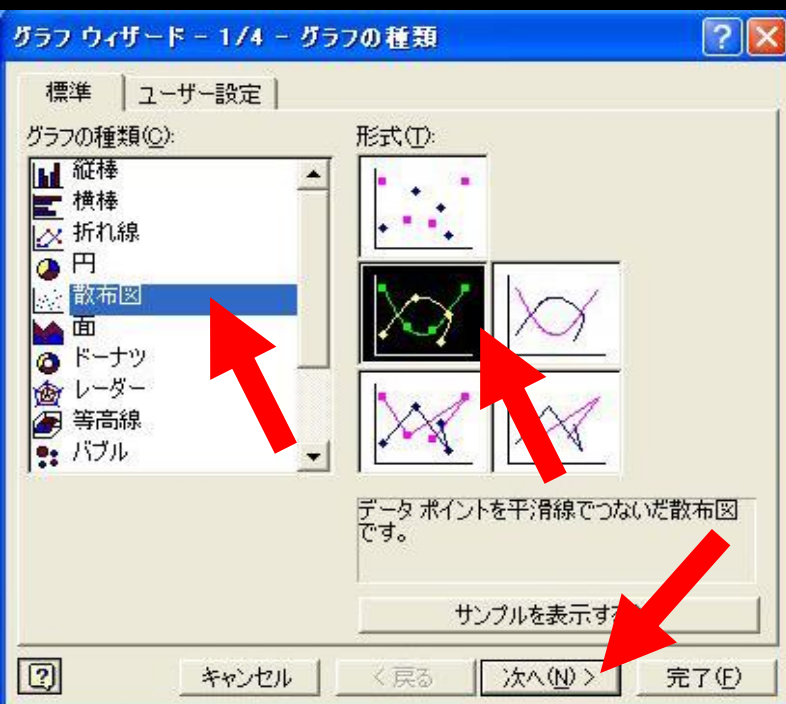
カラムBの、Bと表示したセルを左クリックする。

カラムB全体にも、選択枠が表示される。

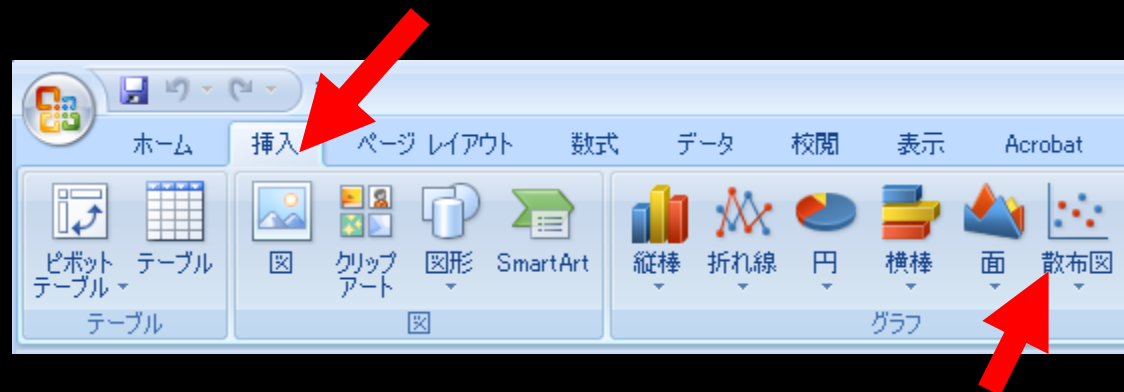
これで、カラムAとカラムBが選択された状態になる (空色で表示される)。



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。
 散布図、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。



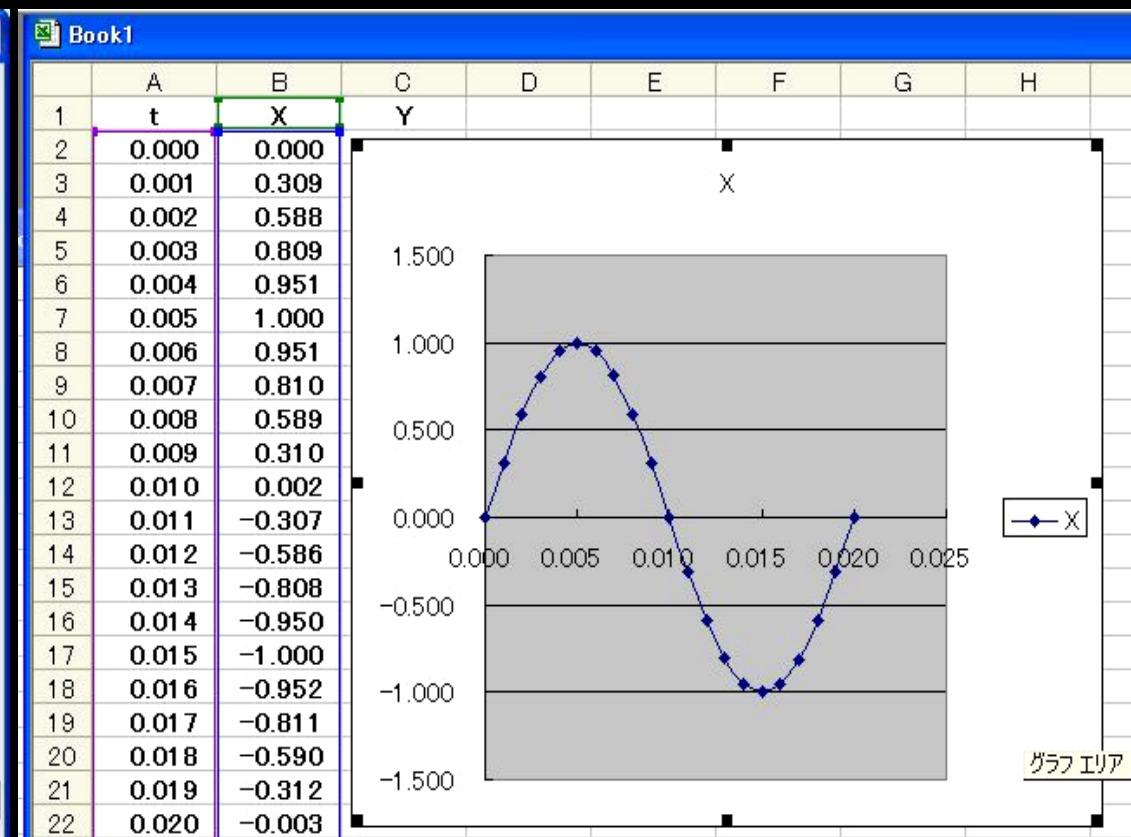
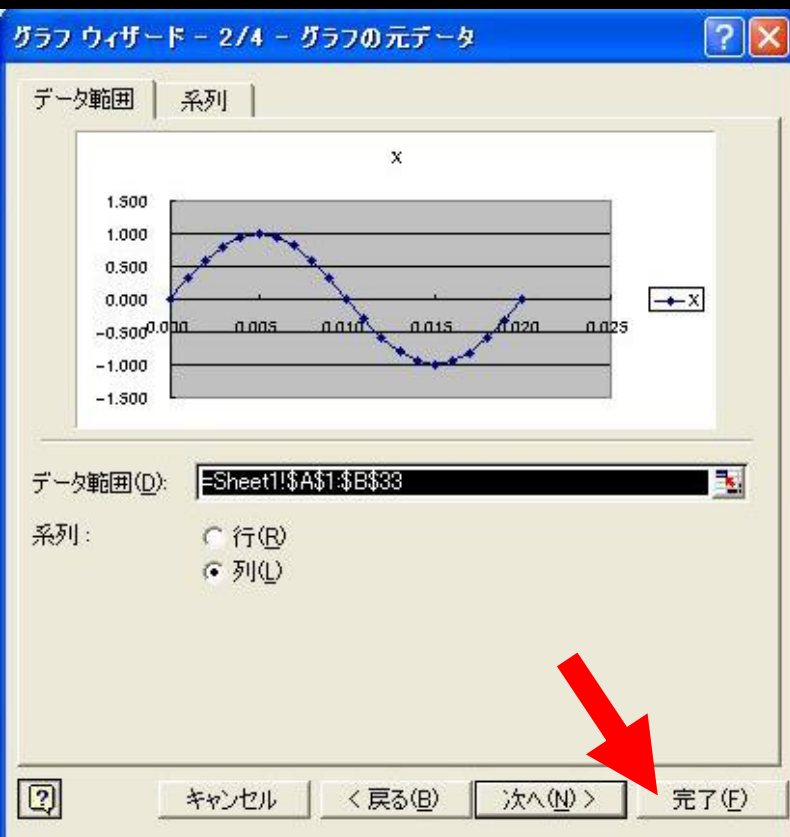
Excel 2007 では、挿入タブを開くと
 散布図のアイコンがでる。



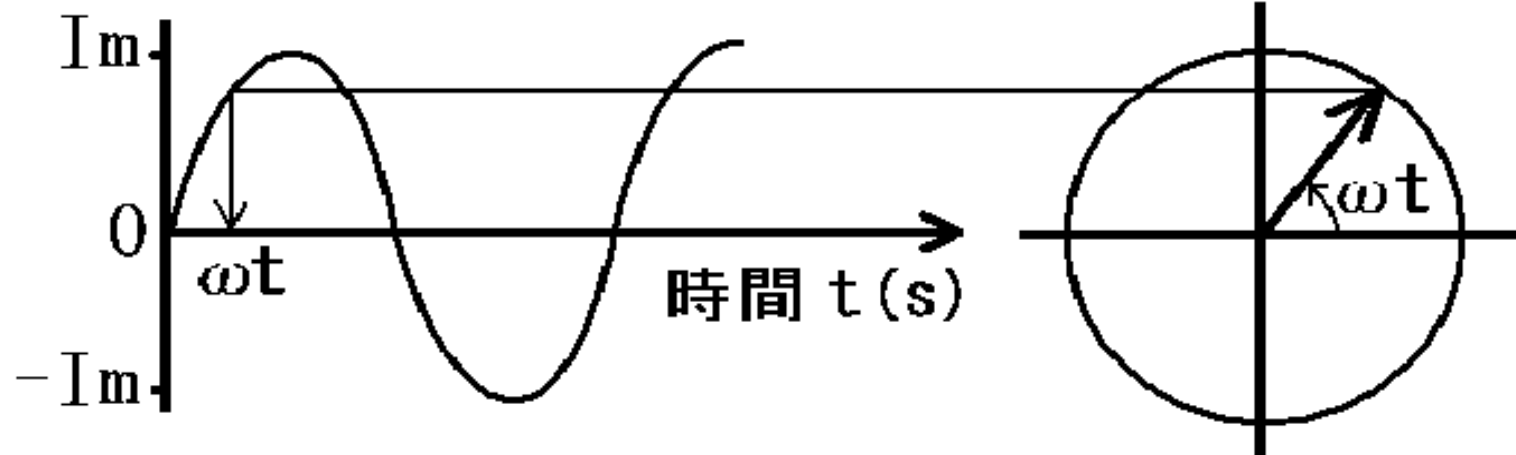
グラフィウィザードのダイアログの完了ボタンを左クリックする。

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。



交流電流 I



$$I = I_m \sin \omega t$$

I_m : 交流電流の最大値。

ω (オメガ) : 角速度。

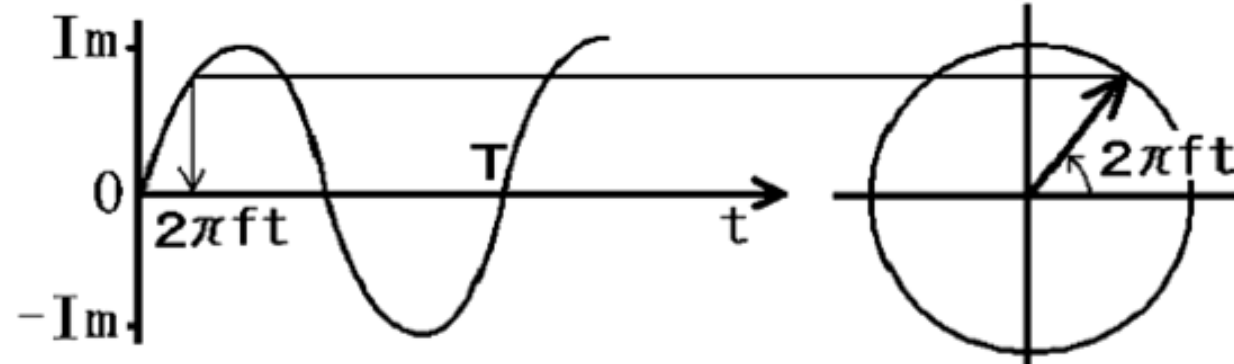
交流を円運動の射影と考えた場合の
1秒間に回転する角度。

50Hzの交流では、1秒に50回転する
円運動の射影と考えて、

$$\omega = 2\pi \times 50 \text{ (rad/s)}$$

(rad: ラジアン。360度 = 2π rad)

交流電流 I



$$I = I_m \sin(2\pi f t)$$

$$I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T} t\right)$$

f (frequency): 周波数。1秒間の波の数。

東日本の交流周波数は $f = 50 \text{ Hz}$ (ヘルツ、Hertz)。

交流を円運動の射影と考えると、fは1秒間の回転数。

角速度 ω (1秒間の回転角度) との関係は、 $\omega = 2\pi f$

$$f = \frac{\omega}{2\pi}$$

T: 周期 (サイクル)。波1個が通過する時間。

交流を円運動の射影と考えると、Tは1回転する時間。

50Hzの交流では、1秒に50個の波が通過するので、
波1個の通過時間は $T = 1/50$ 秒。

周波数 f との関係は、 $f = 1/T$ $T = 1/f$

ω 、T、f の関係式

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

周波数 f (Hz) ($\text{Hz} = 1/\text{sec}$)、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、整頓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

$$\text{1秒間の回転角度 } \omega \text{ (rad/sec)} = 2\pi \text{ (rad)} \times f \text{ (1/sec)}$$

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。

$$\text{1秒間に存在する波の数 } f \times \text{波が1個通る秒数 } T = 1$$

Book1

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	0.000	
3	0.001	0.309	
4	0.002	0.588	

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)

Book1

SIN(数値)

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	0.000	.14*50*
3	0.001	0.309	

カラムCにも周波数 50Hz の正弦波を
入力する。

Book1

SIN(数値)

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	0.000	*50*A2
3	0.0	0.309	

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。

Book1

SIN(数値)

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	0.000	0
3	0.001	0.309	

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。

Book1			
	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	0.000	0.000
3	0.001	0.309	0.309
4	0.002	0.588	0.588
5	0.003	0.809	0.809
6	0.004	0.951	0.951
7	0.005	1.000	1.000
8	0.006	0.951	0.951
9	0.007	0.810	0.810
10	0.008	0.589	0.589
11	0.009	0.310	0.310
12	0.010	0.002	0.002
13	0.011	-0.307	-0.307
14	0.012	-0.586	-0.586
15	0.013	-0.808	-0.808
16	0.014	-0.950	-0.950
17	0.015	-1.000	-1.000
18	0.016	-0.952	-0.952
19	0.017	-0.811	-0.811
20	0.018	-0.590	-0.590
21	0.019	-0.312	-0.312
22	0.020	-0.003	-0.003
23			

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
カラムC の数字の桁を揃える。



fx =SIN(2*3.14*50*A2)

Book1

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	0.000	0.000

fx =SIN(2*3.14*50*A2)

Book1

	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	=SIN(2*3.14*50*A2)	0.000

fx =SIN(2*3.14*50*A2+90*3.14/180)

Book1

	A	B	C	D
1	t	X	Y	
2	0.000	=SIN(2*3.14*50*A2+90*3.14/180)	0.000	

fx =SIN(2*3.14*50*A2+90*3.14/180)

Book1

	A	B	C	D
1	t	X	Y	
2	0.000	=SIN(2*3.14*50*A2+90*3.14/180)	0.000	

カラム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)

Book1

	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。

Book1

	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

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	0.951	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

カラム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.

