

シミュレーション基礎 (3)

第2章 すべては行列から #1

2.1 ベクトルと行列を作る p.43

2.1.1 ベクトルを作る

短いベクトルは直接定義する

行（横）ベクトル

$X=[1\ 2\ 3\ 4\ 5]$ または $X=[1, 2, 3, 4, 5]$

列（縦）ベクトル

$Y=[1; 2; 3; 4; 5]$ （`' ; '` は改行を表す）

または

$Y=[1\ 2\ 3\ 4\ 5]'$

2.1 ベクトルと行列を作る

2.1.2 等差数列をなすベクトルの作成

ベクトル名=初期値:公差：終値

$X=1:0.25:2$

$X=5:-1:2$

$X=1:5$ (公差1は省略できる)

2.1 ベクトルと行列を作る

(練習) 次の等差数列をなす成分をもつベクトルを作りなさい

The image shows the MATLAB 7.10.0 (R2010a) Command Window. The window title is "MATLAB 7.10.0 (R2010a)". The menu bar includes "ファイル(F)", "編集(E)", "デバッグ(B)", "デスクトップ(D)", "ウィンドウ(W)", and "ヘルプ(H)". The address bar shows the path: "C:\Documents and Settings\Administrator\My Documents\MATLAB". The Command Window contains the following text:

練習1

```
X =  
    10     6     2    -2    -6   -10   -14
```

練習2

```
X =  
     0    2.5000    5.0000    7.5000   10.0000   12.5000   15.0000
```

練習3

```
X =  
     0    0.6283    1.2566    1.8850    2.5133    3.1416
```

At the bottom of the Command Window, there is a prompt ">>" and a scroll bar. The Windows taskbar at the bottom shows the Start button and the system tray with the clock and volume icons.

2.1 ベクトルと行列を作る

2.1.3 行列を書く

方法1 $A=[1\ 2\ 3;4\ 5\ 6;7\ 8\ 9]$

直接行列を書き上げる。行は「;」で区切る

方法2 $A=[1\ 2\ 3$

$4\ 5\ 6$

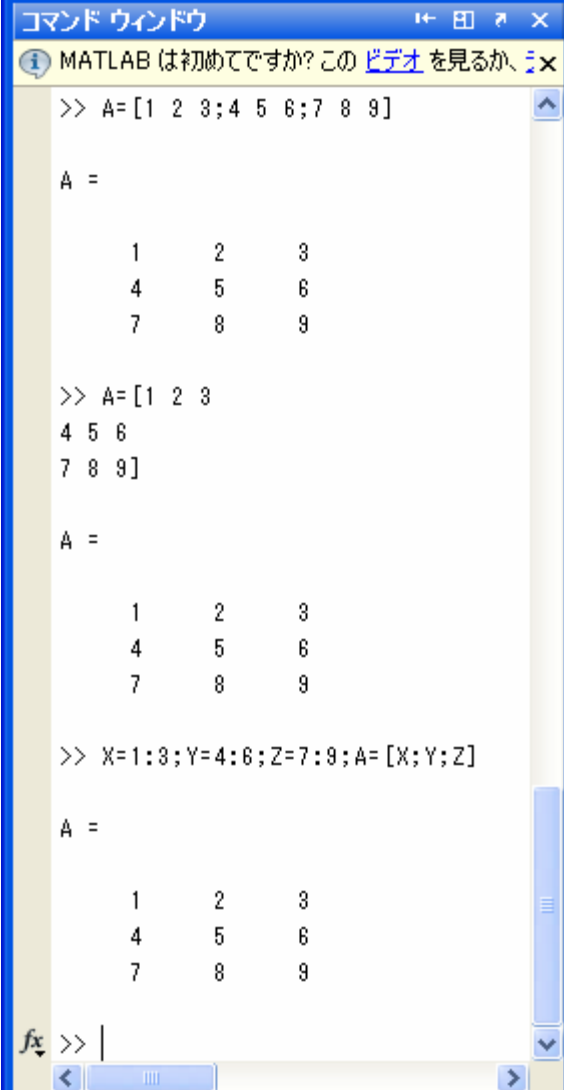
$7\ 8\ 9]$

二次元の形で改行を使って書く

方法3 $X=1:3;Y=4:6;Z=7:9; A=[X;Y;Z]$

ベクトルを作って、それを合わせて
行列を作る

※ベクトルの成分数は等しくないといけない



```
コマンドウィンドウ
MATLAB (は初めてですか? このビデオを見るか、)
>> A=[1 2 3;4 5 6;7 8 9]

A =

     1     2     3
     4     5     6
     7     8     9

>> A=[1 2 3
4 5 6
7 8 9]

A =

     1     2     3
     4     5     6
     7     8     9

>> X=1:3;Y=4:6;Z=7:9;A=[X;Y;Z]

A =

     1     2     3
     4     5     6
     7     8     9

fx >> |
```

2.1 ベクトルと行列を作る

2.1.4 ベクトルから行列を作る

1行目にベクトルX, 2行目にベクトルYを成分とする行列

$X=1:4$

$Y=2:5$

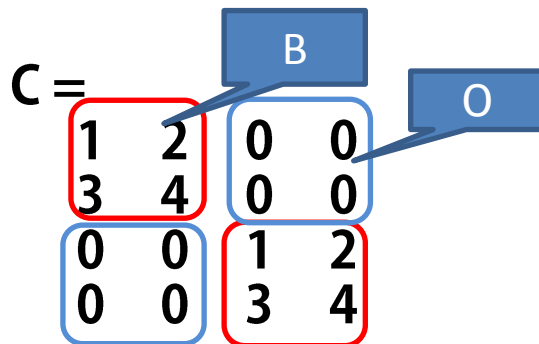
$A=[X;Y]$

同様に行列から行列を作ることもできる

$B=[1\ 2;3\ 4]$

$C=[B\ \text{zeros}(2); \text{zeros}(2)\ B]$

実行すると



2.2 有用な行列を作る

2.2.1 零行列

成分がすべて0の正方行列を作る組み込み関数

zeros(要素数)

を用いる

A=zeros(3)

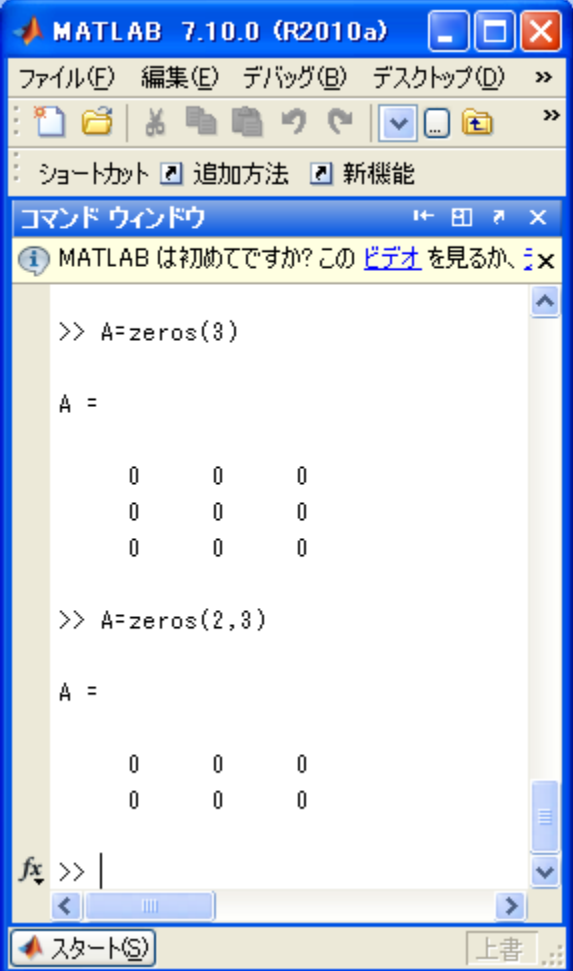
正方行列ではない零行列を作るには、

行と列の数を指定し

zeros(行数, 列数)

