

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。

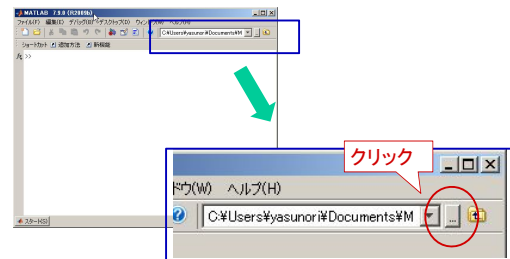
1

MATLABの準備

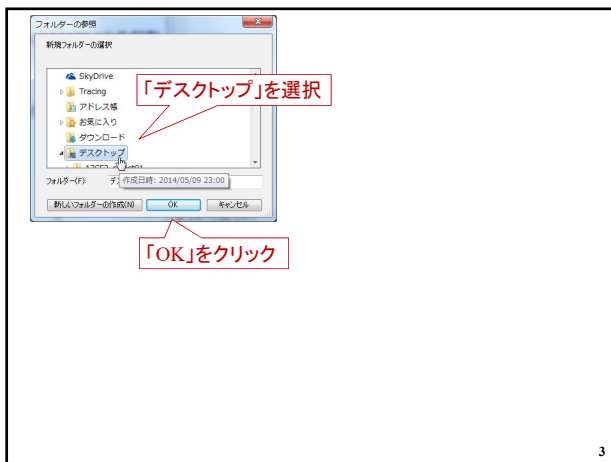
(a) MATLABの起動



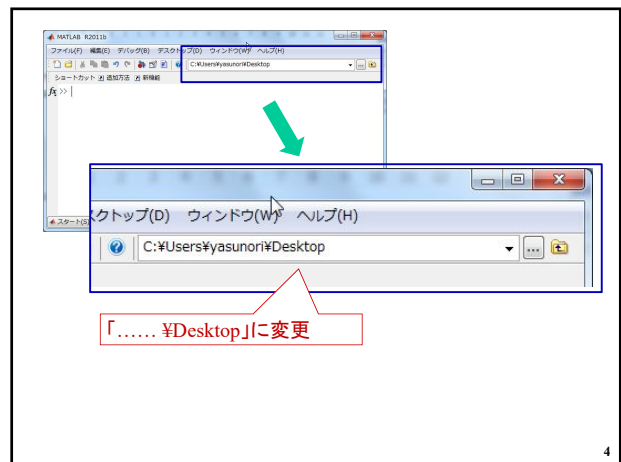
(b) カレントフォルダの設定



2



3



4

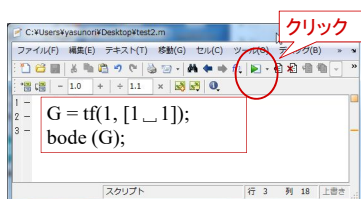
ボード線図の使い方

`bode (G)` G は伝達関数

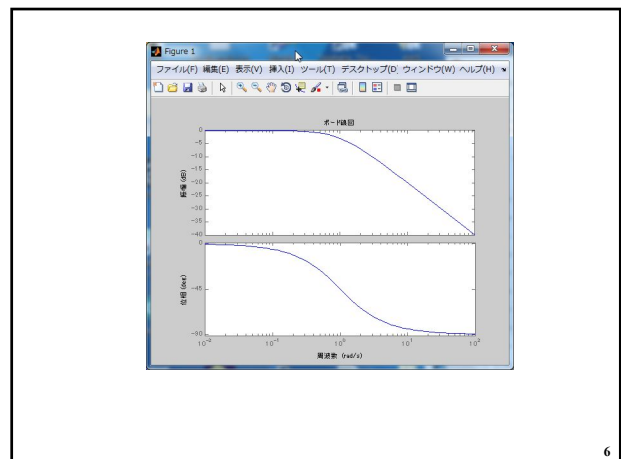
【例】1次系

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

横軸, 縦軸を自動設定



5



6

横軸を任意に設定

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

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

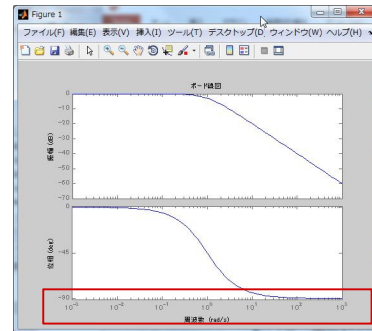
```

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

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 ω を作成

7



横軸が $10^{-3} \sim 10^3$

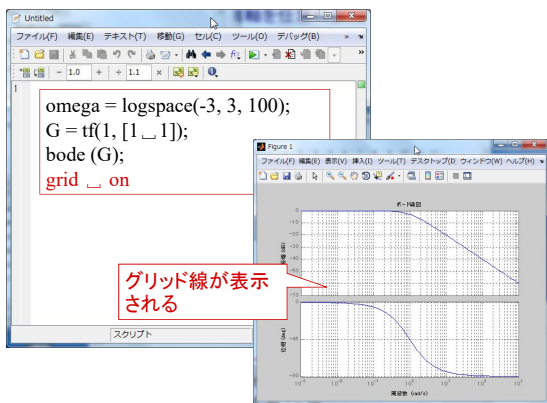
8

グリッド線を入れる