Book1

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

カラムB、C の数字をグラフで確かめる。

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。

Book1

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

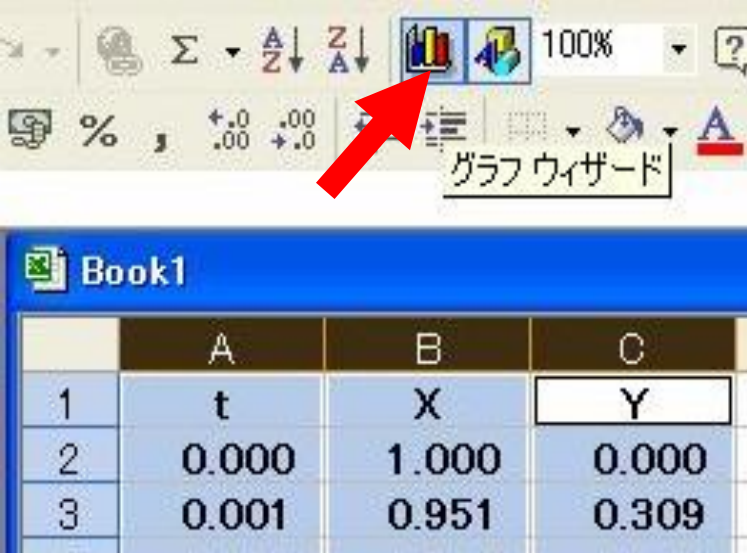
次に、キーボード上のコントロールキー(Ctrl)
(キーボードの左下または右下にある)を
押したまま、

Book1

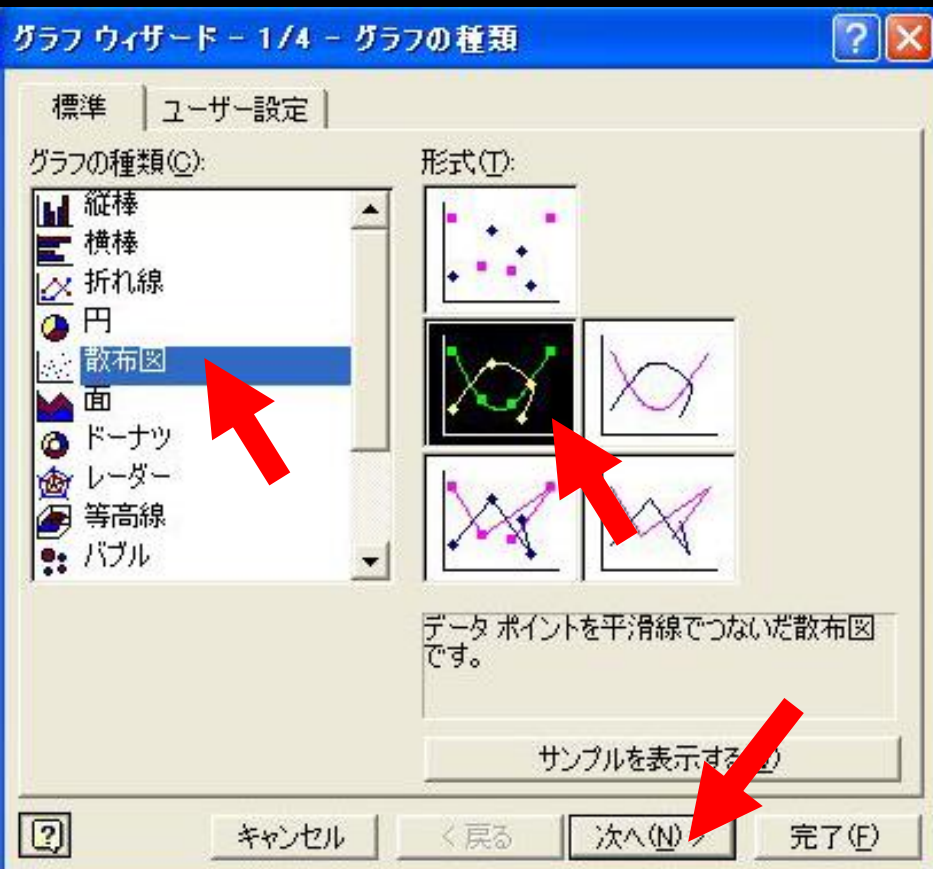
	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	1.000	0.000
3	0.001	0.951	0.309

カラムBの、Bと表示したセルと、
カラムCの、Cと表示したセルを左クリックする。
カラムBとC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 とカラム C が
選択された状態（空色で表示）になる。



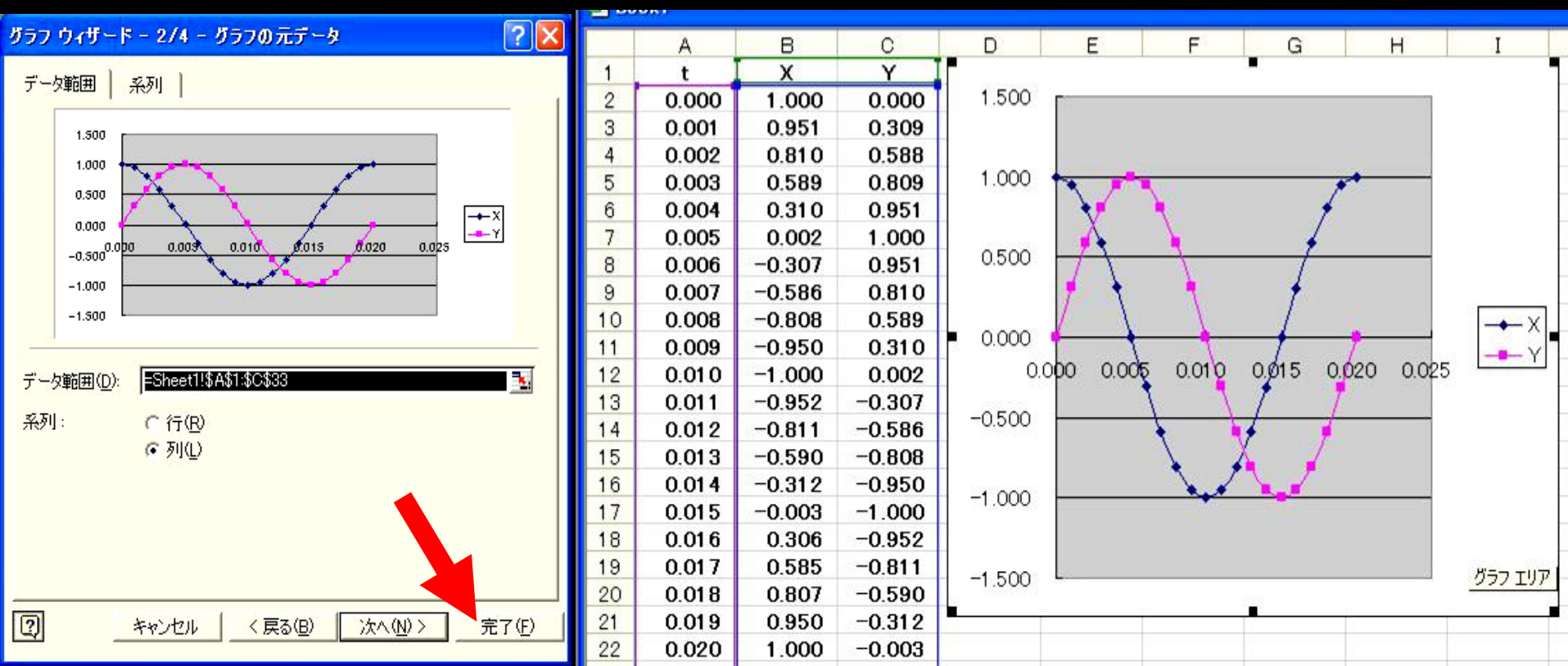
カラムAとカラムB とカラム C が
選択された状態で、
ツールバー の グラフウィザードボタン を
左クリックする。



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。

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 A (時間 t : 0 ~ 0.02 秒)、
縦軸が カラム B (X : 周波数 50 Hz の 余弦波) と、
カラム C (Y : 周波数 50 Hz の 正弦波) が 描画される。



Book1

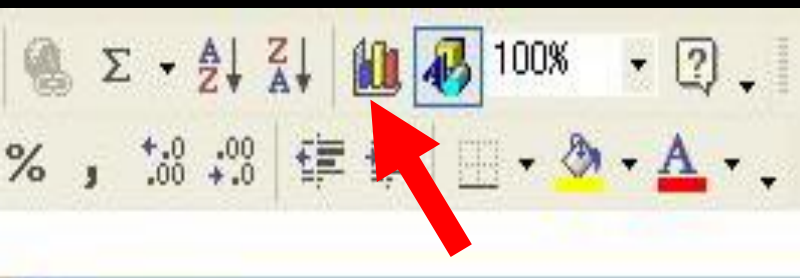
	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	1.000	0.000
3	0.001	0.951	0.309

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

Book1

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

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

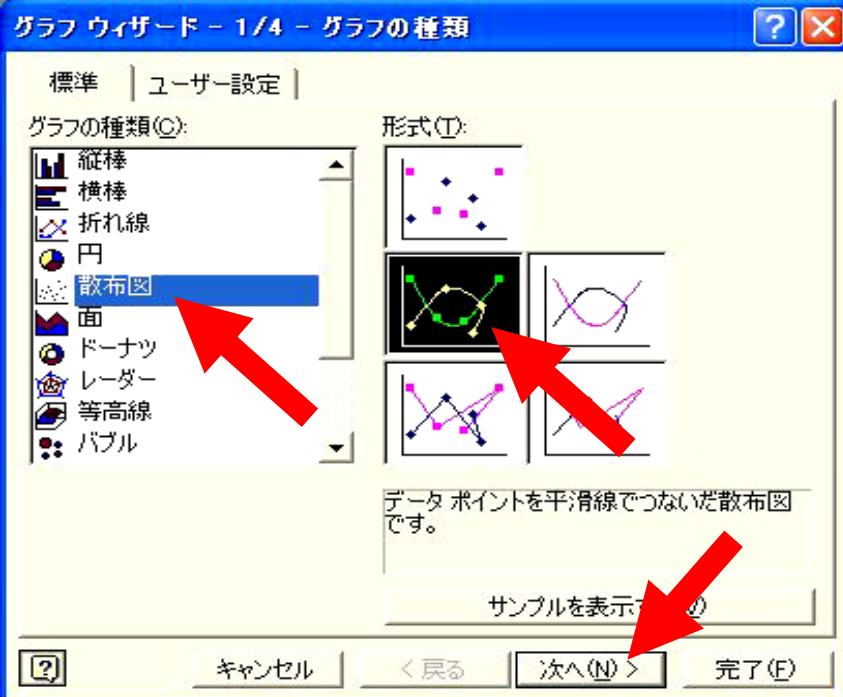


次に、Ctrl キーを押しながら、
カラム C の Cと記述されたセルを
左クリックして、カラム C 全体も選択.

Book1

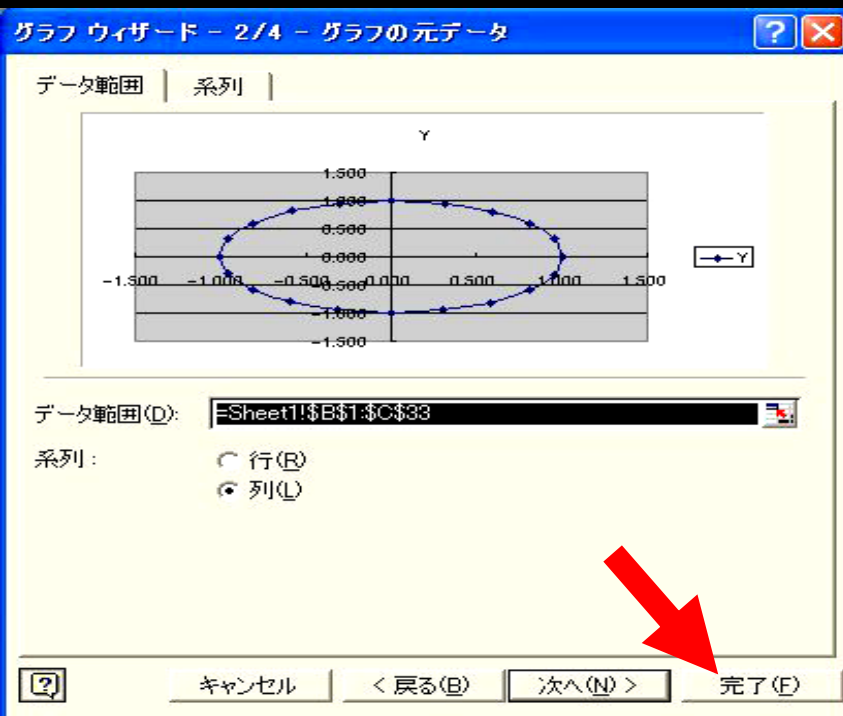
	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	1.000	0.000
3	0.001	0.951	0.309

グラフィック ウィザード ボタンを
左クリックする.



