



プログラミング演習2 クラス (1)

中村, 小松, 小林, 橋本

例: 動物園を実現する



- 猫, 犬, 猿, 象, 熊がいる動物園を再現する
 - 表示場所に関する情報
猫(catX, catY), 犬(dogX, dogY), 猿(monkeyX, monkeyY),
象(elephantX, elephantY), 熊(bearX, bearY)
 - それぞれの動物の描画
drawCat(), drawDog(), drawMonkey(), drawElephant(), drawBear();
 - それぞれの動物の移動
moveCat(), moveDog(), moveMonkey(), moveElephant(), moveBear();
 - それぞれの動物の睡眠
sleepCat(), sleepDog(), sleepMonkey(), sleepElephant(), sleepBear();
 - などを用意し, それぞれをプログラムの内部から呼び出す必要がある

かなり面倒で混乱のもと

動きは動物に任せたい



- 猫, 犬, 猿, 象, 熊を定義

- それぞれの座標は意識したくない

- `cat.x`, `cat.y`, `dog.x`, `dog.y`, `monkey.x`, `monkey.y`, ...
- 内部で適切に処理してもらう

- 描画はシンプルにしたい

- `cat.draw()`, `dog.draw()`, `monkey.draw()`, `elephant.draw()`, ...

- 移動もシンプルにしたい

- `cat.move()`, `dog.move()`, `monkey.move()`, `elephant.move()`, ...

- 睡眠も任せってしまう

- `cat.sleep()`, `dog.sleep()`, `monkey.sleep()`, `elephant.sleep()`, ...

すべてを **XXXX . 機能** という形に！

オブジェクト指向 (クラス)



オブジェクト指向とは

- ざっくり説明すると、色々な値や機能をもつもの
(例) シューティングゲーム上の敵
 - 現在位置(X座標, Y座標)
 - 何らかの移動機能(移動の関数)
 - 何らかの描画機能(描画の関数)をもっており, プログラムから移動しろ, 描画しろと命令を送るだけで, その中身がどうなっているかを意識せずに利用可能
- 他人が何をどう考え実行するかを気にせず, 「~をやっておいて」とお願いする感覚

たとえば



- 人間というクラスを定義する
 - 人間には名前という変数
 - 現在地という場所に関する変数
 - 年齢という変数などがある
- 人間には下記のメソッドがある
 - 移動する
 - 食べる
 - 喋る
 - 聞くなど

たとえば



- 人間というクラスを使って、「小松」「宮下」というものを具現化する(インスタンス化する)
- 「小松」や「宮下」が持つ機能をインスタンスメソッドと呼ぶ
- 「小松」や「宮下」の情報(変数)をインスタンス変数と呼ぶ(人間に共通のものは静的変数)
- 人間に共通のメソッド(なんという生き物か? というメソッド)を静的メソッドと呼ぶ