```

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

グリッド線が表示される



9

ゲインと位相を求めて描く

```

1 omega = logspace(-2, 2, 100);
2 G = tf(1, [1 1]);
3 [mag, phase] = bode(G, omega);
4 mag_db = 20*log10(mag);
5 figure(1)
6 subplot(2, 1, 1)
7 semilogx(omega, mag_db(:));
8 grid on
9 subplot(2, 1, 2)
10 semilogx(omega, phase(:));
11 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

10

線の色と太さを変更する

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

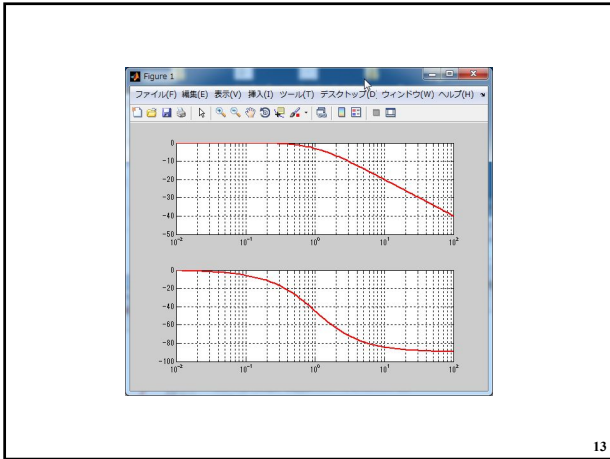
線の太さは
linewidth

```

1 omega = logspace(-2, 2, 100);
2 .....
3 subplot(2,1,1)
4 semilogx(omega, mag_db(:, 'r', 'Linewidth', 2))
5 grid on
6 .....
7 subplot(2,1,2)
8 semilogx(omega, phase(:, 'r', 'Linewidth', 2))
9 grid on
10 .....
    
```

11

12



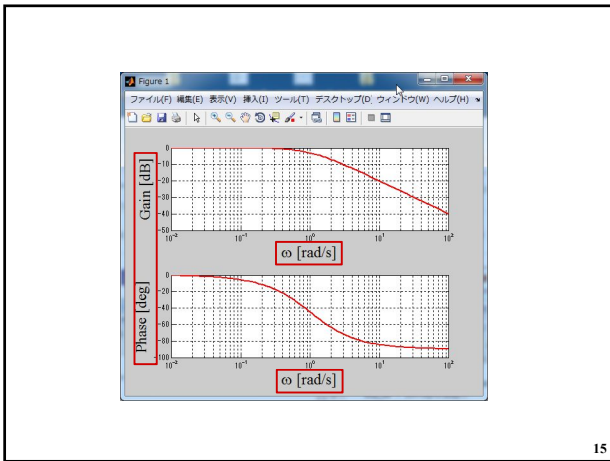
13

縦軸、横軸のラベルをつける

```

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

14



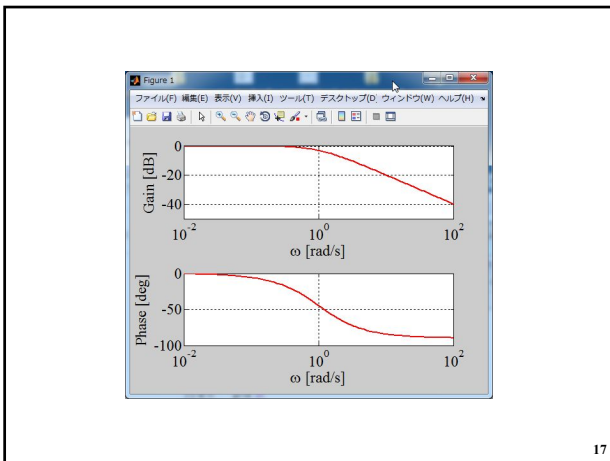
15

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)
    
```

16



17

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])
    
```

10⁻¹が増えた 10¹が増えた

18

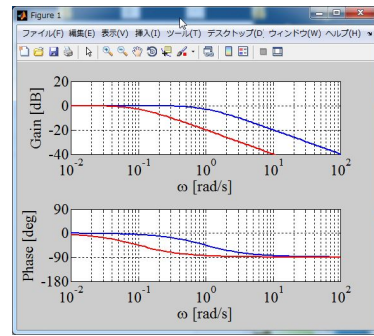
図を重ねる

【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)
...
```

19



20

【課題1】以下の $G_1(s)$, $G_2(s)$ のボード線図を1つの図に重ねて描け

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

$$G_2(s) = \frac{10}{s^2 + s + 1}$$

21

【課題2】以下の $G_1(s)$, $G_2(s)$ のボード線図を1つの図に重ねて描け

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

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

22

【課題3】以下の $G(s)$ のボード線図を描け

$$G(s) = \frac{s+1}{s^2(s+10)}$$

【課題4】以下の $G(s)$ のボード線図を描け

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

23

【課題5】以下の $G_1(s)$, $G_2(s)$ のボード線図を1つの図に重ねて描け

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

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

24

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。

25