神奈川大学オープンキャンパス2022春

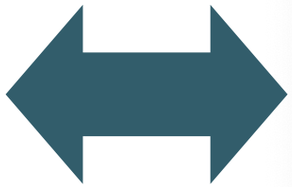
体験授業
「ゲームをつくって学ぶ関数型プログラミング」

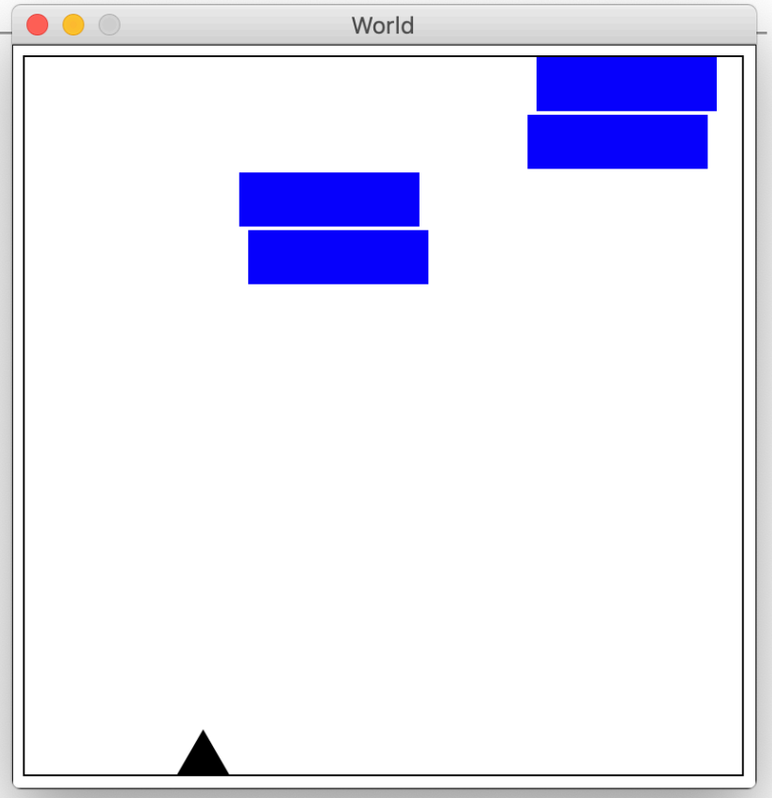
理学部　情報科学科　馬谷 誠二

https://umatani.github.io/ku-oc/

有名ゲームと今日つくるゲームの違い

©任天堂



