

第5章：周波数応答

5.2 ベクトル軌跡(MATLAB演習)

キーワード：ベクトル軌跡

学習目標：MATLABを用いてベクトル軌跡を描けるようになる。

1

高次系 $G(s) = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_1 s + b_0}{s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0} \quad (n \geq m)$

出発点

ゲイン

原点 ($s=0$) に極をもたないとき

$$|G(0)| = \frac{b_0}{a_0} \quad (a \neq 0)$$

原点に l 位の極をもつとき

$$|G(0)| = \infty$$

位相

$$\angle G(j\omega) \rightarrow \angle \frac{b_0}{(j\omega)^l} = \angle \frac{1}{j^l} \cdot \frac{b_0}{\omega^l}$$

$$= (b_0 \text{ の符号}) \times l \times (-90^\circ)$$

この方向の無限遠方から出発する

終点

ゲイン

終点 $\omega \rightarrow \infty$ のとき

$$|G(j\omega)| = 0 \quad (n > m)$$

$$|G(j\omega)| = b_m \quad (n = m)$$

位相

$$\angle G(j\omega) \approx \angle \frac{b_m}{(j\omega)^{n-m}}$$

$$= (b_m \text{ の符号})$$

$$\times (n - m) \times (-90^\circ)$$

この方向から原点に向う

2

(例) 原点 ($s=0$) に極をもたないとき

$$G(s) = \frac{1}{s+1} \quad \frac{1}{s} \text{ が存在しない}$$

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

(例) 原点に 1 位の極をもつとき ($l=1$)

$$G(s) = \frac{1}{s} \quad \frac{1}{s} \text{ が1つ存在する}$$

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

(例) 原点に 2 位の極をもつとき ($l=2$)

$$G(s) = \frac{1}{s^2} \quad \frac{1}{s} \text{ が2つ存在する}$$

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

3

(例) 原点 ($s=0$) に極をもたないとき ($n > m$)

$$G(s) = \frac{1}{s+1} = \frac{1 \times \frac{1}{1}}{\frac{1}{1} + 1} \quad \begin{matrix} m=0 \\ b_m=b_0=1 \\ n=1 \end{matrix}$$

$$n=1, m=0, n-m=1, l=0$$

出発点

ゲイン

 $\frac{1}{s}$ がないので $|G(0)|$ を計算

$$|G(0)| = \frac{1}{0+1} = 1$$

位相

 $\frac{1}{s}$ がないので $l=0$

$$\angle G(0) = (b_0 \text{ の符号}) \times l \times (-90^\circ)$$

$$= 0^\circ$$

終点

ゲイン

 $n > m$ より

$$|G(\infty)| = 0$$

位相

$$\angle G(j\omega) = (b_m \text{ の符号})$$

$$\times (n - m) \times (-90^\circ)$$

$$= -90^\circ$$

4

(例) 原点 ($s=0$) に極をもたないとき ($n=m$)

$$G(s) = \frac{s + \sqrt{3}}{s + 1} = \frac{b_1 \times \frac{1}{1} + \frac{1}{1} \times \frac{\sqrt{3}}{1}}{\frac{1}{1} + 1} \quad \begin{matrix} m=1 \\ b_m=b_0=1 \\ n=1 \end{matrix}$$

$$n=1, m=1, n-m=0, l=0$$

出発点

ゲイン

 $\frac{1}{s}$ がないので $|G(0)|$ を計算

$$|G(0)| = \frac{0 + \sqrt{3}}{0 + 1} = \sqrt{3}$$

位相

 $\frac{1}{s}$ がないので $l=0$

$$\angle G(0) = (b_0 \text{ の符号}) \times l \times (-90^\circ)$$

$$= 0^\circ$$

終点

ゲイン

$$|G(\infty)| = b_1 = 1$$

位相

$$\angle G(j\omega) = (b_m \text{ の符号})$$

$$\times (n - m) \times (-90^\circ)$$

$$= 0^\circ$$

5

(例) 原点に 1 位の極をもつとき

$$G(s) = \frac{1}{s(s+1)} = \frac{1}{\frac{1}{s^2} + s} \quad \begin{matrix} b_m=b_0=1 \\ l=1 \\ n=2 \end{matrix}$$

