

# Julia 入門

# Julia とは

## 速い

- LLVM を利用してネイティブコードを生成する（らしい）

## 簡単に書ける

- 動的型付けのおかげで気軽に書ける。対話環境も充実。

## いろいろな構成に対応

- 多重ディスパッチでOOP（構造体に関数が作用する書き方）や関数型っぽく書ける

## そしてオープンソース

<div style="text-align: right"> 参考 <a href="https://julialang.org/">Julia in a Nutshell</a>, <a

href="https://www.geidai.ac.jp/~marui/julialang/why\_we\_created\_julia/index.html">なぜ

# インストール

## 直接

- <https://julialang.org/> からダウンロード、インストール
- インストール場所はどこでもOK、パスを通そう
- `julia` で REPL (対話環境) 開始

## Jupyter でも使いたい人 (参考: [Jupyter NotebookeでJuliaを使ってみた](#))

- `conda` コマンドから `julia` をインストールする方法もあるらしい (インストールしてしまえば「直接」と同じ状況のはず)
- `]` でパッケージモードに移って `add IJulia`
- Backspace で `julia` モードに戻って `using IJulia; notebook()` で起動

# REPL の使い方

- `exit()` か `Ctrl+D` で終了
- `]` でパッケージモード (`?` でパッケージモードのヘルプ)
- `?` でヘルプモード
- `BackSpace` で **julia** モード に戻る
- パッケージの追加 : `add $(name)` (パッケージモード) 、 `using Pkg;`  
`Pkg.add($(name))` (julia モード) (以下同じ)
- インストールしたパッケージの確認 : `status`
- パッケージのアップデート : `update`
- プロジェクトの作成、アクティベート : `generate $(name)`、 `activate`  
`$(name)` (`activate` で抜けられる)

# REPL を使いこなそう

- 起動コマンドを `julia -q` とすると julia のアスキーアートが表示されない
- **Tab 変換** : `\alpha` +Tab, `\Alpha` +Tab などと入力して `α`, `A` などに置換される  
(`π` 以外はだいたい変数用) (TeX 記号は結構対応している)

(余談 : LaTeX では `\Alpha` コマンドは用意されておらずアルファベットのAで代用せざるを得ないが Unicode では区別される。cf.[Unicode一覧 0000-0FFF](#))

- ヘルプモードで記号を入力すると TeX での打ち方、演算子の場合は用例も分かる
- 定数 `π`, `□` が用意されている(`\pi`, `\euler` +Tab) (cf. Base.Mathconstants)
- 円周率は `pi` でも同じ扱い

# REPL as 電卓

- 算術、論理、比較、ビット演算子は下表以外は python とほぼ同じ

記号	意味	出し方	記号	意味	出し方
<code>^</code>	累乗		<code>≠</code>	不等( <code>!=</code> )	<code>\ne</code> +Tab
<code>÷</code>	整数除算	<code>\div</code> +Tab	<code>≤</code>	小なり( <code>&lt;=</code> )	<code>\le</code> +Tab
<code>□</code>	XOR	<code>\xor</code> +Tab	<code>≥</code>	大なり( <code>&gt;=</code> )	<code>\ge</code> +Tab
<code>//</code>	分数		<code>≠</code>	不等( <code>!=='</code> )	<code>\nequiv</code> +Tab

- 数値リテラル係数：係数が数値なら掛け算の `*` を略せる。  
`x=1; √2^2x^2+(x-1)x`

# いろいろ試すために

- コメントアウトは `#`。範囲コメントアウトは `#=` と `=#`。
- `println()` でコンソール出力

## データ型

- `typeof(1)` などとしてデータ型を確認できる
- `1.0`, `1 // 7`, `π`, `2.0im`, `true`, `'a'`, `'□'`, `"ABC"` の型を確認してみよう
- **型変換関数** はデータ型と同じ名前。 `Float64(pi * 2)`, `BigFloat(□)`
- `zero(x)`, `one(x)` などとすると `x` と同じ型の `0`, `1` が得られる

# 文字列・配列

- String は Char の配列
- アクセス：先頭 `[1]` , `[begin]` , 末尾 `[end]` , 真ん中（切り捨て） `[end÷2]`
- 配列のスライス：`"hello"[2:4]` とすると `"ell"` が切り出せる
- 文字列の結合：`string("Java", "script")` とするか `"インド" * "ネシア"` とする（`+` じゃないのは非可換だかららしい）  
`string` を使う方法なら文字列以外にも文字列として結合できる
- 文字列の置換：`replace("Word to vec", " to " => 2)`
- 配列の長さ：`length("four")`
- コードの挿入：`print("x=$(1+2)")`
- `"""` で複数行にまたがる文字列を書ける



# 関数

```
function f(x,y)
    x * y # 最後の値が戻り値。return で明示するのも可
end
```

インデントはなくても動く。型も指定できる。

```
function cat(x::String, y::String) :: String
    x * y
end

function cat(x::Int64, y::Int64) :: String
    string(x) * string(y)
end
```

引数の型が違えば違う関数。

# for 文、if 文、可変長引数

```
function add(x...)
  sum = 0
  for i = 1:length(x) # for i in 1:length(x) でも同じ
    if x[i] ≤ 0
      continue
    elseif sum ≥ 100
      break
    end
    sum += x[i]
  end
  sum
end

println(add(1,2,3,4,5,-6,100,200)) # 115
```

