

制御系設計演習

問題5 線形シミュレーション

問題6 非線形シミュレーション

問題5

[問題 5] 問題 3 で求めた A, B, C, D を用いて, 線形シミュレーションにおいて安定となる最適レギュレータ (LQ 最適制御) を設計して, 以下を提出せよ。

- (1) 設計した Q, R の値を示せ。
- (2) 状態フィードバック $u(t) = K(t)$ のゲイン K の値を示せ。
- (3) 初期値が $x_0 = [0.02 \ 0.1 \ 0 \ 0]^T$ の応答が安定となる波形 x_c, α, V_m を示せ。
- (4) 設計に用いた m-file を示せ。

optimal_care.m

修正したら実行

問題3で用いたA, Bに変わる

Q, Rを設計する
Aは4×4の行列なので, Qは要素4つに変更
Bは4×1の行列なので, Rは要素1つ

```
1 clear
2 format compact
3
4 A = [0 1; -10 -1];
5 B = [0; 1];
6 Q = diag([300 60]);
7 R = 1;
8
9 P = care(A,B,Q,R);
10 K = -inv(R)*B'*P;
11
12 % P, K1 を求める代わりに下記でもよい
13 % K = -lqr(A,B,Q,R)
14
```

LinearSimulation_2011.mdl

LinearSimulation_2011b - Simulink academic use

ファイル(F) 編集(E) ツール表示(V) 情報表示(D) ブロック線図(R) シミュレーション(S) プリント(A) コード(C) ツール(T) ヘルプ(H)

LinearSimulation_2011b

LinearSimulation_2011b

$\dot{x} = Ax + Bu$
 $y = Cx + Du$

$K \cdot u_{ve}$

xc

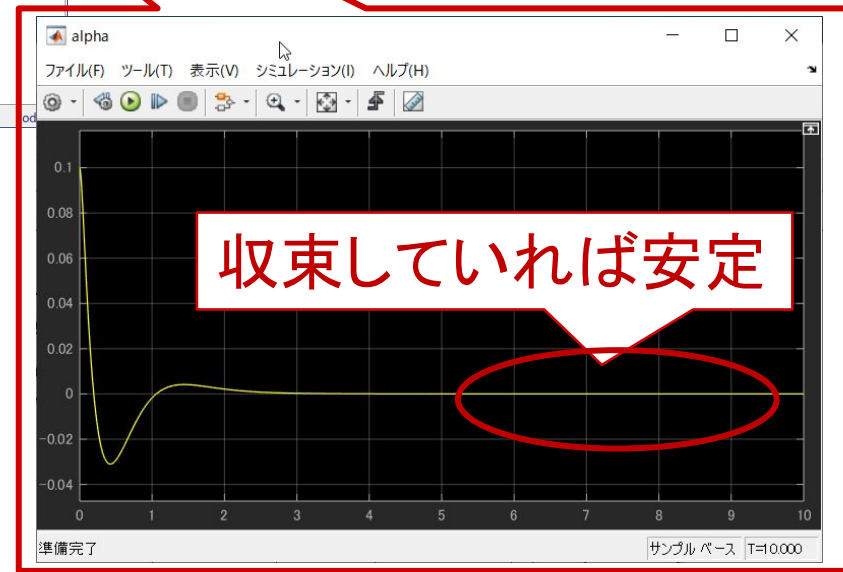
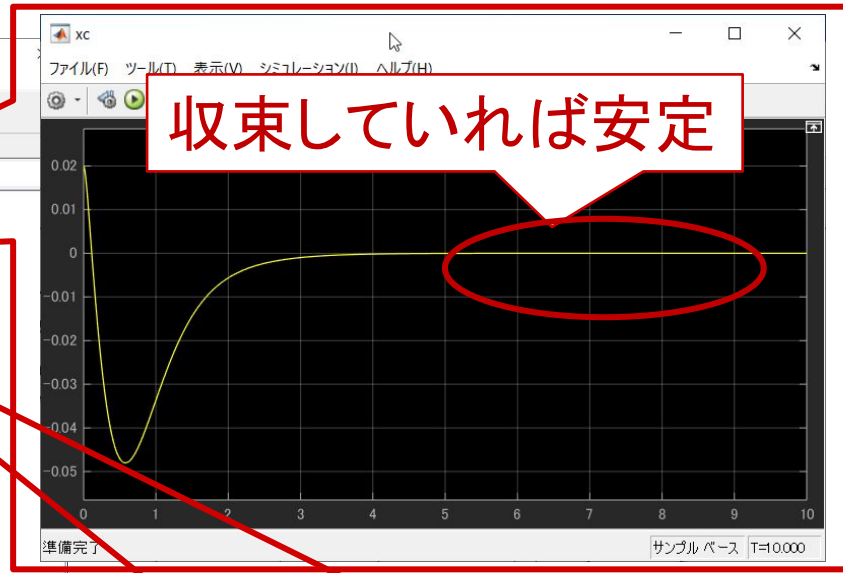
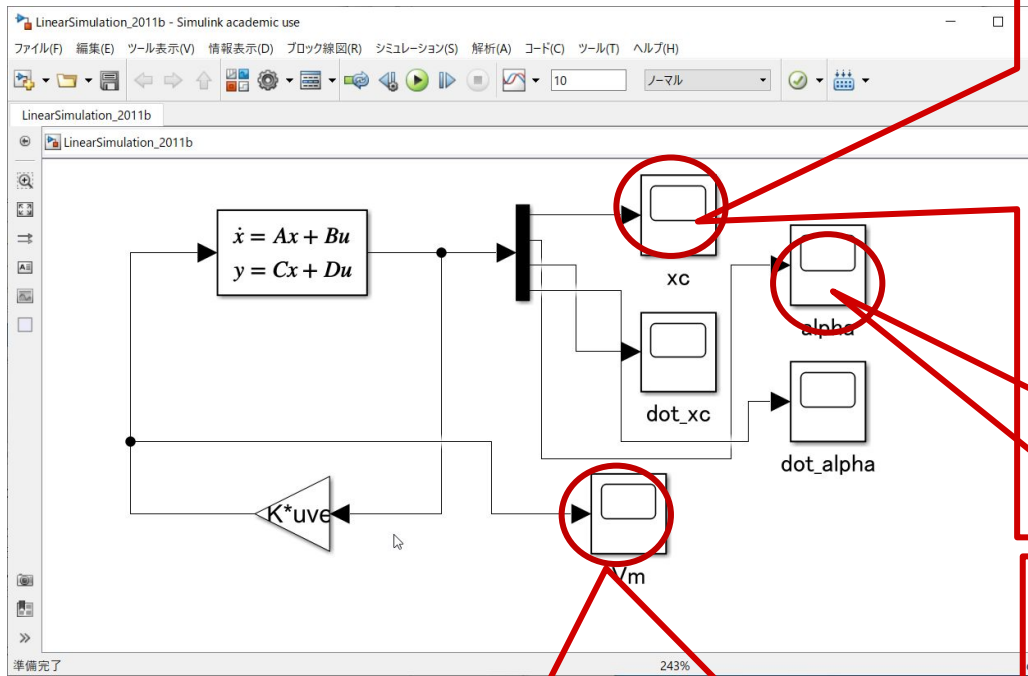
dot_xc

