

第5章：周波数応答

5.3 ボード線図(MATLAB演習)

キーワード：ボード線図, ゲイン曲線
位相曲線

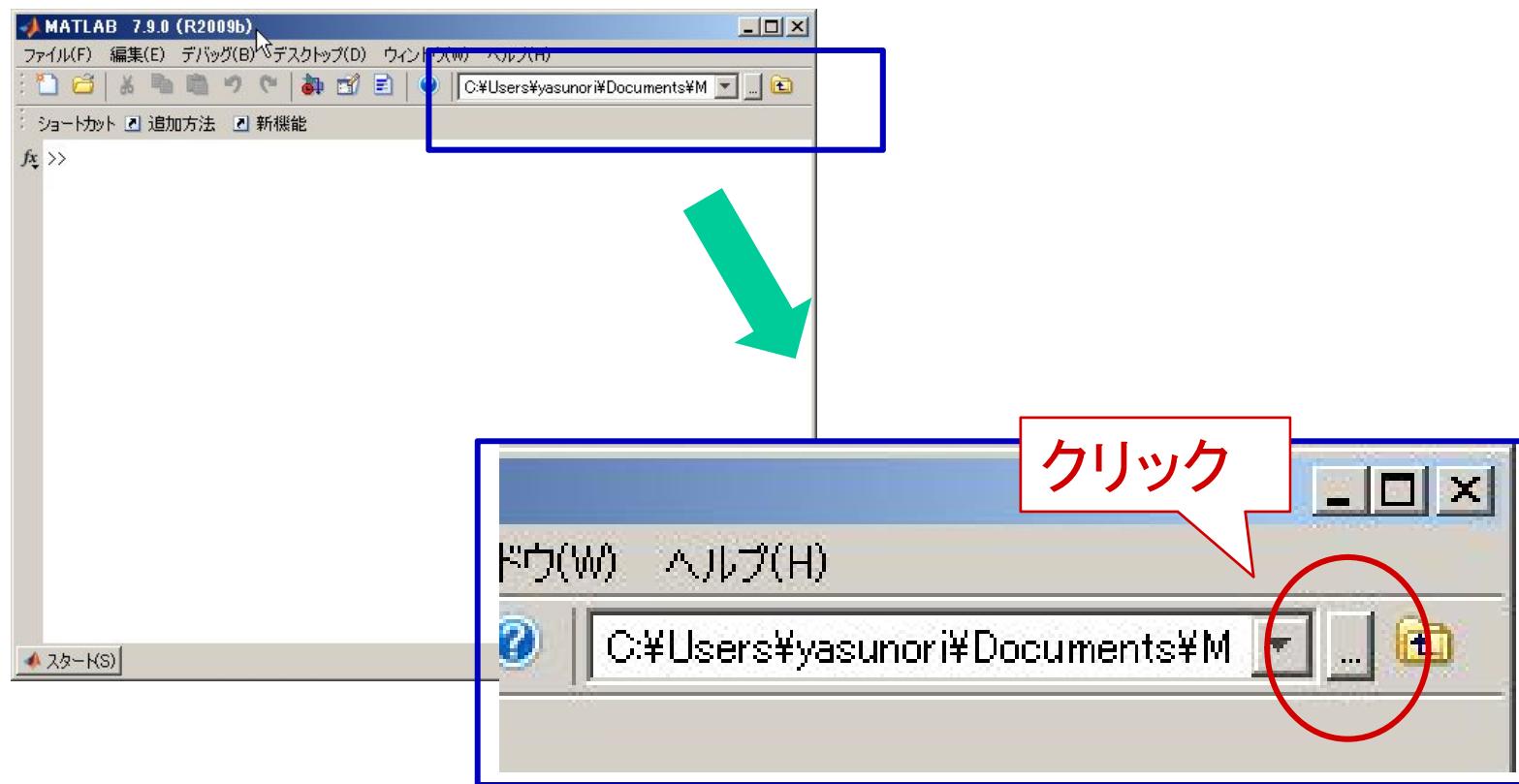
学習目標：ボード線図を用いて周波数特性を図式的に表すことができるようになる。

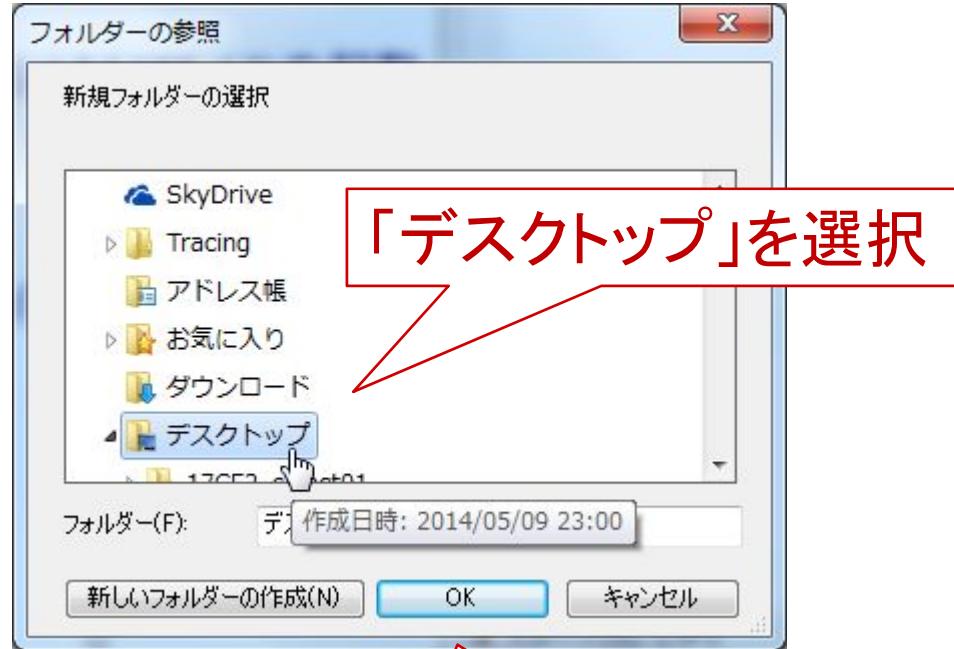
MATLABの準備

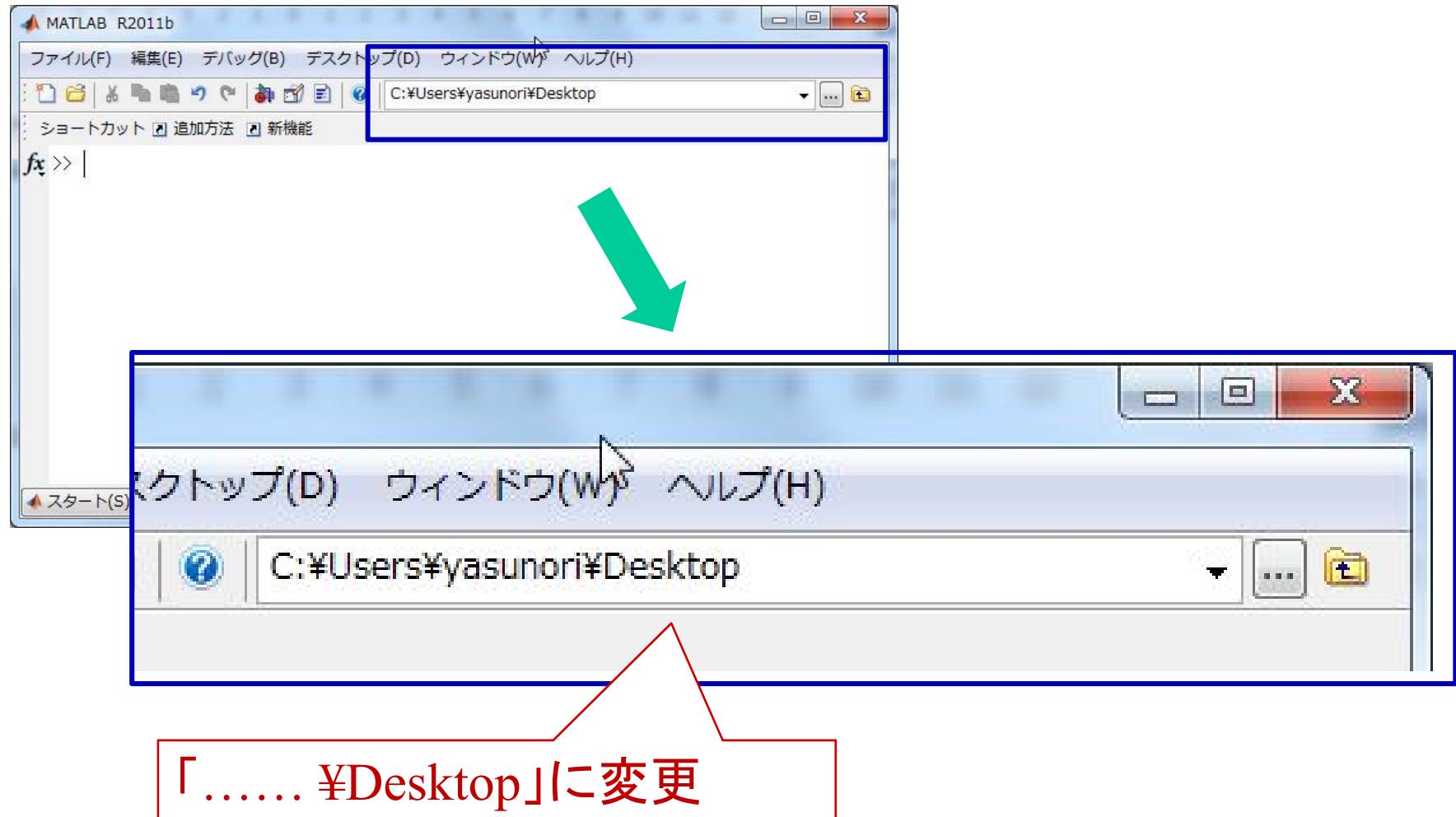
(a) MATLABの起動



(b) カレントフォルダの設定







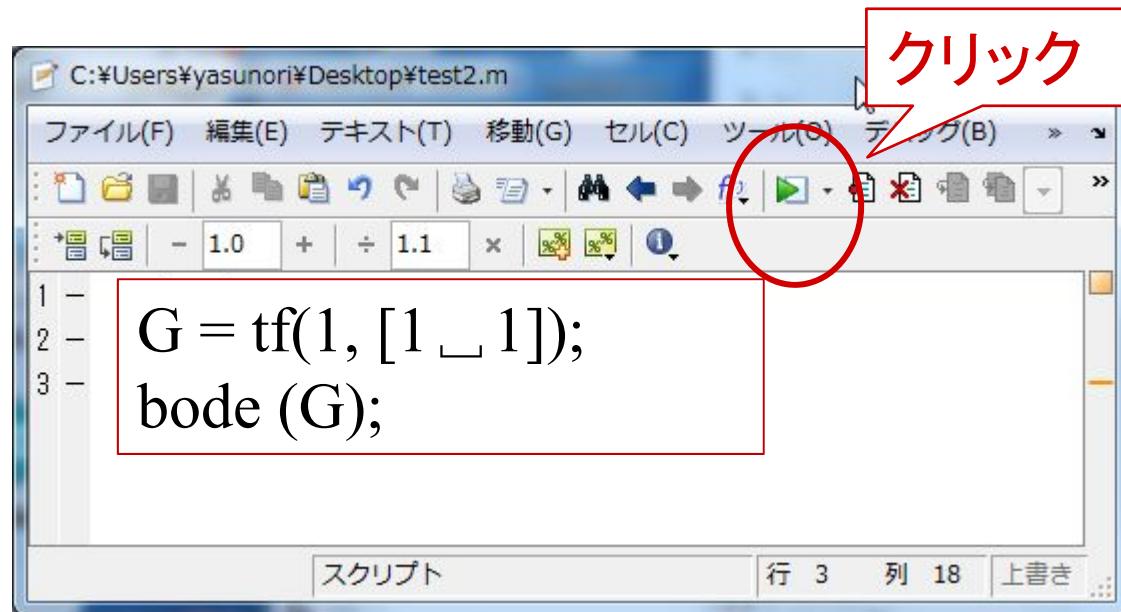