のように書く

A=zeros(2,3)



```
MATLAB 7.10.0 (R2010a)
ファイル(F) 編集(E) デバッグ(B) デスクトップ(D) >>
ショートカット 追加方法 新機能
コマンド ウィンドウ
MATLAB は初めてですか? この ビデオ を見るか、
>> A=zeros(3)
A =
    0    0    0
    0    0    0
    0    0    0
>> A=zeros(2,3)
A =
    0    0    0
    0    0    0
fx >> |
スタート(S) 上書
```

2.2 有用な行列を作る

2.2.2 1 行列

成分がすべて 1 の正方行列を作る組み込み関数

ones(要素数)

を用いる

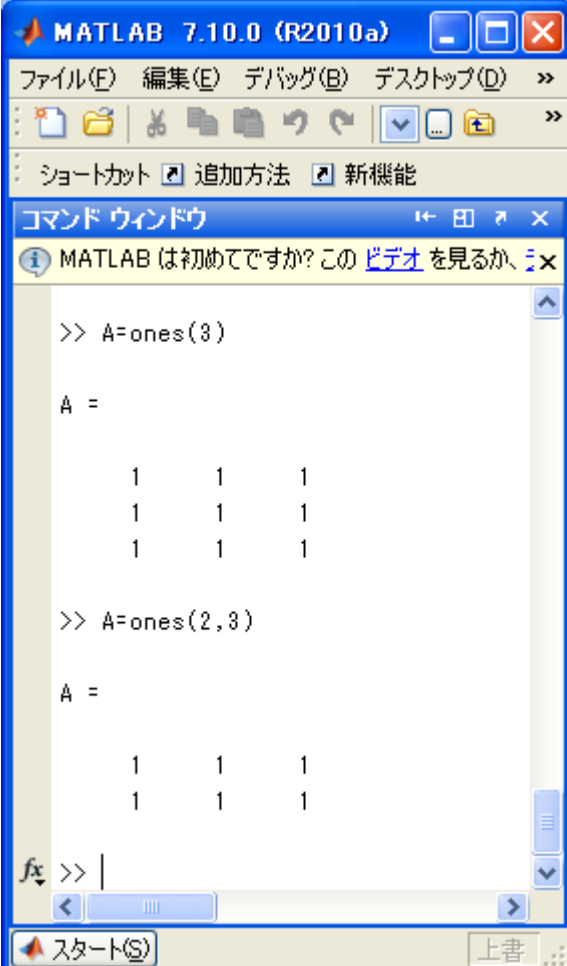
A=ones(3)

正方行列ではない零行列を作るには、
行と列の数を指定し

ones(行数, 列数)

のように書く

A=ones(2,3)



```
MATLAB 7.10.0 (R2010a)
ファイル(E) 編集(E) デバッグ(B) デスクトップ(D) >>
ショートカット 追加方法 新機能
コマンド ウィンドウ
MATLAB は初めてですか? この ビデオ を見るか、
>> A=ones(3)
A =
     1     1     1
     1     1     1
     1     1     1
>> A=ones(2,3)
A =
     1     1     1
     1     1     1
fx >> |
スタート(S) 上書
```


2.2 有用な行列を作る

2.2.3 単位行列

単位行列を作る組み込み関数

eye(要素数)

を用いる

A=eye(3)

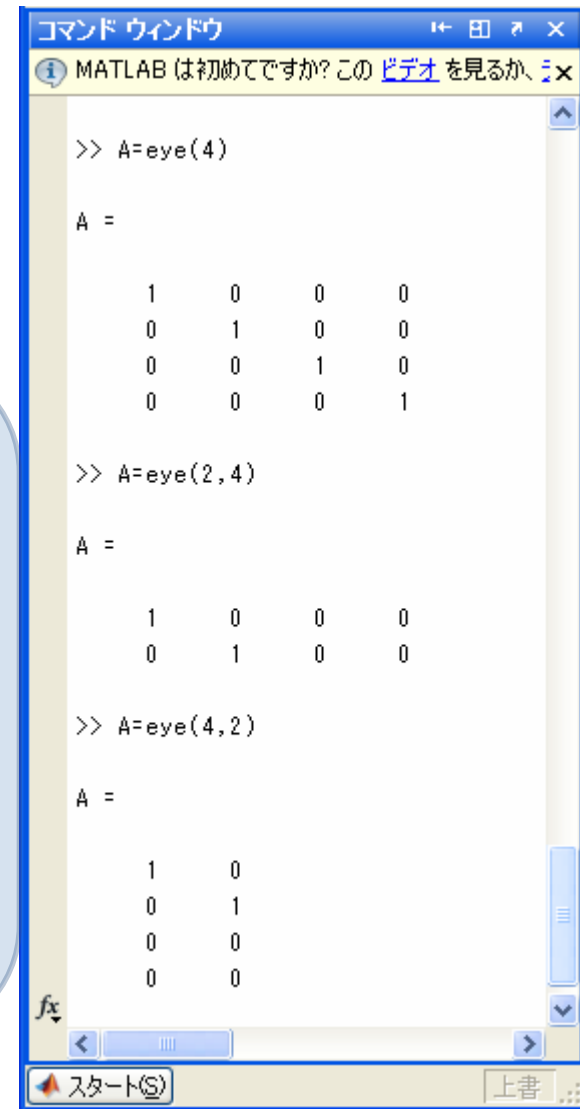
ふつう、単位行列といえば正方行列であるが、
行と列を指定すると、単位行列を部分として
含む行列を作成でき、

eye(行数, 列数)

のように書く

A=eye(2,4)

A=eye(4,2)



```
コマンドウィンドウ
MATLAB (は初めてですか? このビデオを見るか、)

>> A=eye(4)

A =

     1     0     0     0
     0     1     0     0
     0     0     1     0
     0     0     0     1

>> A=eye(2,4)

A =

     1     0     0     0
     0     1     0     0

>> A=eye(4,2)

A =

     1     0
     0     1
     0     0
     0     0
```

2.2 有用な行列を作る

2.2.4 対角行列

ベクトルXの各成分を対角成分とする
対角行列を作るには組み込み関数

diag(X) を用いる

X=1:4, A=diag(X)

主対角線より上や下にベクトル成分を
配置した行列を作るには対角線より
上下を正負の整数で指定

diag(X, 移動数)

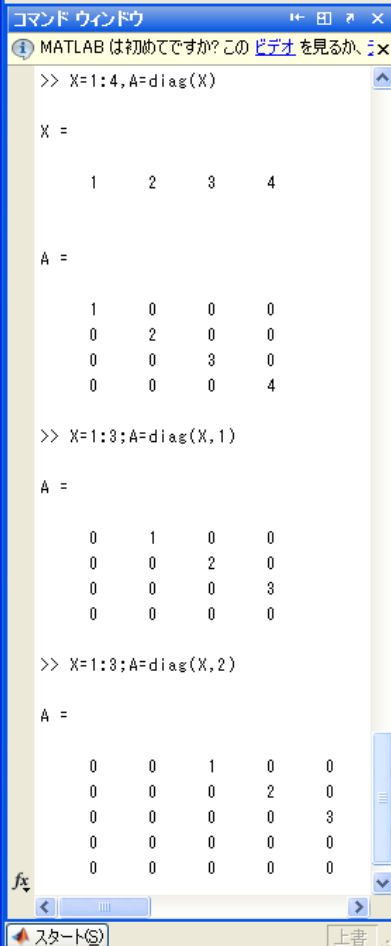
のように書く

X=1:3, A=diag(X,1)