Vm

alpha

dot_alpha

準備完了 243% ode4

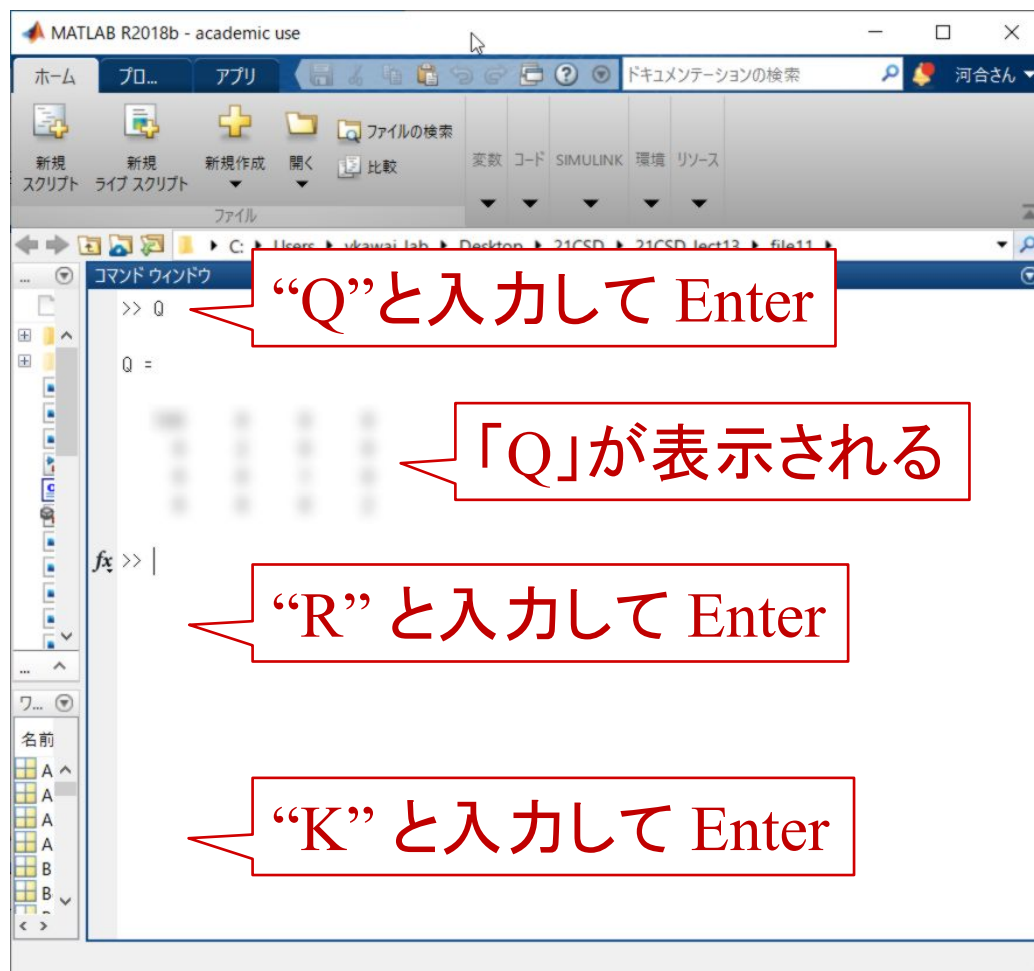


(1) 設計した Q , R の値を示せ。

(2) 状態フィードバック $u(t) = K(t)$ のゲイン K の値を示せ。

(3) 初期値が $x_0 = [0.02 \ 0.1 \ 0 \ 0]^T$ の応答が安定となる波形 x_c , α , V_m を示せ。

(4) 設計に用いた m-file を示せ。



(1) 設計した Q, R の値を示せ。

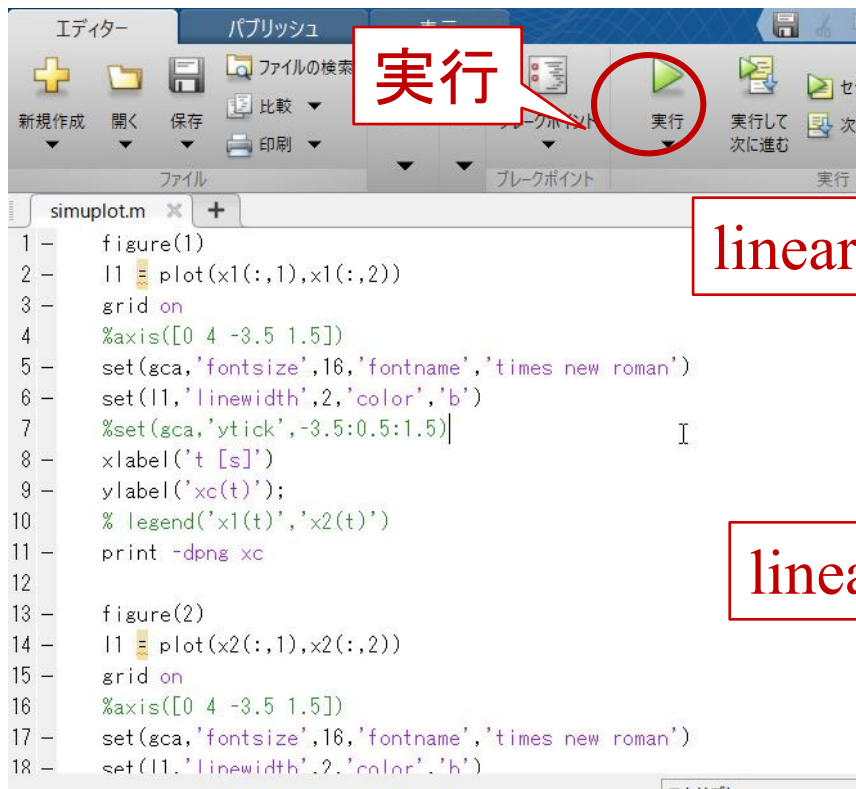
(2) 状態フィードバック $u(t) = K(t)$ のゲイン K の値を示せ。