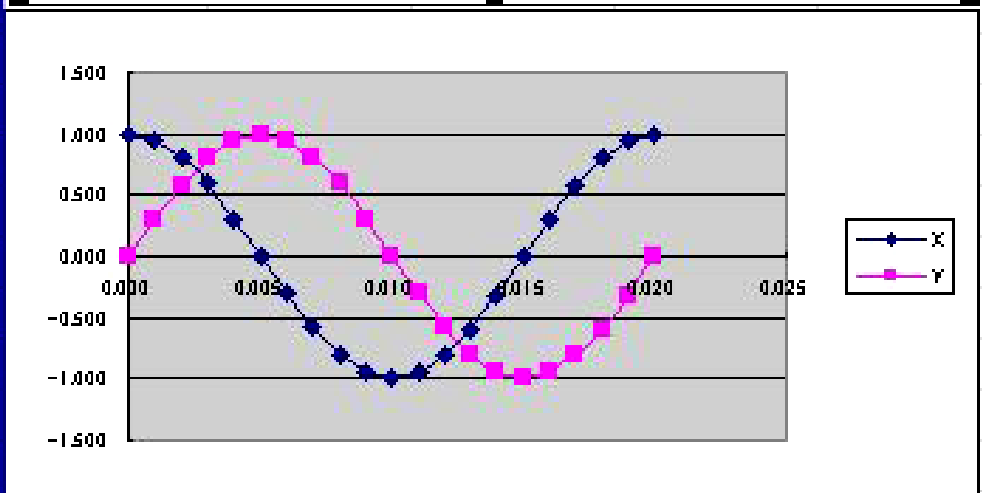
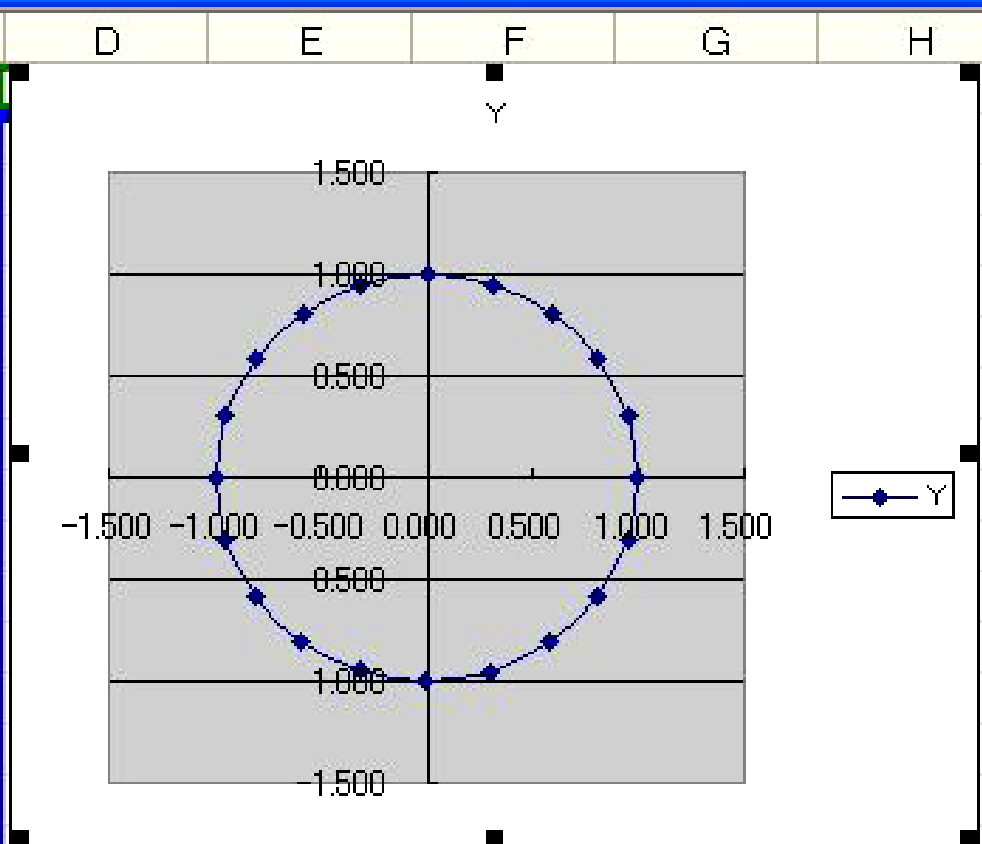
グラフ ウィザード の ダイアログ
が表示される。

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。

	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
23			
24			
25			
26			



横軸 X が 余弦波 $X = \cos(2\pi f t) = \sin(2\pi f t + 90^\circ)$

縦軸 Y が 正弦波 $Y = \sin(2\pi f t)$

の リサーチ曲線 は、円 になる。

$\{\cos(2\pi f t)\}^2 + \{\sin(2\pi f t)\}^2 = 1$ なので、

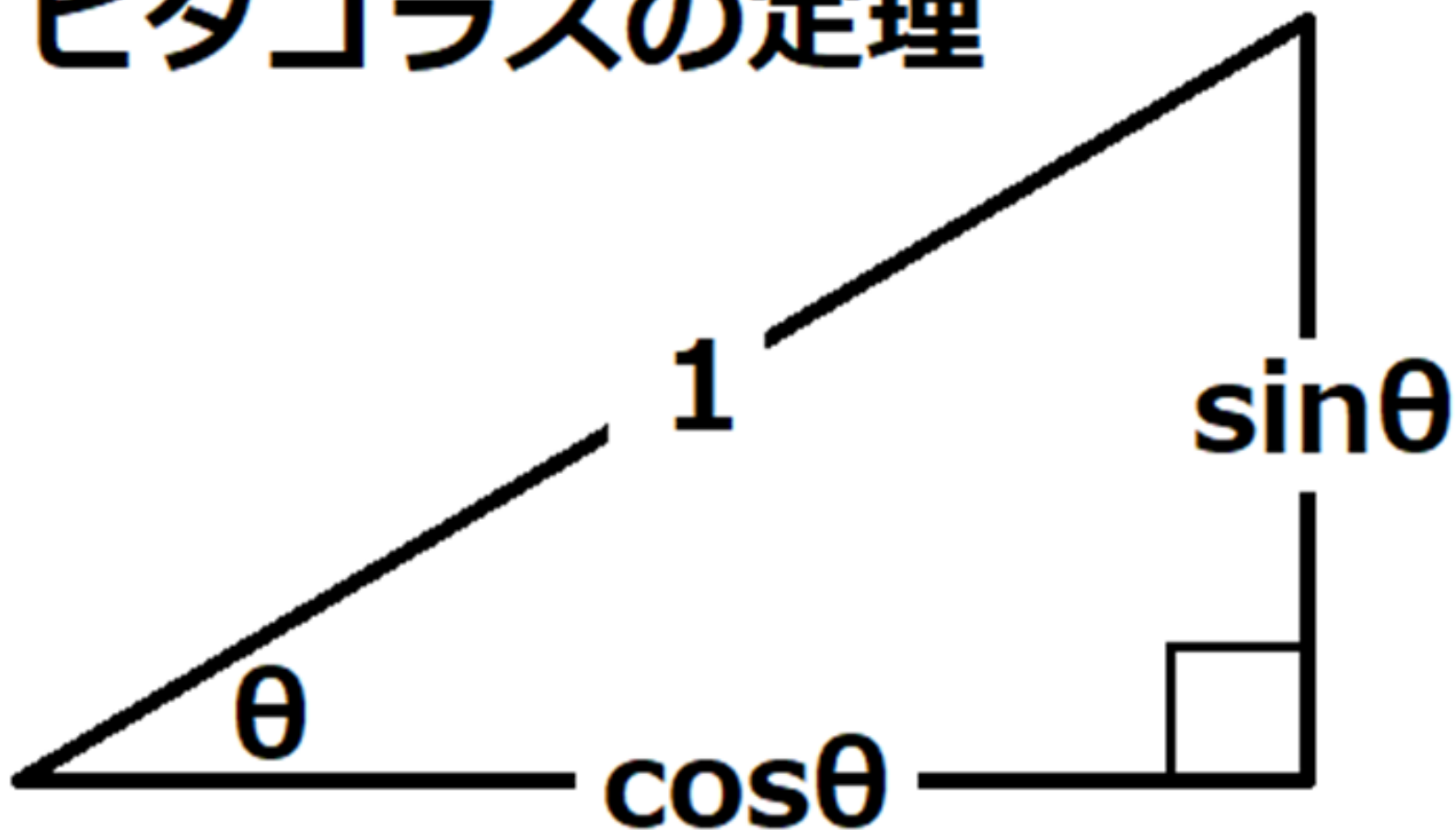
$$X^2 + Y^2 = 1 = 1^2$$

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、リサーチ曲線は、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度ずれていると判断できる。

ピタゴラスの定理



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

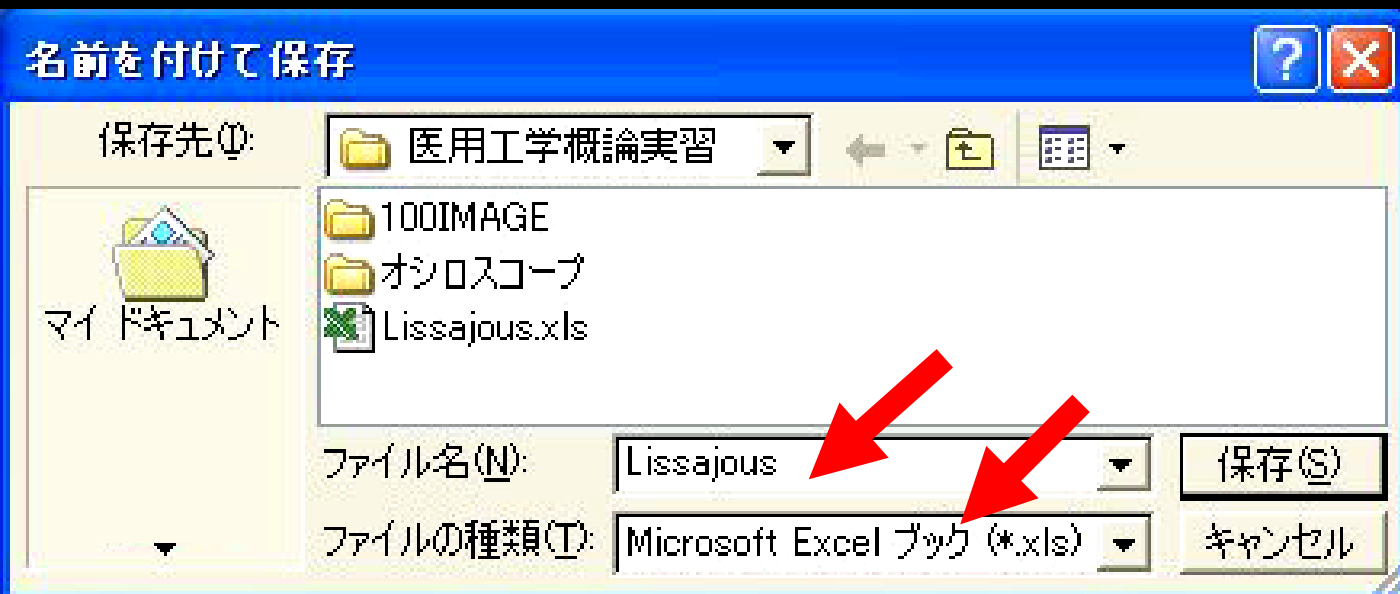


作成したワークシートを保存する。

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。



$f_x = \text{SIN}(2*3.14*50*A2+45*3.14/180)$

Lissajous.xls

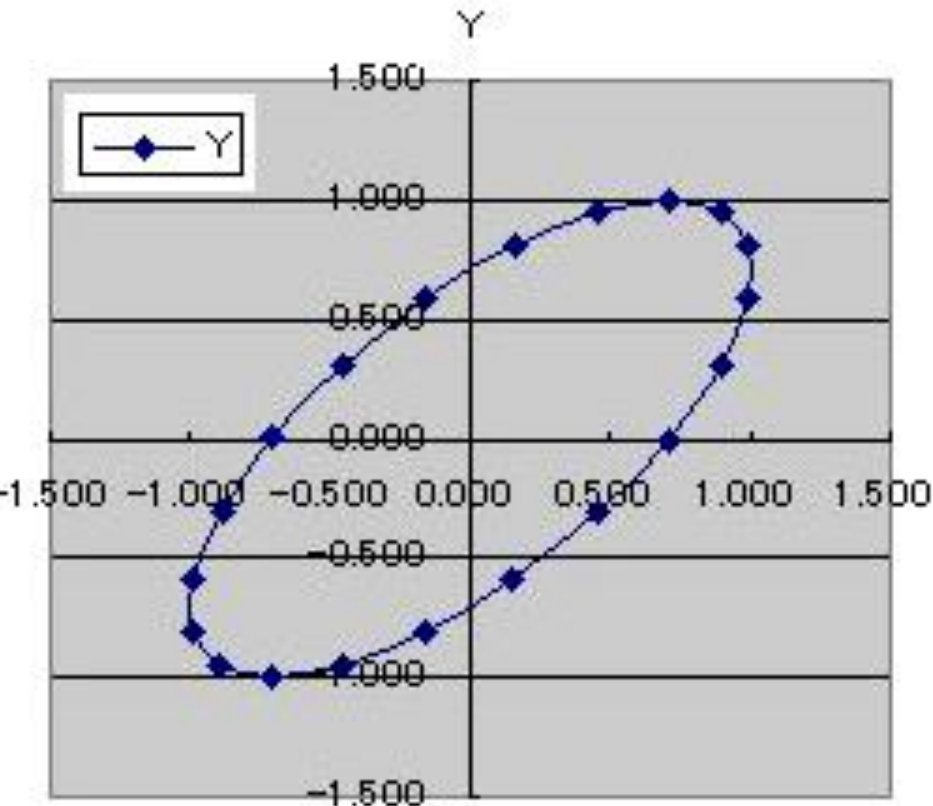
	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	$4/180)$	0.000
3	0.001	0.951	0.309