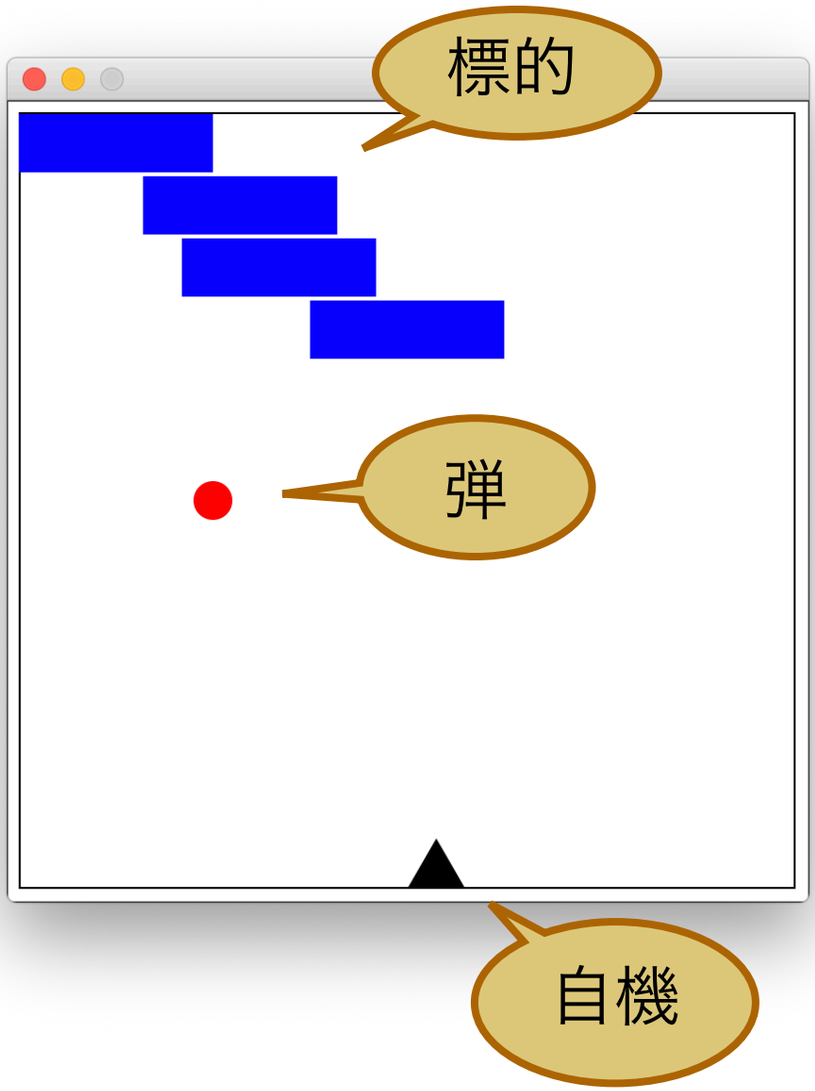


- それでも要素技術は共通（のはず）
  - 図形や画像の描画
  - 時間経過による世界の変化
  - アニメーション
  - キーボード・マウス入力の処理

全然違う！

作成手順

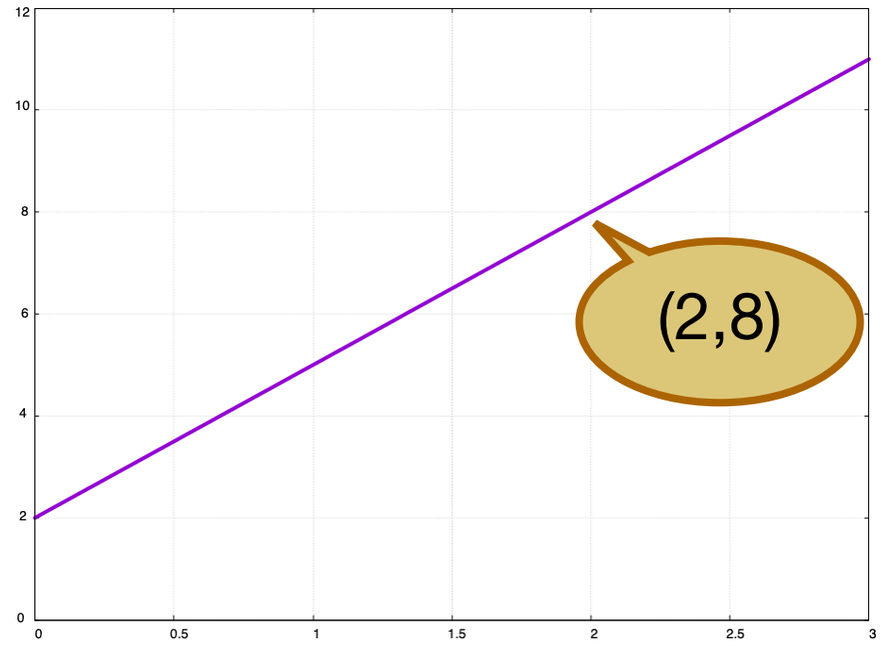
1. 自機の表示と操作
2. 弾の追加
3. 標的の追加
4. 標的の動作の改良
5. 弾の連射機能



