

# 情報処理

平井 慎一

立命館大学 ロボティクス学科

# 講義の目標

MATLAB と Python のプログラミングとアルゴリズム構築を理解

MATLAB 数値計算, シミュレーション

Python 機械学習, ROS によるロボット制御

相互乗り入れも進んでいる

# スケジュール

- 4/10 MATLAB
- 4/17 MATLAB プログラミング 行列とベクトル, グラフを描く
- 4/24 MATLAB プログラミング 常微分方程式を数値的に解く
- 5/ 1 MATLAB シミュレーション 1リンク機構
- 5/ 8 MATLAB シミュレーション PD/PI 制御
- 5/15 深層学習 概要と意義
- 5/22 MATLAB による深層学習の基礎 人工ニューラルネット
- 5/29 MATLAB による深層学習の基礎 逆誤差伝搬
- 6/ 5 MATLAB による深層学習の応用 画像処理
- 6/12 MATLAB による深層学習の応用 GAN, 強化学習
- 6/19 Python 算術計算, データ型, 変数
- 6/26 Python プログラミング基礎 if 文, for 文, 関数
- 7/ 3 Python プログラミング発展 クラス, NumPy, Matplotlib
- 7/10 Python を用いた画像処理 OpenCV
- 7/17 Python を用いた深層学習 Keras, YOLO

平井 植村 王

# ウェブページ

<http://www.ritsumeai.ac.jp/~hirai/>

「講義」 → 「2023年度」「情報処理」をクリック

[www.ritsumeai.ac.jp/~hirai/edu/2023/information/information-j.html](http://www.ritsumeai.ac.jp/~hirai/edu/2023/information/information-j.html)

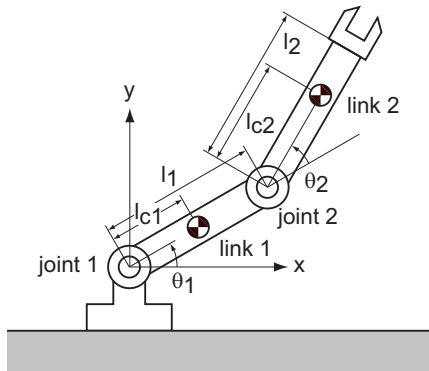
資料やサンプルプログラムはウェブサイトで配布





# シミュレーション

2リンク開ループ機構を関節PID制御で駆動する。  
このときの動作をシミュレーションせよ。



# シミュレーション

- Step 1. 動作を表す運動方程式を導く（機構学）
- Step 2. 運動方程式を数值的に解く（数値計算）
- Step 3. 数値解をグラフや動画で表す  
（ビジュアライゼーション）
- Step 4. シミュレートした運動を分析する

# シミュレーション

## 運動方程式

$$\begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} \\ H_{12} & H_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{\theta}_1 \\ \ddot{\theta}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \end{bmatrix}$$

$H_{11}$ ,  $H_{12}$ ,  $H_{22}$ ,  $f_1$ ,  $f_2$  は  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ ,  $\dot{\theta}_1$ ,  $\dot{\theta}_2$  の式

$$H_{11} = J_1 + m_1 l_{c1}^2 + J_2 + m_2 (l_1^2 + l_{c2}^2 + 2l_1 l_{c2} \cos \theta_2)$$

$$H_{12} = J_2 + m_2 (l_{c2}^2 + l_1 l_{c2} \cos \theta_2)$$

$$H_{22} = J_2 + m_2 l_{c2}^2$$

$$f_1 = h_{12} \dot{\theta}_2^2 + 2h_{12} \dot{\theta}_1 \dot{\theta}_2 - G_1 - G_{12} + \tau_1$$