(3) 初期値が $x_0 = [0.02 \ 0.1 \ 0 \ 0]^T$ の応答が安定となる波形 x_c, α, V_m を示せ。

(4) 設計に用いた m-file を示せ。

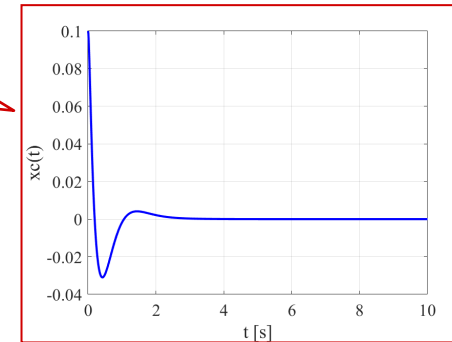
linearplot.m

カレントフォルダにファイルができる

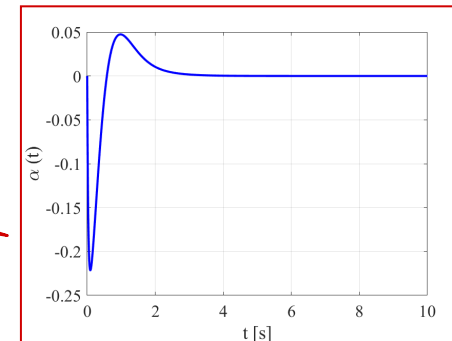


```
1 - figure(1)
2 - h1 = plot(x1(:,1),x1(:,2))
3 - grid on
4 - %axis([0 4 -3.5 1.5])
5 - set(gca,'fontsize',16,'fontname','times new roman')
6 - set(h1,'linewidth',2,'color','b')
7 - %set(gca,'ytick',-3.5:0.5:1.5)
8 - xlabel('t [s]')
9 - ylabel('xc(t)');
10 - % legend('x1(t)','x2(t)')
11 - print -dpng xc
12
13 - figure(2)
14 - h2 = plot(x2(:,1),x2(:,2))
15 - grid on
16 - %axis([0 4 -3.5 1.5])
17 - set(gca,'fontsize',16,'fontname','times new roman')
18 - set(h2,'linewidth',2,'color','b')
```

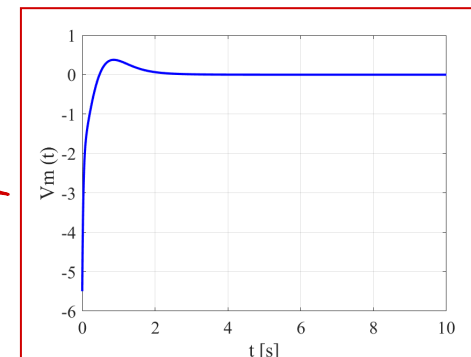
linear_xc.png



linear_alpha.png



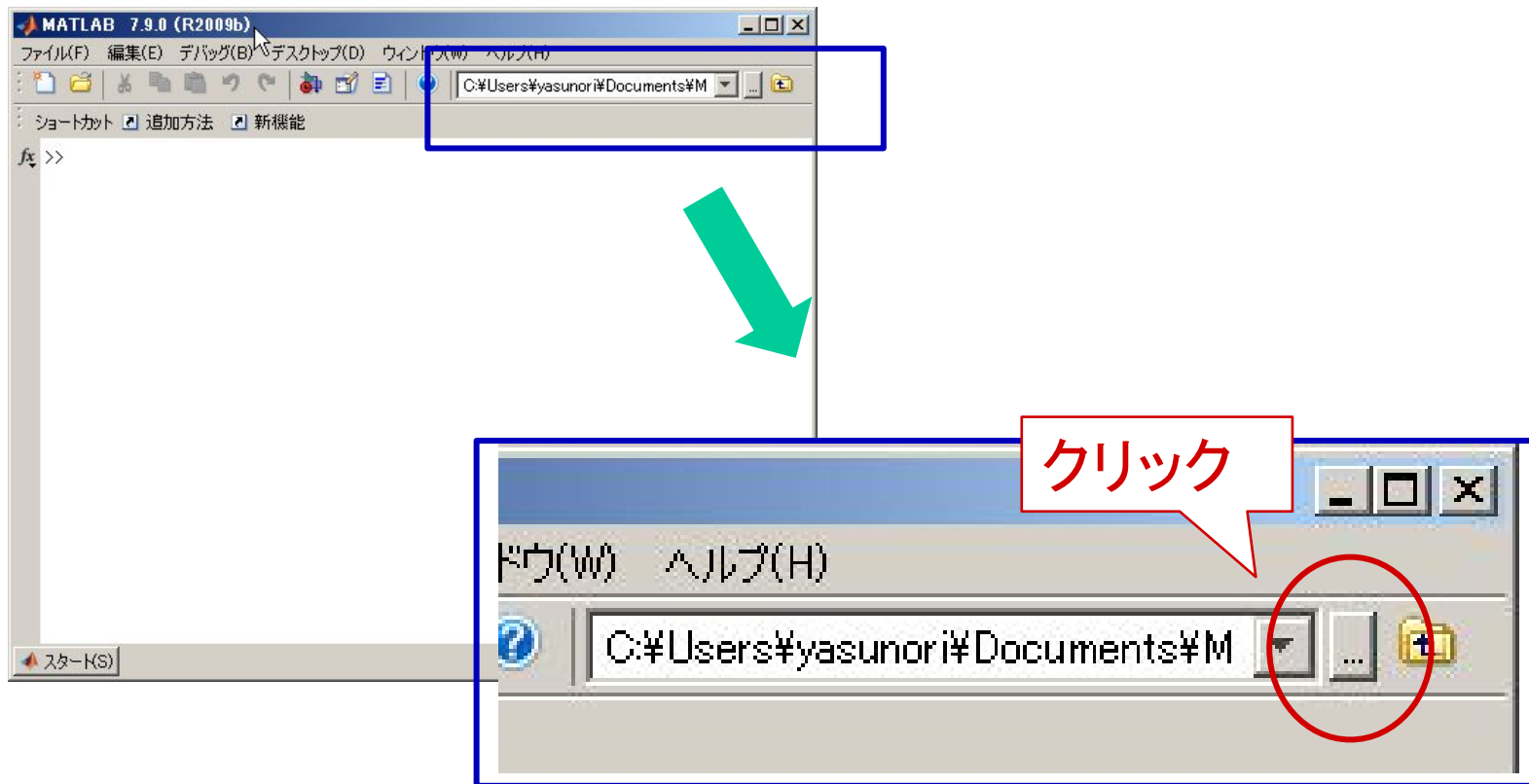
linear_Vm.png



- (1) 設計した Q , R の値を示せ。
- (2) 状態フィードバック $u(t) = K(t)$ のゲイン K の値を示せ。
- (3) 初期値が $x_0 = [0.02 \ 0.1 \ 0 \ 0]^T$ の応答が安定となる波形 x_c , α , V_m を示せ。
- (4) 設計に用いた m-file を示せ。

