

# Graphics with Processing



2014-02 基本図形と曲線

<http://vilab.org>

塩澤秀和

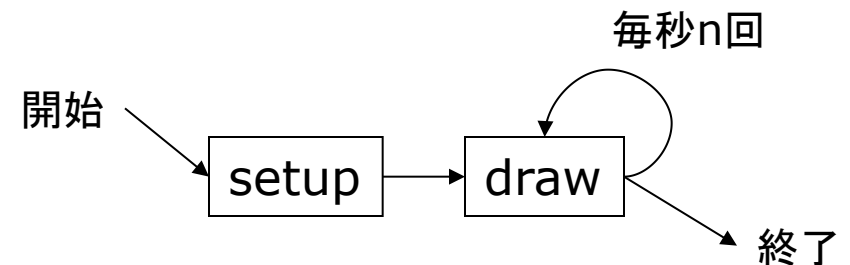
# 1.2 プログラムの基本構造(復習)

## プログラムの基本構造

- サンプルプログラム
  - Examples → Basics → Structure → SetupDraw
  - コメントはC++やJavaと同じ
- void setup()
  - 初期設定関数(メソッド)
  - プログラム開始時に、自動的に1回だけ実行される
- void draw()
  - 描画関数(メソッド)
  - 画面上で描画をする必要があるときに自動的に実行される
  - アニメーション(loop)の場合、繰り返し何回も実行される
  - 他にも再描画が必要なとき実行

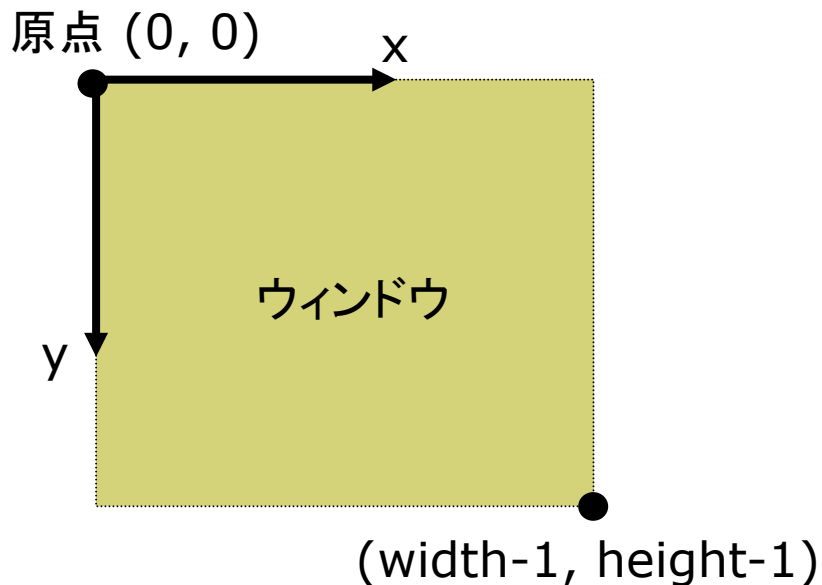
## 基本的なsetup処理

- size(幅, 高さ)
  - ウィンドウを開く
  - setupの最初に必要
- frameRate(回数)
  - 1秒間あたりの描画コマ数
  - アニメーション(動画)に利用
  - 省略した場合は毎秒60コマ
- noLoop()
  - アニメーションを無効化する
  - loop()で解除できる



# 1.3 基本的な描画(復習)

## Processingの座標系



## 色の数値表現

- 白黒(グレー)
  - 0~255の整数
- カラー
  - 0~255の整数(RGB)×3個
  - 例: `stroke(r, g, b)`

## 描画の準備

- `background(色)`
  - 背景色でウィンドウを塗りつぶす
  - 通常, `draw`の最初にやる
- `stroke(色)`
  - 線の色を指定する
- `strokeWeight(太さ)`
  - 線の太さを指定する

## 基本図形

- `point(x座標, y座標)`
  - 点を打つ
- `line(x1, y1, x2, y2)`
  - 直線を引く
- `rect(x, y, 幅, 高さ)`
  - 長方形(矩形)を描く