$$f_2 = -h_{12} \dot{\theta}_1^2 - G_{12} + \tau_2$$

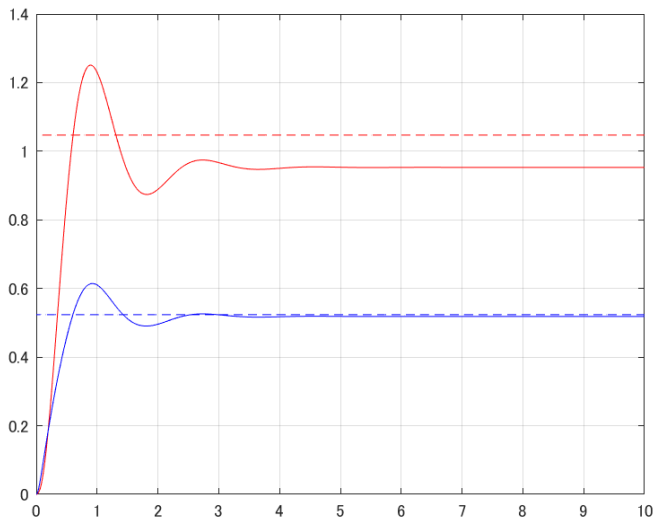
$$h_{12} = m_2 l_1 l_{c2} \sin \theta_2$$

$$G_1 = (m_1 l_{c1} + m_2 l_1) g \cos \theta_1$$

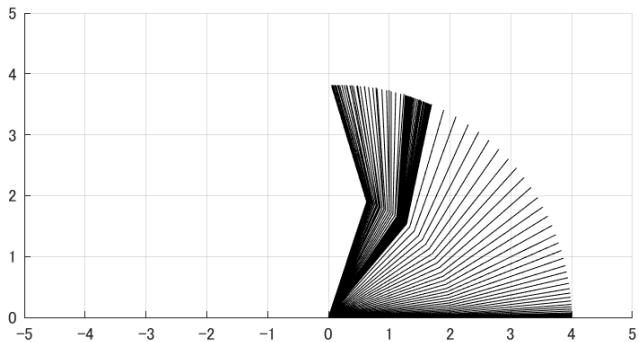
$$G_{12} = m_2 l_{c2} g \cos(\theta_1 + \theta_2)$$



# シミュレーション



# シミュレーション



# シミュレーション

動画



# MATLAB とは

- ① 数値計算ソフトウェア
- ② 行列やベクトルを扱うことが可能
- ③ 常微分方程式のソルバー，最適化計算等の関数
- ④ 様々な分野のためのツールボックス (toolbox)
- ⑤ プログラム，対話的の双方の利用が可能



# 実行例

The screenshot displays the MATLAB R2020a - academic use interface. The window title is "MATLAB R2020a - academic use". The top menu bar includes "ホーム", "プロット", and "アプリ". The ribbon contains various toolbars: "ファイル" (File), "変数" (Variables), "コード" (Code), "SIMULINK", "環境" (Environment), and "リソース" (Resources). The current directory is "C:\Users\hirai\2022\edu\情報処理\No.1\MATLAB". The Command Window shows the prompt "fx >>".

現在のフォルダー  
C:\Users\hirai\2022\edu\情報処理\No.1\MATLAB

コマンド ウィンドウ  
fx >>

# 実行例

The screenshot shows the MATLAB R2020a - academic use interface. The top menu bar includes 'ホーム', 'プロット', and 'アプリ'. The ribbon contains various toolboxes like '新規', 'ファイルの検索', 'データの入力', 'ワークスペースの保存', '新規変数', '変数を開く', 'ワークスペースのクリア', 'お気に入り', 'コードの解析', '実行および時間の計測', 'コマンドのクリア', 'Simulink', '環境', and 'リソース'. The address bar shows the current directory: 'C:\Users\hirai\2022\edu\情報処理\No\_1\_MATLAB ディレクトリ'. The left pane shows the '現在のフォルダー' (Current Folder) with a list of files including MATLAB.aux, MATLAB.log, MATLAB.nav, MATLAB.snm, MATLAB.synctex.gz, MATLAB.tex, MATLAB.toc, MATLAB\_page8.png, MATLAB\_report.pdf, and various open\_link\_2DOF\_PD\_\*.png files. The 'ファイル一覧' (File List) is highlighted. The 'コマンド ウィンドウ' (Command Window) shows the prompt 'fx >>'. The 'ワークスペース' (Workspace) pane shows a table with columns '名前' (Name) and '値' (Value), with the text '変数の名前と値' (Variable Name and Value) overlaid.