ボード線図の使い方

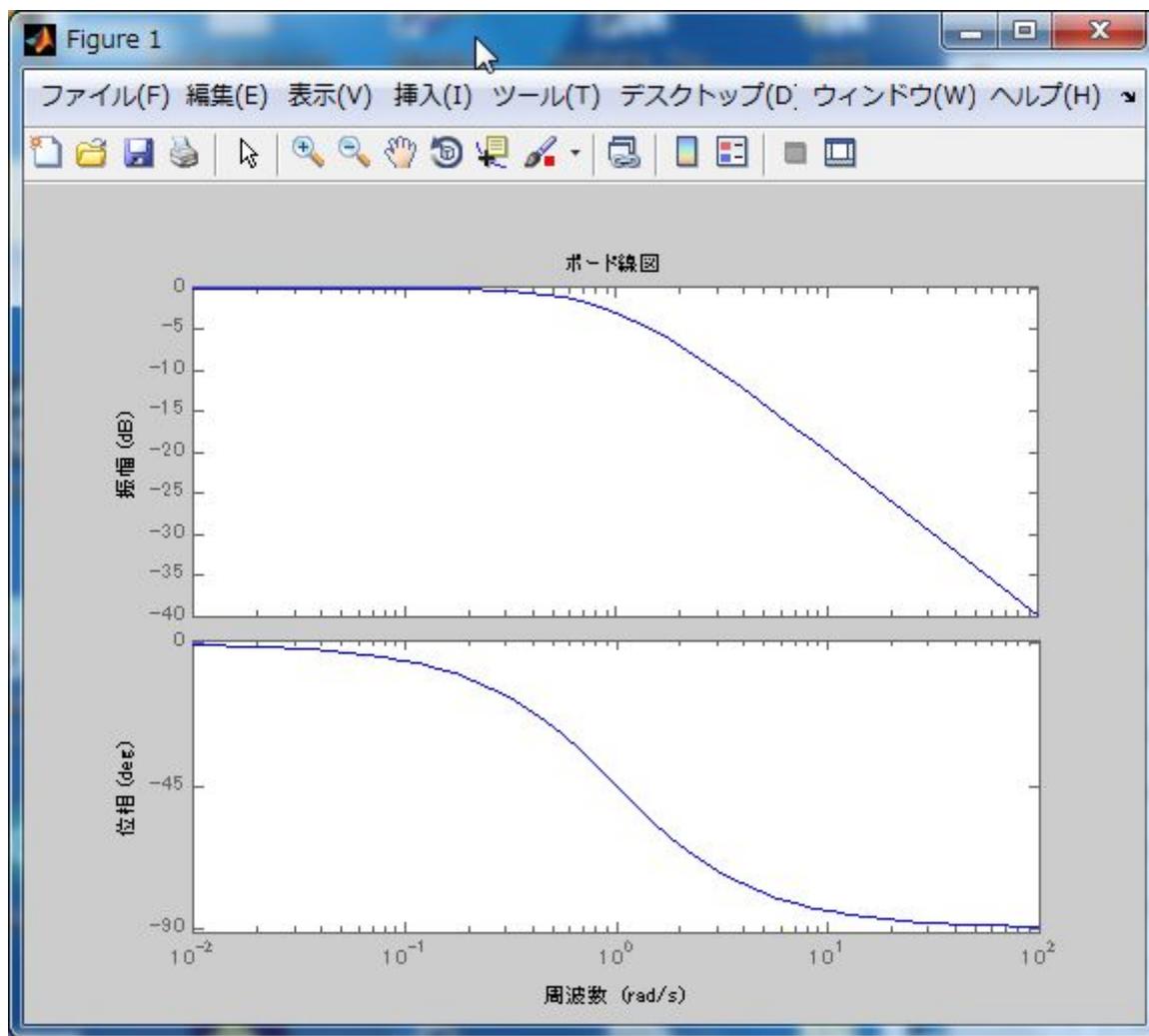
bode (G) G は伝達関数

【例】1次系

$$G(s) = \frac{1}{s + 1}$$

横軸, 縦軸を自動設定





横軸を任意に設定

$$\omega = 10^{-3} \sim 10^3$$

$$G(s) = \frac{1}{s + 1}$$

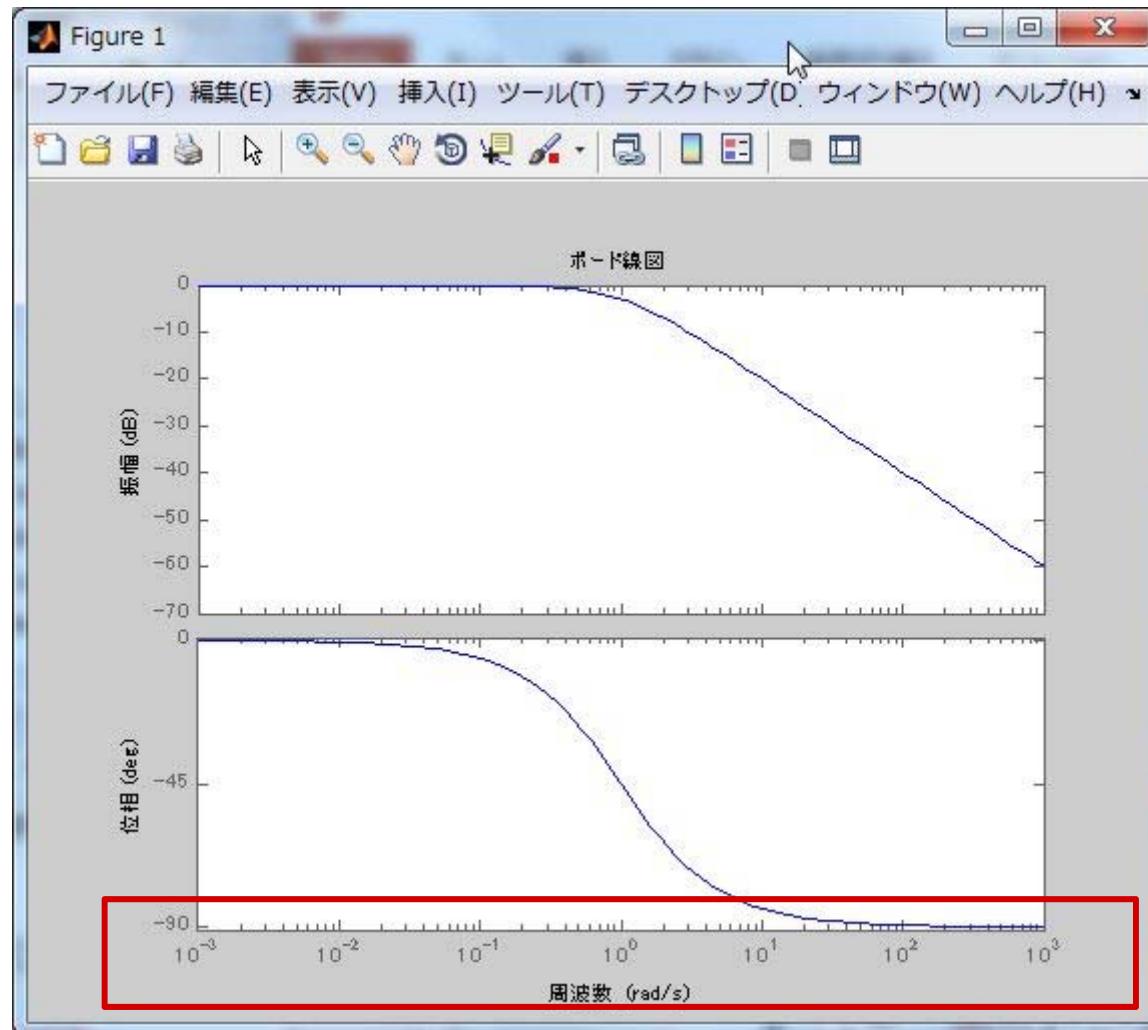
The screenshot shows the MATLAB Script Editor window with the following code:

```
1 - omega = logspace(-3, 3, 100);
2 - G = tf(1, [1 1]);
3 - bode(G, omega);
```

A red box highlights the line `bode(G, omega);`. A red circle highlights the play button icon in the toolbar above the editor. A red box labeled "クリック" (Click) points to the play button.