Processingには静的メソッド／静的変数はない

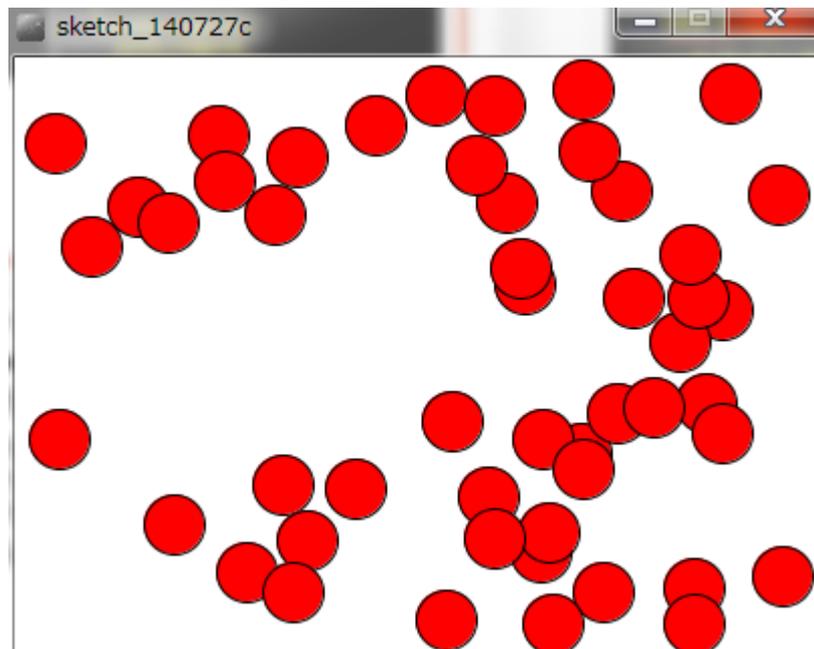
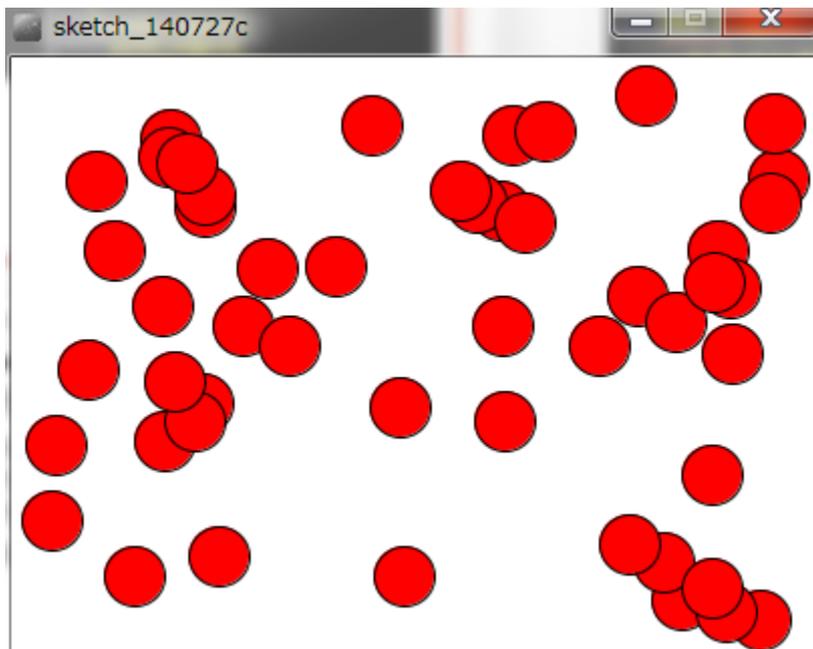
端で跳ね返る50個のボール

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室



400x300の画面内にX座標Y座標ともにランダムに配置された50個の円を描き，それぞれのX, Y方向へのスピードに応じて移動するようにせよ

- posX, posY という座標の配列と, speedX, speedY というXおよびY方向の速度をもつ配列を導入！



```
int [] posX = new int[50];
int [] posY = new int[50];
int [] speedX = new int[50];
int [] speedY = new int[50];

void setup(){
    size( 400, 300 );
    int i=0;
    while( i<50 ){
        posX[i] = (int)random(0,width);
        posY[i] = (int)random(0,height);
        speedX[i] = (int)random(1,5);
        speedY[i] = (int)random(1,5);
        i++;
    }
}
```

```
void draw(){
    background( 255 );
    fill( 255, 0, 0 );
    int i=0;
    while( i<50 ){
        posX[i] += speedX[i];
        posY[i] += speedY[i];
        if( posX[i] > width-15 ){
            posX[i] = width-15;
            speedX[i] = -speedX[i];
        }
        if( posX[i] < 15 ){
            posX[i] = 15;
            speedX[i] = -speedX[i];
        }
        if( posY[i] > height-15 ){
            posY[i] = height-15;
            speedY[i] = -speedY[i];
        }
        if( posY[i] < 15 ){
            posY[i] = 15;
            speedY[i] = -speedY[i];
        }
        ellipse( posX[i], posY[i], 30, 30 );
        i++;
    }
}
```

問題ないけれど...