ディレクトリ

ファイル一覧

コマンドの入力と結果の表示

変数の名前と値



# 実行例

The screenshot displays the MATLAB R2020a - academic use interface. The title bar shows the application name and standard window controls. The ribbon menu includes tabs for 'ホーム' (Home), 'プロット' (Plots), and 'アプリ' (Apps). The ribbon contains various toolbars for file operations, data management, and code execution. The Command Window is active, showing the prompt 'fx >>'. The left sidebar shows the current folder 'C:\Users\hirai\2022\edu\情報処理\No.1\MATLAB' and a list of files including MATLAB.aux, MATLAB.log, MATLAB.nav, MATLAB.out, MATLAB.pdf, MATLAB.snm, MATLAB.synctex.gz, MATLAB.tex, MATLAB.toc, MATLAB\_page8.png, and MATLAB\_report.pdf. The workspace area at the bottom left is empty.

# 実行例

The screenshot displays the MATLAB R2020a - academic use interface. The top menu bar includes 'ホーム', 'プロット', and 'アプリ'. The ribbon contains various toolbars for file operations, data handling, workspace management, and code execution. The current directory is 'C:\Users\hirai\2022\edu\情報処理\No.1\MATLAB'. The file explorer on the left shows a list of files including MATLAB.aux, MATLAB.log, MATLAB.nav, MATLAB.out, MATLAB.pdf, MATLAB.snm, MATLAB.synctex.gz, MATLAB.tex, MATLAB.toc, MATLAB\_page8.png, MATLAB\_report.pdf, open\_link\_2DOF\_PD\_angles.png, open\_link\_2DOF\_PD\_angles.xbb, open\_link\_2DOF\_PD\_draw.mp4, and open\_link\_2DOF\_PD\_draw.png. The command window on the right shows the command `fx >> a=[1:2:3]` entered. The status bar at the bottom left indicates '準備完了'.

# 実行例

The screenshot shows the MATLAB R2020a - academic use interface. The Command Window displays the following code and output:

```
>> a=[1:2:3]

a =

     1
     2
     3

fx >> |
```

The Workspace window shows the variable 'a' with the value [1;2;3].

名前	値
a	[1;2;3]

# 実行例

The screenshot shows the MATLAB R2020a interface. The title bar reads "MATLAB R2020a - academic use". The ribbon includes tabs for "ホーム", "プロット", and "アプリ". The "コマンド ウィンドウ" (Command Window) is active, displaying the following code and output:

```
>> a=[1:2:3]

a =

     1
     2
     3

fx >> b=[3:-1:2]
```

The "ワークスペース" (Workspace) window at the bottom left shows the variable `a` with the value `[1;2;3]`.

# 実行例

The screenshot shows the MATLAB R2020a interface. The Command Window displays the following code and output:

```
>> a=[1:2:3]
a =
     1
     2
     3
>> b=[3:-1:2]
b =
     3
    -1
     2
fx >>
```

The Workspace window shows the following variables:

名前	値
a	[1;2;3]
b	[3;-1;2]

# 実行例

The screenshot shows the MATLAB R2020a - academic use interface. The Command Window displays the following code and output:

```
>> a=[1:2:3]
a =
     1
     2
     3
>> b=[3:-1:2]
b =
     3
    -1
     2
fx >> c=2*a-b
```

The Workspace window shows the following variables:

名前	値
a	[1;2;3]
b	[3;-1;2]

# 実行例

MATLAB R2020a - academic use

ドキュメンテーションの検索

サインイン

ホーム プロット アプリ

新規 スクリプト ライブスクリプト

新規作成 開く

ファイルの検索 比較

データのインポート

ワークスペースの保存

新規変数 変数を開く

ワークスペースのクリア

お気に入り

コードの解析

実行および時間の計測

コマンドのクリア

Simulink

環境

リソース

ファイル 変数

コード

SIMULINK

現在のフォルダー

C:\Users\hirai\2022\edu\情報処理\No\_1\MATLAB

コマンド ウィンドウ

```
>> a=[1;2;3]
a =
     1
     2
     3
>> b=[3;-1;2]
b =
     3
    -1
     2
>> c=2*a-b
c =
    -1
     5
     4
```

詳細

名前	値
a	[1;2;3]
b	[3;-1;2]
c	[-1;5;4]

ワークスペース

fx >> |

# 実行例

The screenshot shows the MATLAB R2020a - academic use interface. The Command Window displays the following code and output:

```
2
3
>> b=[3;-1;2]

b =

     3
    -1
     2

>> c=2*a-b

c =

    -1
     5
     4

>> a

a =

     1
     2
     3

fx >>
```