カラムB 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。

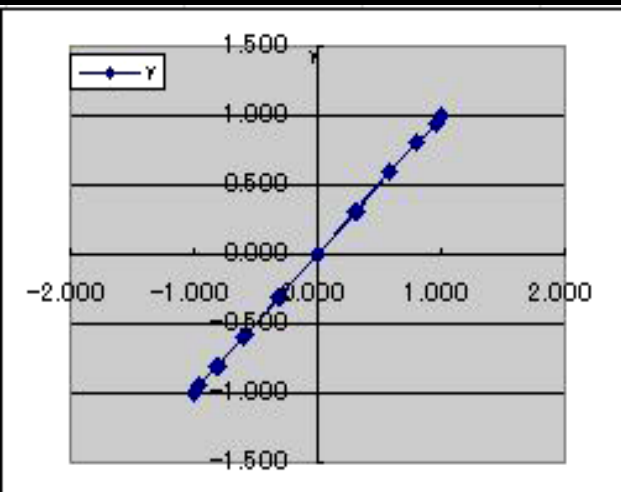
A2 の右を、 $+45*3.14/180$ と変更。
(閉じカッコ) の右側をクリックして
Enterキーを押して編集完了。
セルB2 から B22 まで 黒十字を
ドラッグ。

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。

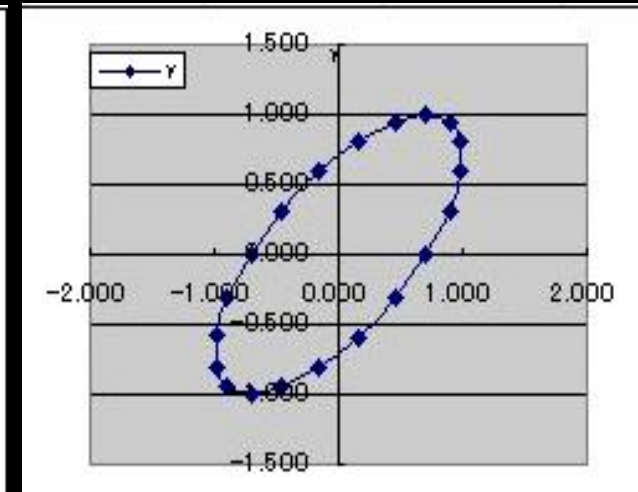


カラムB の 正弦波 X の 位相角 (ϕ)を 45° 刻みで 変化させて
リサージュ曲線が 変化する様子を観察して下さい。
リサージュ曲線の形状で 2つの交流信号の 位相ずれ が 測定できる
ことを理解して下さい。

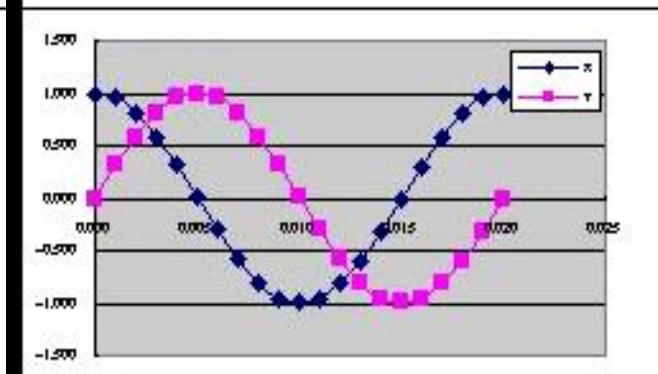
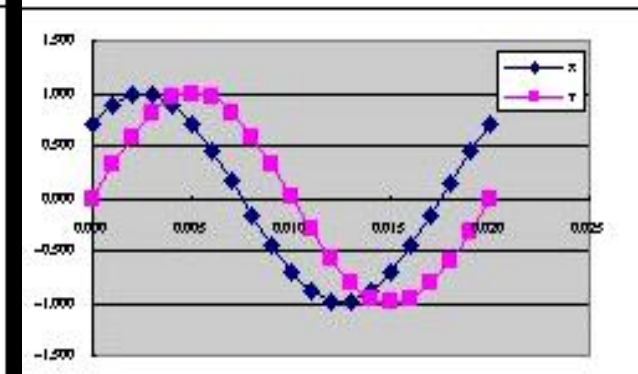
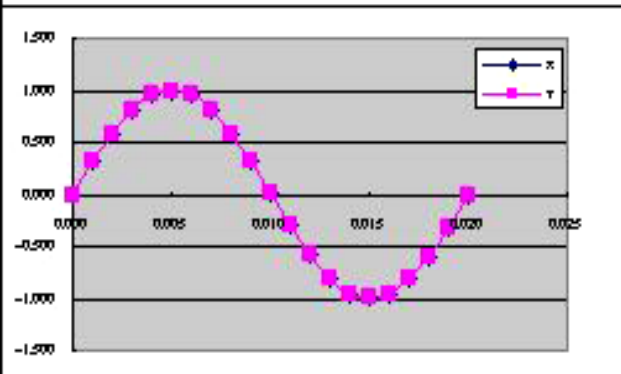
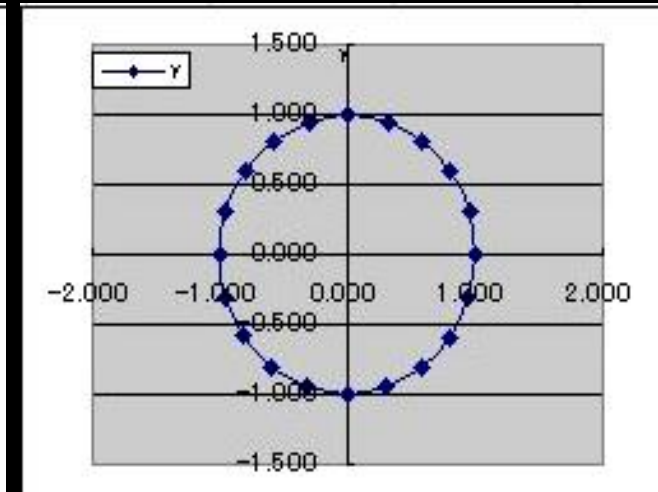
$\phi = 0^\circ$



$\phi = 45^\circ$

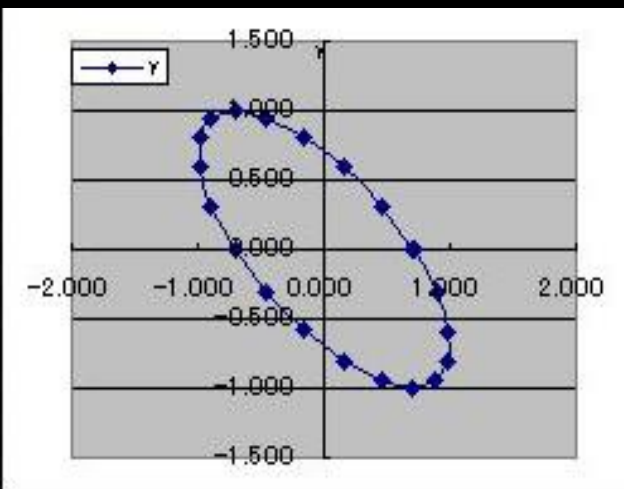


$\phi = 90^\circ$

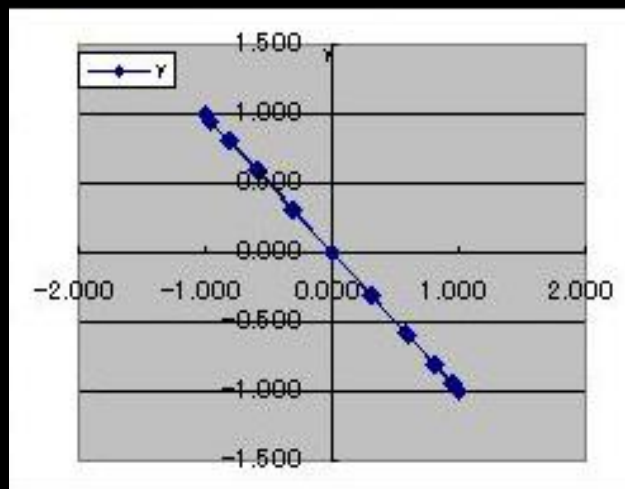


位相角 (ϕ) が 180° を越えると、
リサージュ曲線が もとの形状に戻っていく様子を観察してください。

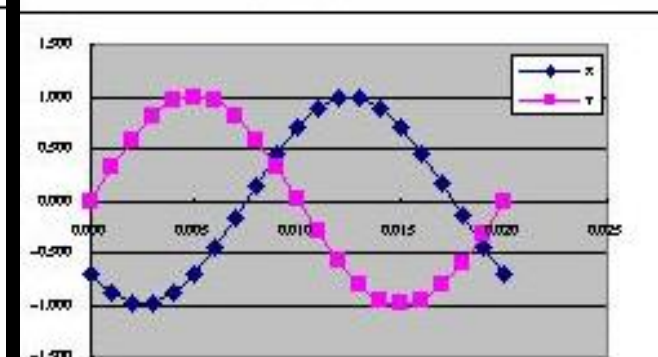
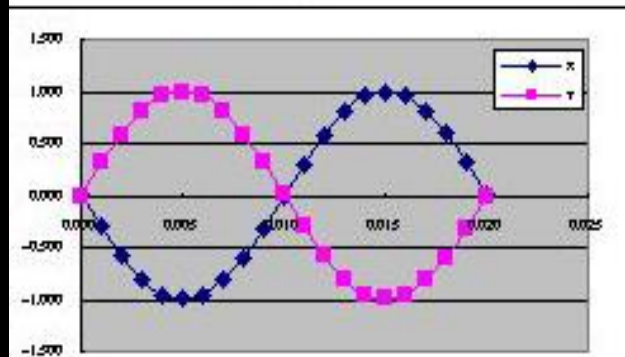
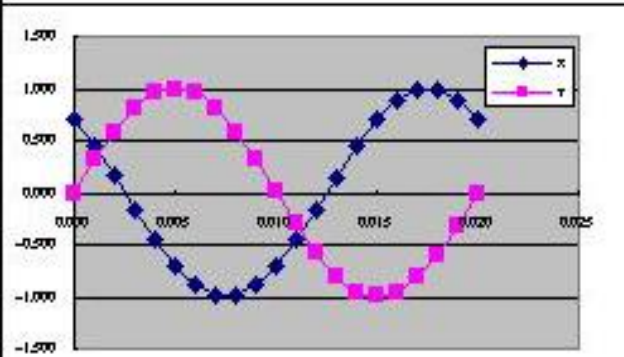
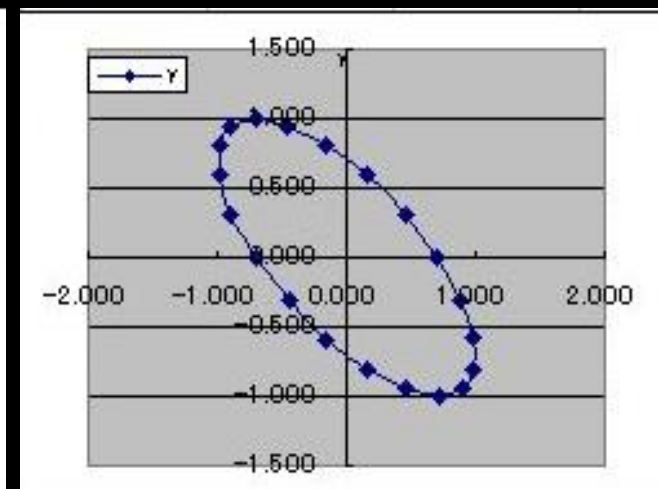
$\phi = 135^\circ$



$\phi = 180^\circ$



$\phi = 225^\circ$



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



Lissajous.xls

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

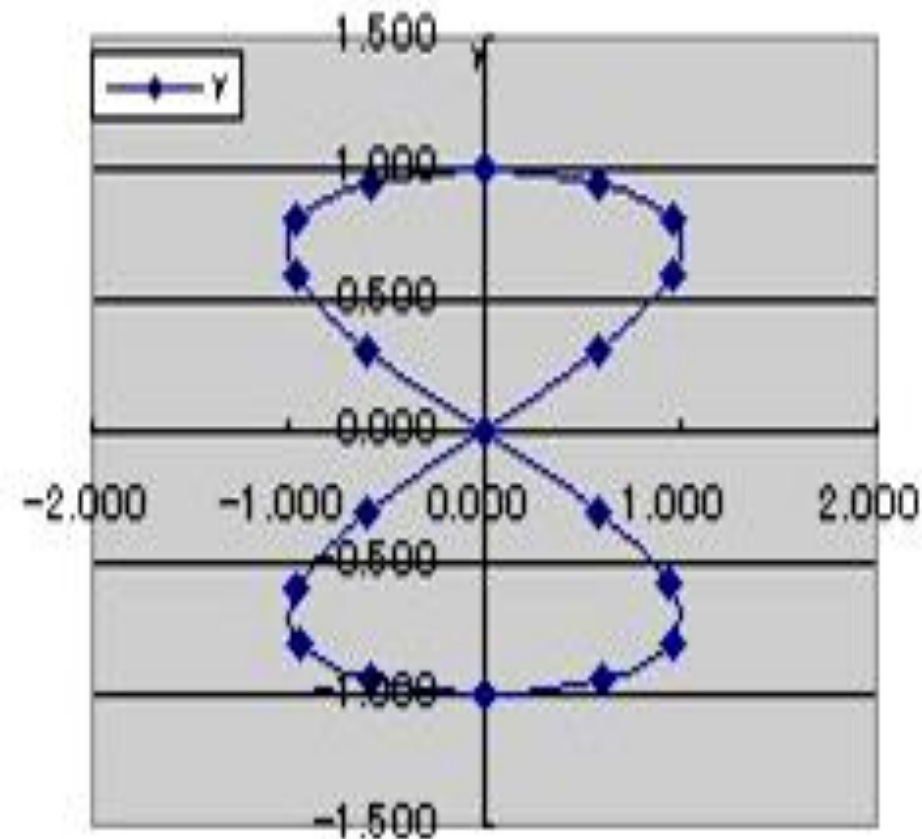
カラムB の関数 X を編集する。
(正弦波の位相差を 0° にして
周波数を 100 Hz にする.)

