情報処理
MATLAB プログラミング

平井 慎一

立命館大学 ロボティクス学科

講義の流れ

サンプルプログラム

ウェブサイトの「サンプルプログラム」をクリック.
ダウンロードした zip ファイルを解凍.

draw_graph.m グラフを描く
van_der_Pol.m ファンデルポール方程式の標準形
van_der_Pol_solve.m ファンデルポール方程式を数値的に解く
⋮

ベクトルと行列

列ベクトル

```
x = [ 2; 3; -1 ];
```

行ベクトル

```
y = [ 2, 3, -1 ];
```

行列

```
A = [  4, -2,  1; ...
      -2,  5,  2; ...
      -2,  3,  2 ];
```

ベクトルと行列

記号 . . . は文が続くことを表す.

列ベクトル

```
x = [ 2; ...
      3; ...
     -1 ];
```

列ベクトル

```
x = [ 2; 3; -1 ];
```

ベクトルと行列

乗算

```
p = A*x;
q = y*A;
```

```
>> p

p =

     1
     9
     3

>>
```

ベクトルと行列

乗算

```
p = A*x;
q = y*A;
```

```
>> q

q =

     4     8     6

>>
```

行列の操作

```
>> A

A =

     4    -2     1
    -2     5     2
    -2     3     2

>> A(3,2)

ans =

     3
```

行列の操作

```
>> A
A =
     4    -2     1
    -2     5     2
    -2     3     2

>> A(3,2) = 6;

>> A
A =
     4    -2     1
    -2     5     2
    -2     6     2
```

行列の操作

```
>> A
A =

     4    -2     1
    -2     5     2
    -2     3     2

>> A(3,:)

ans =

    -2     3     2
```

行列の操作

```
>> A
A =

     4    -2     1
    -2     5     2
    -2     3     2

>> A(:,2)

ans =

    -2
     5
     3
```

行列の操作

```
>> A
A =
     4    -2     1
    -2     5     2
    -2     3     2

>> A(:,2) = [ 0; 2; 1 ];

>> A
A =
     4     0     1
    -2     2     2
    -2     1     2
```

行列の操作

```
>> A
A =
     4    -2     1
    -2     5     2
    -2     3     2

>> A(3,:) = [ 3, -5, -1 ];

>> A
A =
     4    -2     1
    -2     5     2
     3    -5    -1
```

行列の操作

```
>> A
A =
     4    -2     1
    -2     5     2
    -2     3     2

>> B = A([1,3],:);

>> B
B =
     4    -2     1
    -2     3     2
```

行列の操作

```
>> A
A =
     4    -2     1
    -2     5     2
    -2     3     2

>> C = A(:,[2,1]);

>> C
C =
    -2     4
     5    -2
     3    -2
```

基本行操作

```
A(3,:) = 5*A(3,:);                  3 行目を 5 倍する
A(1,:) = A(1,:) + 4*A(2,:);         1 行目に 2 行目の 4 倍を加える
A([3,1],:) = A([1,3],:);            1 行目と 3 行目を交換する
```

基本行操作

スクリプトファイル matrix.m

```
A = [  4, -2,  1; ...
      -2,  5,  2; ...
      -2,  3,  2 ];
A(3,:) = 5*A(3,:);
A
```

を作成し，実行せよ．他の基本行操作も確認せよ．

連立一次方程式を解く

```
A = [  4, -2,  1; ...
      -2,  5,  2; ...
      -2,  3,  2 ];
p = [ 1; 9; 3 ];
```

連立一次方程式 $A\boldsymbol{x} = \boldsymbol{p}$ を解く

```
>> x = A\p;
>> x

x =
     2
     3
    -1

>> A*x
```

連立一次方程式を解く

スクリプトファイル `linear.m`

```
A = [  4, -2,  1; ...
      -2,  5,  2; ...
      -2,  3,  2 ];
p = [ 1; 9; 3 ];
x = A\p;
x
```