$$n=2, m=0, n-m=2, l=1$$

出発点

ゲイン

 $\frac{1}{s}$ がある $|G(0)| = \infty$

位相

 $\frac{1}{s}$ が1つある ($l=1$)

$$\angle G(j\omega) = (b_0 \text{ の符号}) \times l \times (-90^\circ)$$

$$= -90^\circ$$

終点

ゲイン

 $n > m$ より

$$|G(\infty)| = 0$$

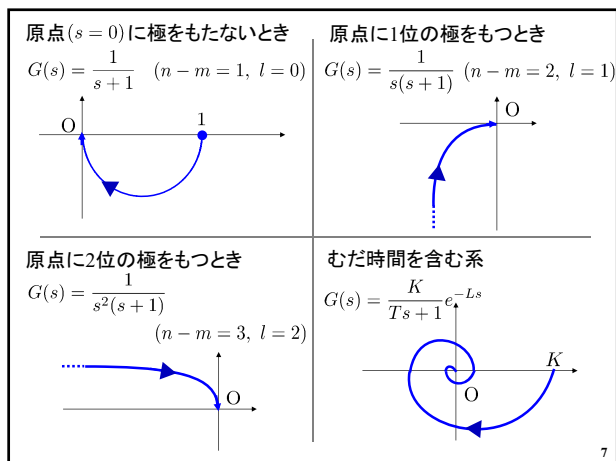
位相