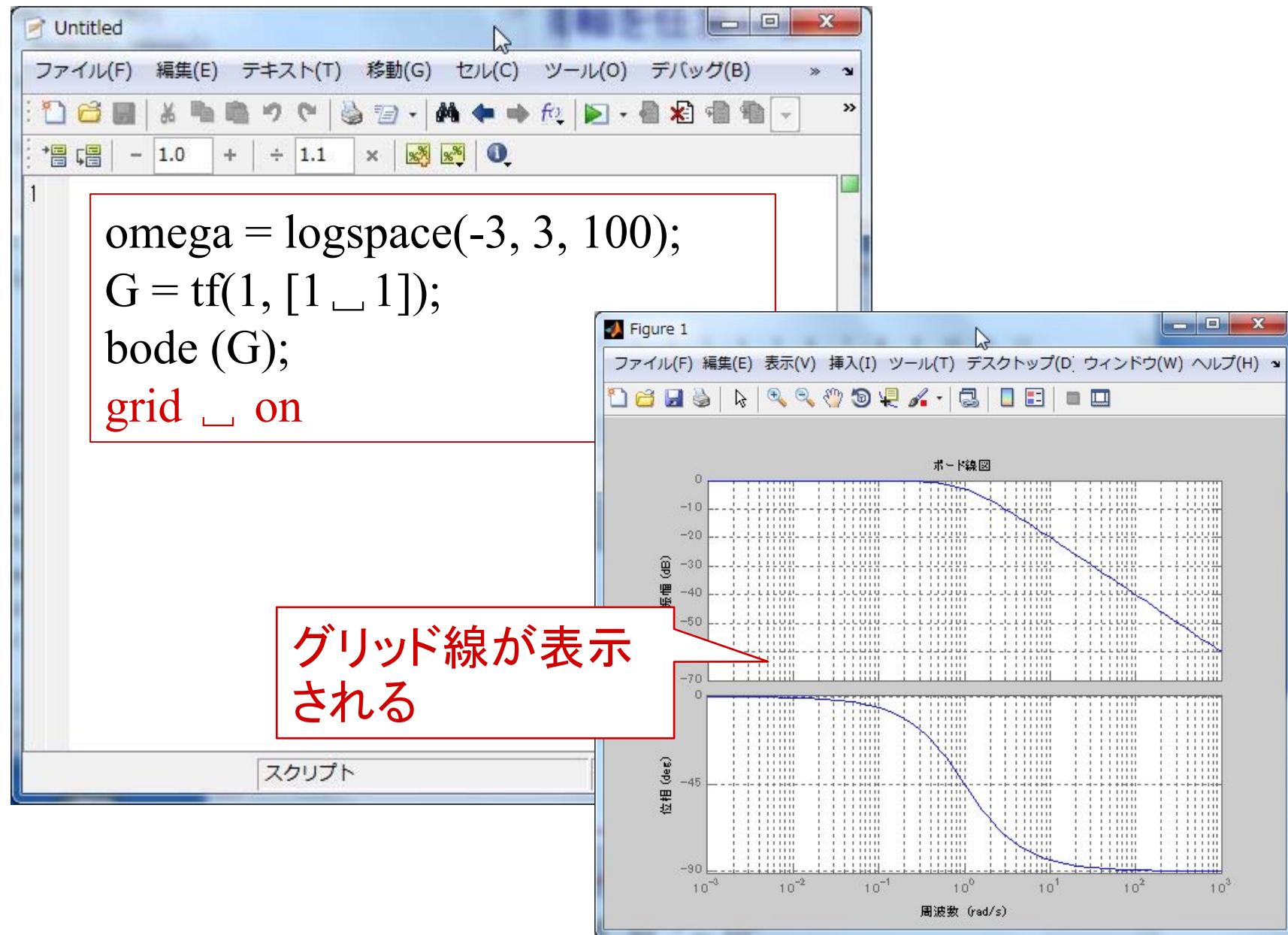
クリック

$10^{-3} \sim 10^3$ を対数的に等
間隔な 100 点からなる行
ベクトル omega を作成



横軸が $10^{-3} \sim 10^3$

グリッド線を入れる



ゲインと位相を求めて描く

```
Untitled
 omega = logspace(-2, 2, 100);
 G = tf(1, [1 1]);
 [mag, phase] = bode(G, omega);
 mag_db = 20*log10(mag);
 figure(1)
 subplot(2, 1, 1)
 semilogx(omega, mag_db(:))
 grid on
 subplot(2, 1, 1)
 semilogx(omega, phase)
 grid on
```

ゲインと位相を求める

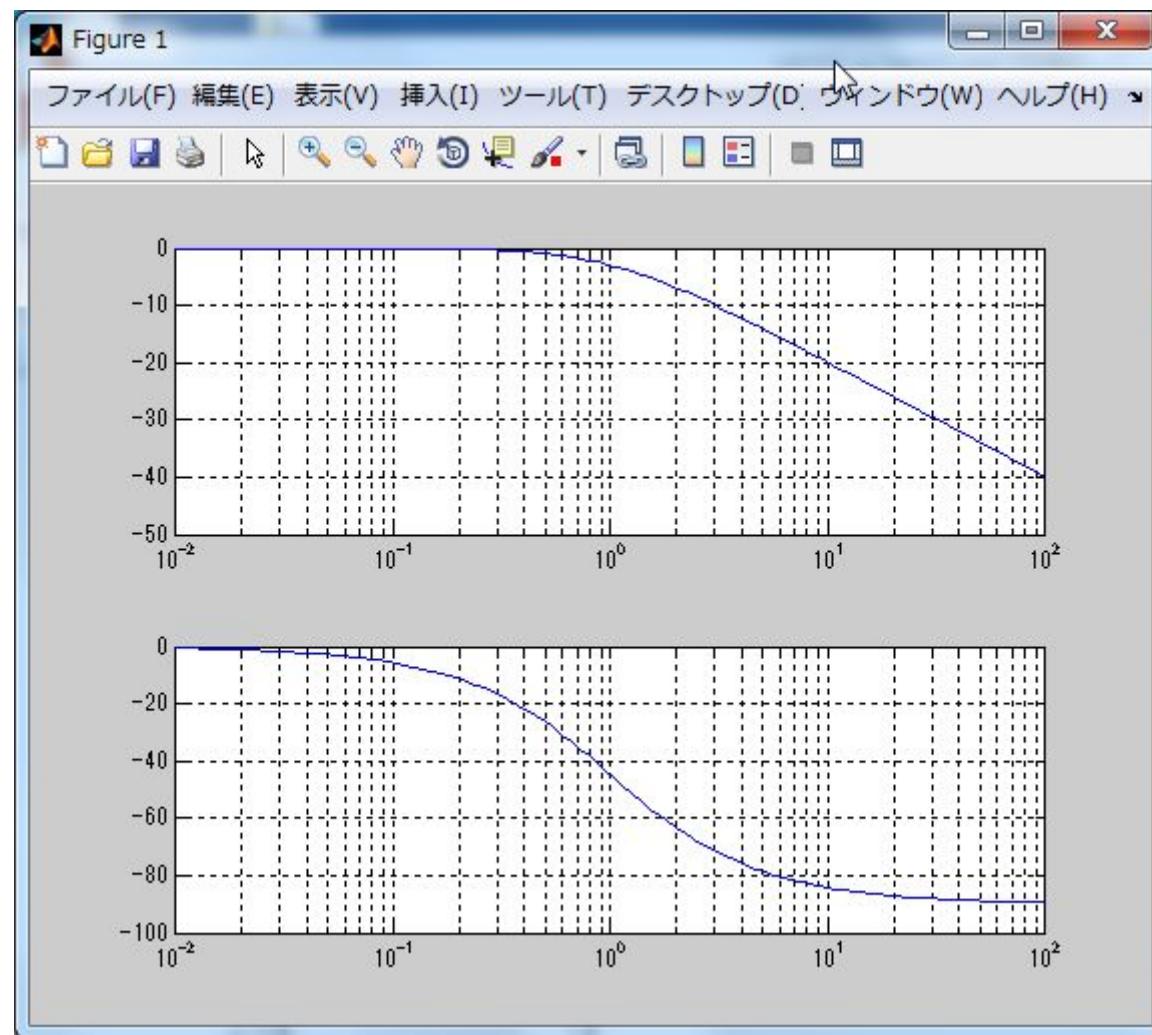
ゲインをdBに変換

図を2行1列に分割した1個目

片対数で横軸omega,
縦軸はゲイン

図を2行1列に分割した2個目

片対数で横軸omega, 縦軸は位相



線の色と太さを変更する

The screenshot shows the MATLAB Script Editor window titled "Untitled3". The code in the editor is:

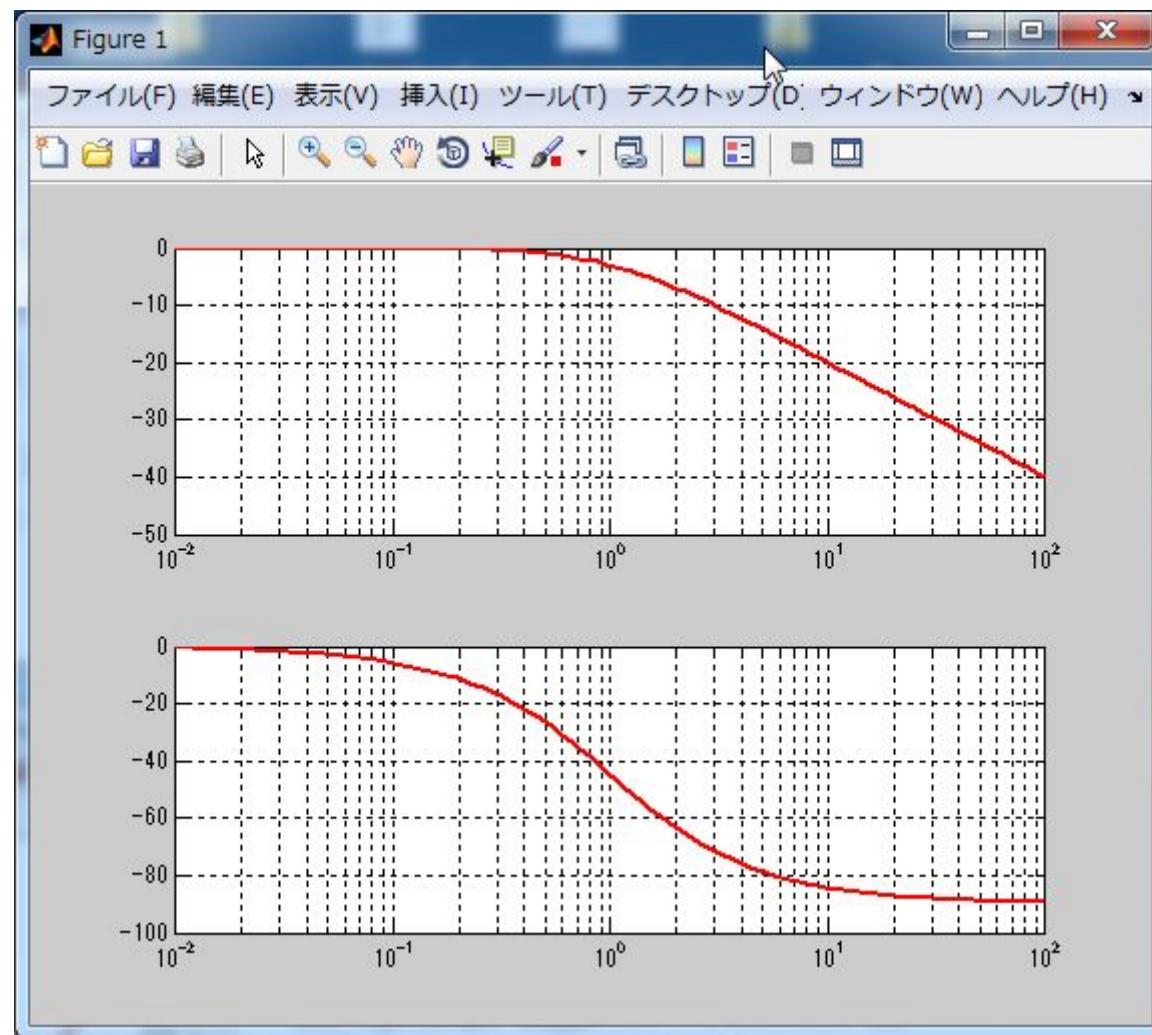
```
1 omega = logspace(-2, 2, 100);
.....
subplot(2,1,1)
semilogx(omega, mag_db(:),'r','Linewidth',2)
grid on
.....
subplot(2,1,2)
semilogx(omega, phase(:),'r','Linewidth',2)
grid on
.....
```

The line `semilogx(omega, mag_db(:),'r','Linewidth',2)` is highlighted with a red box.