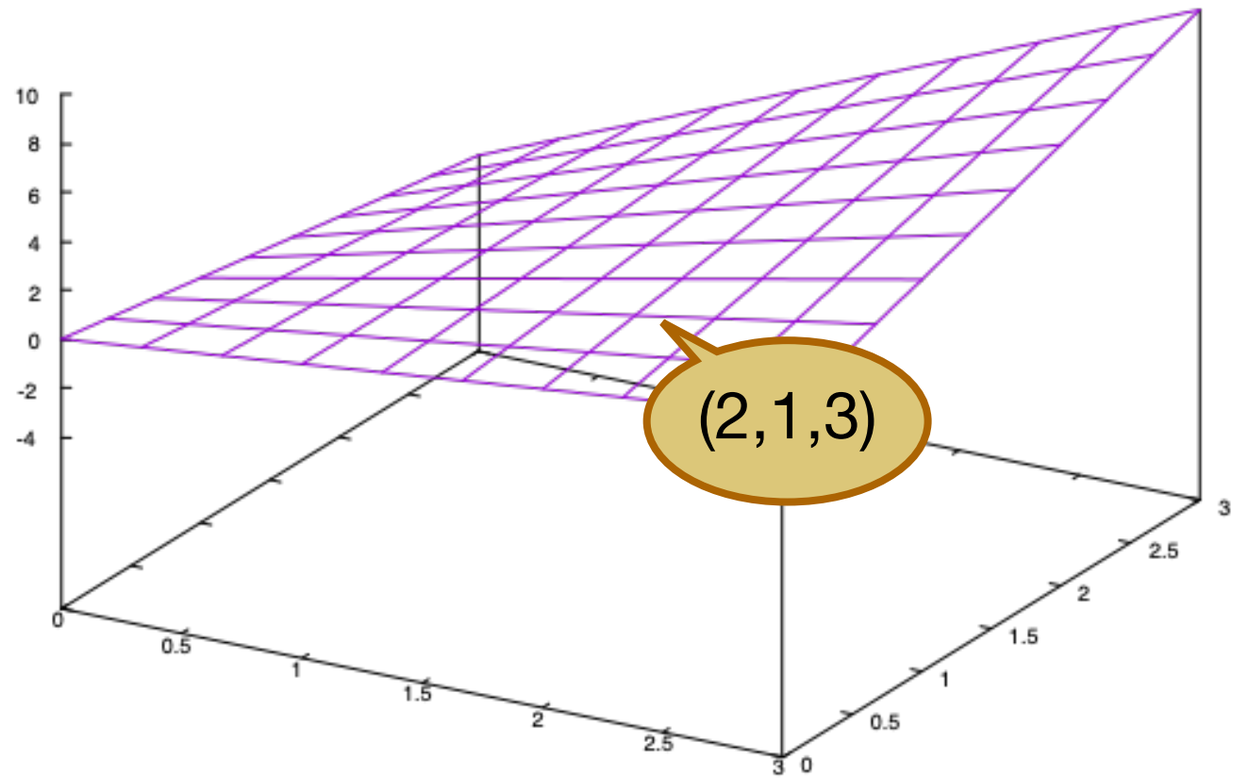
1. 自機の表示と操作 ～プログラムの基本要素～

デカルト座標上の関数

- 1引数関数 $f(x)$
  - $y = f(x) = 3x + 2$



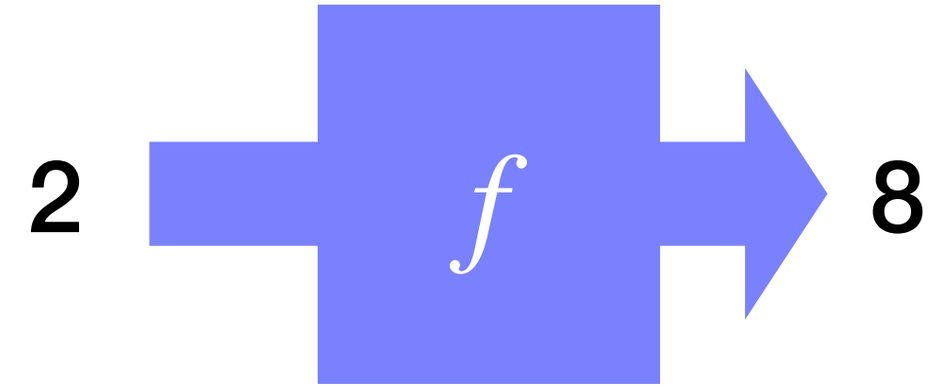
- 2引数関数 $g(x, y)$
  - $z = g(x, y)$
    $= xy + x - y$



計算手続きとしての関数

- 入力を受け取って出力を計算する処理（手続き）

$$f(x) = 3x + 2$$



$$g(x, y) = xy + x - y$$

Racket言語

- 関数型プログラミング言語
  - プログラム = データ処理 = 関数による計算
  - 開発環境
    - 定義領域
    - インタラクション領域
- 扱うデータの種類
  - 数，テキスト，画像，etc.