X=1:3, A=diag(X,2)

X=1:3, A=diag(X,-1)

行列のサイズに注意！



```
コマンド ウィンドウ
MATLAB は初めてですか? この デモ を見るか、...
>> X=1:4, A=diag(X)
X =
     1     2     3     4
A =
     1     0     0     0
     0     2     0     0
     0     0     3     0
     0     0     0     4
>> X=1:3; A=diag(X,1)
A =
     0     1     0     0
     0     0     2     0
     0     0     0     3
     0     0     0     0
>> X=1:3; A=diag(X,2)
A =
     0     0     1     0     0
     0     0     0     2     0
     0     0     0     0     3
     0     0     0     0     0
     0     0     0     0     0
```

2.2 有用な行列を作る

2.2.5 乱数行列

`rand()` 一様分布の乱数行列をつくる

`A=rand(2,3)` % 2行3列の乱数行列を作る

A =

0.8147 0.1270 0.6324

0.9058 0.9134 0.0975

`randn()` 正規分布の乱数行列をつくる

`A=randn(2,3)`

A =

-0.4336 3.5784 -1.3499

0.3426 2.7694 3.0349

行列のサイズに注意！

2.2 有用な行列を作る

練習

- 3×3 のゼロ行列をつくりなさい
- 3×3 の単位行列は？
- 対角要素が X の行列は？

練習

1. 次の行列をつくりなさい

(a)
$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 4 \end{bmatrix}$$

(b)
$$\begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \end{bmatrix}$$

(c)
$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{bmatrix}$$

解答例



2.2 有用な行列を作る

2.2.6 等間隔な成分をもつベクトル p.50

成分が等差数列を成すベクトル $X=[X_1 \cdots X_n]$ を作りたい場合

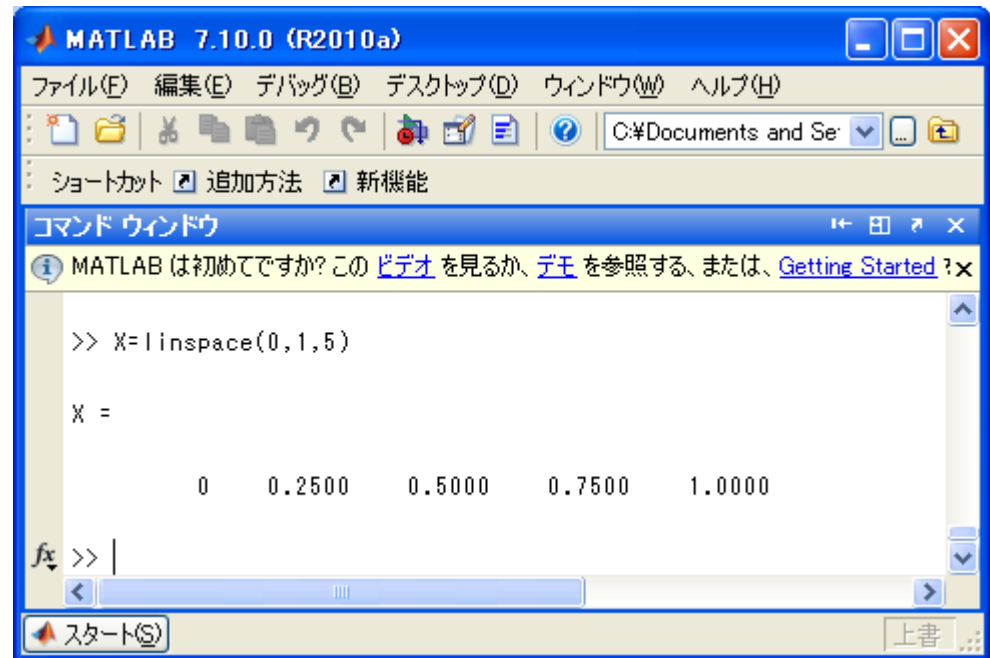
linspace(最初の値,最後の値,成分数)

を用いる

$X=\text{linspace}(0,1,5)$

3番目の引数を省略すると,
成分数=100とみなされる.

$X=\text{linspace}(0,1)$



```
MATLAB 7.10.0 (R2010a)
ファイル(F) 編集(E) デバッグ(B) デスクトップ(D) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)
C:\Documents and Se
ショートカット 追加方法 新機能
コマンド ウィンドウ
MATLAB は初めてですか? この ビデオ を見るか、デモ を参照する、または、Getting Started ?x
>> X=linspace(0,1,5)
X =
    0    0.2500    0.5000    0.7500    1.0000
fx >> |
スタート(S) 上書
```

2.2 有用な行列を作る

2.2.6 成分の対数が等間隔になるベクトル

ベクトル $X=[X_1 \cdots X_n]$ の、各成分の常用対数が等差数列

$$\log_{10} x_k = (k-1)d + \log_{10} x_1, k = 1, \dots, n$$

となるベクトルを作りたい場合

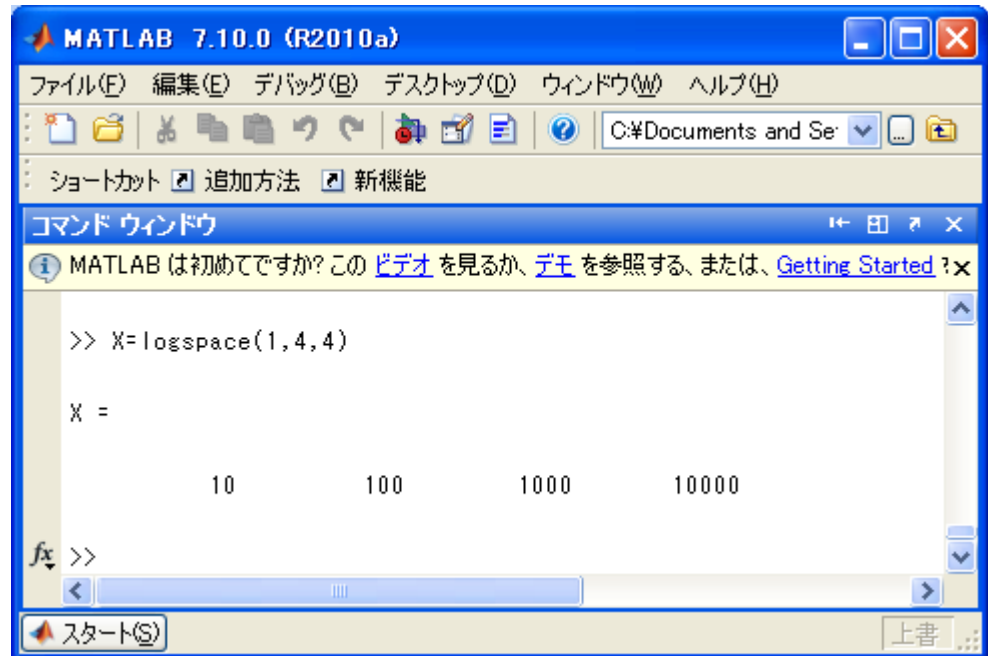
logspace(log₁₀最初の値, log₁₀最後の値, 成分数)

を用いる

X=logspace(1,4,4)

3番目の引数を省略すると、
成分数=50とみなされる。

X=logspace(0,10)



```
MATLAB 7.10.0 (R2010a)
ファイル(F) 編集(E) デバッグ(B) デスクトップ(D) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)
ショートカット 追加方法 新機能
コマンド ウィンドウ
MATLAB は初めてですか? この ビデオ を見るか、デモ を参照する、または、Getting Started ?x
>> X=logspace(1,4,4)
X =
    10    100   1000  10000
fx >>
```