The workspace table shows the following variables:

名前	値
a	[1;2;3]
b	[3;-1;2]
c	[-1;5;4]



# 実行例

The screenshot shows the MATLAB R2020a - academic use interface. The current directory is C:\Users\hirai\2022\edu\情報処理\No.1\_MATLAB. The Command Window displays the following code and output:

```
2
3
>> b=[3;-1;2]

b =

     3
    -1
     2

>> c=2*a-b

c =

    -1
     5
     4

>> a
```

A small window shows the command history:

```
%-- 2022/03/31 14:15 --%
a=[1;2;3]
b=[3;-1;2]
c=2*a-b
a
```

The Workspace window shows the following variables:

名前	値
a	[1;2;3]
b	[3;-1;2]
c	[-1;5;4]

# 実行例

MATLAB R2020a - academic use

ドキュメンテーションの検索

サインイン

ホーム プロット アプリ

新規 スクリプト ライブスクリプト

新規作成 開く 比較

ファイルの検索

データのインポート

ワークスペースの保存

新規変数

変数を開く

ワークスペースのクリア

お気に入り

コードの解析

実行および時間の計測

コマンドのクリア

Simulink

環境

リソース

ファイル

変数

コード

SIMULINK

C:\Users\hirai\2022\edu\情報処理\No.1\_MATLAB

現在のフォルダー

名前

MATLAB

MATLAB.aux

MATLAB.log

MATLAB.nav

MATLAB.out

MATLAB.pdf

MATLAB.snm

MATLAB.synctex.gz

MATLAB.tex

MATLAB.toc

MATLAB.toc

MATLAB\_page8.png

MATLAB\_report.pdf

open\_link\_2DOF\_PD\_angles.png

open\_link\_2DOF\_PD\_angles.xbb

open\_link\_2DOF\_PD\_draw.mp4

open\_link\_2DOF\_PD\_draw.png

詳細

ワークスペース

名前	値
a	[1;2;3]
b	[3;-1;2]
c	[-1;5;4]

コマンド ウィンドウ

```
2
3
>> b=[3;-1;2]
b =
     3
    -1
     2
>> c=2*a-b
c =
    -1
     5
     4
>> a
```

%%- 2022/03/31 14:15 --%

```
a=[1;2;3]
b=[3;-1;2]
c=2*a-b
a
```

fx >> c=2\*a-b

# 実行例

現在のフォルダー

- 名前
- MATLAB
- MATLAB.aux
- MATLAB.log
- MATLAB.nav
- MATLAB.out
- MATLAB.pdf
- MATLAB.snm
- MATLAB.synctex.gz
- MATLAB.tex
- MATLAB.toc
- MATLAB\_page8.png
- MATLAB\_report.pdf
- open\_link\_2DOF\_PD\_angles.png
- open\_link\_2DOF\_PD\_angles.xbb
- open\_link\_2DOF\_PD\_draw.mp4
- open\_link\_2DOF\_PD\_draw.png

名前	値
a	[1;2;3]
b	[3;-1;2]
c	[-1;5;4]

```
-1
2
>> c=2*a-b
c =
-1
5
4
>> a
a =
1
2
3
>> c=2*a-b
c =
-1
5
4
fx >>
```

# 実行例

The screenshot displays the MATLAB R2020a environment. The Command Window shows the following code and output:

```
-1
2
>> c=2*a-b

c =

    -1
     5
     4

>> a

a =

     1
     2
     3

>> c=2*a-b
```

A Command History window is also visible, showing the execution of the command `b=[3;-1;2]` with the following output:

```
%-- 2022/03/31 14:15 --%
a=[1;2;3]
★ b=[3;-1;2]
c=2*a-b
a
c=2*a-b
```

The Command Window input line shows the command `b=[3;-1;2]` being entered.