$$\angle G(j\omega) = (b_m \text{ の符号})$$

$$\times (n - m) \times (-90^\circ)$$

$$= -180^\circ$$

6



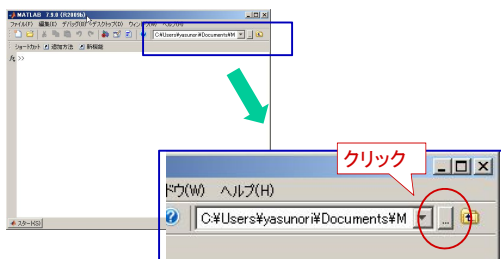
7

MATLABの準備

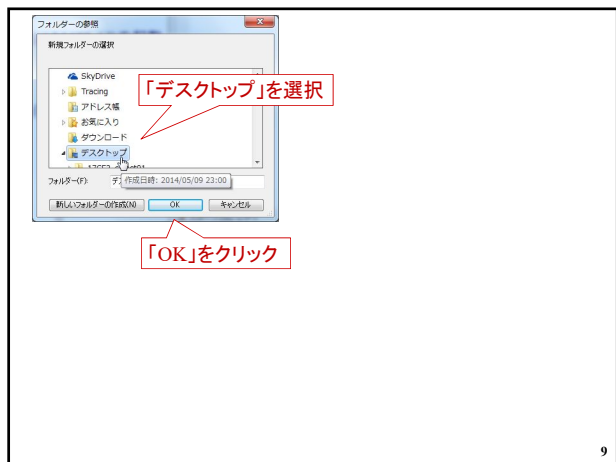
(a) MATLABの起動



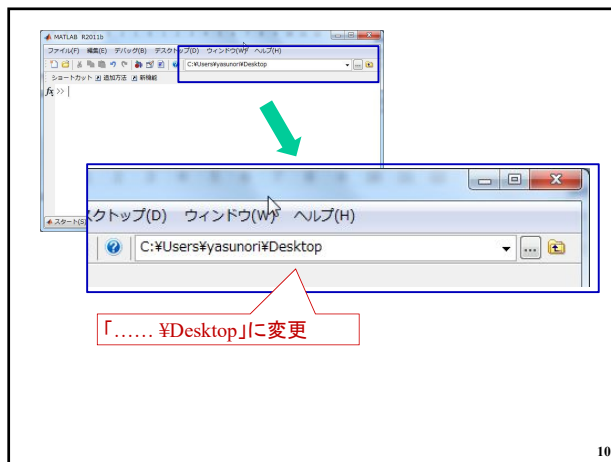
(b) カレントフォルダの設定



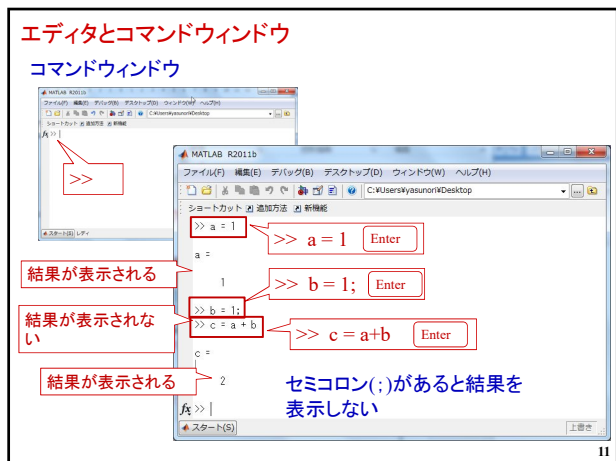