2.3 行列の演算

2.3.1 行列の加算と減算

加算:+ 減算:-

行列同士の加算, 減算

$$A=[1 \ 2 \ 3;4 \ 5 \ 6]$$

$$B=[6 \ 5 \ 4;3 \ 2 \ 1]$$

$$C=A+B, D=A-B$$

スカラーを加えたり引いたりすると, 行列の各成分
に対し加えたり引いたりした結果が得られる

$$A=[1 \ 2 \ 3;4 \ 5 \ 6]; B=[6 \ 5 \ 4;3 \ 2 \ 1];$$

$$C=A+6, D=A-6$$

2.3 行列の演算

2.3.2 行列の乗算とスカラー倍

行列の掛け算は「*」を使う

$A=[1\ 2\ 3;4\ 5\ 6]$, $B=[6,5;4,3;2,1]$,

$C=A*B$

スカラーを行列に掛けるときも

「*」を使う

$A=[1\ 2\ 3;4\ 5\ 6]$, $B=-2*A$

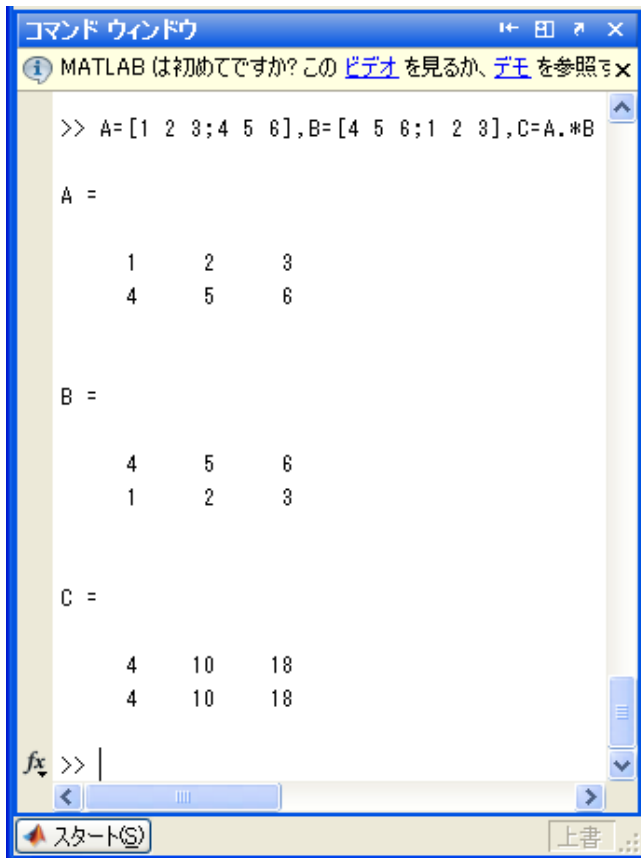
2.3 行列の演算

2.3.3 行列の成分ごとの演算(1)

2つの行列の成分同士を掛けたい場合、演算記号「.*」を使う

$$A=[1 \ 2 \ 3;4 \ 5 \ 6], B=[4 \ 5 \ 6;1 \ 2 \ 3], C=A.*B$$

注意) AもBも2行3列の行列のため
C=A*Bの計算はエラーになる!



```
コマンド ウィンドウ
MATLAB (は初めてですか? この ビデオ を見るか、デモ を参照)
>> A=[1 2 3;4 5 6],B=[4 5 6;1 2 3],C=A.*B

A =

     1     2     3
     4     5     6

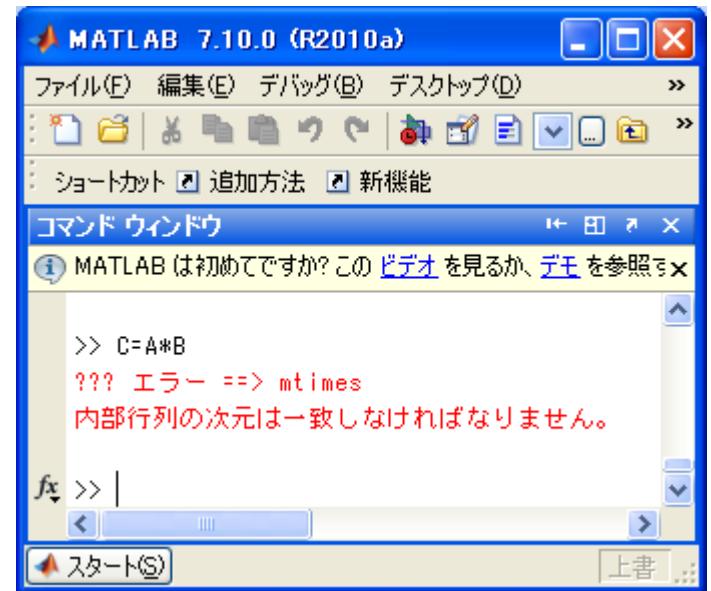
B =

     4     5     6
     1     2     3

C =

     4    10    18
     4    10    18

fx >> |
```



```
MATLAB 7.10.0 (R2010a)
ファイル(F) 編集(E) デバッグ(B) デスクトップ(D)
ショートカット 追加方法 新機能
コマンド ウィンドウ
MATLAB (は初めてですか? この ビデオ を見るか、デモ を参照)
>> C=A*B
??? エラー ==> mtimes
内部行列の次元は一致しなければなりません。

fx >> |
```

2.3 行列の演算

2.3.3 行列の成分ごとの演算(2)

2つの行列の成分同士の掛け算はふつうの線形代数ではあまり見かけない。

しかし、この種の演算はシミュレーションなどの場面で役立つ！
スカラー倍の演算は「 \cdot 」を用いた方が安全。

$$A=[1\ 2\ 3;4\ 5\ 6], B=-2\cdot A$$

【確認】

$$A=[1\ 2;3\ 4], B=[2\ 3;4\ 5];$$

$$C=A*B$$

$$D=A\cdot B$$

2.3 行列の演算

2.3.4 行列の転置 (1)