## 2.1 変数と制御構造 (Javaと同じ)

---

### データ型

- int, float, byte
  - 数値
  - 実数はfloatが標準
- boolean
  - 真偽値(Yes/No)
  - 定数: true(真), false(偽)
- char
  - 文字(漢字も可)
  - `char ch = 'あ'`
- String
  - 文字列
  - `String str = "あいうえお"`
- 文字列の連結
  - +演算子で文字列を連結できる

### 制御構造

- if-else
- switch-case
  - 条件分岐
- for, while
  - ループ(繰り返し)
  - do-whileは(一応)ない
- break
  - ループ中断

### 演算子

- 関係演算子
  - `== != < > <= >=`
- 論理演算子
  - `|| (OR) && (AND) !(NOT)` 4

## 2.2 基本図形

---

### 図形描画関数

- point, line, rect
  - 点, 直線, 長方形(既出)
- triangle(x1, y1, x2, y2, x3, y3)
  - 3点を結ぶ三角形
- quad(x1, y1, x2, y2, x3, y3, x4, y4)
  - 4点を結ぶ四角形
- ellipse(x, y, 幅, 高さ)
  - 楕円(円)
- arc(x, y, 幅, 高さ, 開始角, 終了角)
  - 弧(角度はラジアン)
  - $\pi$ として定数PIが使える

### 描画色

- stroke(色)
  - 線(境界線)の色を設定
  - noStroke()で境界線なし
- strokeWeight(太さ)
  - 線の太さを設定
- fill(色)
  - 塗りつぶしの色を設定
  - noFill()で塗りつぶしなし

### 座標指定モード

- rectMode(モード)
- ellipseMode(モード)
  - 左上を指定: CORNER
  - 中心を指定: CENTER

## 2.3 曲線の表現形式

### 曲線の数式表現 (p.58)

#### □ 陽関数形式

- $y = f(x)$  型

- 例  $y = \sqrt{r^2 - x^2}$

#### □ 陰関数形式

- $f(x, y) = 0$  型

- 例  $x^2 + y^2 - r^2 = 0$

#### □ パラメータ形式

- $x = f(t), y = g(t)$  型

- パラメータ=媒介変数

- 例 
$$\begin{cases} x = r \cos t \\ y = r \sin t \end{cases}$$

### パラメトリック曲線 (p.62)

#### □ パラメータ形式による曲線

- 少ない変数で滑らかな曲線
- 曲線を点列に分解するのが簡単

#### □ 点間を補間する曲線

- Ferguson曲線
- Catmull-Rom曲線

#### □ 制御点による曲線

- Bezier曲線
- Bスプライン曲線
- CGモデリングで広く用いられる

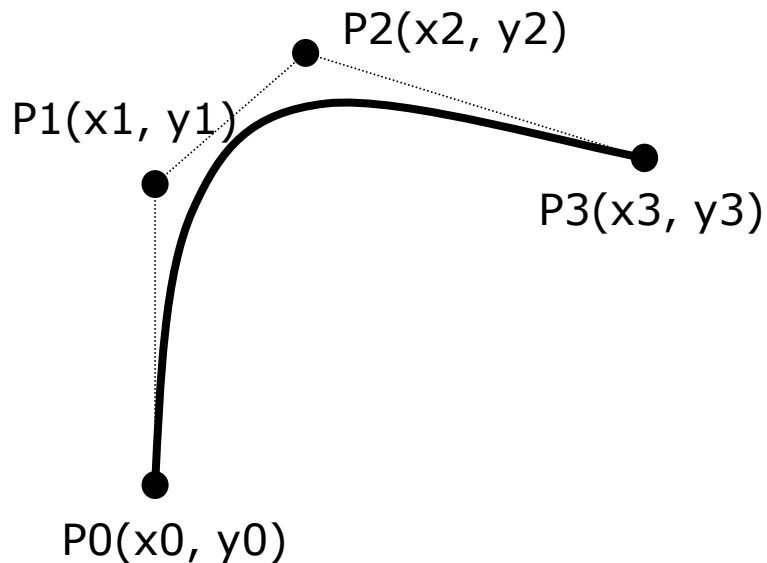
#### □ 重み付き制御点による曲線

- 有理Bezier曲線
- NURBS曲線 (Non-Uniform Rational B-Spline)