問題5で用いた `optimal_care.m` を
wordなどに貼り付ける

カレントフォルダ



問題6

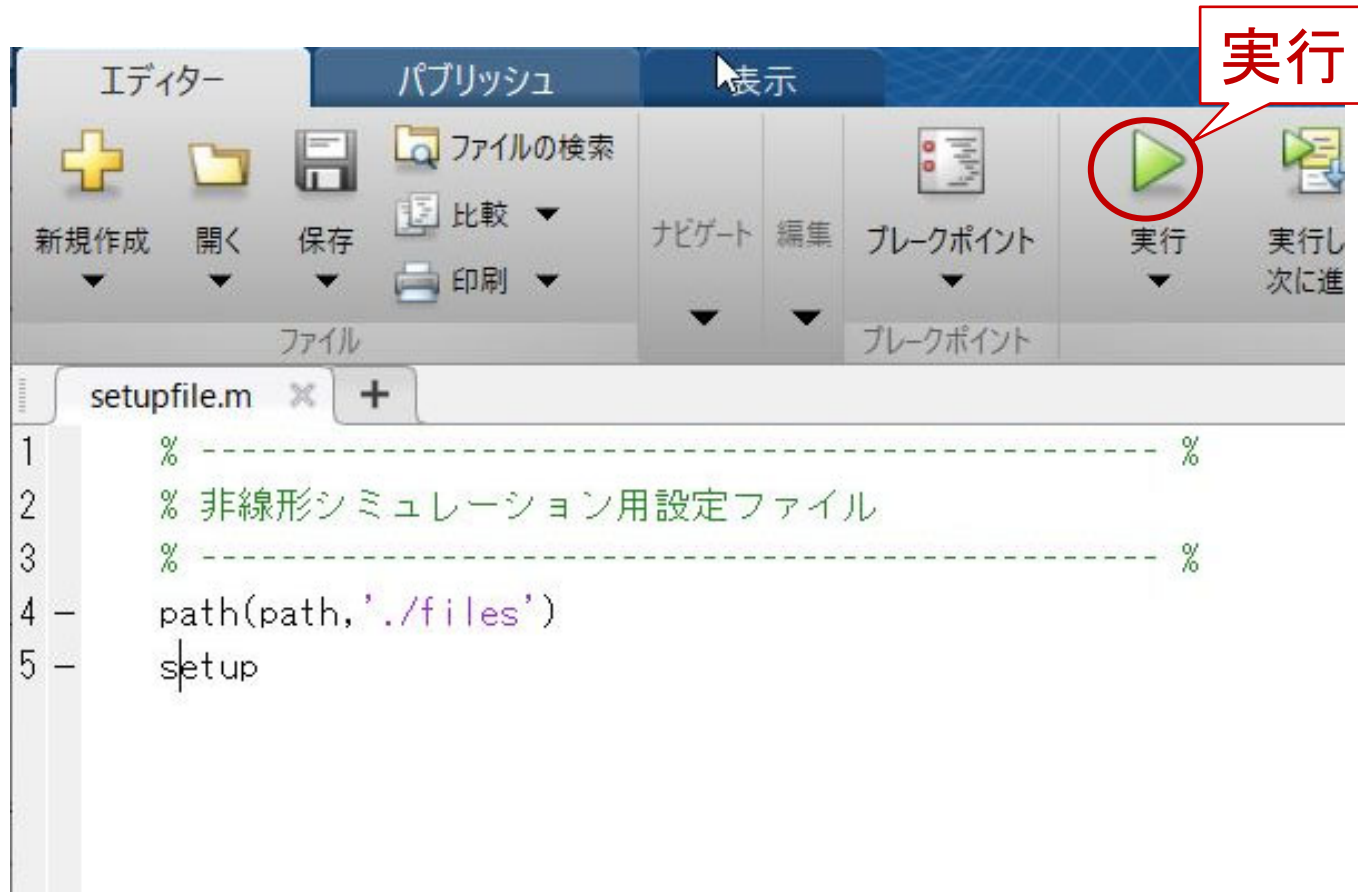
[問題 6] 問題 3 で求めた A, B, C, D を用いて、非線形シミュレーションにおいて以下の性能仕様を満足する最適レギュレータ (LQ 最適制御) を設計して、以下を提出せよ。

- (1) 設計した Q, R の値を示せ。
- (2) 状態フィードバック $u(t) = K(t)$ のゲイン K の値を示せ。
- (3) 波形 x_c, α, V_m を示せ。
- (4) 設計に用いた m-file を示せ。

性能仕様

- 台車の目標応答が目標値に一致すること。
- 棒の直立位置からのずれが $|\alpha| \leq 1^\circ$ とする。
- 制御入力 V_m が飽和しない。 $-5 \leq V_m \leq 5$ [V]

setupfile.m



NonlinearSimulation_2011.mdl

実行

NonlinearSimulation_2011b * - Simulink academic use

ファイル(F) 編集(E) ツール表示(V) 情報表示(D) ブロック線図(R) シミュレーション(S) ヘルプ(H)

NonlinearSimulation_2011b

NonlinearSimulation_2011b

計測制御工学 制御系設計演習
[課題6] 非線形シミュレーション

Position Setpoint

Setpoint Amplitude (m)

$K(1)$

UPM Voltage Saturation

$u = Vm$

$Vm (V)$

xc (m)

alpha (rd)

xc_dot (m/s)

alpha_dot (rd/s)

SIP + IP01_2
Non-Linear EOM

Scopes

xc_des Out1

alpha Out2

Control Effort: Vm (V)