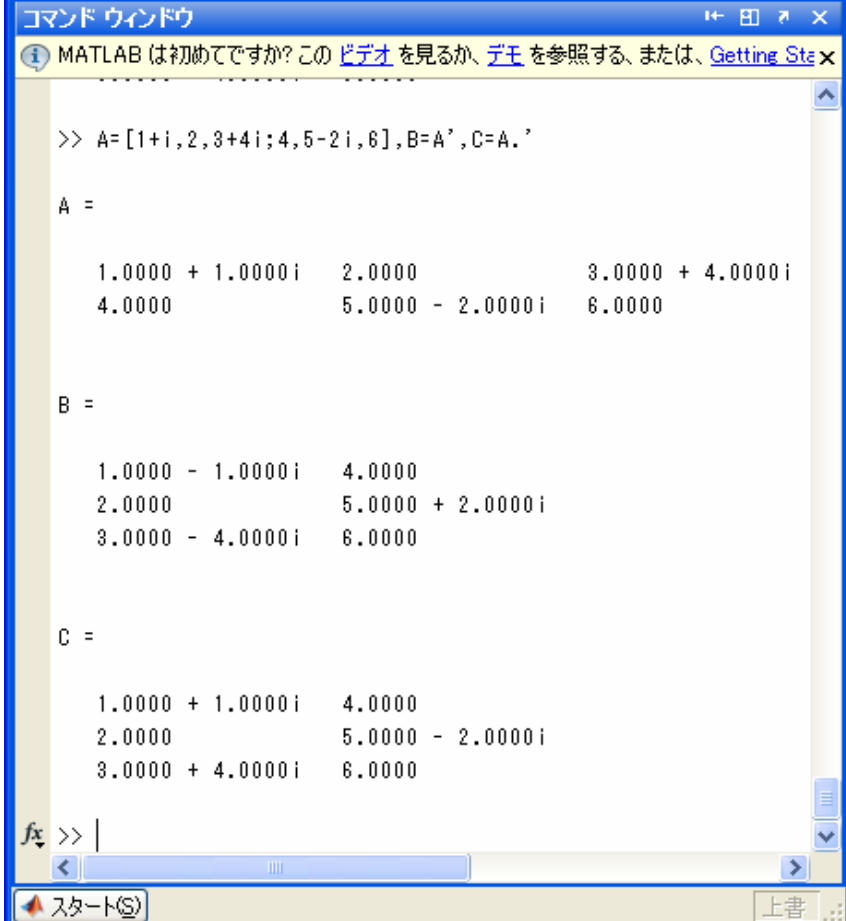
行列の転置には「'」か、
または「.'」を用いる

「'」 : 共役転置

「.'」 : 転置

$A=[1+i, 2, 3+4i; 4, 5-2i, 6]$

$B=A'$, $C=A.'$



コマンドウィンドウ

MATLAB (は初めてですか? この [ビデオ](#) を見るか、[デモ](#) を参照する、または、[Getting Started](#))

```
>> A=[1+i,2,3+4i;4,5-2i,6],B=A',C=A.'
```

A =

1.0000 + 1.0000i	2.0000	3.0000 + 4.0000i
4.0000	5.0000 - 2.0000i	6.0000

B =

1.0000 - 1.0000i	4.0000
2.0000	5.0000 + 2.0000i
3.0000 - 4.0000i	6.0000

C =

1.0000 + 1.0000i	4.0000
2.0000	5.0000 - 2.0000i
3.0000 + 4.0000i	6.0000

fx >> |

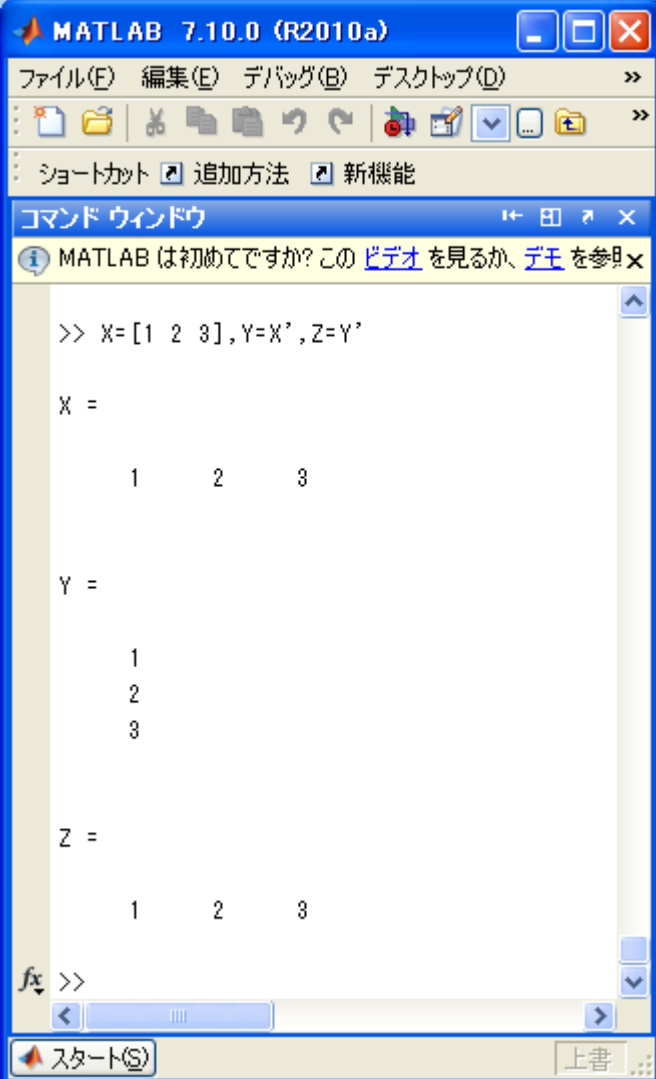
スタート(S) 上書

2.3 行列の演算

行列の転置 (2)

また、転置を使うと、
行ベクトル⇒列ベクトル
列ベクトル⇒行ベクトル
の変換が簡単

$X=[1\ 2\ 3]$, $Y=X'$, $Z=Y'$



```
MATLAB 7.10.0 (R2010a)
ファイル(E) 編集(E) デバッグ(B) デスクトップ(D)
ショートカット 追加方法 新機能
コマンド ウィンドウ
MATLAB は初めてですか? この ビデオ を見るか、デモ を参照
>> X=[1 2 3],Y=X',Z=Y'

X =

    1    2    3

Y =

    1
    2
    3

Z =

    1    2    3

>>
```

2.3 行列の演算

2.3.4 行列の割り算 (1)

演算記号「 \backslash 」を使う

一次方程式 $AX = b$

をとく場合は

$$X = A^{-1}b$$

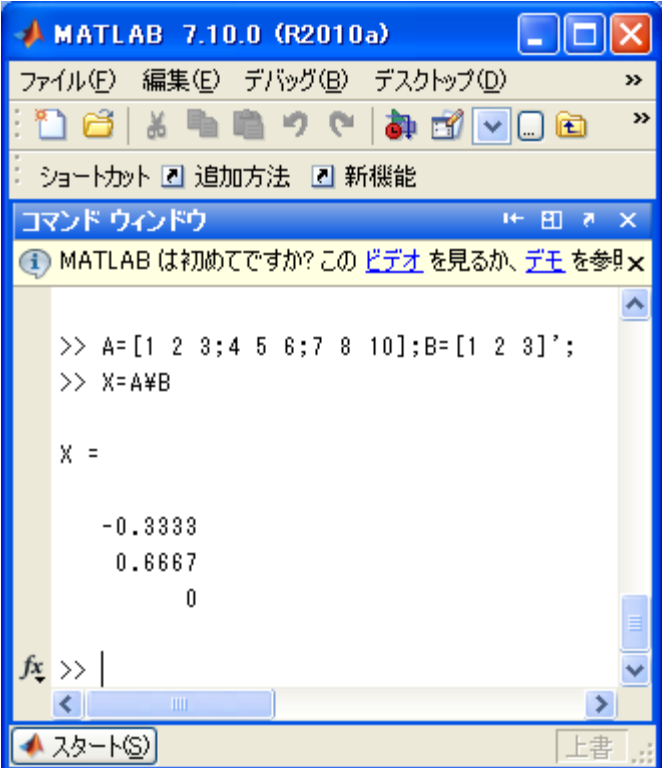
これをMatlabでは

$A \backslash B$

で解ける

$A=[1\ 2\ 3;4\ 5\ 6;7\ 8\ 10];B=[1\ 2\ 3]'$:

$X=A \backslash B$



```
MATLAB 7.10.0 (R2010a)
ファイル(F) 編集(E) デバッグ(B) デスクトップ(D)
ショートカット 追加方法 新機能
コマンド ウィンドウ
MATLAB は初めてですか? この ビデオ を見るか、デモ を参照
>> A=[1 2 3;4 5 6;7 8 10];B=[1 2 3]';
>> X=A\B

X =

    -0.3333
     0.6667
         0
```

2.3 行列の演算

2.3.5 行列の割り算 (2)