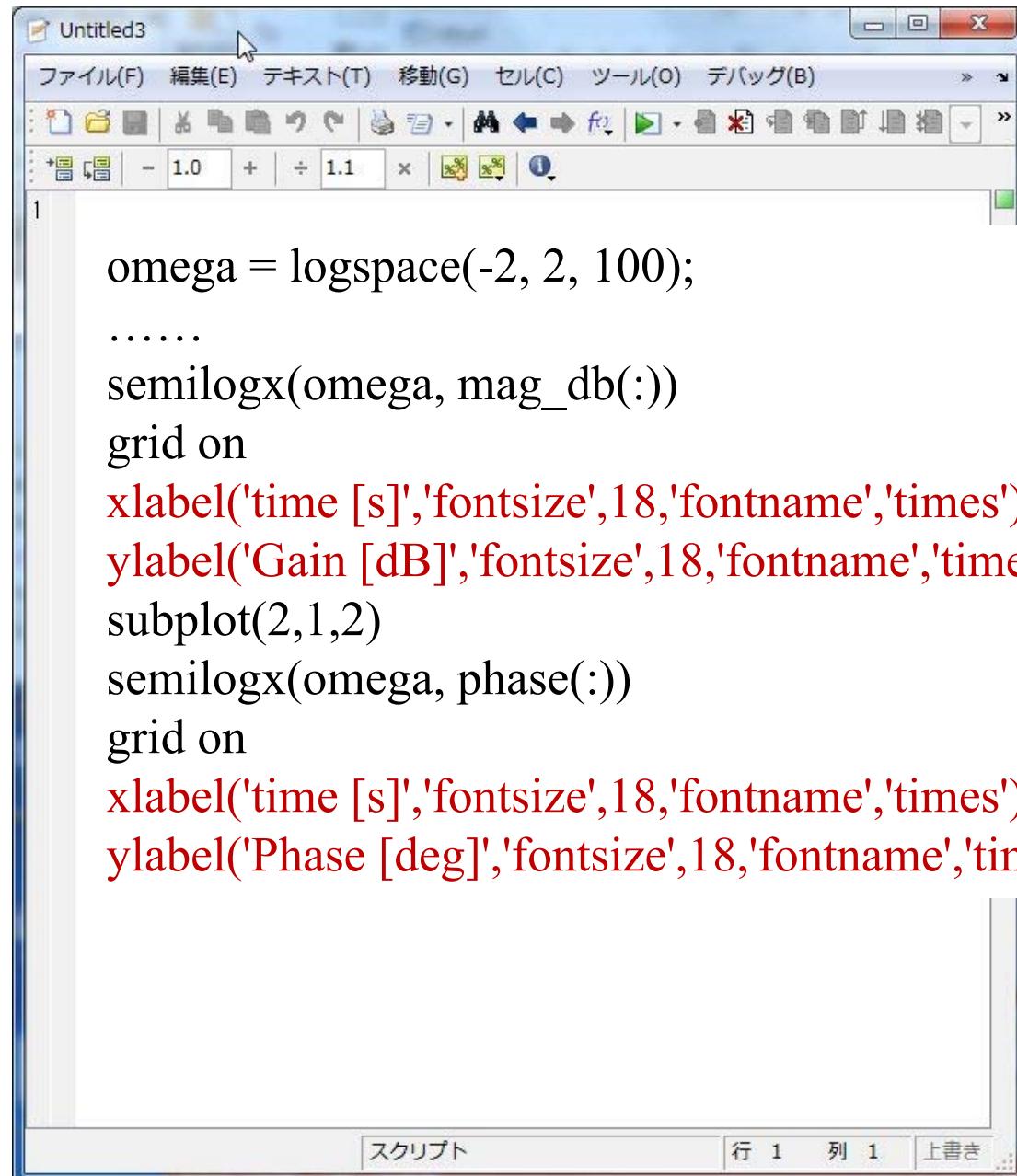
色:r(赤), b(青), g(緑)
c(シアン), m(マゼンダ)など

コマンドで
>> help plot
を参照

ラインの太さは
linewidth



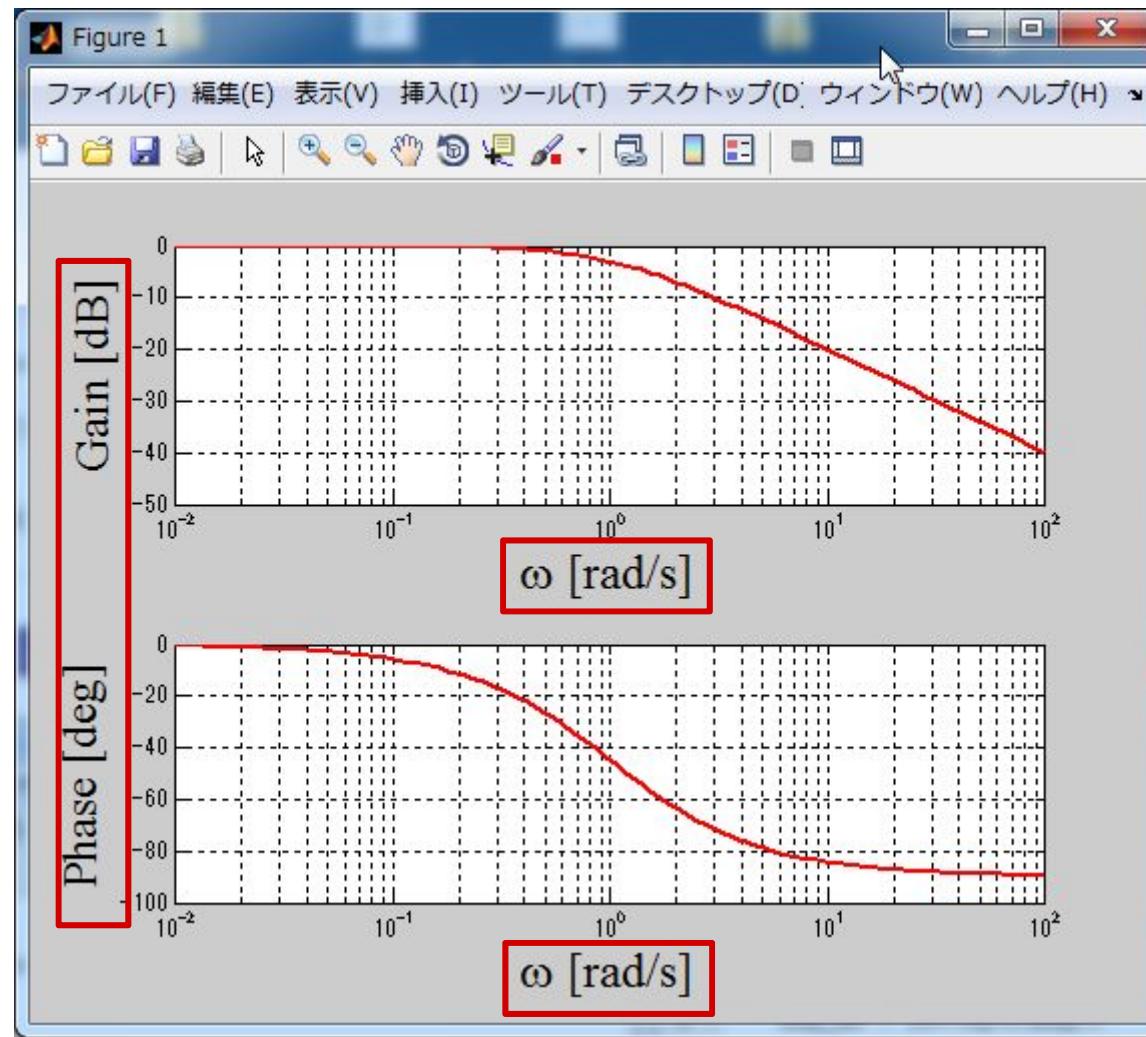
縦軸, 横軸のラベルをつける



The screenshot shows a software interface with a menu bar in Japanese (ファイル(F), 編集(E), テキスト(T), 移動(G), セル(C), ツール(O), デバッグ(B)) and a toolbar below it. The main window contains a script with the following code:

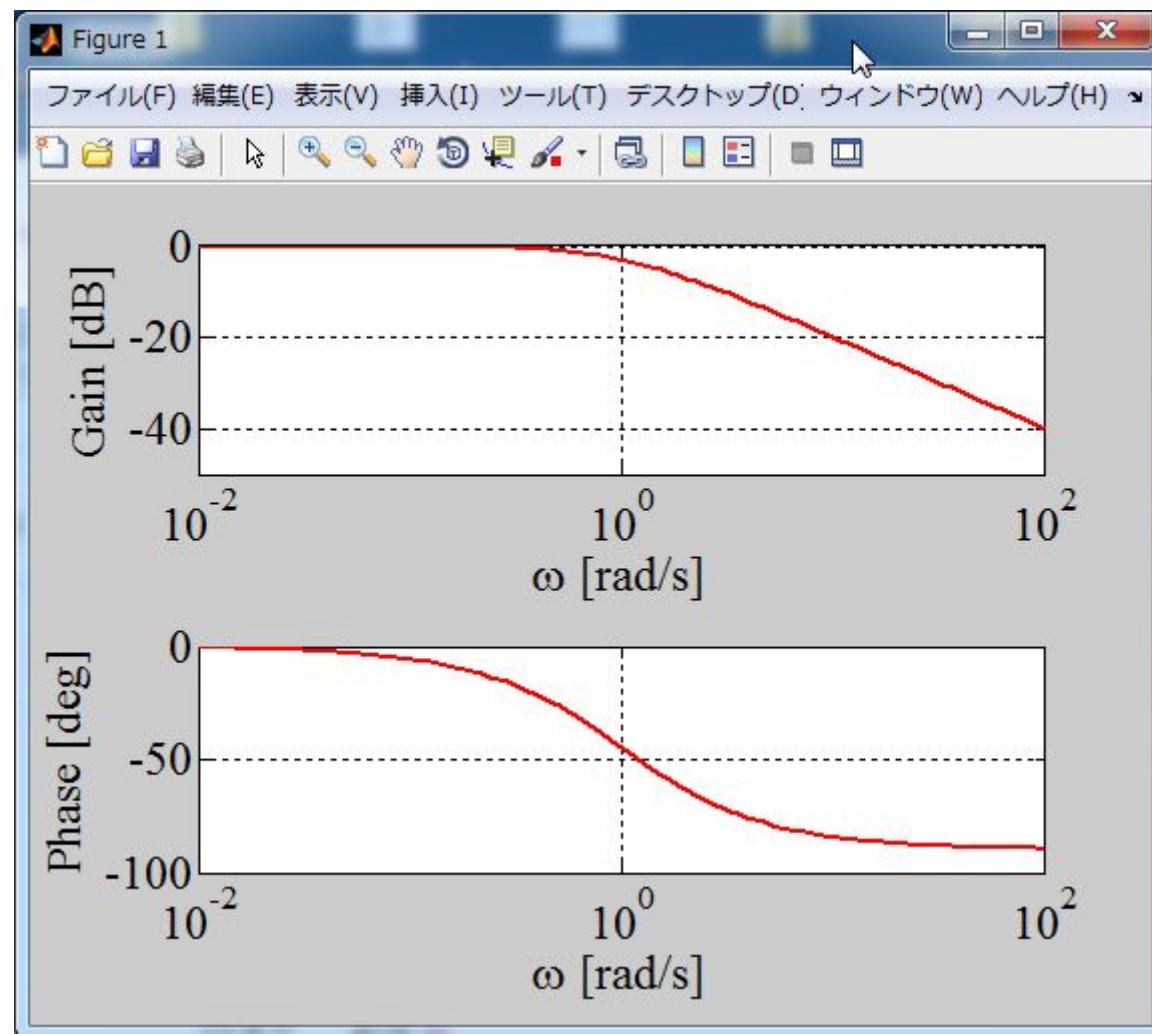
```
1
omega = logspace(-2, 2, 100);
.....
semilogx(omega, mag_db(:))
grid on
xlabel('time [s]', 'fontsize', 18, 'fontname', 'times')
ylabel('Gain [dB]', 'fontsize', 18, 'fontname', 'times')
subplot(2,1,2)
semilogx(omega, phase(:))
grid on
xlabel('time [s]', 'fontsize', 18, 'fontname', 'times')
ylabel('Phase [deg]', 'fontsize', 18, 'fontname', 'times')
```

The labels for the magnitude plot are in red, while the labels for the phase plot are also in red. The interface includes a status bar at the bottom with 'スクリプト' (Script), '行 1 列 1' (Row 1 Column 1), and '上書き' (Overwrite).



縦軸、横軸の表示を大きくする

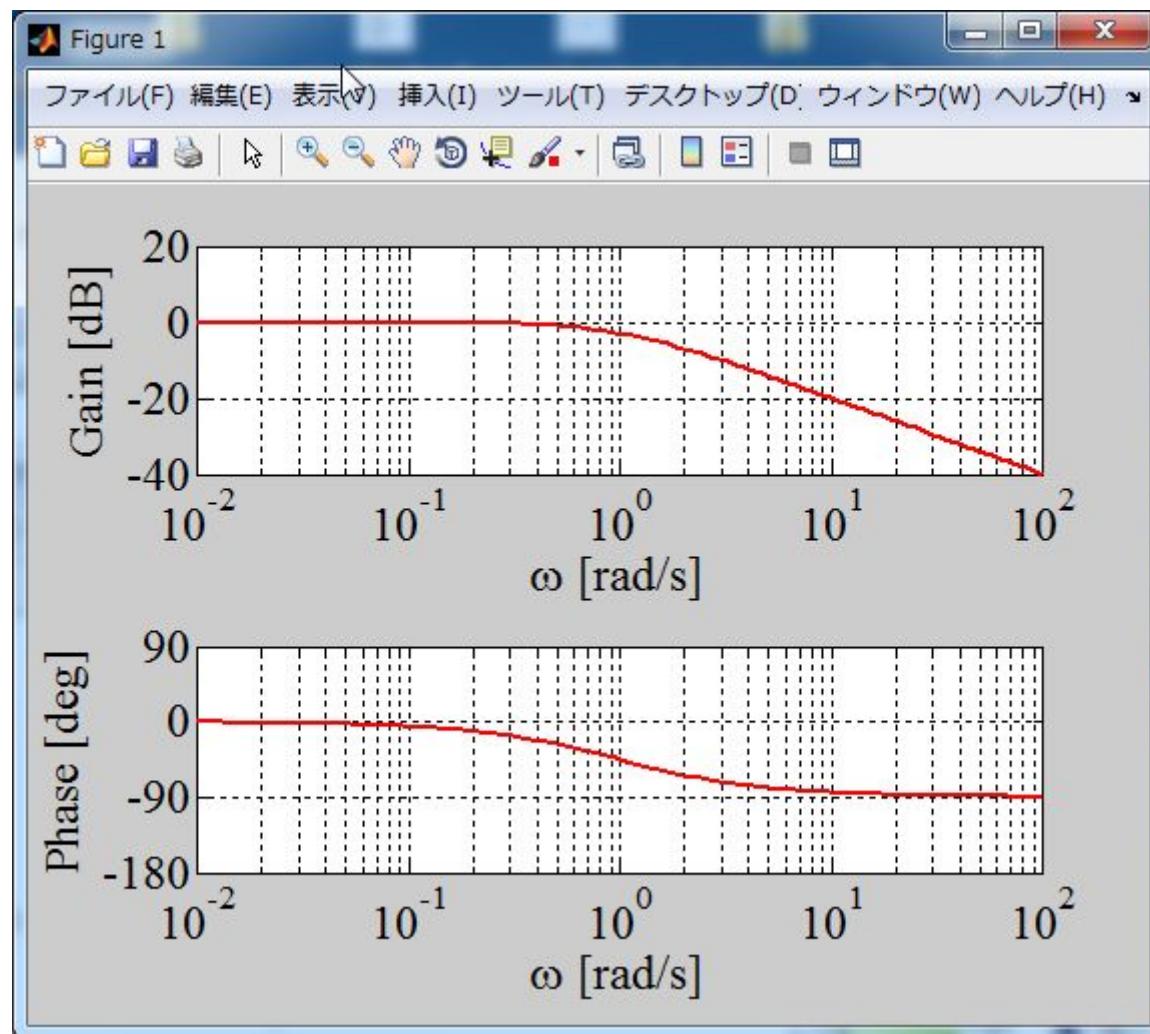
```
omega = logspace(-2, 2, 100);
...
label('Gain [dB]', 'fontsize', 18, 'fontname', 'times')
set(gca, 'fontsize', 18)
set(gca, 'fontname', 'Times New Roman')
set(gca, 'linewidth', 1)
subplot(2,1,2)
....
ylabel('Phase [deg]', 'fontsize', 18, 'fontname', 'times')
set(gca, 'fontsize', 18)
set(gca, 'fontname', 'Times New Roman')
set(gca, 'linewidth', 1)
```