$X = [xc; \alpha; xc_dot; \alpha_dot]$

LQR Gain

$K*u$

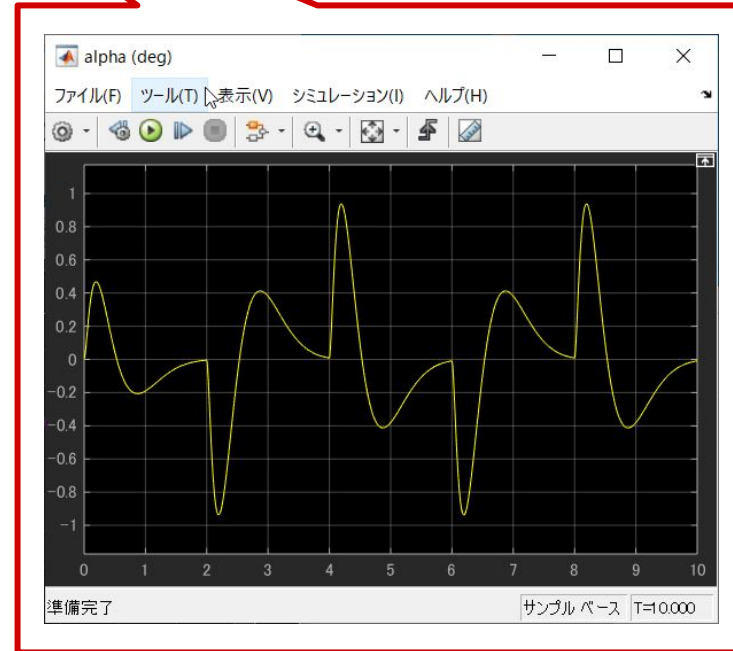
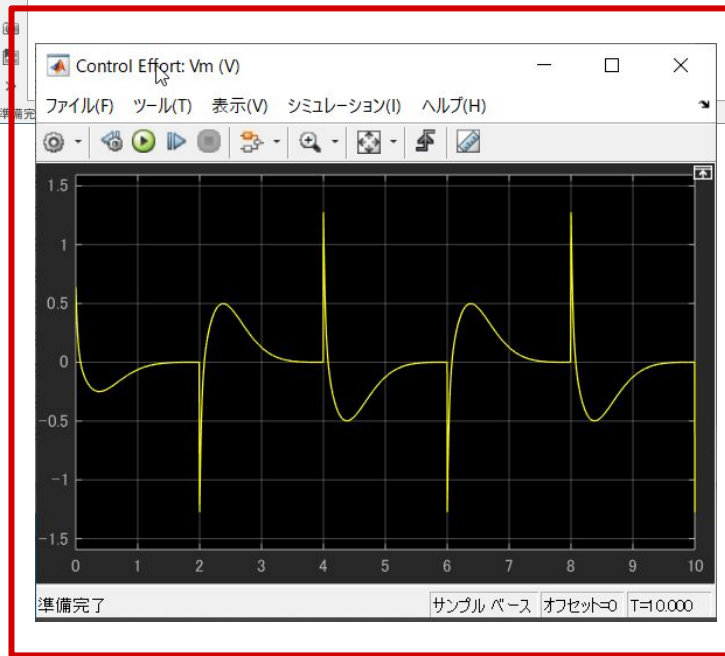
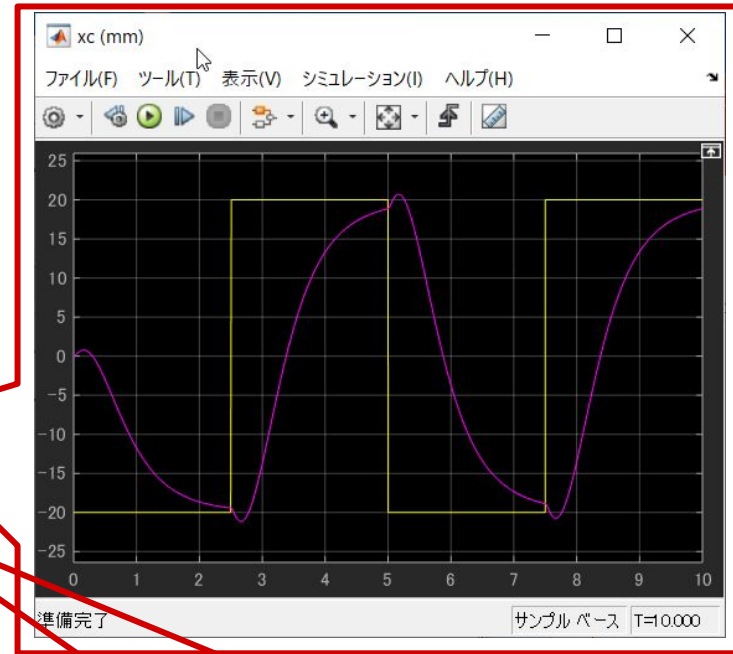
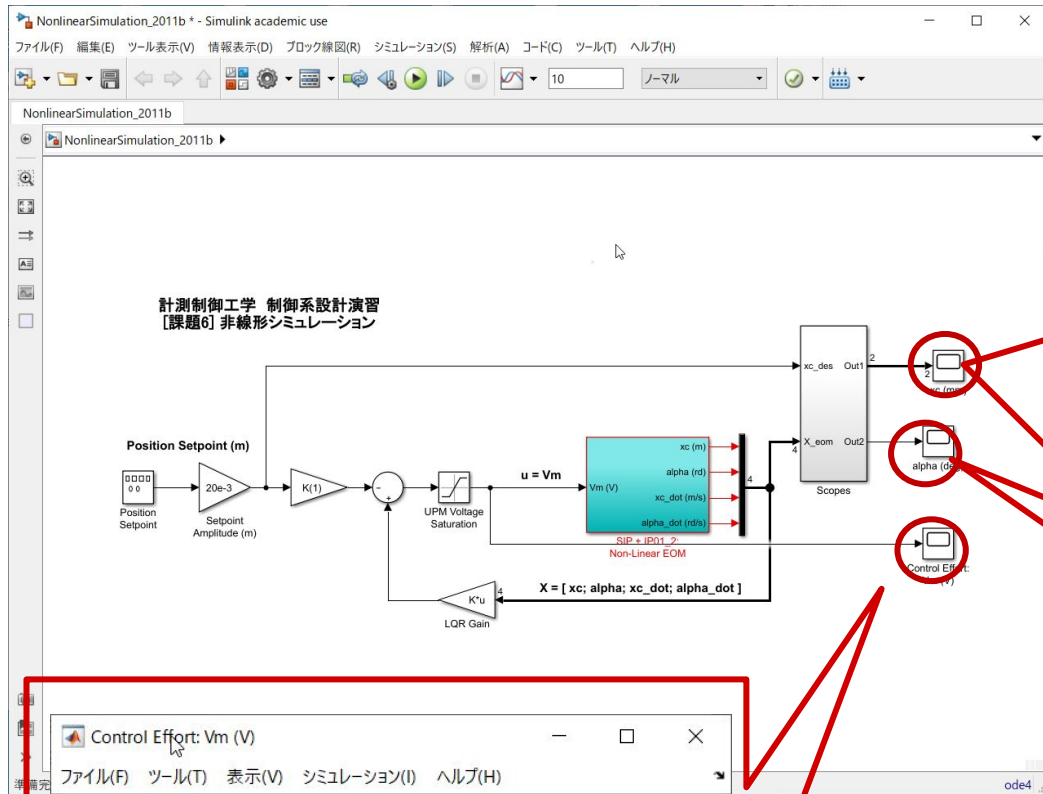
xc (mm)