を作成し，実行せよ．

```
>> A*x
```

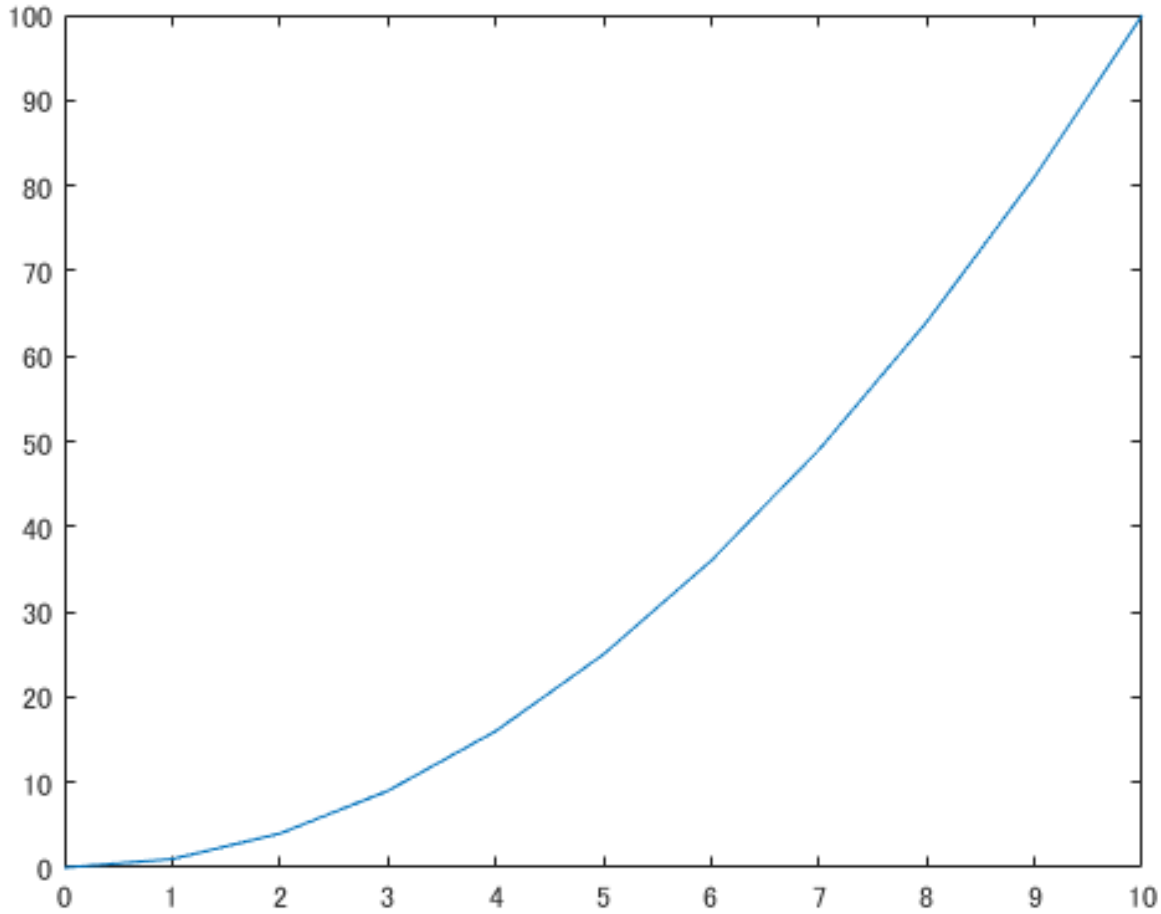
を実行し，解を確認せよ．

グラフ

```
>> x = [0:10]'
x =
     0
     1
     2
     3
    ...
>> f = x.*x
f =
     0
     1
     4
     9
    ...
```

グラフ

```
>> plot(x,f)
```



要素単位の演算

演算子 .* や ./ は，要素単位で乗算や除算を実行

$$\begin{bmatrix} 2 \\ 5 \\ -3 \end{bmatrix} .* \begin{bmatrix} 3 \\ -1 \\ -3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6 \\ -5 \\ 9 \end{bmatrix}$$