## 2.4 ベジエ曲線

### ベジエ曲線の描画

- `bezier(x0, y0, x1, y1, x2, y2, x3, y3)`



- 単純な数式で自然な曲線
- CGでは通常3次(以上)が利用される

### ベジエ曲線の数式表現(p.64)

- 2次ベジエ曲線(3点)

$$P(t) = (1-t)^2 P_0 + 2t(1-t)P_1 + t^2 P_2$$

$$\begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \end{pmatrix} = (1-t)^2 \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \end{pmatrix} + 2t(1-t) \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix} + t^2 \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \end{pmatrix}$$

- 3次ベジエ曲線(4点)

$$P(t) = (1-t)^3 P_0 + 3t(1-t)^2 P_1 + 3t^2(1-t)P_2 + t^3 P_3$$

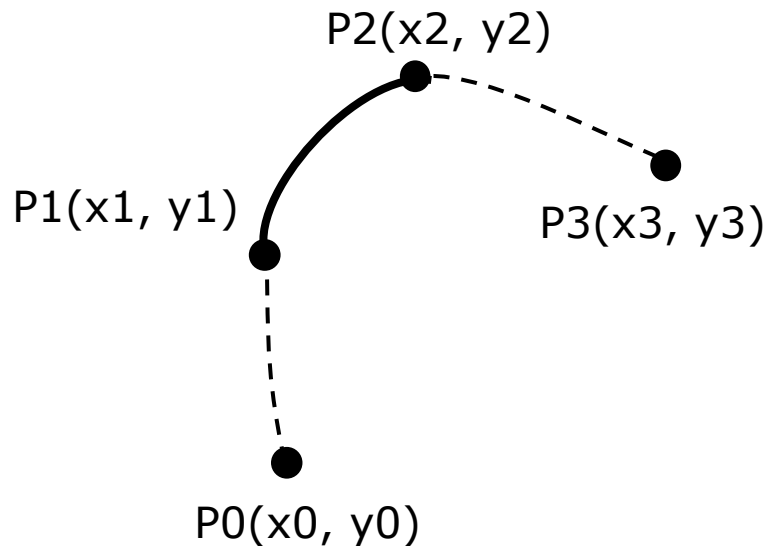
### サンプルプログラム

- File → Examples
  - → Basics → Form → Bezier

## 2.5 補間曲線

### 補完曲線の描画

- $\text{curve}(x_0, y_0, x_1, y_1, x_2, y_2, x_3, y_3)$



- 4点を滑らかに補間し、真ん中の2点を結ぶ曲線を描く
- Catmull-Romスプライン曲線

### Catmull-Rom曲線の数式表現

- 3次のスプライン曲線

$$P(t) = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} t^3 & t^2 & t & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 & 3 & -3 & 1 \\ 2 & -5 & 4 & -1 \\ -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_0 \\ P_1 \\ P_2 \\ P_3 \end{bmatrix}$$

- 座標計算

$$x(t) = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} t^3 & t^2 & t & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 & 3 & -3 & 1 \\ 2 & -5 & 4 & -1 \\ -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}$$

$$= \frac{1}{2} \left[ (-x_0 + 3x_1 - 3x_2 + x_3)t^3 + (2x_0 - 5x_1 + 4x_2 - x_3)t^2 + (-x_0 + x_2)t + 2x_1 \right]$$



## 2.6 演習課題

### 課題

- 基本図形を組み合わせて、何かキャラクターの絵を描くプログラムを作成しなさい
  - ただし、必ず1つ以上curveかbezierを使うこと
  - 方眼紙に絵を描いてから、座標を入力するとよい
  - 例: アンパンマン, ドラえもん
- 提出
  - しめきり: 次回講義開始時
  - <http://www2.vilab.org/upload/cg-upload.html>
  - 課題で「第2回」を選択する
  - ソースコード(.pdeファイル)だけを提出すること

### 今回のプログラムの基本構造

```
void setup() {
  size(400, 400);
  // アニメーションは不要
  noLoop();
}

void draw() {
  // 背景色を塗る
  background(240, 240, 255);
  // 線の色と塗りつぶしの色を
  // 設定しながら、図形を描く(例)
  stroke(0, 0, 255);
  fill(255, 0, 0);
  ellipse(150, 100, 50, 100);
  noFill();
  rect(50, 200, 200, 100);
}
```