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。

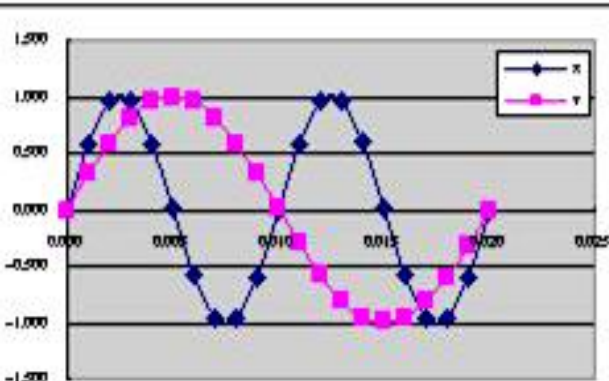
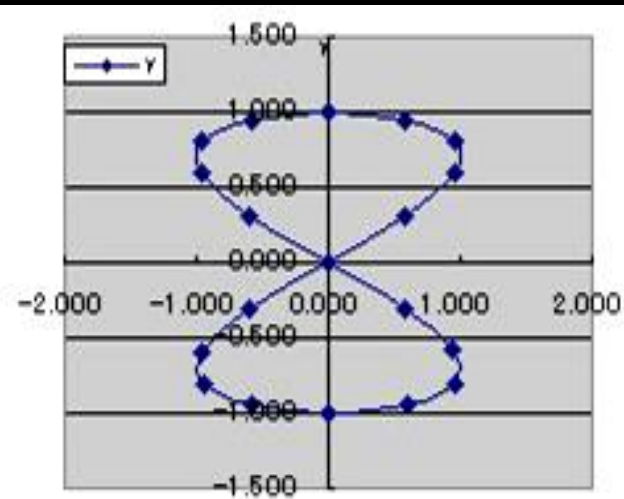
セルB2 から B22 まで 黒十字を
ドラッグ。

リサージュ曲線が
変化することを確認して下さい。

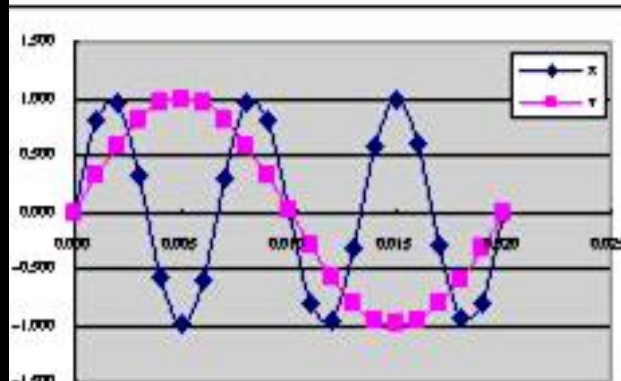
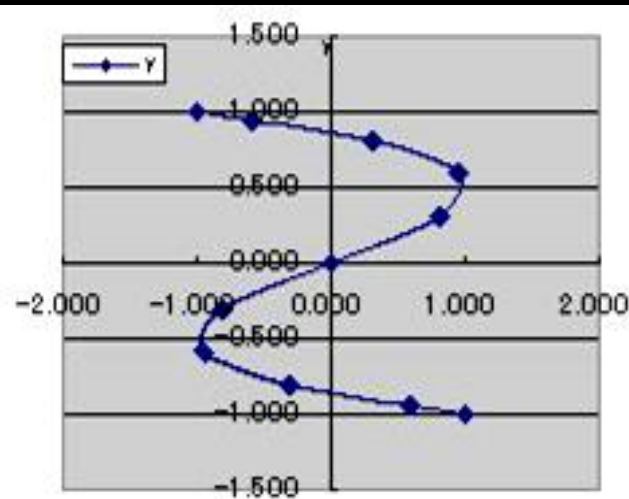


カラムB の 正弦波 x の 周波数 f を 50 Hz 刻みで 変化させて
リサーチ曲線が 変化する様子を観察して下さい。
リサーチ曲線の形状で 2つの交流信号の 周波数比 が 測定できる。

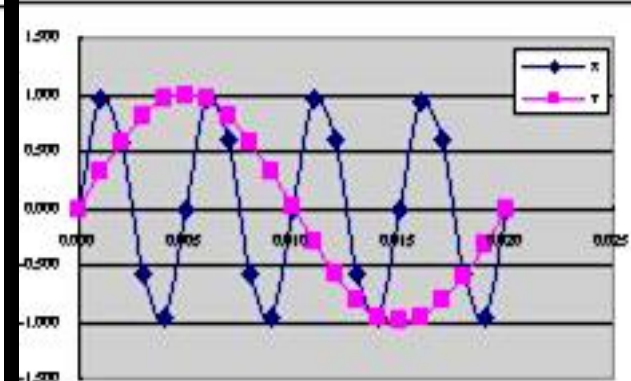
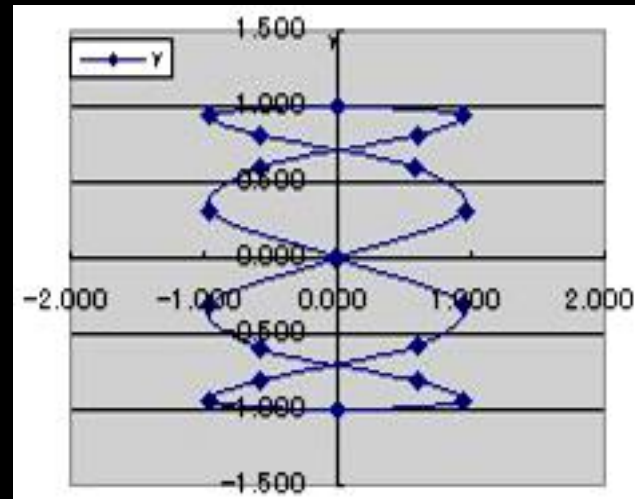
$f = 100 \text{ Hz}$



$f = 150 \text{ Hz}$

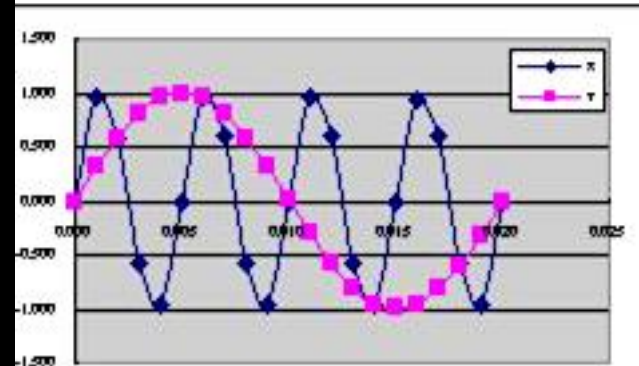
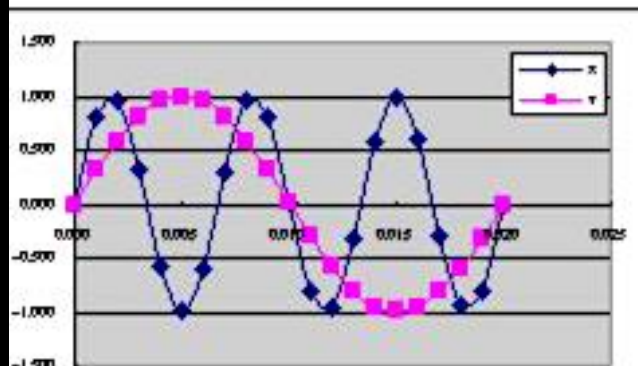
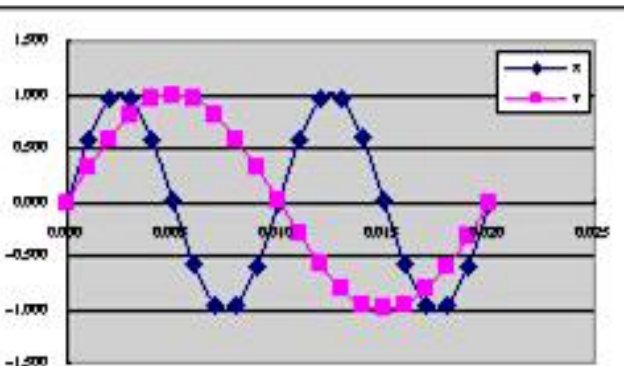
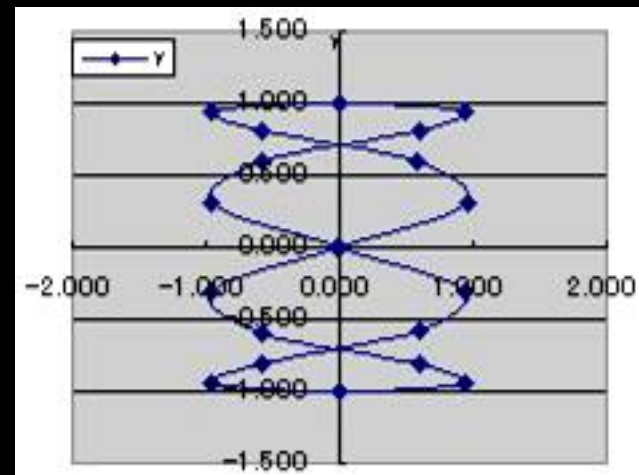
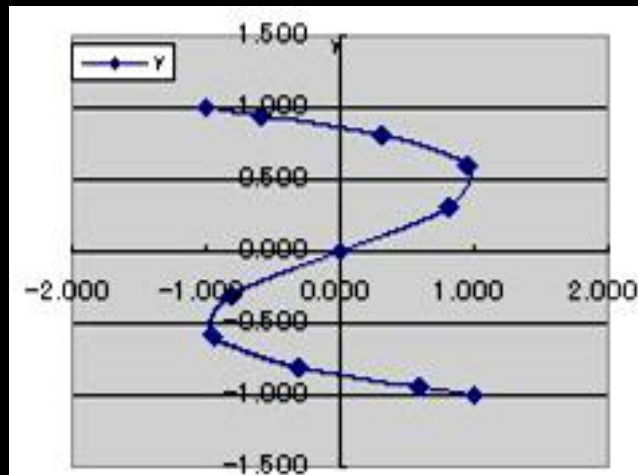
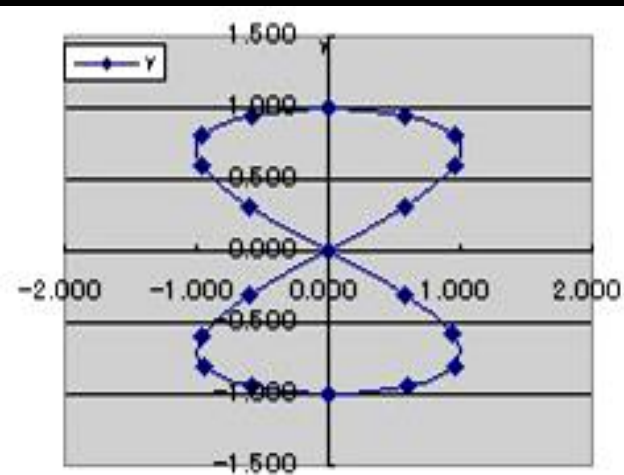


$f = 200 \text{ Hz}$



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.