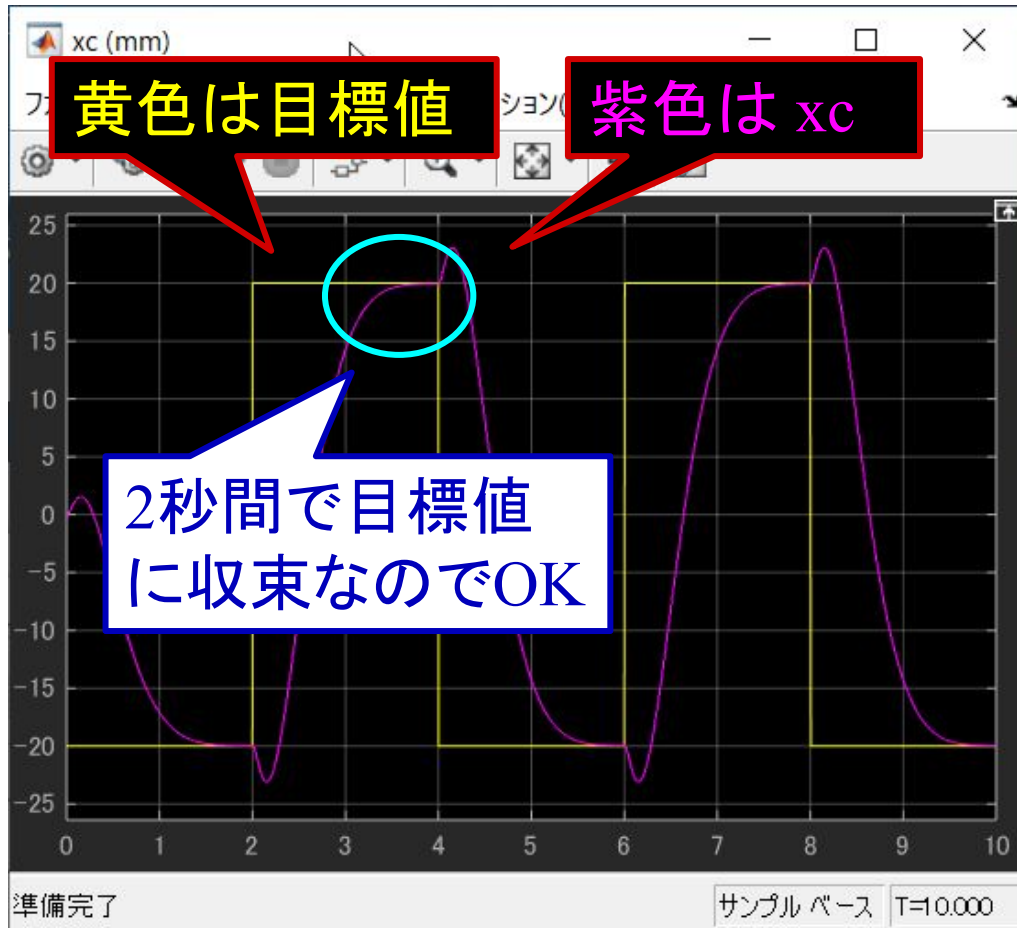
alpha (deg)