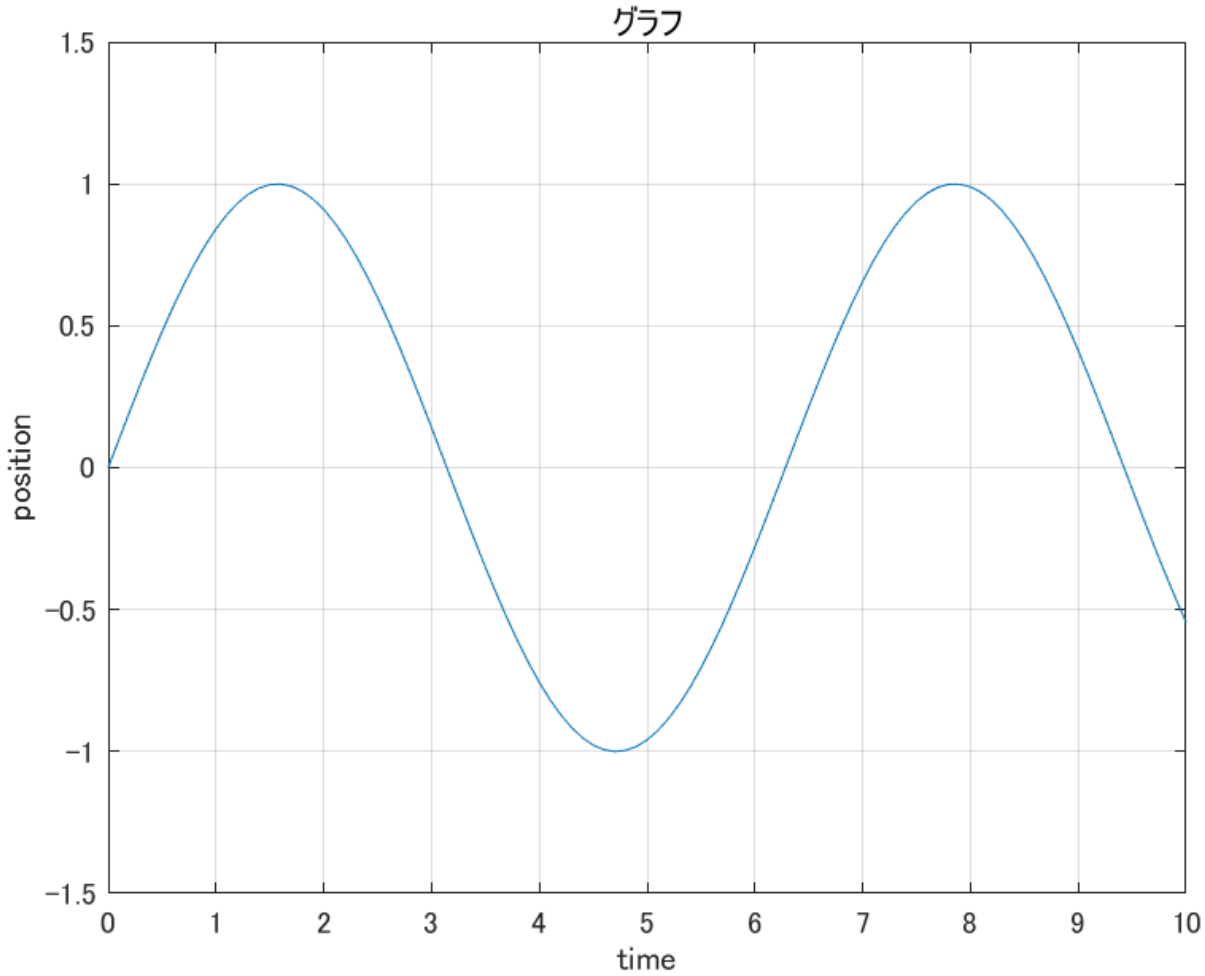
$$\begin{bmatrix} 6 \\ -5 \\ 1 \end{bmatrix} ./ \begin{bmatrix} 3 \\ -1 \\ 2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ 5 \\ 1/2 \end{bmatrix}$$

グラフ

```
>> t = [0:0.1:10]'
t =
         0
    0.1000
    0.2000
    0.3000
    ...
>> x = sin(t)
x =
         0
    0.0998
    0.1987
    0.2955
    ...
```