8



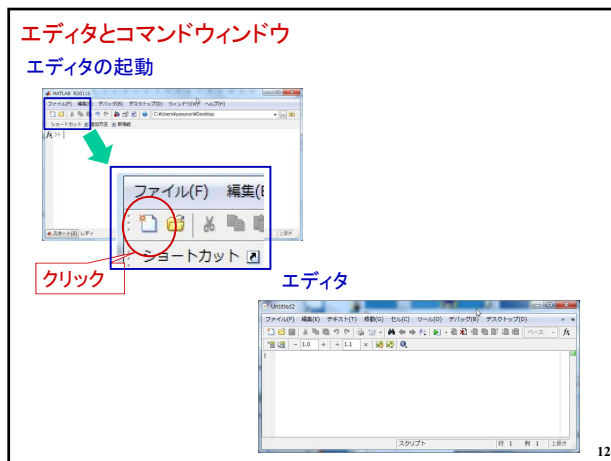
9



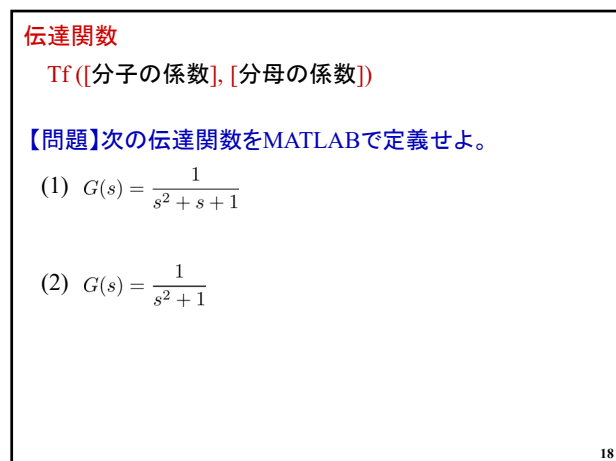
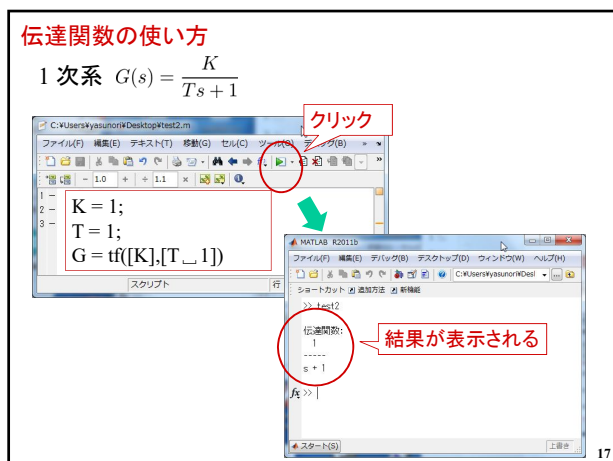
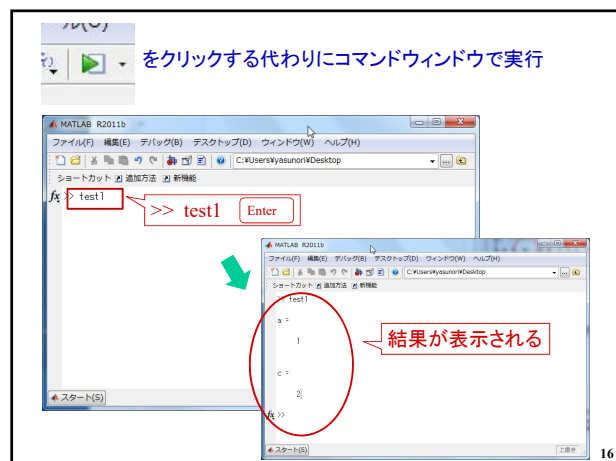
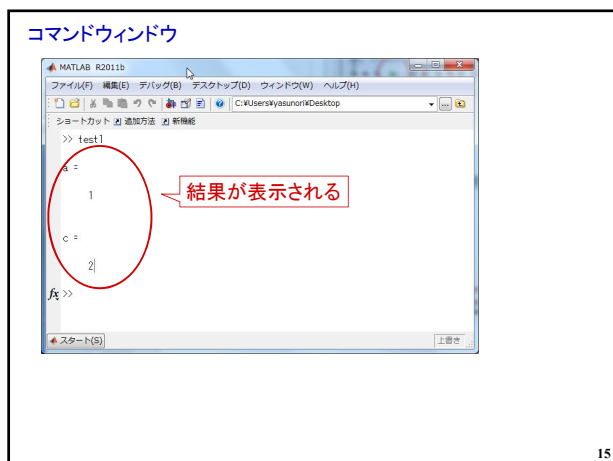
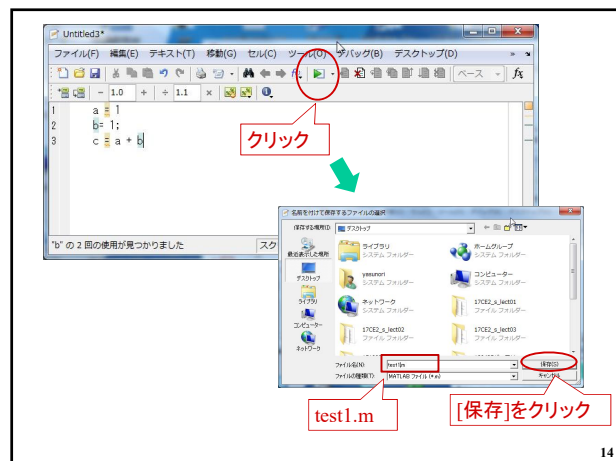
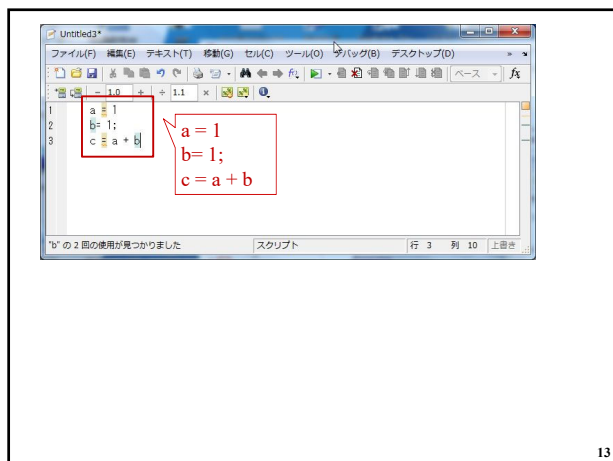
10