演算記号「/」を使う

一次方程式 $[X]\{A\} = \{b\}$ の転置を取れば

$$([X]\{A\})^T = \{b\}^T \rightarrow [A][X]^T = [b]$$

ここで $[X]^T$ を改めて $[X]$ と書くと

$$[A][X] = [b]$$

これも連立方程式. これをMatlabでは **B/A** で解く

A=[1 2 3;4 5 6;7 8 10]; B=[1 2 3]:

X=B/A

2.3 行列の演算

2.3.6 行列の成分ごとの除算

演算記号「./」 「./」を使う

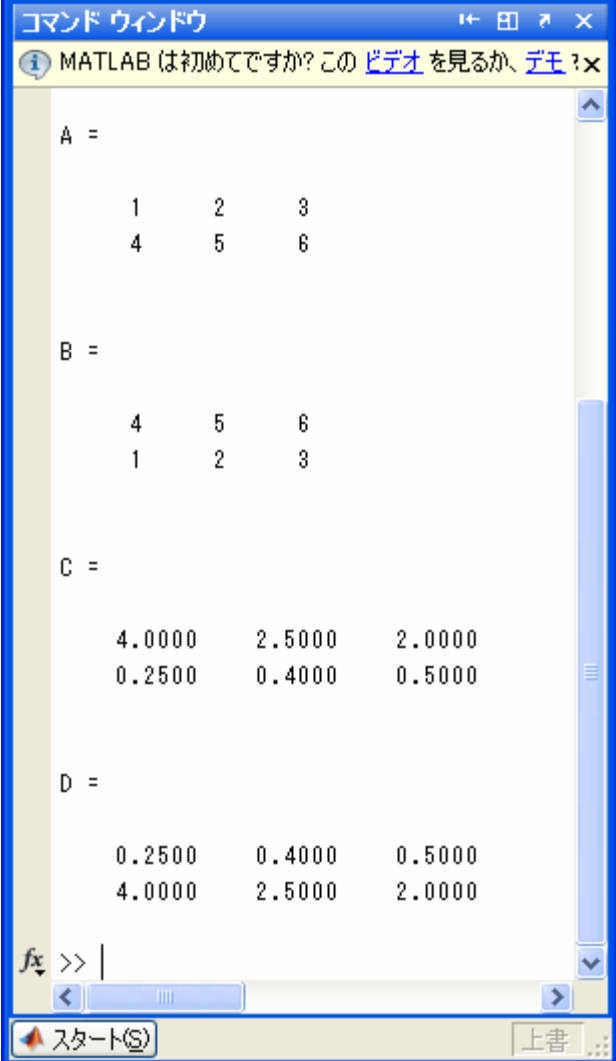
$A=[1\ 2\ 3;4\ 5\ 6]$, $B=[4\ 5\ 6;1\ 2\ 3]$,

$C=A./B$

$D=A./B$

CはBをAの成分で割ったもの

DはAをBの成分で割ったもの



コマンド ウィンドウ

MATLAB は初めてですか? この [ビデオ](#) を見るか、[ヘルプ](#) ?x

```
A =  
     1     2     3  
     4     5     6  
  
B =  
     4     5     6  
     1     2     3  
  
C =  
     4.0000     2.5000     2.0000  
     0.2500     0.4000     0.5000  
  
D =  
     0.2500     0.4000     0.5000  
     4.0000     2.5000     2.0000
```

fx >> |

スタート(S) 上書

2.3 行列の演算

2.3.8 行列のべき乗

正方行列を何回か掛けるには
演算記号「 \wedge 」を使う

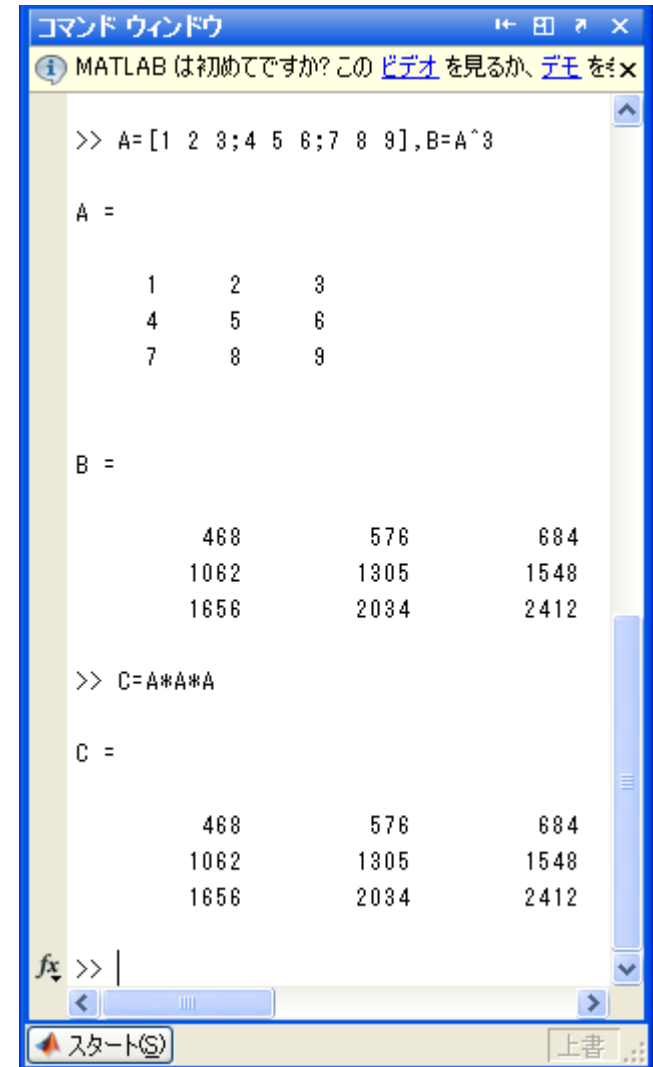
$$A=[1\ 2\ 3;4\ 5\ 6;7\ 8\ 9], B=A^3$$

これは
 $C=A*A*A$
と同じ

注) 弓削

$$C=A*A*A \cdot \cdot \cdot A$$

とべき乗を何度重ねてもCの各項が発散しない
ものはCの固有値の絶対値がすべて1以下
である。制御系の安定・不安定の議論でよく
使用される定理なので覚えておくこと



コマンド ウィンドウ

MATLAB は初めてですか? この [ビデオ](#) を見るか、[ヘルプ](#) を見る

```
>> A=[1 2 3;4 5 6;7 8 9],B=A^3
```

A =

1	2	3
4	5	6
7	8	9

B =

468	576	684
1062	1305	1548
1656	2034	2412

```
>> C=A*A*A
```

C =

468	576	684
1062	1305	1548
1656	2034	2412

fx >> |

スタート(S) 上書

2.3 行列の演算

2.3.9 行列の成分ごとのべき乗

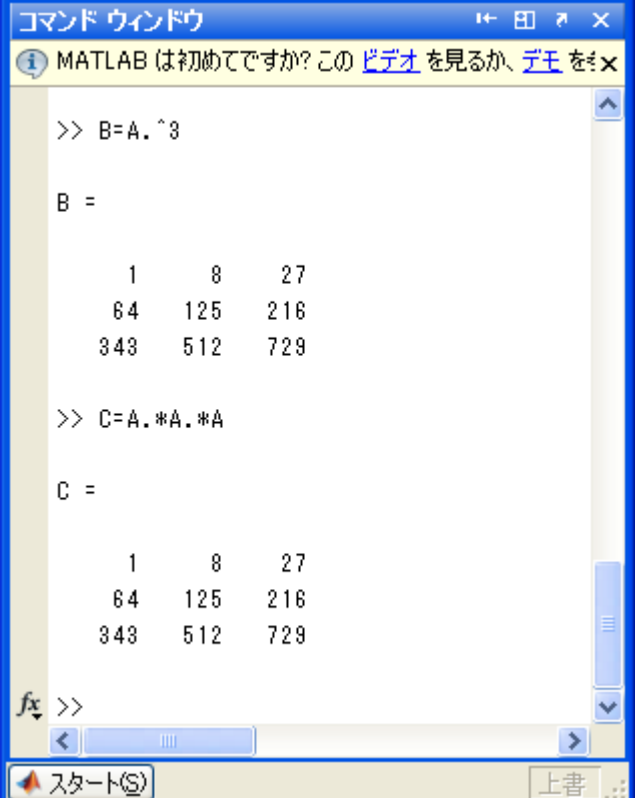
演算記号「.^」を使う

$$A=[1\ 2\ 3;4\ 5\ 6;7\ 8\ 9], B=A.^3$$

これは

$$C=A.*A.*A$$

と同じ



```
コマンド ウィンドウ
MATLAB は初めてですか? この ビデオ を見るか、チュートリアル を見るか

>> B=A.^3

B =

     1     8    27
    64   125   216
   343   512   729

>> C=A.*A.*A

C =

     1     8    27
    64   125   216
   343   512   729

fx >>
```