グラフ

```
>> plot(t,x)
```



ベクトル化関数

関数 cos，sin，exp，log 等は，ベクトルを引数とすることができる．

$$\sin \begin{bmatrix} 0 \\ \pi/6 \\ \pi/3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sin(0) \\ \sin(\pi/6) \\ \sin(\pi/3) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1/2 \\ \sqrt{3}/2 \end{bmatrix}$$

$$\exp \begin{bmatrix} 0 \\ \log 2 \\ \log 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \exp(0) \\ \exp(\log 2) \\ \exp(\log 3) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix}$$

グラフ

ファイル draw_graph.m

```
t = [0:0.1:10]';
x = sin(t);
plot(t,x);
title('グラフ');     % グラフの表題
xlabel('time');      % 横軸のラベル
ylabel('position'); % 縦軸のラベル
ylim([-1.5,1.5]);    % 縦軸の範囲
saveas(gcf,'draw_sine_graph.png'); % グラフの保存
```

ファイル draw_graph.m を実行すると，グラフを描き，
描いたグラフをファイルに保存する．

常微分方程式を数値的に解く

ファンデルポール (van der Pol) 方程式

$$\ddot{x} - 2(1 - x^2)\dot{x} + x = 0$$

$$\Downarrow$$

$\dot{x} = v$ とおくと $\ddot{x} = \dot{v}$ なので

$$\begin{cases} \dot{x} = v \\ \dot{v} = 2(1 - x^2)v - x \end{cases}$$

$$\Downarrow$$

標準形

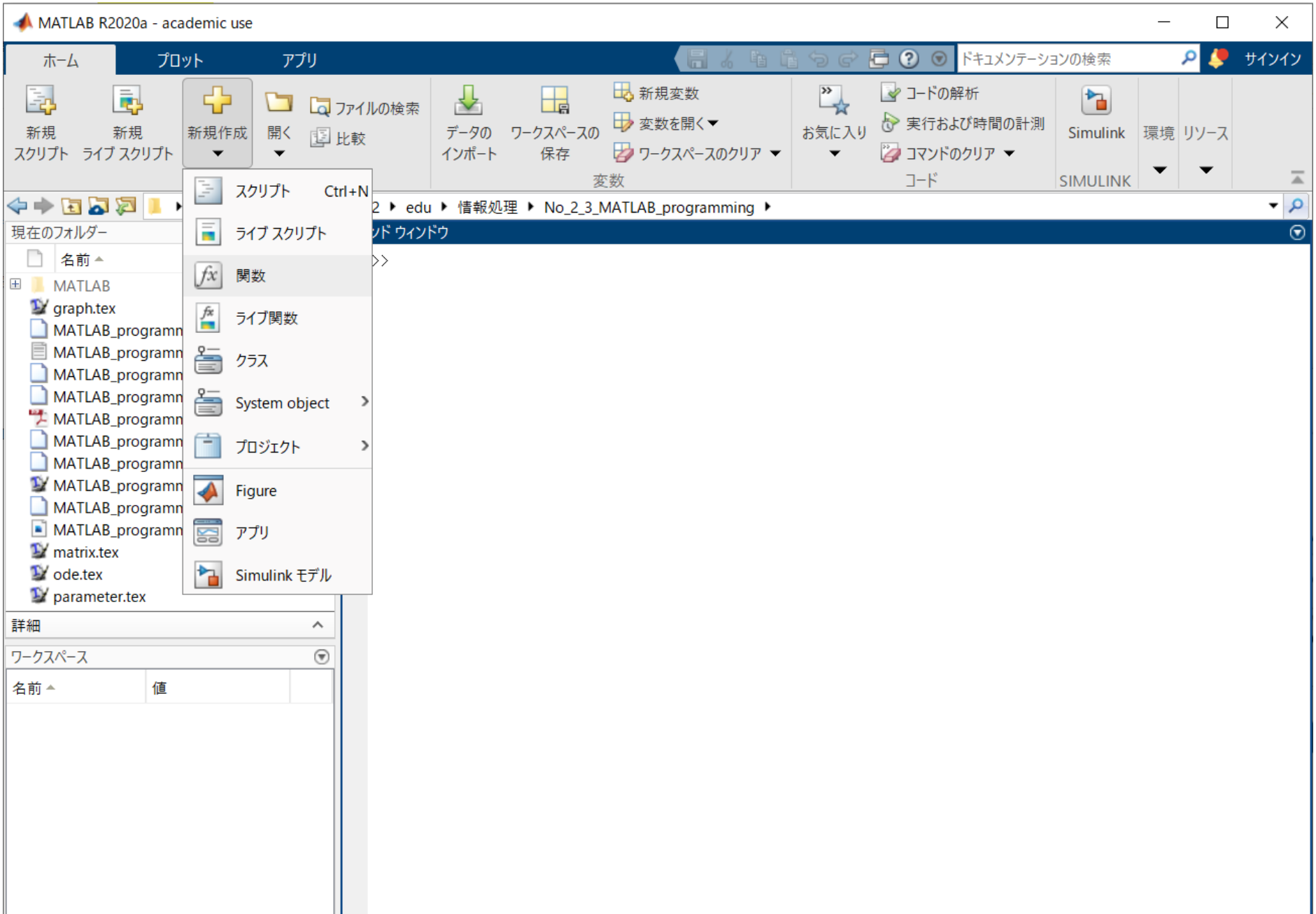
$$\boldsymbol{q} = \begin{bmatrix} x \\ v \end{bmatrix}, \qquad \dot{\boldsymbol{q}} = \begin{bmatrix} v \\ 2(1 - x^2)v - x \end{bmatrix}$$