準備完了

100%

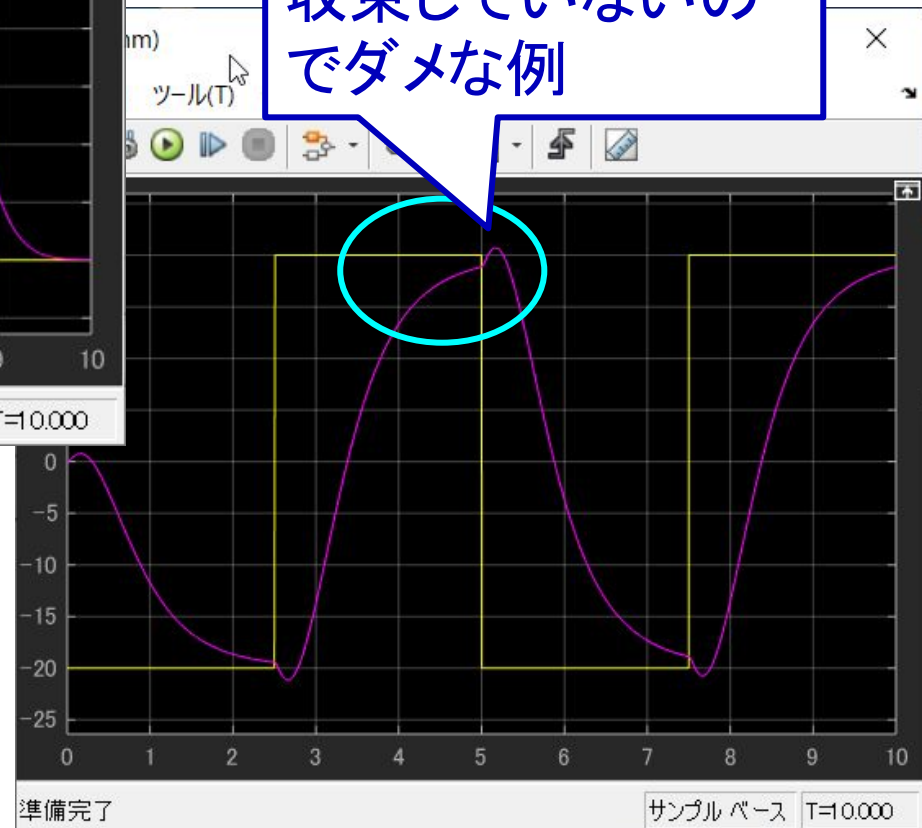
ode4





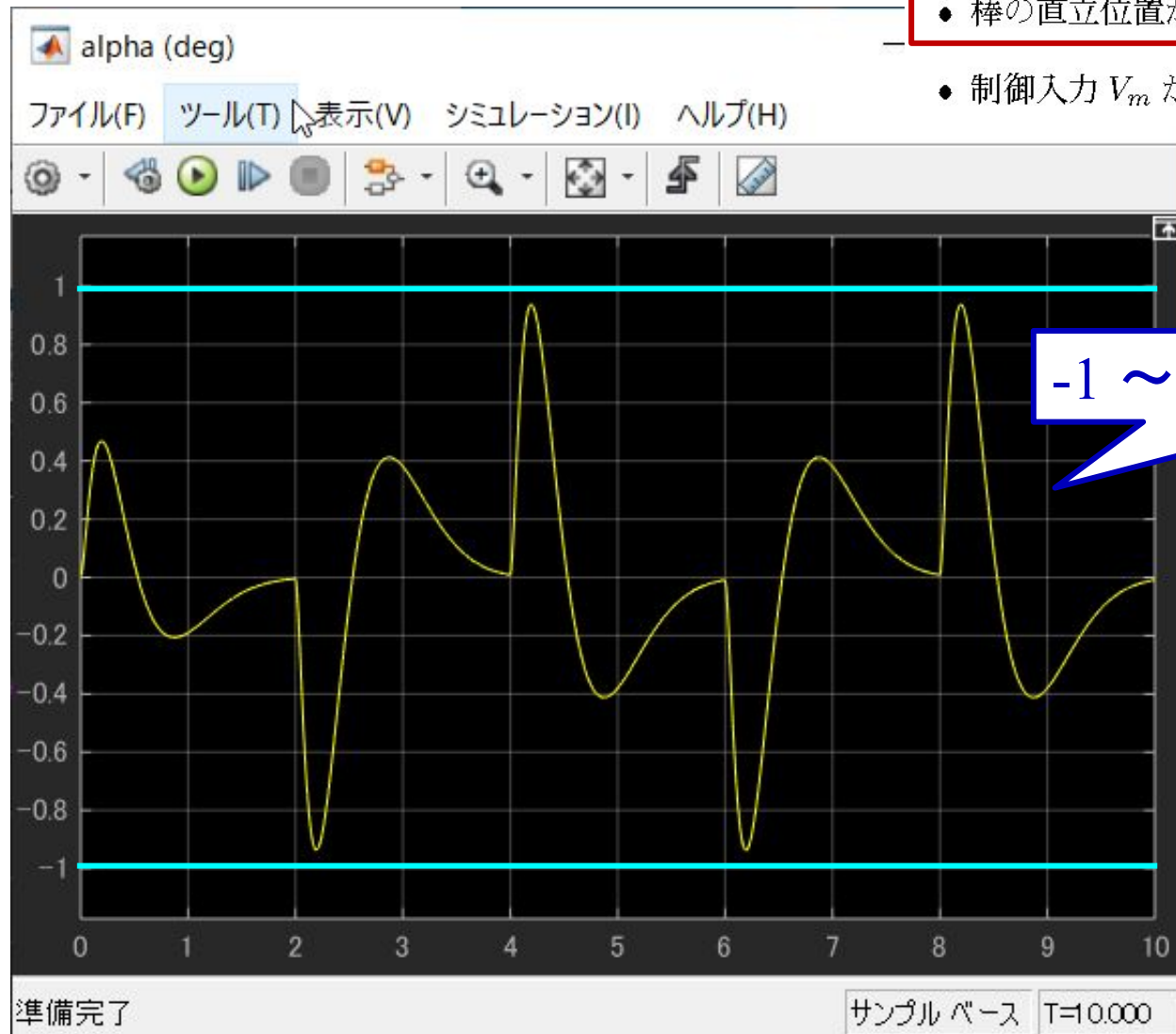
性能仕様

- 台車の目標応答が目標値に一致すること。
- 棒の直立位置からのずれが $|\alpha| \leq 1^\circ$ とする。
- 制御入力 V_m が飽和しない。 $-5 \leq V_m \leq 5$ [V]



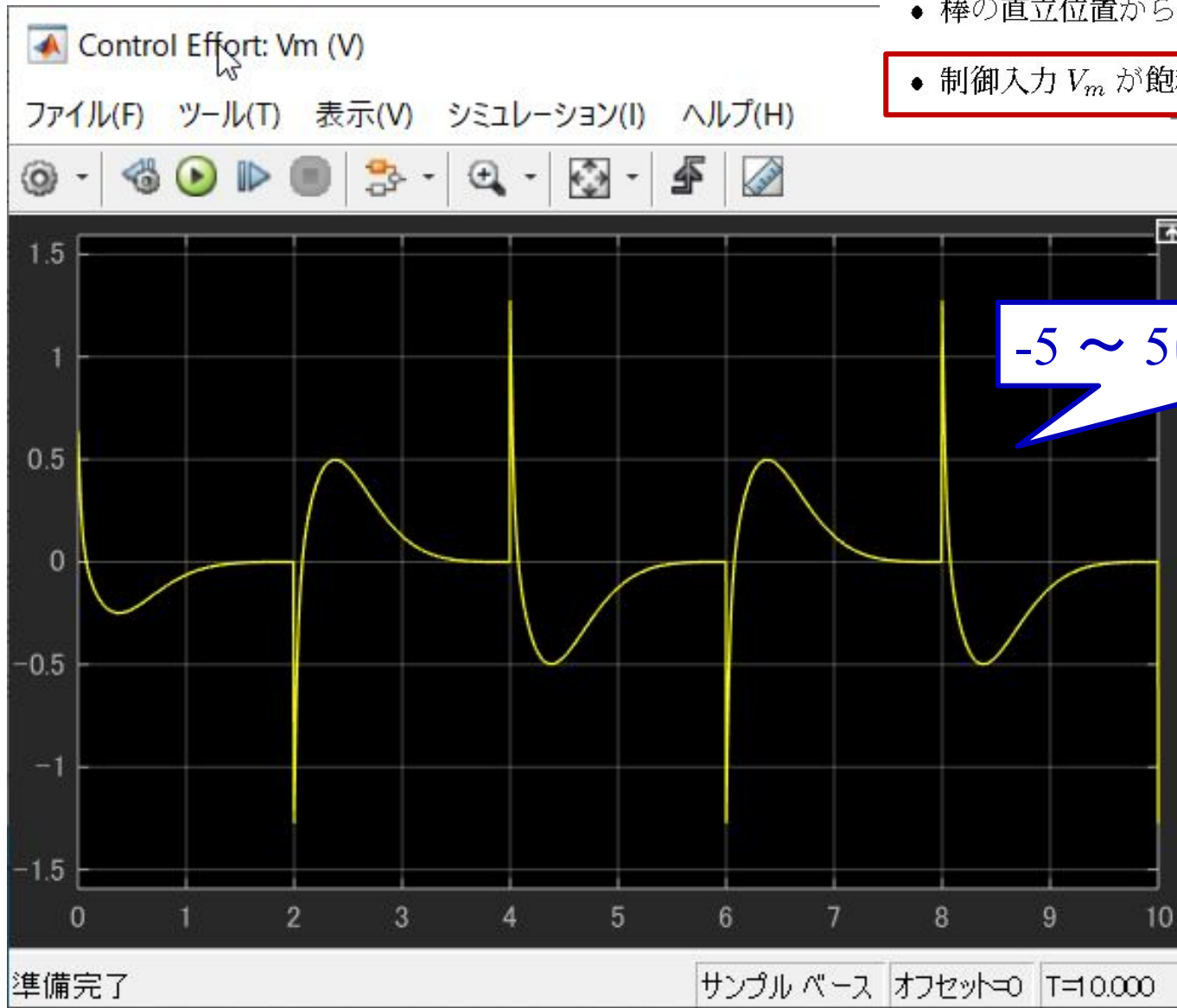
性能仕様

- 台車の目標応答が目標値に一致すること。
- 棒の直立位置からのずれが $|\alpha| \leq 1^\circ$ とする。
- 制御入力 V_m が飽和しない。 $-5 \leq V_m \leq 5$ [V]



性能仕様

- 台車の目標応答が目標値に一致すること。
- 棒の直立位置からのずれが $|\alpha| \leq 1^\circ$ とする。
- 制御入力 V_m が飽和しない。 $-5 \leq V_m \leq 5$ [V]