名前	値
a	[1;2;3]
b	[3;-1;2]
c	[-1;5;4]

# 実行例

The screenshot shows the MATLAB R2020a interface. The Command Window contains the following code and output:

```
-1  
2  
  
>> c=2*a-b  
  
c =  
  
-1  
5  
4  
  
>> a  
  
a =  
  
1  
2  
3  
  
>> c=2*a-b  
  
c =  
  
-1  
5  
4  
  
fx >> b=[-3;-1;2]
```

The Workspace window shows the following variables and their values:

名前	値
a	[1;2;3]
b	[3;-1;2]
c	[-1;5;4]

# 実行例

The screenshot shows the MATLAB R2020a - academic use interface. The Command Window displays the following code and its output:

```
5
4
>> a
a =
    1
    2
    3
>> c=2*a-b
c =
   -1
    5
    4
>> b=[-3;-1;2]
b =
   -3
   -1
    2
fx >>
```

The Workspace window shows the following variables:

名前	値
a	[1;2;3]
b	[-3;-1;2]
c	[-1;5;4]

# 実行例

## 簡単なプログラム

```
a=[1;2;3];  
b=[3;-1;2];  
c=2*a-b;  
a
```

を実行する.

1, 2, 3行目最後の ; (セミコロン) は, 文の終わりを表す.  
最後のセミコロンがない4行目は, 変数の値を表示する.

# 実行例

The screenshot displays the MATLAB R2020a - academic use interface. The title bar shows the application name and standard window controls. The ribbon menu includes tabs for 'ホーム' (Home), 'プロット' (Plots), and 'アプリ' (Apps). The 'ホーム' tab is active, showing various toolbars for file operations (e.g., '新規', '開く', '比較'), data management (e.g., 'データのインポート', 'ワークスペースの保存'), and code execution (e.g., 'コードの解析', '実行および時間の計測'). The Command Window is open, showing the prompt 'fx >>'. The left sidebar shows the current folder 'C:\Users\hirai\2022\edu\情報処理\No.1\MATLAB' and a list of files including MATLAB-related files and images. The 'ワークスペース' (Workspace) pane is also visible at the bottom left.



# 実行例

MATLAB R2020a - academic use

ホーム プロット アプリ エディター パブリッシュ 表示

ドキュメンテーションの検索 サインイン

新規作成 開く 保存 比較 印刷

移動 コメント インデント ブレークポイント

実行 実行して次に進む セクションの実行 次に進む 実行および時間の計測

現在のフォルダー C:\Users\hirai\2022\edu\情報処理\No.1\MATLAB

エディター - Untitled

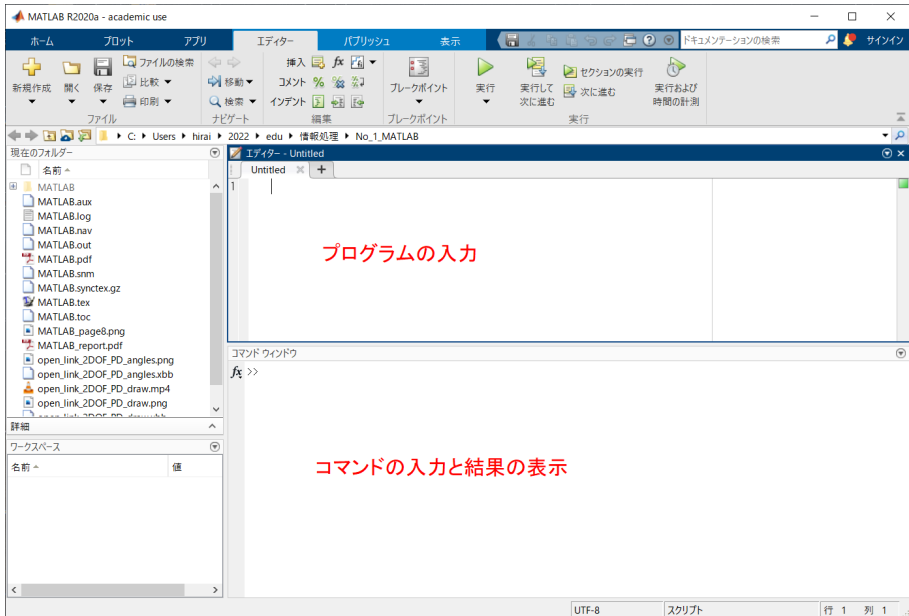
Untitled

コマンド ウィンドウ

fx >>

UTF-8 スクリプト 行 1 列 1

# 実行例



MATLAB R2020a - academic use

ホーム プロット アプリ エディター パブリッシュ 表示

新規作成 開く 保存 比較 印刷 ファイルの検索 移動 挿入 破折記号 実行 実行して次に進む セクションの実行 実行および時間の計測

現在のフォルダー C:\Users\hirai\2022\edu\情報処理\No.1\MATLAB

プログラムの入力

コマンドウィンドウ  
fx >>

コマンドの入力と結果の表示

UTF-8 スクリプト 行 1 列 1

# 実行例

The screenshot displays the MATLAB R2020a - academic use interface. The main window is titled "MATLAB R2020a - academic use" and shows a file explorer on the left, a command window at the bottom, and a script editor in the center.