常微分方程式を数値的に解く

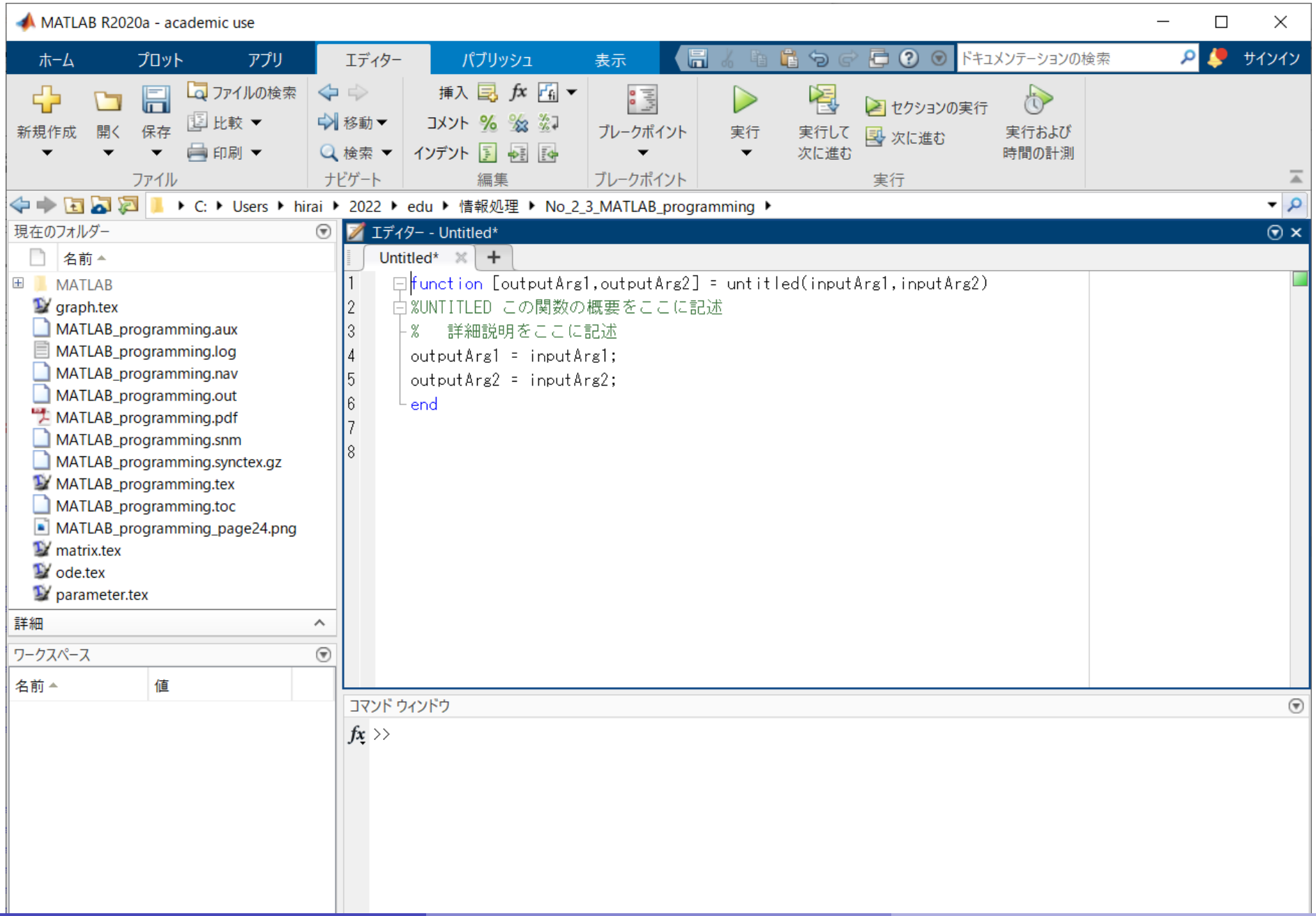
標準形を定義するファイル van_der_Pol.m
ファイルの名前 "van_der_Pol" と関数の名前 "van_der_Pol" を一致させる

```
function dotq = van_der_Pol (t, q)
    x = q(1);
    v = q(2);
    dotx = v;
    dotv = 2*(1-x^2)*v - x;
    dotq = [dotx; dotv];
end
```