数を扱う簡単な関数

- 例: 絶対値関数
  - 定義： $|x| = f(x) = \begin{cases} x & (x \geq 0 \text{ のとき}) \\ -x & (\text{それ以外}) \end{cases}$
  - 呼出し： $|3| \Longrightarrow 3,\ f(-8) \Longrightarrow 8$
- Racketで呼出しはこう書く（定義は後述）

```
↪ (absolute 3)
3
↪ (absolute -8)
8
↪
```

- 関数には意味のある名前をつける
- **括弧の付け方が全然違う（全体を囲む）**

数の四則演算

- 簡単な演算も，実は関数の一種
  - 普段書いている書き方は，関数を呼び出す一般的な書き方の省略形

省略形（数学）	一般形（数学）	Racketコード
$1+2$	$+(1,2)$	(+ 1 2)
$1-2$	$-(1,2)$	(- 1 2)
1×2	$\times(1,2)$	(* 1 2)
$1\div 2$	$\div(1,2)$	(/ 1 2)

定数の定義

- 何度も出てくる値に名前をつける → 読みやすくなる
  - 数学でもよく用いられる手法

> 球の半径（3）を r，円周率（3.141592）を π とする．
>
> 球の体積は $\frac{4}{3}\pi r^3$，表面積は $4\pi r^2$ によって求められる．

- Racketコード

```
(define r 3)
(define pi 3.141592)
(define volume  (/ (* 4
                      (* pi
                         (* r r r)))
                   3))
(define surface (* 4 (* pi (* r r))))
```

関数の定義

- 特定の球ではなく，任意サイズの球の体積を計算したい！
  - 数学でもよく用いる

円周率（3.141592）を π とする.

球の体積は 関数 $f(r) = \frac{4}{3}\pi r^3$ によって求められる.

例えば，半径3の球の体積は $f(3) = \frac{4}{3}\pi \cdot 3^3 \fallingdotseq 113.1$ である.

- Racketコード

```
(define pi 3.141592)

(define (volume r)
  (/ (* 4
        (* pi
           (* r r r)))
     3))
```