The file explorer shows the current folder structure: C:\Users\hirai\2022\edu\情報処理\No.1\MATLAB. The script editor contains the following code:

```
1 a=[1:2:3];  
2 b=[3;-1;2];  
3 c=2*a-b;  
4  
5
```

The command window shows the prompt `>>`.

The status bar at the bottom indicates the encoding is UTF-8, the script type is スクリプト (Script), and the cursor is at line 5, column 1.

# 実行例

The screenshot displays the MATLAB R2020a environment. The main window is titled "MATLAB R2020a - academic use". The interface includes a ribbon with tabs for "ホーム", "プロット", "アプリ", "エディター", "パブリッシュ", and "表示". The "エディター" tab is active, showing a script named "Untitled\*" with the following code:

```
1 a=[1:2:3];  
2 b=[3;-1;2];  
3 c=2*a-b;  
4  
5
```

The Command Window below the editor shows the prompt `>>`. The left sidebar shows the current folder structure, including the MATLAB installation directory and various files. The status bar at the bottom indicates the encoding is UTF-8, the script type is "スクリプト", and the cursor is at line 5, column 1.

# 実行例

The screenshot displays the MATLAB R2020a environment. The main window is titled "MATLAB R2020a - academic use". The interface includes a ribbon with tabs for "ホーム", "プロット", "アプリ", "エディター", "パブリッシュ", and "表示". The "エディター" tab is active, showing a script named "vector.m" with the following code:

```
1 a=[1;2;3];  
2 b=[3;-1;2];  
3 c=2*a-b;  
4 c  
5
```

The Command Window below the editor shows the prompt `>>` and the output of the script:

```
>>  
ans =  
     1  
     4  
    -1
```

The left sidebar shows the current folder structure, including "MATLAB" and various system files. The status bar at the bottom indicates "UTF-8" encoding and "行 5 列 1" (Line 5, Column 1).

# 実行例

The screenshot displays the MATLAB R2020a academic use interface. The title bar reads "MATLAB R2020a - academic use". The ribbon includes tabs for "ホーム", "プロット", "アプリ", "エディター", "パブリッシュ", and "表示". The "エディター" tab is active, showing a script editor with the following code in a file named "vector.m":

```
1 a=[1;2;3];  
2 b=[3;-1;2];  
3 c=2*a-b;  
4 c  
5
```

The Command Window at the bottom shows the command prompt `fx >> vector`. The left sidebar shows the current folder path: `C:\Users\hirai\2022\edu\情報処理\No_1_MATLAB`. The file explorer lists various MATLAB-related files and folders, including "MATLAB", "MATLAB.aux", "MATLAB.log", "MATLAB.nav", "MATLAB.out", "MATLAB.pdf", "MATLAB.snm", "MATLAB.synctex.gz", "MATLAB.tex", "MATLAB.toc", "MATLAB.page8.png", "MATLAB.report.pdf", and several "open\_link\_2DOF\_PD\_..." files.

# 実行例

The screenshot displays the MATLAB R2020a environment. The main window shows a script named 'vector.m' with the following code:

```
1 a=[1;2;3];  
2 b=[3;-1;2];  
3 c=2*a-b;  
4 c  
5
```

The Command Window shows the execution results:

```
>> vector  
  
c =  
  
    -1  
     5  
     4  
  
fx >> |
```

The workspace window at the bottom left shows the variables defined in the script:

名前	値
a	[1;2;3]
b	[3;-1;2]
c	[-1;5;4]

# まとめ

- MATLAB のインストール
- コマンドウィンドウにおけるコマンドの入力
- エディターにおけるプログラムの入力
- プログラムの実行