常微分方程式を数値的に解く



常微分方程式を数値的に解く



常微分方程式を数値的に解く

関数ファイル `van_der_Pol.m` を作成せよ.

```
>> q = [ 2; 0]

>> van_der_Pol(0,q)
```

を実行せよ. 作成した関数を用いることができる.

常微分方程式を数値的に解く

スクリプトプログラム van_der_Pol_solve.m

```
interval = 0.00:0.10:10.00;
qinit = [ 2.00; 0.00 ];
[time, q] = ode45(@van_der_Pol, interval, qinit);
plot(time, q(:,1), '-');
```

ファイル van_der_Pol_solve.m を作成し，実行せよ．

常微分方程式を数値的に解く

時刻 t と変数 x の関係をグラフで表す

```
plot(time, q(:,1), '-');
```

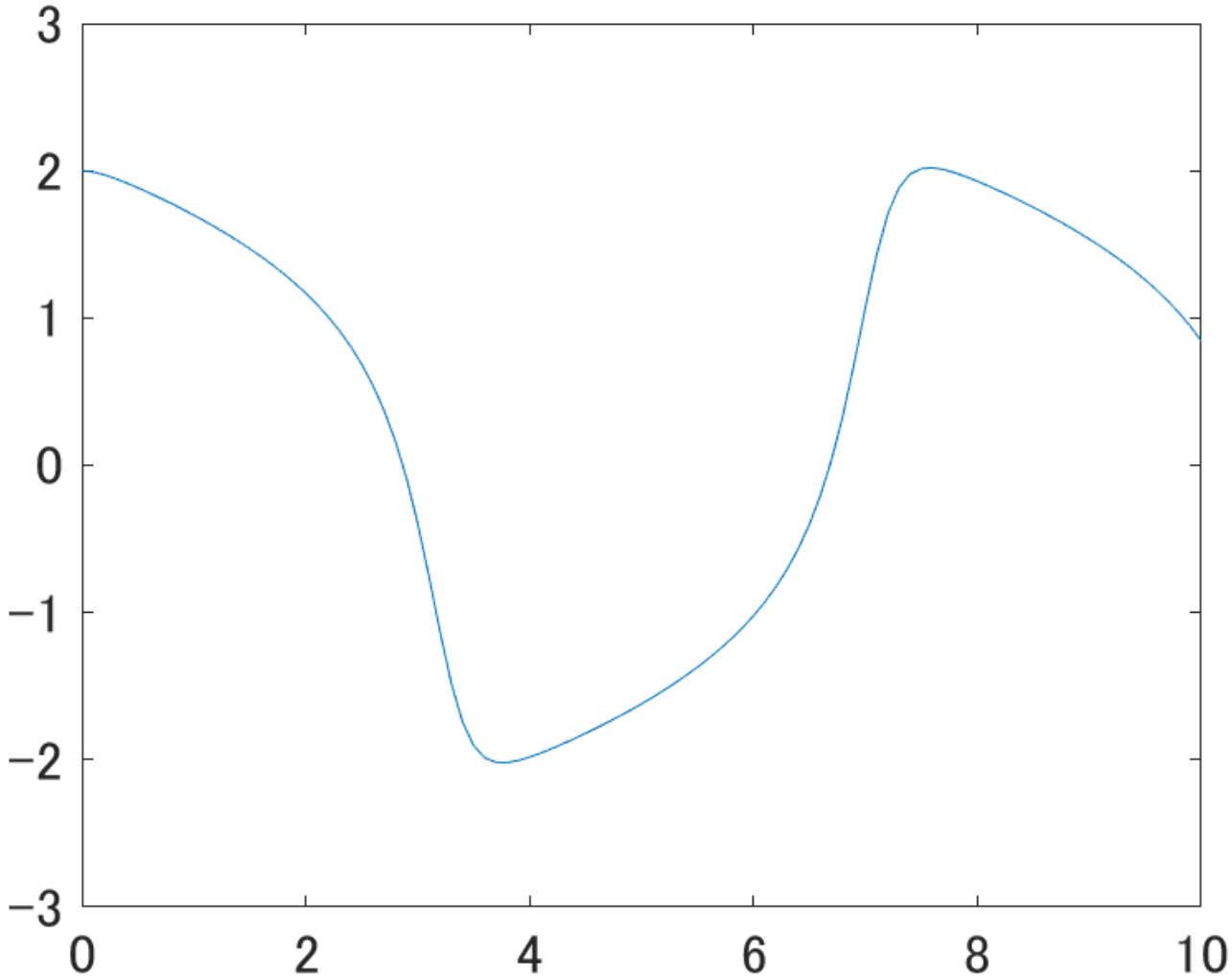
時刻 t と変数 v の関係をグラフで表す

```
plot(time, q(:,2), '-');
```