11



12



伝達関数の演算

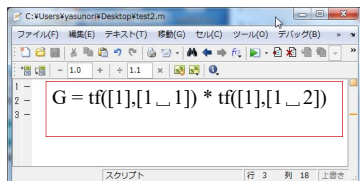
$$G(s) = \frac{1}{(s+1)(s+2)}$$

式展開しても可能だが

$$G(s) = \frac{1}{s^2 + 3s + 2}$$

乗算可能

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



19

【問題】次の伝達関数をMATLABで定義せよ。

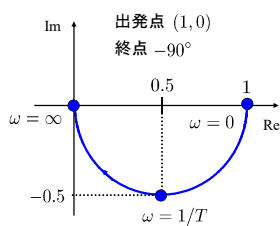
$$(1) G(s) = \frac{1}{s(1+2s)(1+3s)}$$

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

20

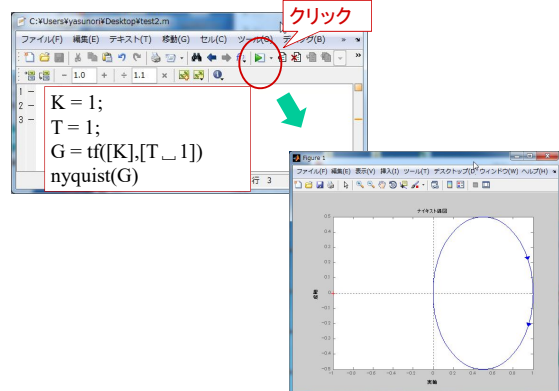
【復習】

1次系 $G(s) = \frac{1}{Ts+1}$ ($K=1$)



21

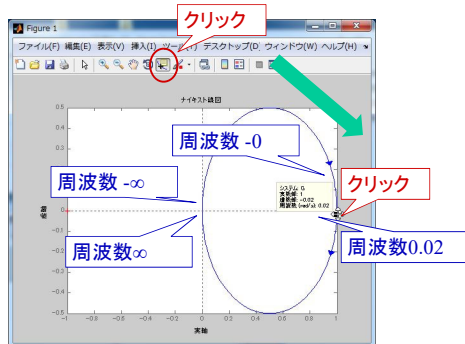
ベクトル軌跡の使い方



22

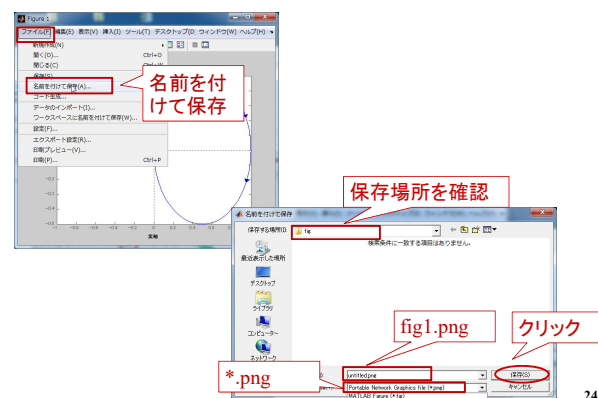
$\omega = -\infty \sim \infty$ のベクトル軌跡 → ナイキスト軌跡