2.3 行列の演算

内積

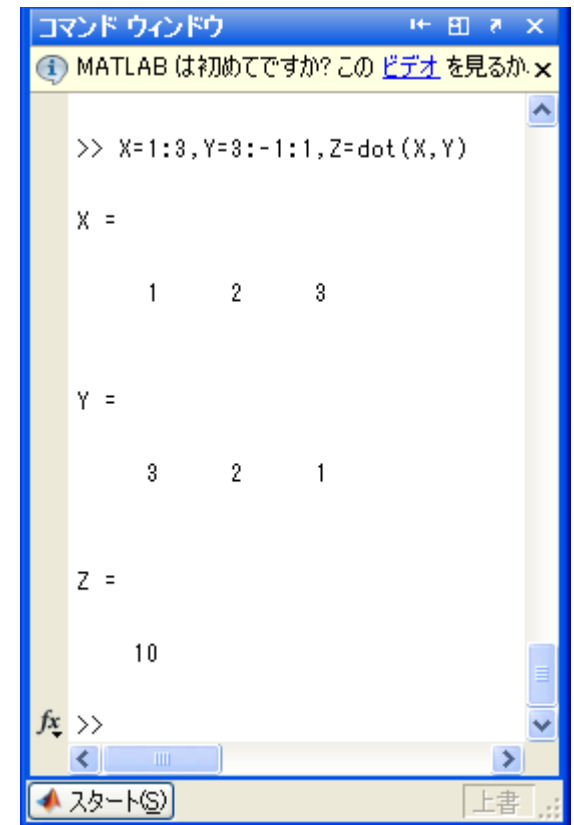
ベクトル の内積演算

$$X = [X_1, X_2, \dots, X_n] \quad Y = [Y_1, Y_2, \dots, Y_n]$$

$$(X, Y) = X_1 Y_1 + \dots + X_n Y_n$$

を求めるには、組み込み関数 **dot** を使う

$X=1:3, Y=3:-1:1, Z=\text{dot}(X,Y)$



```
コマンド ウィンドウ
MATLAB は初めてですか? この ビデオ を見るか
>> X=1:3, Y=3:-1:1, Z=dot(X, Y)

X =
     1     2     3

Y =
     3     2     1

Z =
    10

>>
```

行列の演算

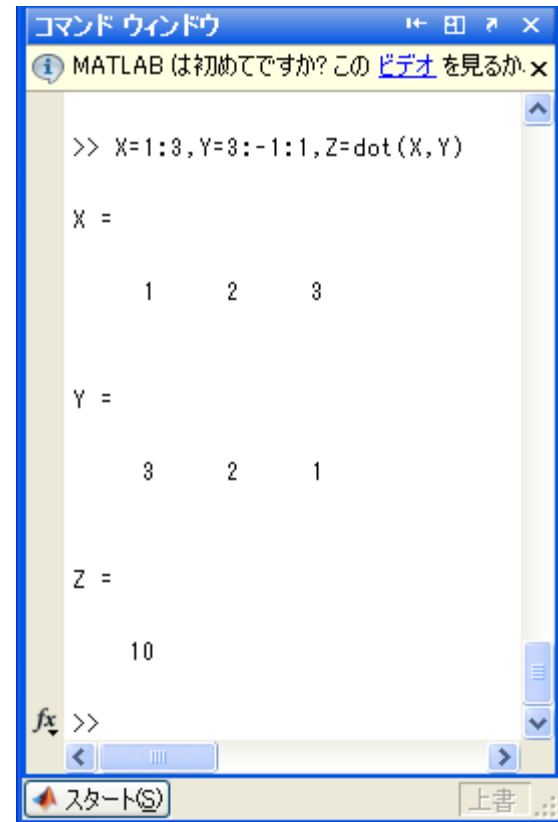
内積

ベクトルの内積演算
を求めるには、組み込み関数 **dot** を使う

$X=1:3, Y=3:-1:1, Z=\text{dot}(X,Y)$

$Z=X*Y'$ と異なる点

`dot()` は、 X, Y が同じ大きさのベクトル
であれば列でも行でもかまわない。



```
コマンド ウィンドウ
MATLAB は初めてですか? この ビデオ を見るか. x

>> X=1:3, Y=3:-1:1, Z=dot(X, Y)

X =

     1     2     3

Y =

     3     2     1

Z =

    10

fx >>
```

2.3 行列の演算

2.3.12 内積

行列のときは列ベクトルごとの内積を計算する

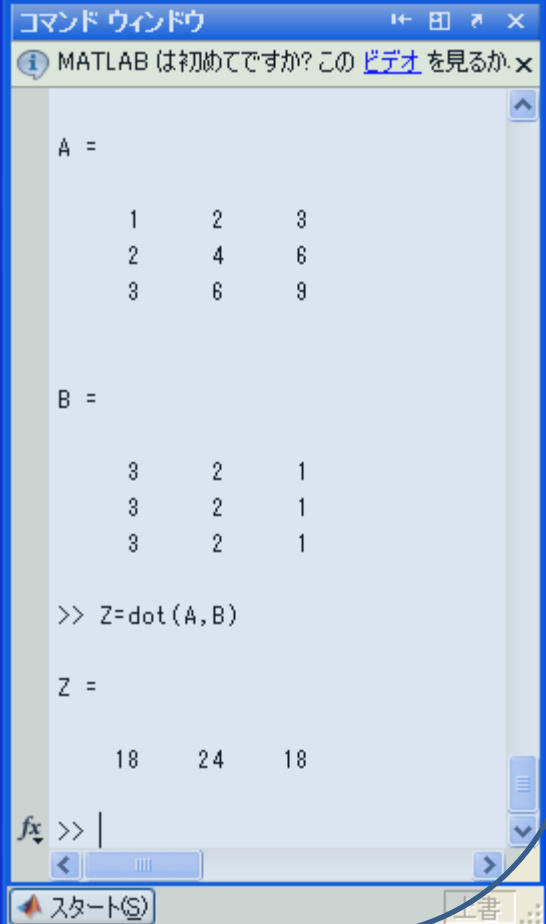
$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{bmatrix}$$

$$\text{dot}(A, B) = \left[\sum_{i=1}^3 a_{i1}b_{i1} \quad \sum_{i=1}^3 a_{i2}b_{i2} \quad \sum_{i=1}^3 a_{i3}b_{i3} \right]$$

$$A = [1:3; 2:2:6; 3:3:9]$$

$$B = [3:-1:1; 3:-1:1; 3:-1:1]$$

$$Z = \text{dot}(A, B)$$



```
コマンドウィンドウ
MATLAB (は初めてですか? このビデオを見るか) x

A =

     1     2     3
     2     4     6
     3     6     9

B =

     3     2     1
     3     2     1
     3     2     1

>> Z=dot(A,B)

Z =

    18    24    18

fx >> |
```