$\pi = 3.141592$

$\mathrm{volume}(r) = \frac{4}{3}\pi r^3$

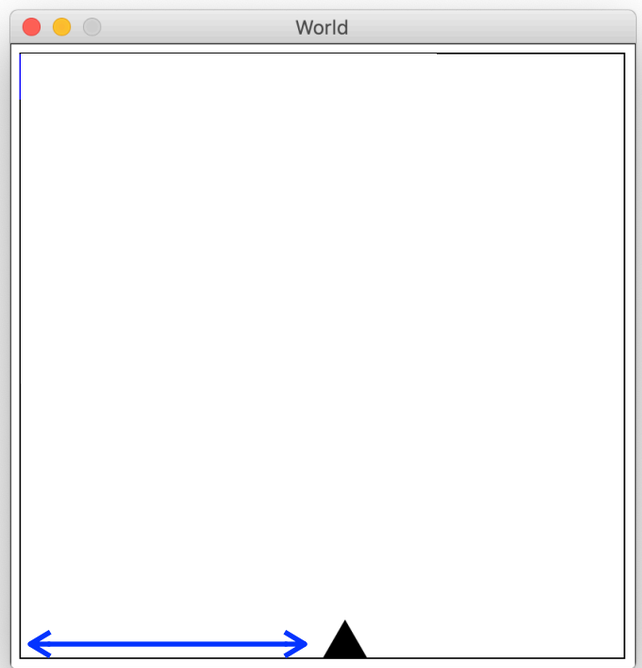
ゲームの世界の数学表現

- 世界 = 時間とともに変化していく状態
  - 状態 = ゲームの世界に存在するモノの性質
  - 画面上に見える全てを記録する必要はない

- 例：自機だけからなるシューティングゲーム

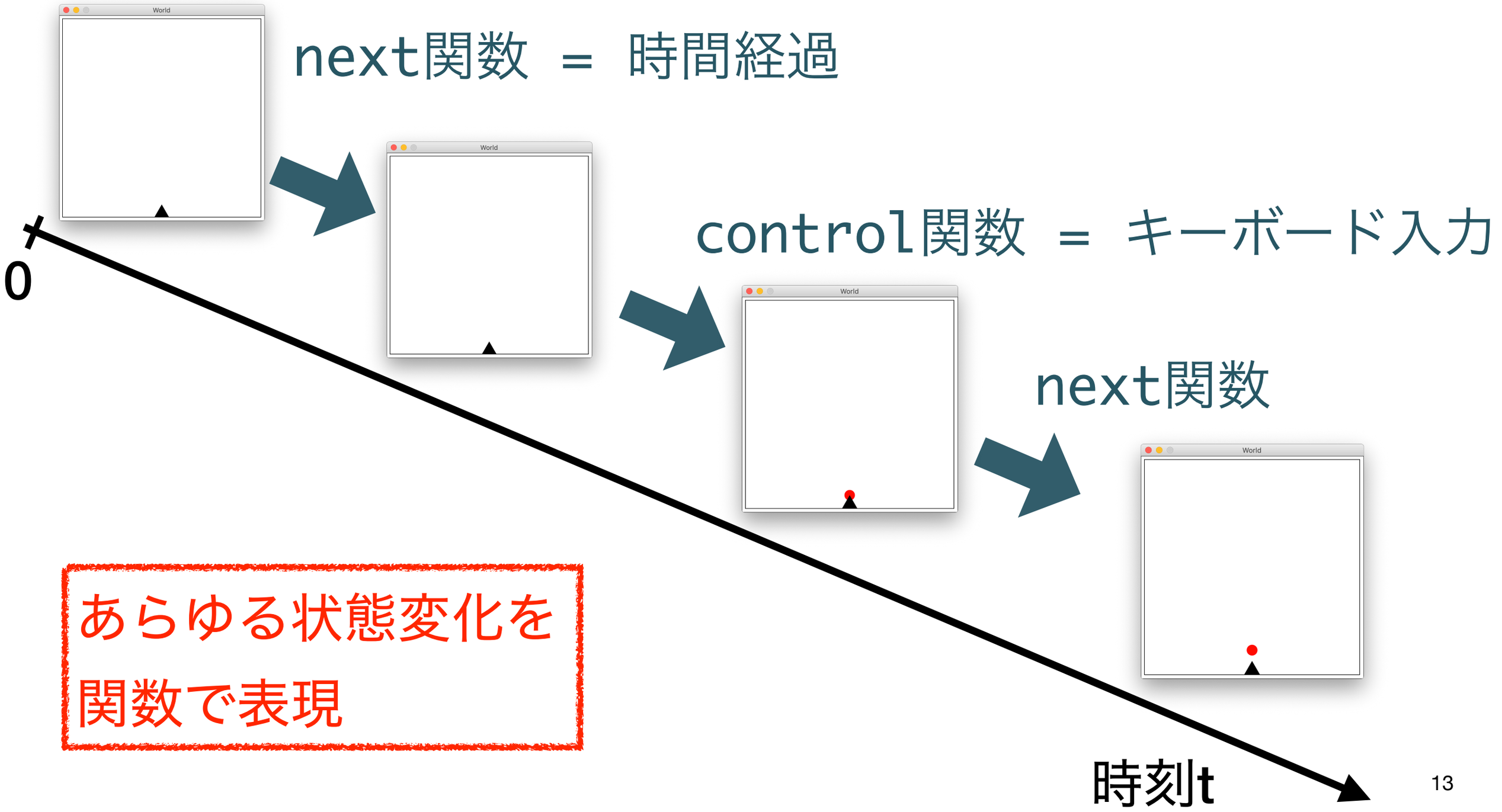
位置情報 **100**

・ 自機サイズ
・ 三角形であること
などの「不変データ」は状態の一部ではない



状態変化の関数による表現

初期状態



あらゆる状態変化を
関数で表現

参考情報

- Racketホームページ（英語）
  - https://racket-lang.org
  - ソフトウェアのダウンロード，マニュアル
- このスライド・ソースコード
  - https://github.com/umatani/ku-oc.git
- Schemeの簡単な入門書（日本語訳）
  - https://www.sampou.org/scheme/t-y-scheme/t-y-scheme.html
- Schemeを使った情報科学の入門書（世界的に有名）
  - https://github.com/hiroshi-manabe/sicp-pdf/blob/japanese/jsicp.pdf
- 私のメールアドレス
  - umatani@kanagawa-u.ac.jp