'-'	実線
'--'	破線
'-.'	一点破線
':'	点線

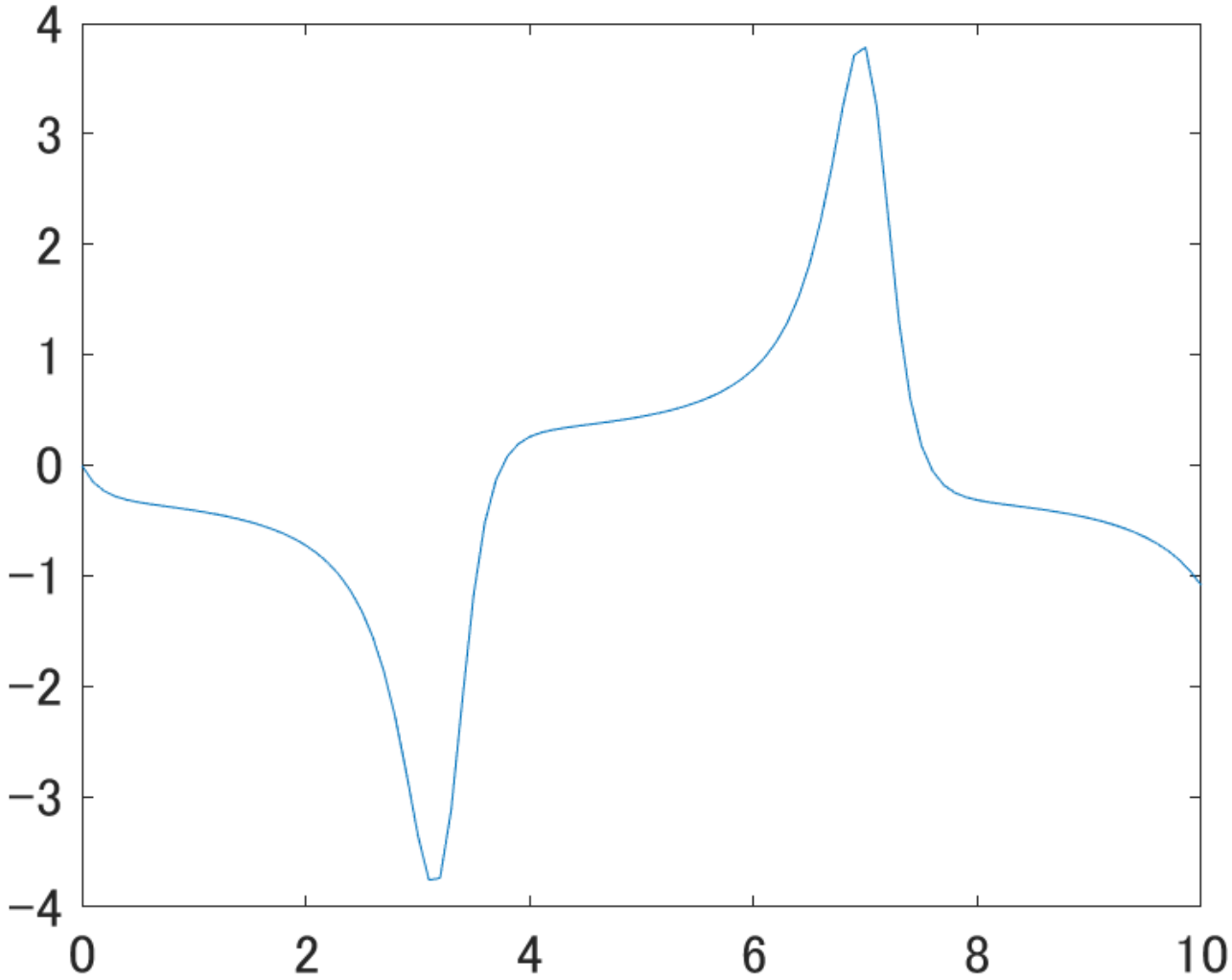
常微分方程式を数値的に解く

時刻 t と変数 x のグラフ



常微分方程式を数値的に解く

時刻 t と変数 v のグラフ



パラメータを有する常微分方程式

微分方程式

$$\ddot{x} + b\dot{x} + 9x = 0$$

b はパラメータ

$$\Downarrow$$

$$\dot{x} = v$$
$$\dot{v} = -bv - 9x$$

大域変数

関数

```
function dotq = damped_vibration_global (t, q)
    global b;
    x = q(1); v = q(2);
    dotx = v; dotv = -b*v - 9*x;
    dotq = [dotx; dotv];
end
```

プログラム

```
global b;
interval = [0,10];
qinit = [2.00;0.00];
b = 1.00;
[time,q] = ode45(@damped_vibration_global,interval,qinit)
```

入れ子関数

時刻，状態変数ベクトル，パラメータを引数とする関数

```
function dotq = damped_vibration_param (t, q, b)
    x = q(1); v = q(2);
    dotx = v; dotv = -b*v - 9*x;
    dotq = [dotx; dotv];
end
```

プログラム

```
interval = [0,10];
qinit = [2.00;0.00];
b = 1.00;
damped_vibration = @(t,q) damped_vibration_param (t,q,b);
[time,q] = ode45(damped_vibration,interval,qinit);
```

大域変数 vs 入れ子関数

大域変数

プログラムが単純
大域変数が他の変数と重複する恐れがある

入れ子関数

プログラムがやや複雑
パラメータの値が変わるたびに，関数定義を再実行する必要
他の変数と重複しない

まとめ

MATLAB による数値計算

- ベクトルと行列の計算
- グラフを描く
- 常微分方程式を数値的に解く
- パラメータの引き渡し

付録

違いに注意

,	コンマ	要素の区切り
;	セミコロン	文の最後，列ベクトル (dotq, qinit)
:	コロン	等間隔の要素列 (interval)
.	ピリオド	