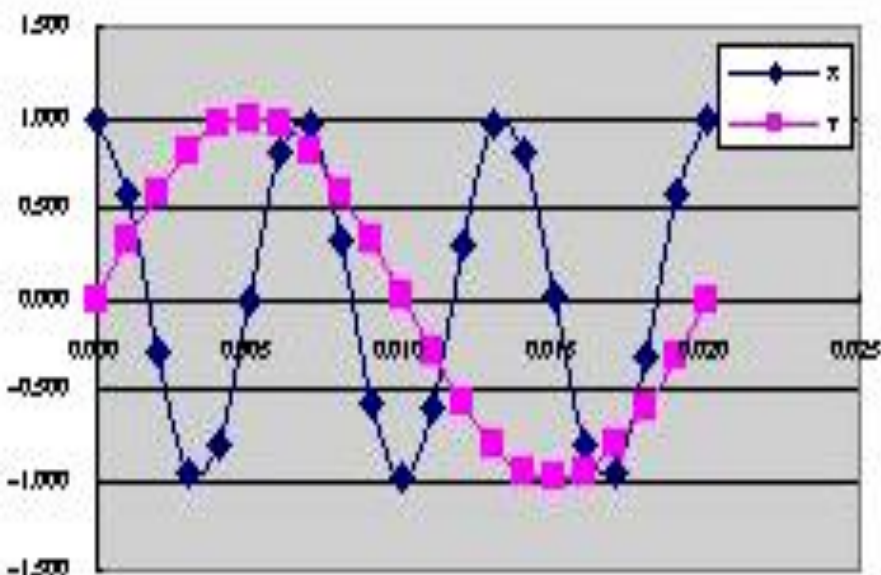
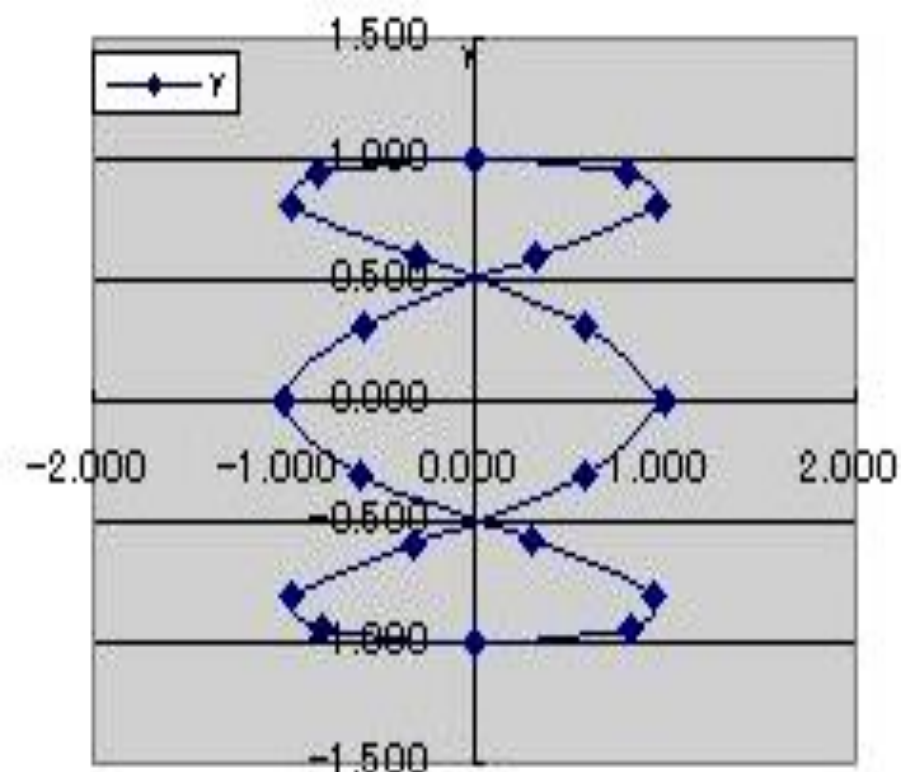


$$f_x = \text{SIN}(2 \times 3.14 \times 150 \times A2 + 90 \times 3.14 / 180)$$

Lissajous.xls

	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
 $f = 150 \text{ Hz}$ のリサージュ曲線は
 位相差が 0° の場合は、
 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。



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.

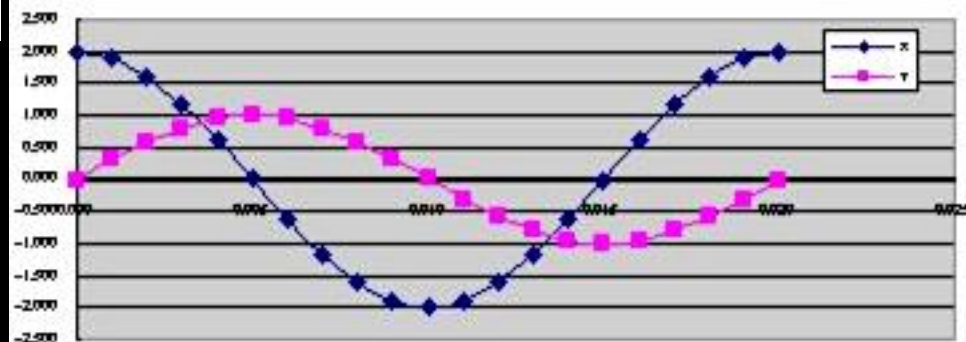
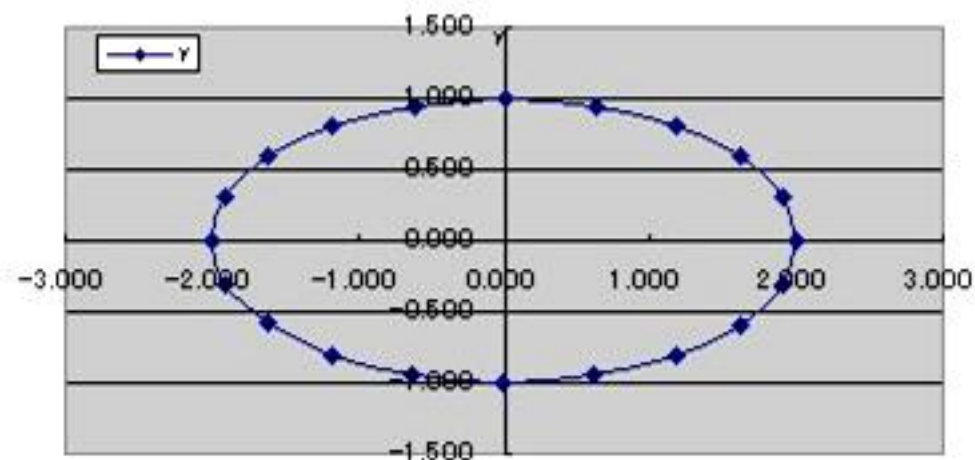
セルB2 から B22 まで 黒十字をドラッグ.

リサージュ曲線が変化することを確認して下さい.

$f_x = 2*\text{SIN}(2*3.14*50*A2 + 90*3.14/180)$

Lissajous.xls

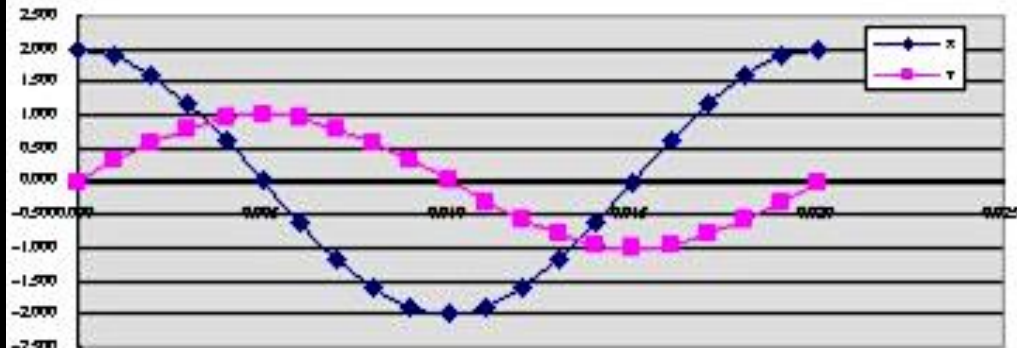
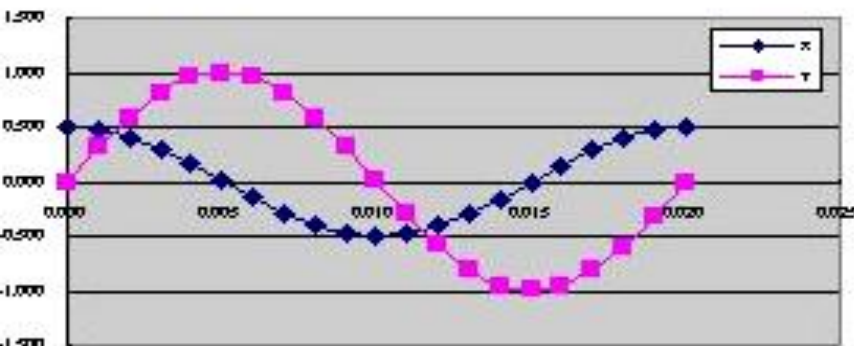
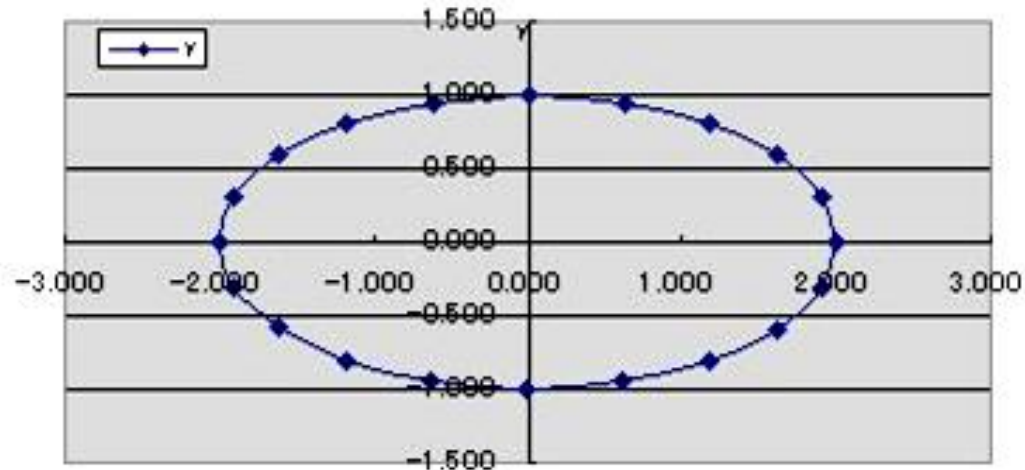
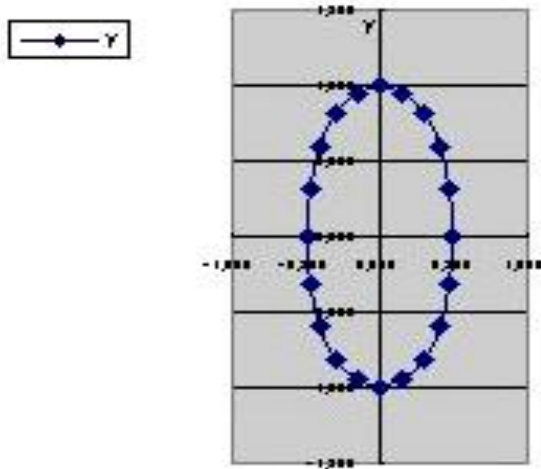
	A	B	C
1	t	X	Y
2	0.000	2.000	0.000

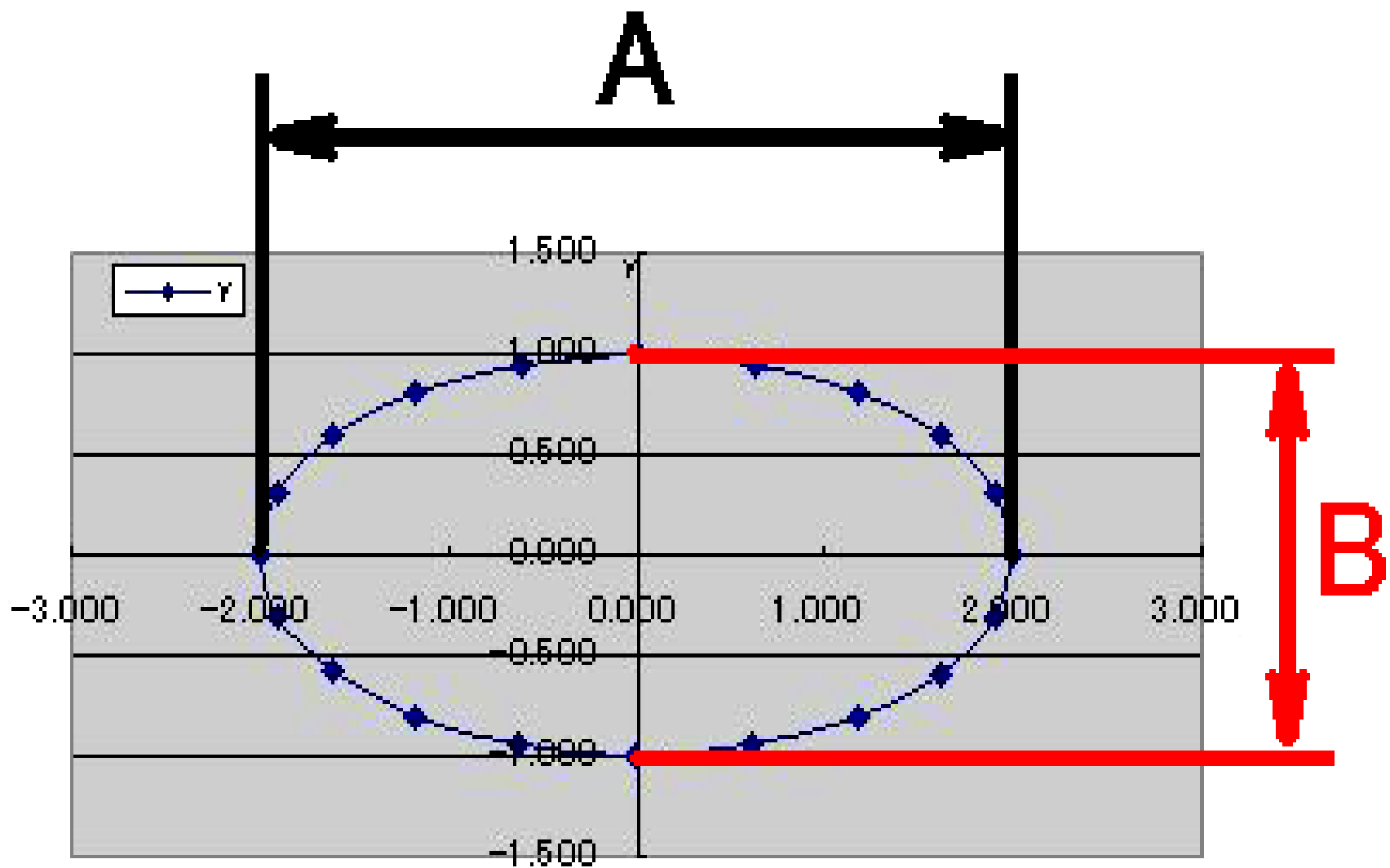


EXCEL のグラフ ウィザードは、自動的にデータ表示範囲をデータ幅で揃えてしまうので、一見、交流 X の振幅を変えてもリサージュ曲線が変化しないような印象を与えるが、X、Y 軸の目盛りの値に注目し、楕円に変化していることを理解して下さい。