2.3 行列の演算

2.3.11 行列の成分ごとの関係演算

2つの数値に関する関係式は、次のような値をとる

$X == Y$: X と Y が等しいとき1を, そうでないとき0をとる

$X \neq Y$: X と Y が等しくないとき1を, そうでないとき0をとる

$X < Y$: X が Y より小さいとき1を, そうでないとき0をとる

$X \leq Y$: X が Y 以下のとき1を, そうでないとき0をとる

$X > Y$: X が Y より大きいとき1を, そうでないとき0をとる

$X \geq Y$: X が Y 以上のとき1を, そうでないとき0をとる

2.3 行列の演算

2.3.11 行列の成分ごとの関係演算 (2)

$A=[0 \ 1 \ 0 \ 2], B=[0 \ 0 \ 3 \ -2]$

$C_{equal}=(A==B)$

$C_{notequal}=(A\sim=B)$

$C_{less}=(A<B)$

$C_{lessequal}=(A\leq B)$

$C_{great}=(A>B)$

$C_{greatequal}=(A\geq B)$

The image shows two side-by-side screenshots of the MATLAB Command Window. The left window shows the definition of matrices A and B, and the calculation of logical matrices C_equal, C_notequal, C_less, C_lessequal, C_great, and C_greatequal. The right window shows the calculation of C_less and C_lessequal, and the calculation of C_great and C_greatequal. The results are displayed as 1x4 row vectors.

```
コマンド ウィンドウ
MATLAB は初めてですか? この ビデオ を見るか、
>> A=[0 1 0 2], B=[0 0 3 -2]
A =
    0     1     0     2
B =
    0     0     3    -2
>> C_equal=(A==B),C_notequal=(A~B)
C_equal =
    1     0     0     0
C_notequal =
    0     1     1     1
fx >> |
<  スタート(S)

コマンド ウィンドウ
MATLAB は初めてですか? この ビデオ を見るか、 デモ を開く
>> C_less=(A<B),C_lessequal=(A<=B)
C_less =
    0     0     1     0
C_lessequal =
    1     0     1     0
>> C_great=(A>B),C_greatequal=(A>=B)
C_great =
    0     1     0     1
C_greatequal =
    1     1     0     1
fx >>
<  スタート(S)
```

練習

回帰直線の係数は

$$\begin{cases} ax_1 + b = y_1 \\ ax_2 + b = y_2 \\ \vdots \\ ax_N + b = y_N \end{cases} \quad \text{より得られる関係式} \quad \begin{bmatrix} x_1 & 1 \\ x_2 & 1 \\ \vdots & \vdots \\ x_N & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} a \\ b \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_N \end{Bmatrix}$$

という(条件過多の)連立方程式をMATLABで解いて求めることができた.
いま, データを $(x,y)=(0, 1.1), (1, 1.9), (2, 3.1), (3, 3.8)$
とする. 左辺の係数行列を効率よくMATLABで定義しなさい.

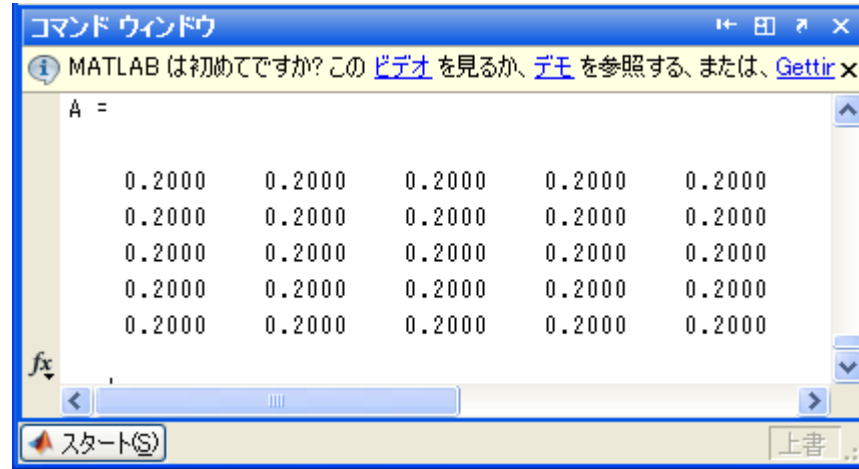
練習 次の行列を作りなさい

(1)



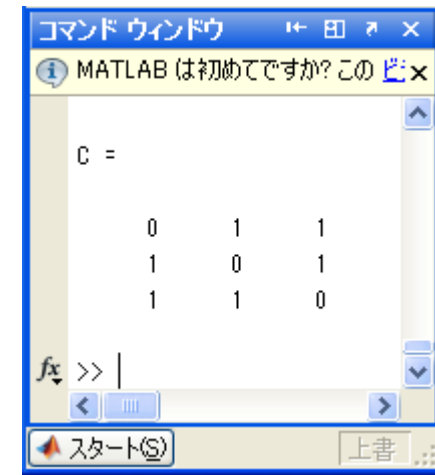
```
コマンド ウィンドウ
MATLAB は初めてですか? この
B =
    1     8    27
>>
>>
fx >>
```

(2)

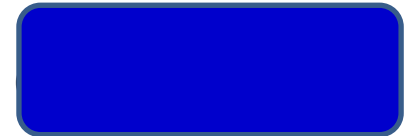


```
コマンド ウィンドウ
MATLAB は初めてですか? この
A =
    0.2000    0.2000    0.2000    0.2000    0.2000
    0.2000    0.2000    0.2000    0.2000    0.2000
    0.2000    0.2000    0.2000    0.2000    0.2000
    0.2000    0.2000    0.2000    0.2000    0.2000
    0.2000    0.2000    0.2000    0.2000    0.2000
fx
```

(3)

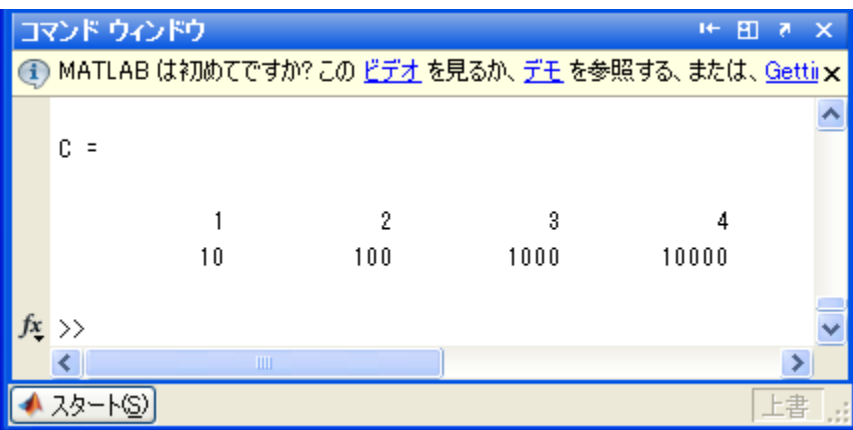


```
コマンド ウィンドウ
MATLAB は初めてですか? この
C =
     0     1     1
     1     0     1
     1     1     0
fx >> |
```



練習 次の行列を作りなさい

問題5



コマンド ウィンドウ

MATLAB は初めてですか? この [ビデオ](#) を見るか、[デモ](#) を参照する、または、[Getit!](#)

```
C =  
  
     1     2     3     4  
    10    100   1000  10000
```

fx >>

スタート(S) 上書