REPL上では `end` を書くまで改行できる。末尾参照の `end` とは異なる使い方。

# 辞書 (連想配列)

```
戦いの年号集 = Dict("関ヶ原" => 1600, "桶狭間" => 1560, "小牧・長久手" => 1584)
# 戦いの年号集 = Dict{String, Int32}("関ヶ原" => 1600,
#   "桶狭間" => 1560, "小牧・長久手" => 1584) 型を明示

if haskey(戦いの年号集, "関ヶ原")
    println(get(戦いの年号集, "関ヶ原", 0))
end
```

リスト内法表記のような書き方も可能。

```
Dict{i => i ^ 3 for i = 1:10}
```

順番はばらばら。

# 少し発展的

- `[(2i-1)^3 for i=1:5]` の代わりに `[1:2:9;].^3` としても同じ。
  - `(start):(step):(end)` で範囲を生成できる。 `;` をつけると数列になる
  - **ドット演算子** : `.` で各要素に関数を作用させる。 `sin.([0.5pi, pi, 1.5pi])`
- `?` でヘルプモードに移って `|>` と入力してみよう
  - **ラムダ式** : 9p. の関数は `f = (x, y) -> x * y` と書ける
  - `|>` : 変数に関数を次々と作用させる。
- **do** : 無名関数を作って第1引数として渡す。 `map(1:2:9) do x; x^3; end`
- ローカルスコープからグローバル変数に書き込むときは `global` をつける (スコープ内で1度でOK)
- 演算子は上書きできる [Juliaでのユーザー定義演算子の種類](#)

# グラフをプロット

- `]` でパッケージモードに移って `add Plots` で Plots パッケージをインストール (数分かかる)

```
x = -5.0:0.1:5.0 # -5から5まで0.1刻み  
f(x) = 1 ./ (1 .+ exp.(-x)) # xの各要素にシグモイド関数作用させる  
y = f(x)
```

```
using Plots  
plot(x, y)  
savefig("Sigmoid.png") # 画像保存
```

- Backendに `Plots.plotly()` を設定するとグラフをぐりぐりできる。

# アニメーション

```
using Plots
```

```
x = -5.0:0.1:5.0
```

```
f(x,a) = 1 ./ (1 .+ exp.(-a.*x)) # a はゲイン
```

```
anim = Animation()
```

```
for a in 1.0:0.1:2.0
```

```
    # plot でラベル、軸範囲なども設定できる
```

```
    plt = plot(x, f(x, a), label = "gain:$a",
```

```
               xlims = (-5,5), ylims = (0,1), xlabel = "x", ylabel = "f(x)")
```

```
    frame(anim, plt)
```

```
end
```

```
gif(anim, "sigmoid_anim.gif", fps = 5)
```

# 行列演算

- `using LinearAlgebra`
- `A = [1 2; 3 4]` で  $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$
- `A*B` で行列積、`A'` でエルミート共役、`A.*B` でアダマール積（成分ごとの積）
- `B=copy(A)` でコピー（配列も同じ）
- エルミート行列  $H$  に対して `λ, U=eigen(H)` で固有値たち  $\lambda$  とユニタリ  $U$  が求まる
- 行列からベクトルを切り出す：`u1 = U[:, 1]` は列を切り出す（列も行も切り出すと列ベクトル）
- 逆行列は `inv(A)`、行列式は `det(A)`、トレースは `tr(A)`、指数行列は `exp(A)`

# 素数

- `add Primes`
- `primes(2, 97)` で 2 ~ 97 の素数
- `isprime()` : 素数判定、`factor()` : 素因数分解
- [Prime number functions](#) 詳細。公式。



# フィッティング (LsqFit.jl)

```
using LsqFit, Plots
xdata = [5:0.2:10.8;]
ydata = [1.9, 2.2, 2.5, 2.1, 2.8, 2.9, 2.2, 2.6, 2.4, 3.6,
          5.5, 9.2, 25, 110, 340, 550, 220, 51, 13, 5.4, 8.9,
          5.7, 2.5, 5.1, 5.6, 3.2, 3.0, 2.5, 2.1, 1.8].*1e16
function func(x, prm) # フィッティングのモデル
    @. prm[1] * exp(-(x - prm[2]) ^ 2 / (2prm[3] ^ 2)) + prm[4]
end
parameter_initial = [1e18, 8, 3, 1e15] # 係数の初期値
fit = curve_fit(func, xdata, ydata, parameter_initial)
println("param->", fit.param, ", covar->", estimate_covar(fit),
        ", stderr->", stderror(fit)) # 係数、共分散、標準偏差
plot(xdata, ydata, seriestype = :scatter)
plot!([5:0.02:10.8;], func([5:0.02:10.8;], fit.param))
savefig("lsqfit-sample.png")
```

# UpdateJulia.jl

Juliaのアップデートをコマンド1つで行える。

## さらに詳しく

- [Julia 1.0 ドキュメント](#) 有志による一部日本語化ドキュメント。最新は 1.6.4 なので内容は古いかもしれないが、基本的な言語仕様は同じ？
- [Julia Documentation](#) 困ったら公式。英語。
- [Juliaで数値計算 その1：コードサンプル～基本的計算編～](#) 紹介しきれていない入門的な事項も書かれている。
- [Juila in VS Code](#) JuliaとVSCodeは切っても切り離せない。

## 参考文献

- [Julia言語プログラミング入門](#)
- [REPL \(julia コマンド\) の使い方](#)