$\omega = 0 \sim \infty$ → ベクトル軌跡

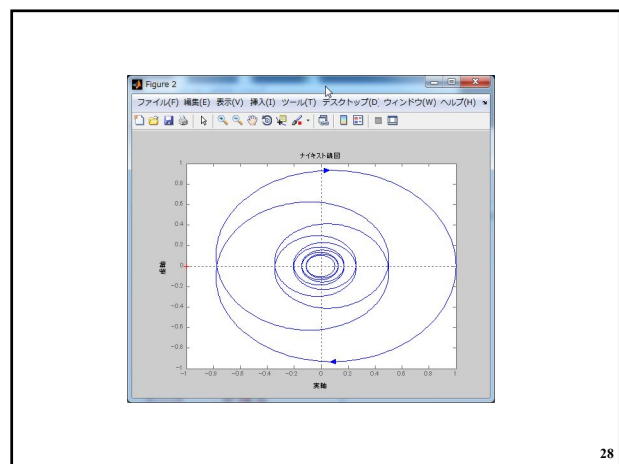
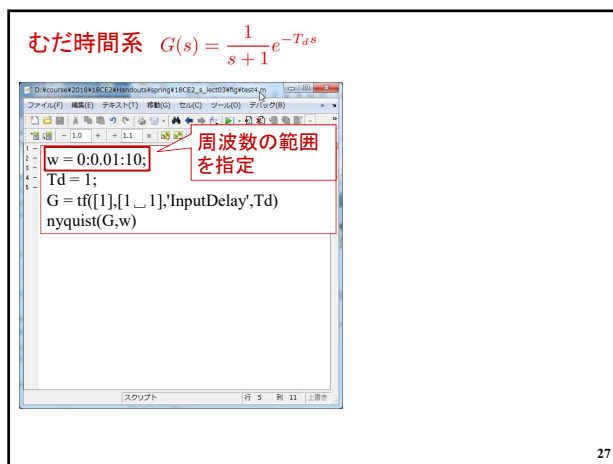
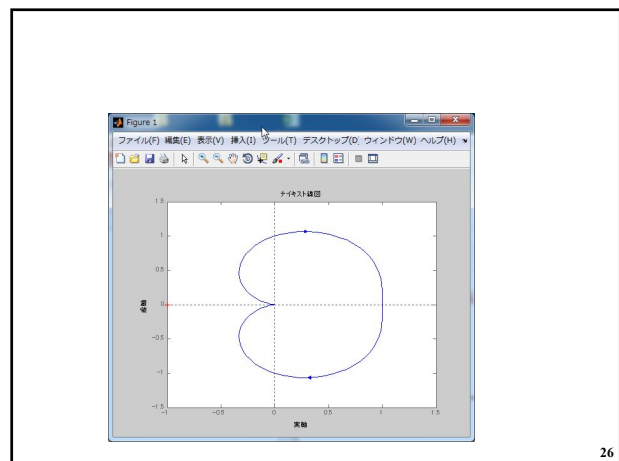
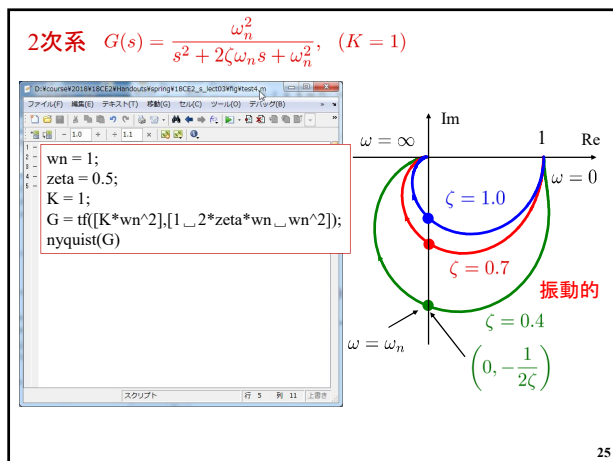


23

図の保存



24



第 5 章 : 周波数応答

5.2 ベクトル軌跡(MATLAB演習)

キーワード : ベクトル軌跡

学習目標 : MATLABを用いてベクトル軌跡を描けるようになる。

29

(c) Simulinkの起動 - 新規作成

30

(f) 他の入力の場合で行う

20, 60, 100 のいずれか

対応するファイル名に変更

```
close all
fid = fopen('u60.xls');
C = textscan(fid, '%f%f%f%f', 'headerLines', 1);
fclose(fid);
data = [C{2} C{3} C{4} C{5}]
```

31

(g) 図を描く

チェックを外す

クリック

チェックを入れる

data1
配列

チェックを外す
チェックを入れる

data2
配列

32

ホームページからダウンロード可能

dataplot.m

```
close all
figure(1)
l_a1 = plot(data1(:,1),data1(:,2))
hold on
l_a2 = plot(data1(:,1),data1(:,3),'r')
hold on
grid on
axis([0 10 0 6000])
set(gca,'fontSize',20,'fontName','times','linewidth',1)
set(l_a1,'linewidth',3,'color','b')
set(l_a2,'linewidth',3,'color','r','linestyle','-')
set(gca,'xtick',0:2:10)
% set(gca,'ytick',0:10:100)
ylabel('Angle [deg]')
xlabel('Time [s]')
legend('model','Exp.')
print -dpng data1
```

(次のページに続く)

クリック

33