X の 振幅 $A = 0.5$

$A = 2$





振幅比（信号電圧比）= A/B

VBA (Visual BASIC for Application)

を使って、リサージュ曲線を回転させる。

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。

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。

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。

Excel 2016 の画面。表示タブが選択されている。右端にマクロのVBAアイコンが表示されている。

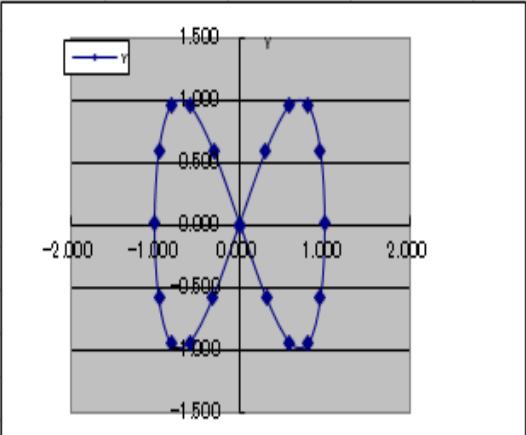
表示タブのメニュー項目:

- 標準
- 改ページ
- ページ
- ユーザー設定
- フルビュー
- レイアウト
- のビュー
- ブックの表示
- ルーラー
- 数式バー
- 目盛線
- 見出し
- 表示
- ズーム
- 100%
- 選択範囲に合わせて拡大/縮小
- ズーム
- 新しいウィンドウを開く
- 整列
- ウィンドウ枠の固定
- 分割
- 表示しない
- 再表示
- ウィンドウ
- 並べて比較
- 同時にスクロール
- ウィンドウの位置を元に戻す
- ウィンドウの切り替え
- マクロ
- マクロ

ワークシート: Lissajous.xls [互換モード] - Excel

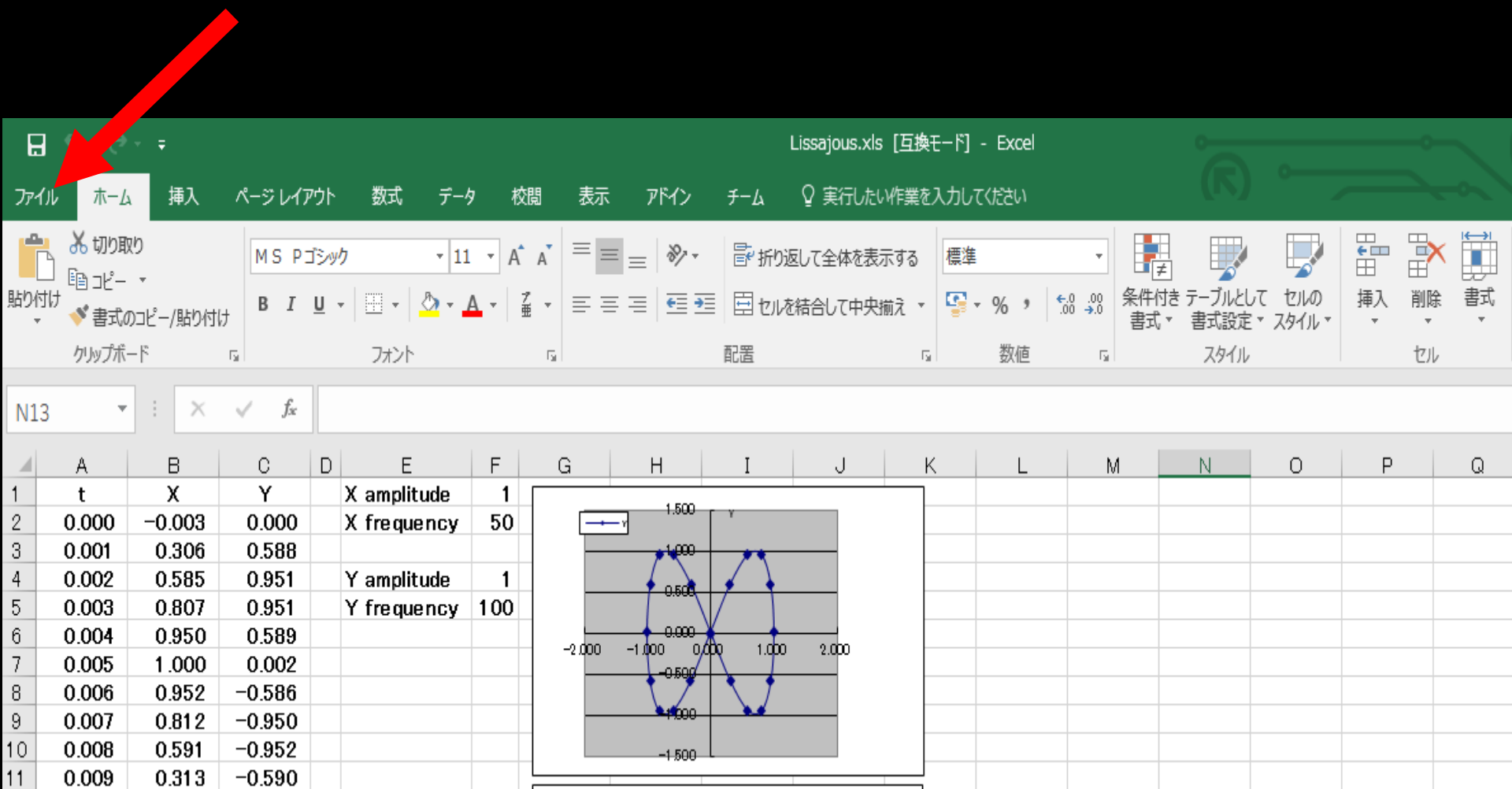
セル: N13

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
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													
7	0.005	1.000	0.002													
8	0.006	0.952	-0.586													
9	0.007	0.812	-0.950													
10	0.008	0.591	-0.952													



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。



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。

ファイル ホーム 挿入 ページレイアウト 数式 データ 校閲 表示 アドイン チーム 実行したい作業を入力してください

MS Pゴシック 11 A A 折り返して全体を表示する 標準

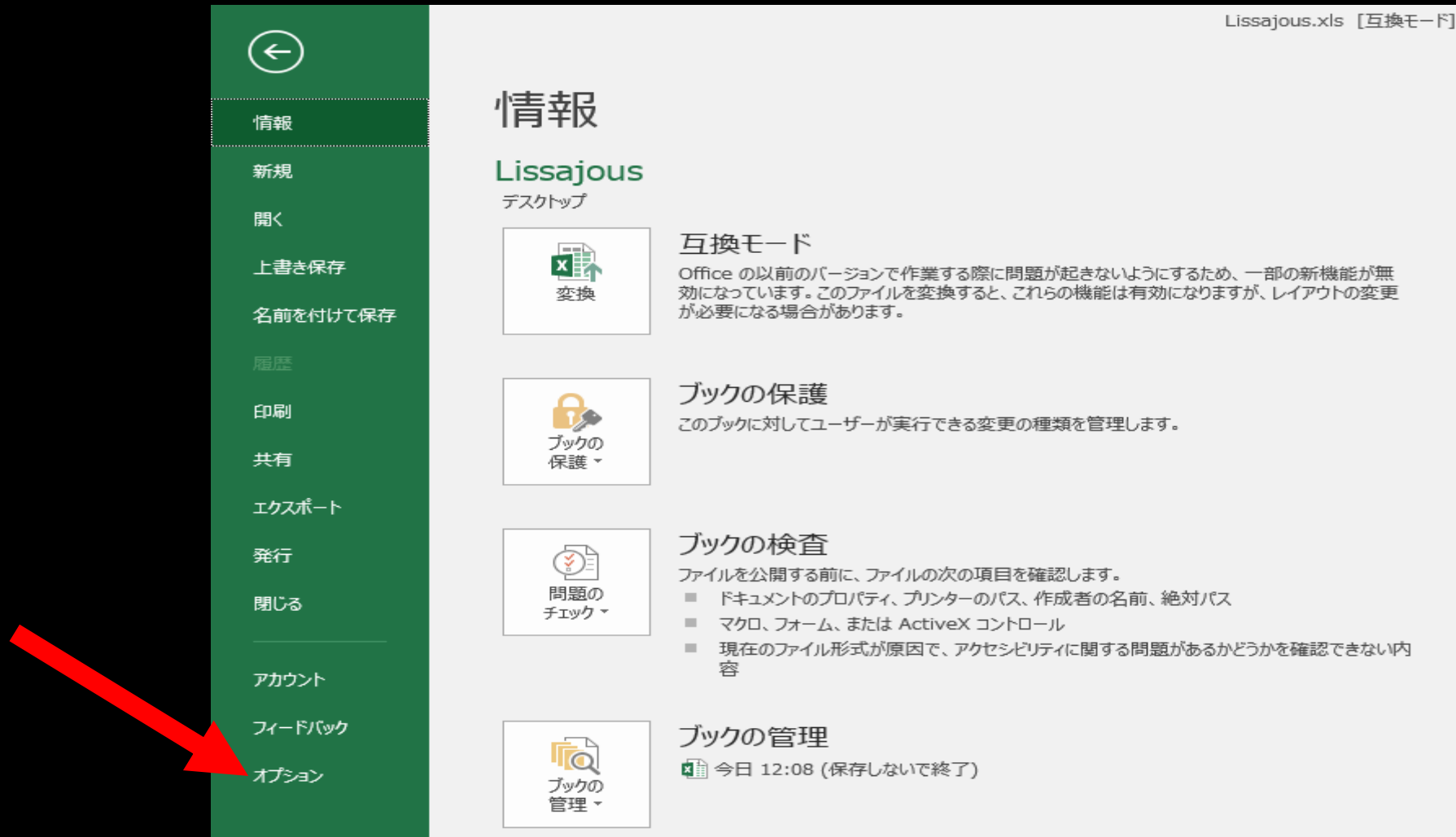
B I U 背景色 文字色 罫線 セルを結合して中央揃え 数値 条件付き書式 テーブルとして書式設定 セルのスタイル 挿入 削除 書式

N13 X Y f

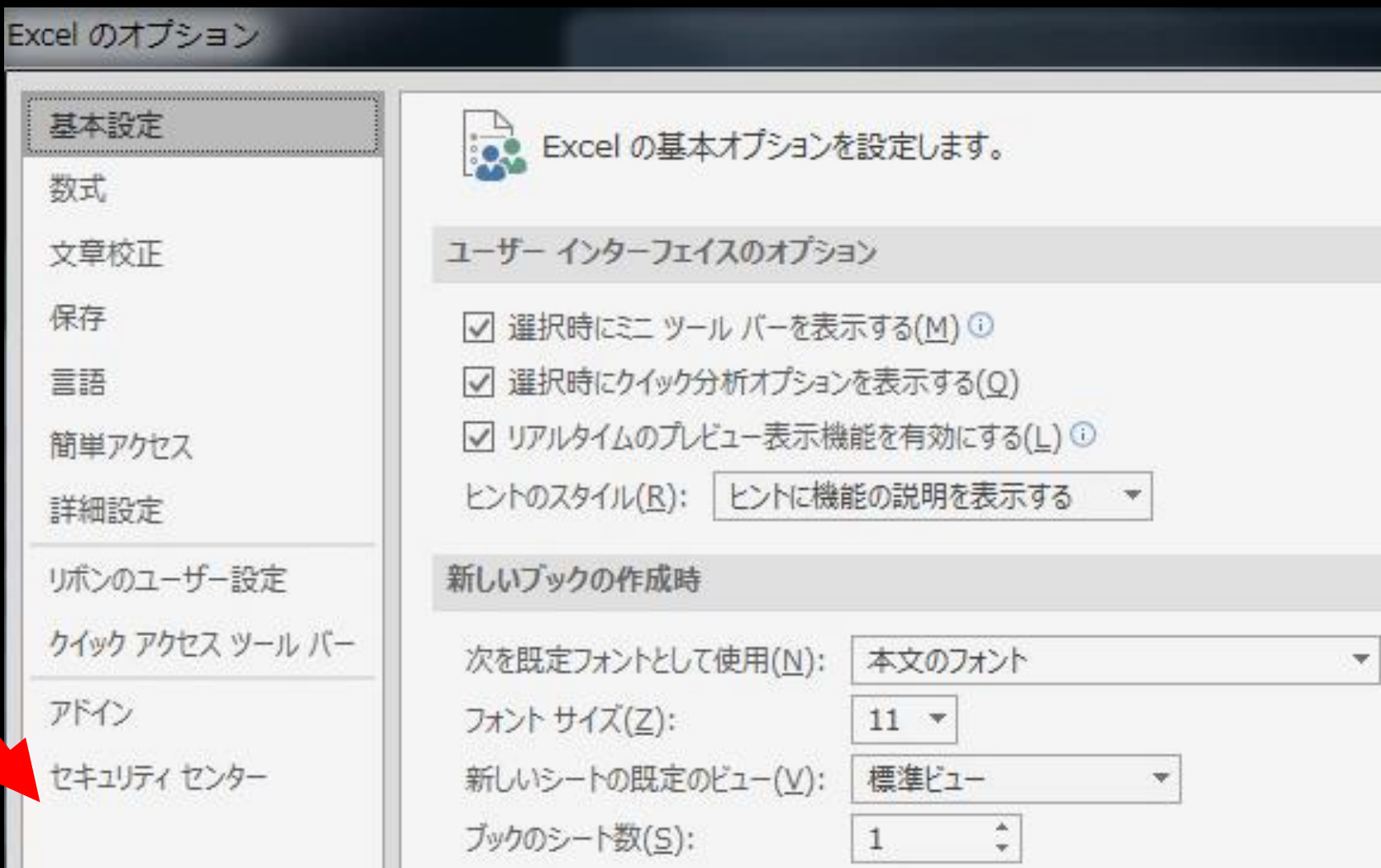
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	t	X	Y		X amplitude	1											
2	0.000	-0.003	0.000		X frequency	50											
3	0.001	0.306	0.588														
4	0.002	0.585	0.951		Y amplitude	1											
5	0.003	0.807	0.951		Y frequency	100											
6	0.004	0.950	0.589														
7	0.005	1.000	0.002														
8	0.006	0.952	-0.586														
9	0.007	0.812	-0.950														
10	0.008	0.591	-0.952														
11	0.009	0.313	-0.590														

Graph showing a Lissajous curve (X vs Y) with axes ranging from -2.000 to 2.000 on the X-axis and -1.500 to 1.500 on the Y-axis. The curve is a complex, multi-lobed shape.