縦軸, 横軸の幅, グリッド線の位置を設定

```
omega = logspace(-2, 2, 100);
....
set(gca,'linewidth',1)
axis([1e-2 1e2 -40 20])
set(gca,'xtick',[1e-2,1e-1,1e0,1e1,1e2])

subplot(2,1,2)
...
set(gca,'linewidth',1)
axis([1e-2 1e2 -180 90])
set(gca,'xtick',[1e-2,1e-1,1e0,1e1,1e2])
set(gca,'ytick',[-180, -90, 0, 90])
```

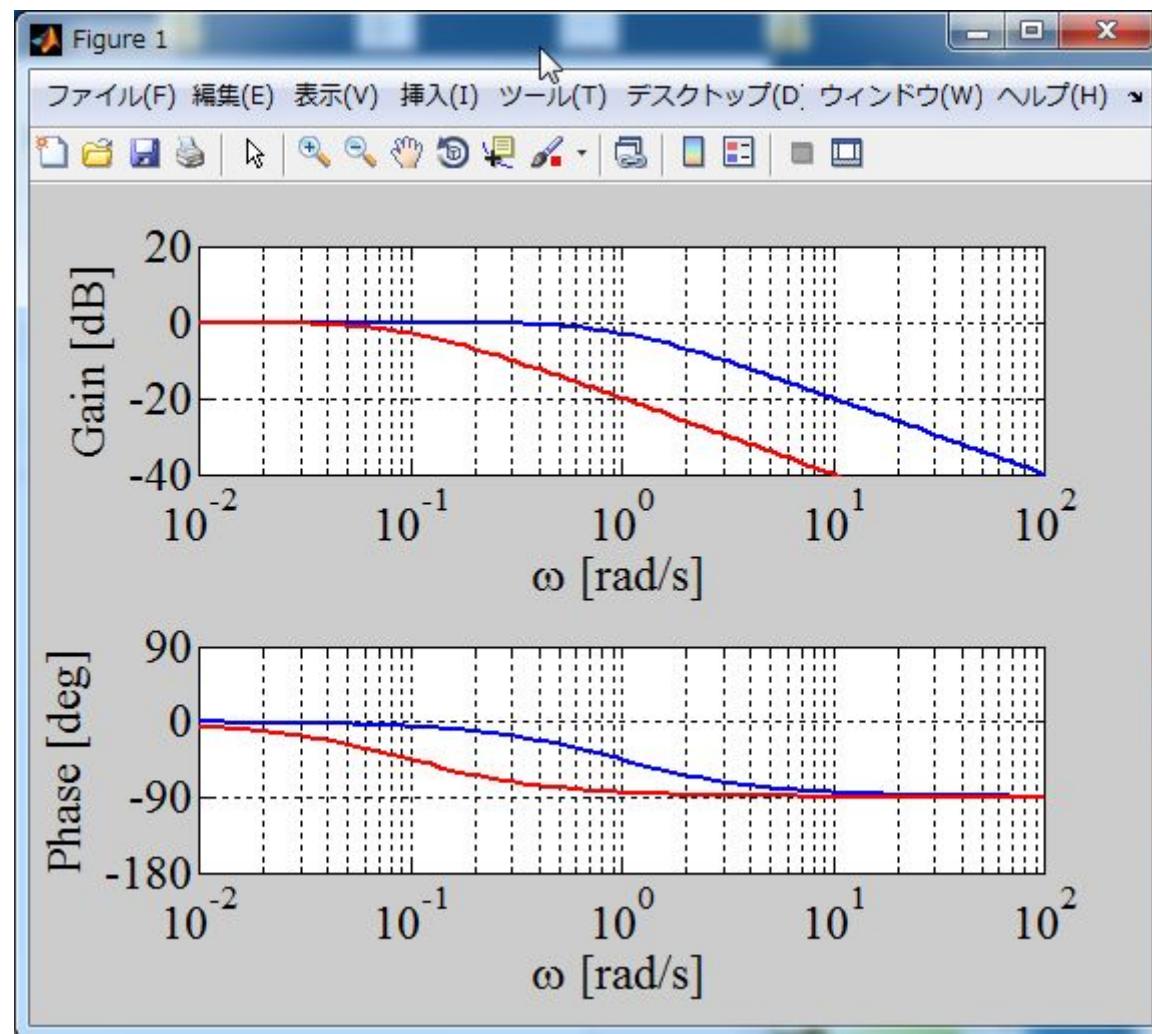


図を重ねる

【例】1次系

$$G_1(s) = \frac{1}{s + 1} \quad G_2(s) = \frac{1}{10s + 1}$$

```
omega = logspace(-2, 2, 100);
...
mag_db = 20*log10(mag);
G2 = tf(1, [10 1]);
[mag2, phase2] = bode(G2, omega);
mag2_db = 20*log10(mag2);
figure(1)
subplot(2,1,1)
semilogx(omega, mag_db(:),'Linewidth',2)
hold on
semilogx(omega, mag2_db(:),'r','Linewidth',2)
....
subplot(2,1,2)
semilogx(omega, phase(:),'Linewidth',2)
hold on
semilogx(omega, phase2(:),'r','Linewidth',2)
...
```



【課題1】以下の $G_1(s) \sim G_4(s)$ を重ねて描け
(テキストP. 97, 図5.8)

$$G_1(s) = \frac{1}{s + 1}$$

$$G_2(s) = \frac{1}{10s + 1}$$

$$G_3(s) = \frac{1}{100s + 1}$$

$$G_4(s) = \frac{1}{0.1s + 1}$$

【課題2】以下の $G(s)$ を描け

$$G(s) = \frac{s + 1}{s(s + 10)}$$

【課題3】以下の $G_1(s)$, $G_2(s)$ を重ねて描け

$$G_1(s) = \frac{0.1s + 1}{10s + 1}$$

$$G_2(s) = \frac{10s + 1}{0.1s + 1}$$

【課題4】以下の $G_1(s)$, $G_2(s)$ を重ねて描け

$$G_1(s) = \frac{1+s}{s^2+s+1}$$

$$G_2(s) = \frac{1-s}{s^2+s+1}$$

第5章：周波数応答

5.3 ボード線図(MATLAB演習)

キーワード：ボード線図，ゲイン曲線
位相曲線

学習目標：ボード線図を用いて周波数特性を図式的に表すことができるようになる。