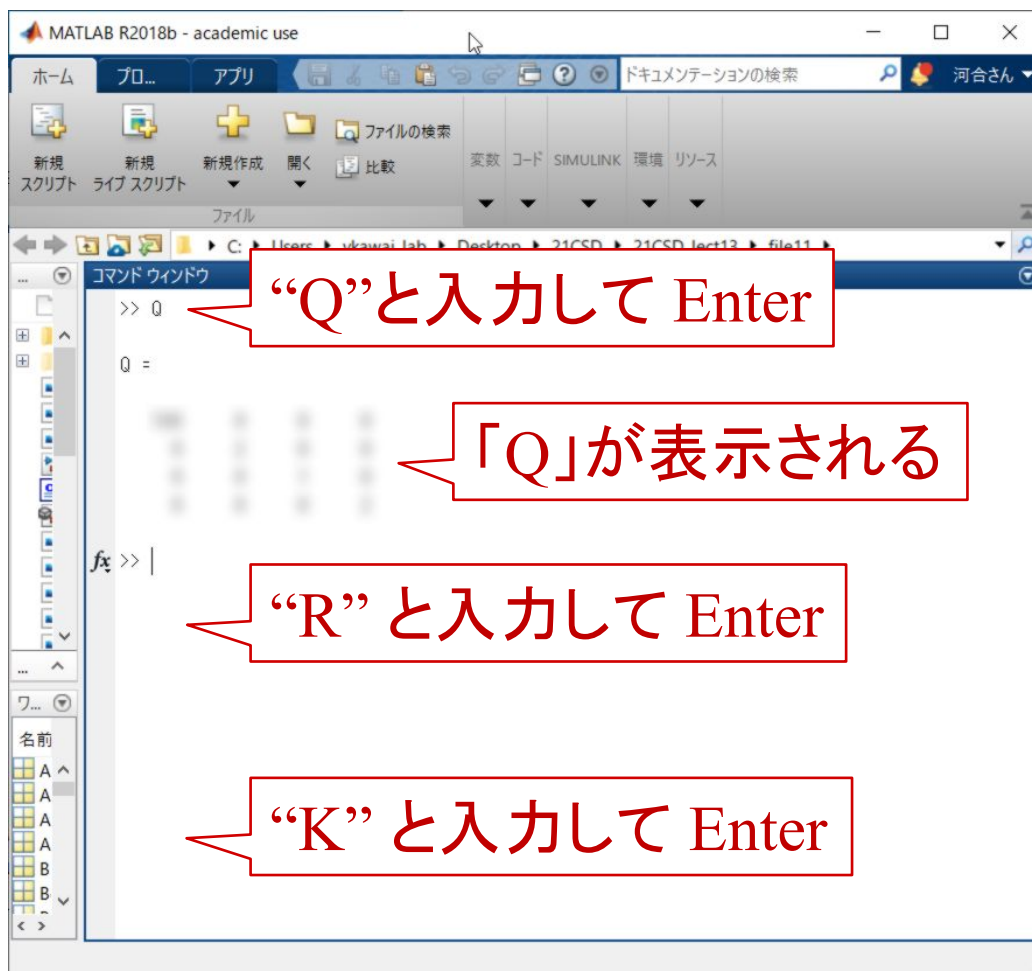


(1) 設計した Q , R の値を示せ。

(2) 状態フィードバック $u(t) = K(t)$ のゲイン K の値を示せ。

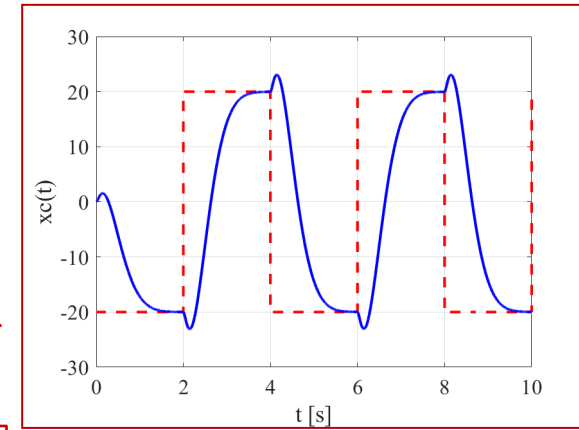
(3) 波形 x_c , α , V_m を示せ。

(4) 設計に用いた m-file を示せ。



- (1) 設計した Q, R の値を示せ。
- (2) 状態フィードバック $u(t) = K(t)$ のゲイン K の値を示せ。
- (3) 波形 x_c, α, V_m を示せ。
- (4) 設計に用いた m-file を示せ。

nonlinear_xc.png



nonlinearplot.m

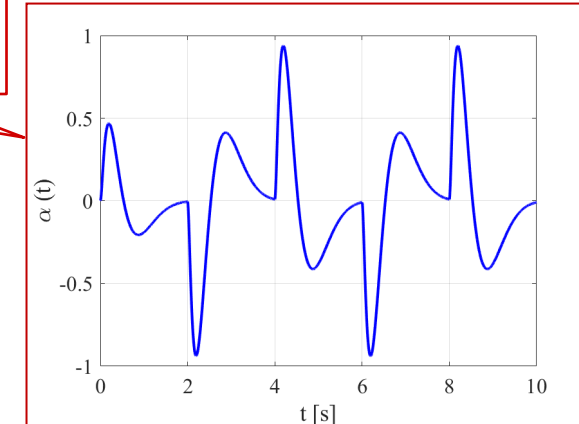
nonlinear_alpha.png

実行

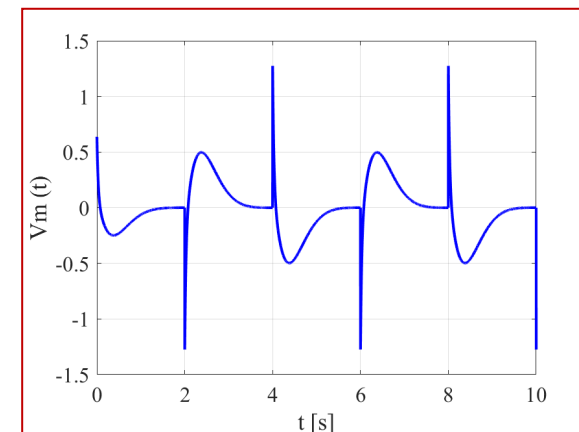
```

1  close all
2  figure(1)
3  l1 = plot(cartposition(:,1),cartposition(:,2))
4  hold on
5  l2 = plot(cartposition(:,1),cartposition(:,3))
6  hold on
7  grid on
8  %axis([0 4 -3.5 1.5])
9  set(gca,'fontsize',16,'fontname','times new roman')
10 set(l1,'linewidth',2,'color','r','linestyle','--')
11 set(l2,'linewidth',2,'color','b')
12 %set(gca,'ytick',-3.5:0.5:1.5)
13 xlabel('t [s]')
14 ylabel('xc(t)');
15 % legend('x1(t)','x2(t)')
16 print -dpng nonlinear_xc
17
18 figure(?)

```



nonlinear_Vm.png



- (1) 設計した Q , R の値を示せ。
- (2) 状態フィードバック $u(t) = K(t)$ のゲイン K の値を示せ。
- (3) 初期値が $x_0 = [0.02 \ 0.1 \ 0 \ 0]^T$ の応答が安定となる波形 x_c , α , V_m を示せ。
- (4) 設計に用いた m-file を示せ。

問題6で用いた `optimal_care.m` を
wordなどに貼り付ける