Excelのマクロは、Excelのセキュリティ設定を変更し、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。



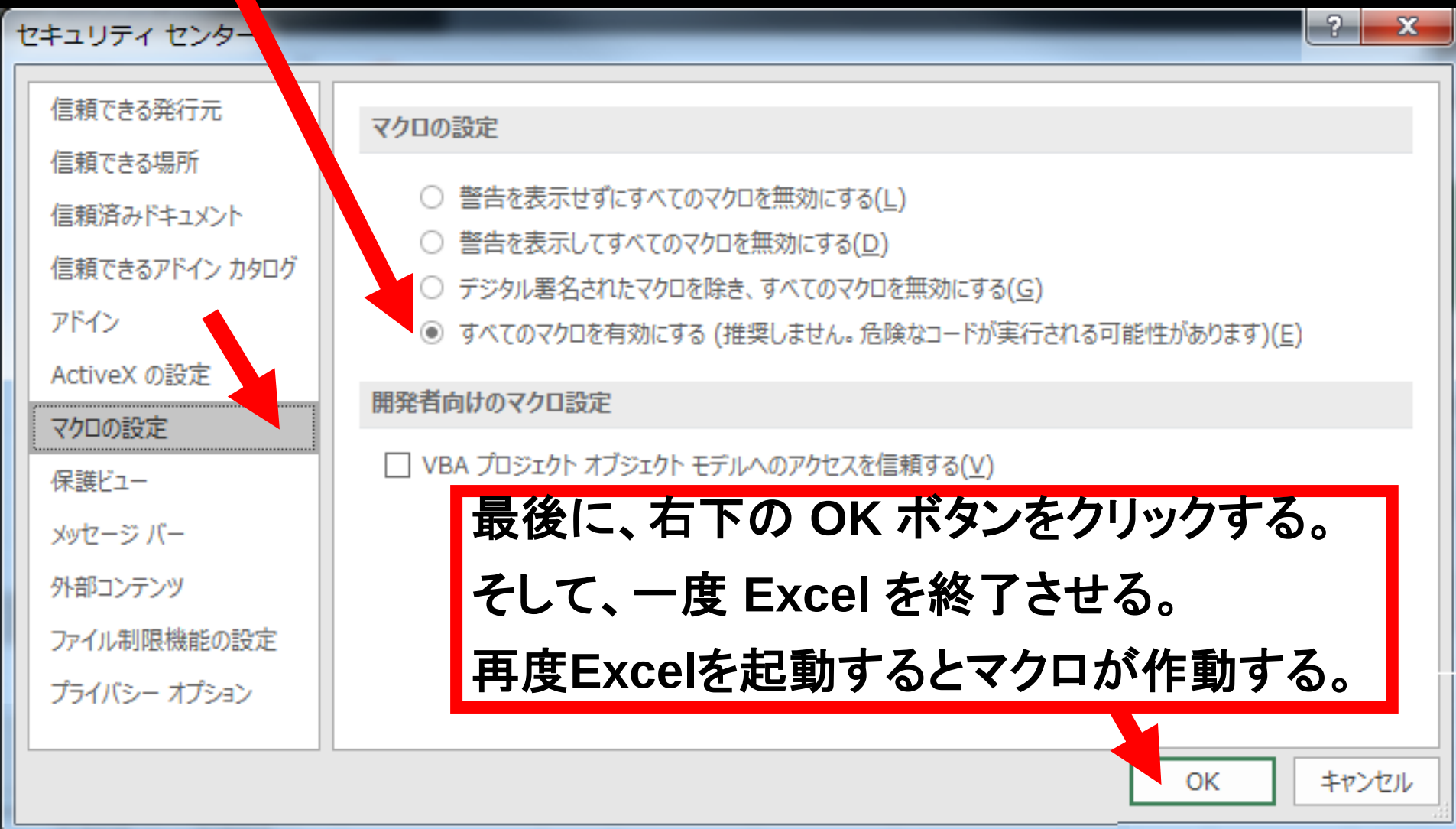
Excelのオプション画面の左端に並ぶメニューの一番下の、セキュリティセンターをクリック。



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。



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。



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。

自動保存 ☒ オフ Lissajous.xls - 互換モード Excel 検索 加藤 千恵次

ファイル ホーム 挿入 ページレイアウト 数式 データ 校閲 **表示** アドイン ヘルプ ACROBAT チーム 共有 コマンド

既定 ☒ ルーラー ☒ 数式バー ☒ 目盛線 ☒ 見出し 100% 選択範囲に合わせて拡大/縮小

シートビュー ブックの表示 表示 ズーム ウィンドウ

N8

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
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														
7	0.005	1.000	0.002														
8	0.006	0.952	-0.586														
9	0.007	0.812	-0.950														
10	0.008	0.591	-0.952														
11	0.009	0.313	-0.590														
12	0.010	0.005	-0.003														
13	0.011	-0.304	0.585														
14	0.012	-0.584	0.950														
15	0.013	-0.806	0.952														
16	0.014	-0.949	0.591														
17	0.015	-1.000	0.005														
18	0.016	-0.953	-0.584														
19	0.017	-0.812	-0.949														
20	0.018	-0.593	-0.953														
21	0.019	-0.315	-0.593														
22	0.020	-0.006	-0.006														
23																	
24																	
25																	

マクロ

マクロ名(M):

Sheet1.Lissajous

実行(R)

ステップ イン(S)

編集(E)

作成(C)

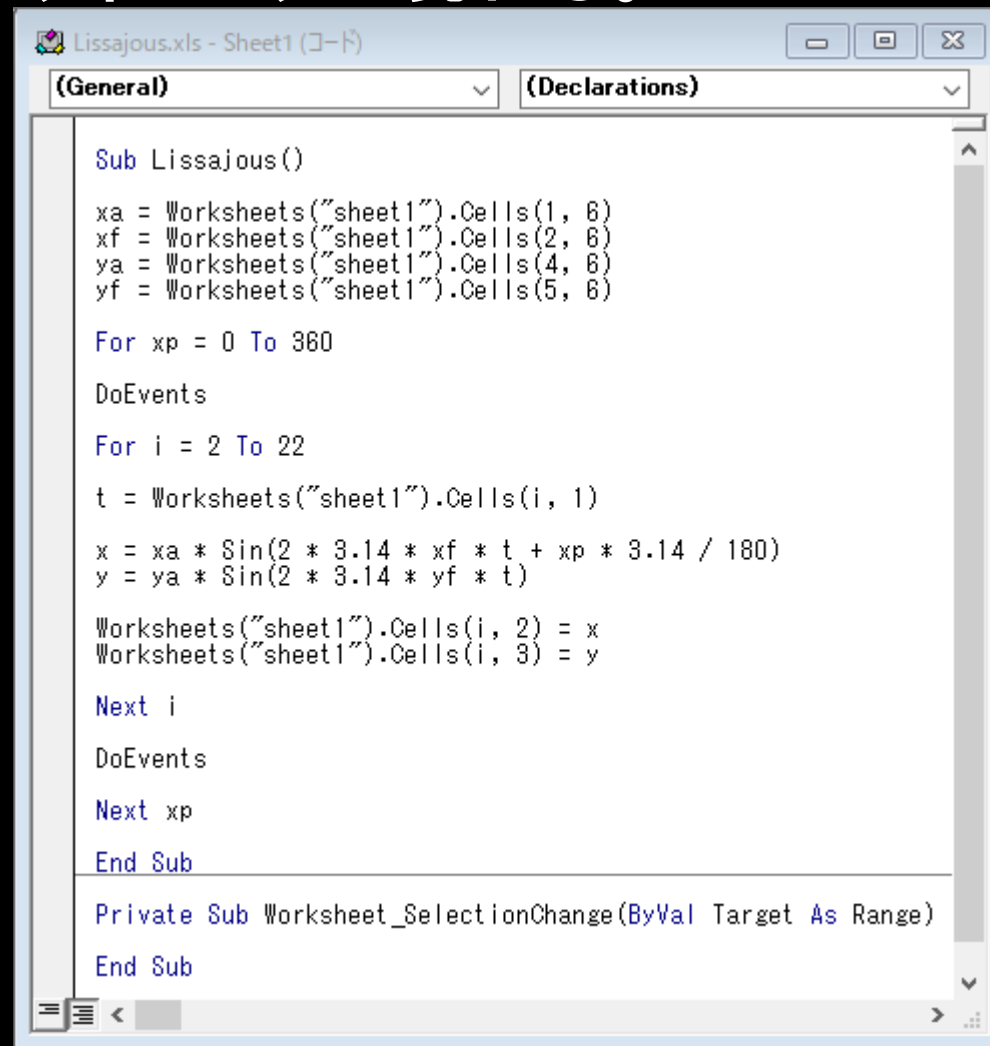
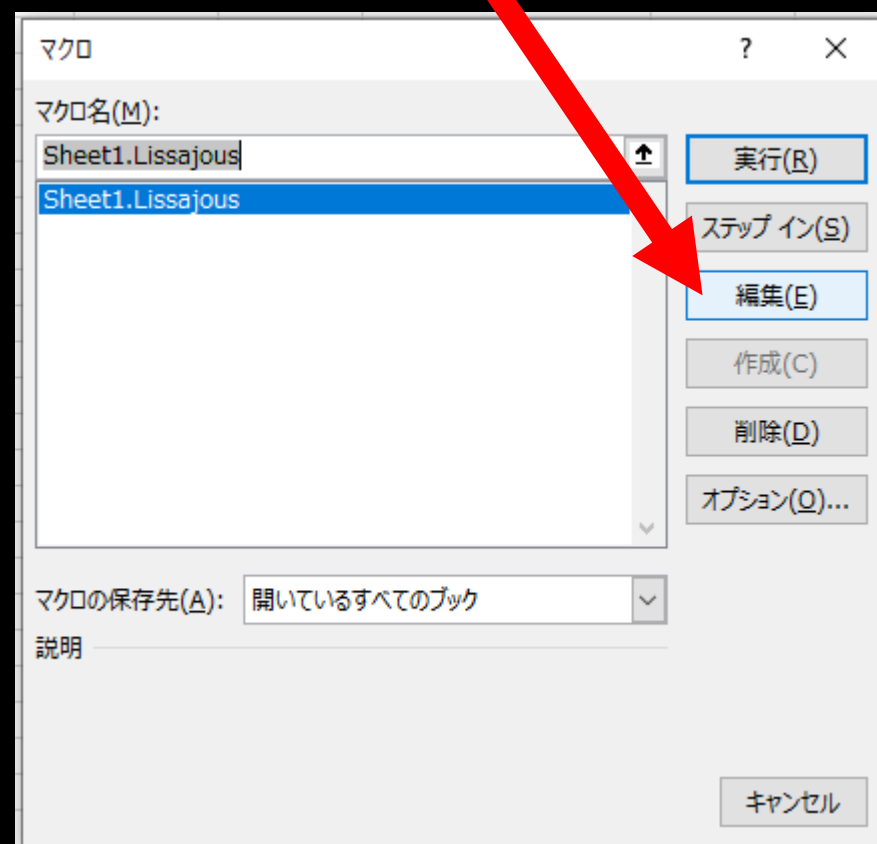
削除(D)

オプション(O)...

キャンセル

マクロの実行ボタンをクリックすると、リサージュ曲線が回転するマクロが動く。

マクロ ウィンドウの 編集をクリックすると、
マクロコードが記述された
ウィンドウが現れる。



(General)

(Declarations)

```
Sub Lissajous()  
    xa = Worksheets("sheet1").Cells(1, 6)  
    xf = Worksheets("sheet1").Cells(2, 6)  
    ya = Worksheets("sheet1").Cells(4, 6)  
    yf = Worksheets("sheet1").Cells(5, 6)  
  
    For xp = 0 To 360  
        DoEvents  
        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  
        DoEvents  
    Next xp  
End Sub  
  
Private Sub Worksheet_SelectionChange(ByVal Target As Range)  
End Sub
```

このプログラムは、
Visual BASICという
言語で記述されたもの。

Excel は、VBA

(Visual BASIC for
Application) による
プログラム(マクロ)の
作成ができることを
知っておくと、

今後、Excel で複雑な
計算作業を多量に行う
仕事がある場合も、

マクロを組んで効率的
に計算や統計処理など
を行うことができること
を知っておきましょう。

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


```
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。

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			

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、
リサーチ曲線がどのように変化するか
観察して下さい。

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。

```
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、

リサーチ曲線の回転が観察できない。

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。

$$x = x_a * \sin(2 * 3.14 * x_f * t + x_p * 3.14 / 180)$$
$$y = y_a * \sin(2 * 3.14 * y_f * t)$$

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

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

変数 x (交流 X)の値を、 x_a , x_f , x_p から求め、

変数 y (交流 Y)の値を、 y_a , y_f 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。

```
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。

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、
リサーチの立体的表示を行うマクロ、
など。

よくわかる

Microsoft® **Excel.** 2019/2016/2013 **マクロ/VBA**

FOM出版書籍は
企業研修
大学・専門学校
PCスクール

採用**No.1**
10000件



学習ファイルと練習は当社のホームページ
よりダウンロードできます。

FOM出版

検索

ExcelのマクロとVBAを使って業務効率をアップしたい方にオススメ！

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
販売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！



最新情報については、
当社のホームページのQAサポートや
お知らせをご覧ください。

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。