- 変数(配列)が沢山でちょっと分かりにくい
 - `posX[n]` と `posY[n]` と `speedX[n]` と `speedY[n]` がセットだけれど, それぞれ配列として独立しているし, なんだかよくわからない
 - 条件分岐もいろいろあって `draw` 内が分かりにくい

クラスの定義



- Ball クラスを定義

– class クラス名 { クラスの諸要素に関する定義 }

```
class Ball {  
  
}
```

```
class Human {  
  
}
```

```
class Animal {  
  
}
```

クラスの定義



人間 {

現在いる場所

名前

身長

年齢

移動する

飲食する

喋る

}

インスタンス変数

インスタンスメソッド

クラスの定義



```
class Human {
```

```
    int lon, lat;
```

```
    String name;
```

```
    float bodyHeight;
```

```
    int age;
```

```
    void move();
```

```
    void eat();
```

```
    String say();
```

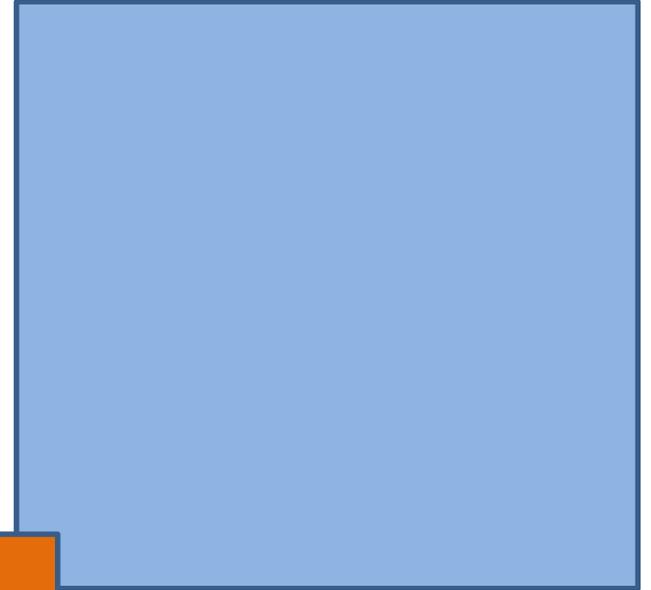
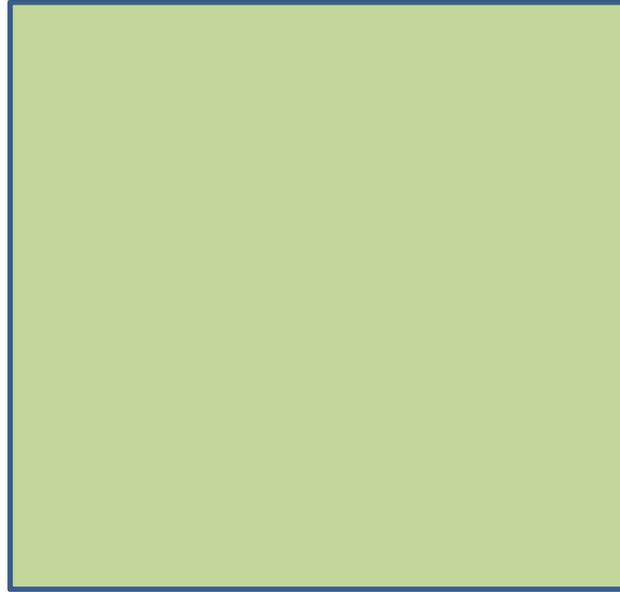
```
}
```

インスタンス変数

Human
クラス

インスタンスメソッド

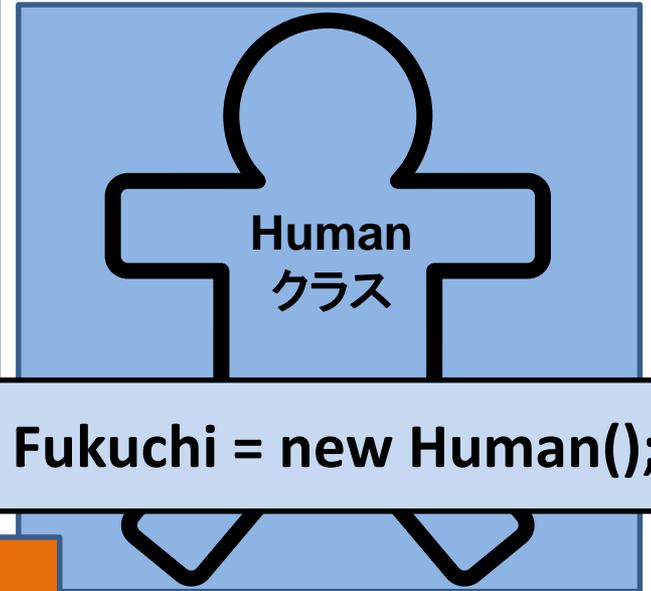
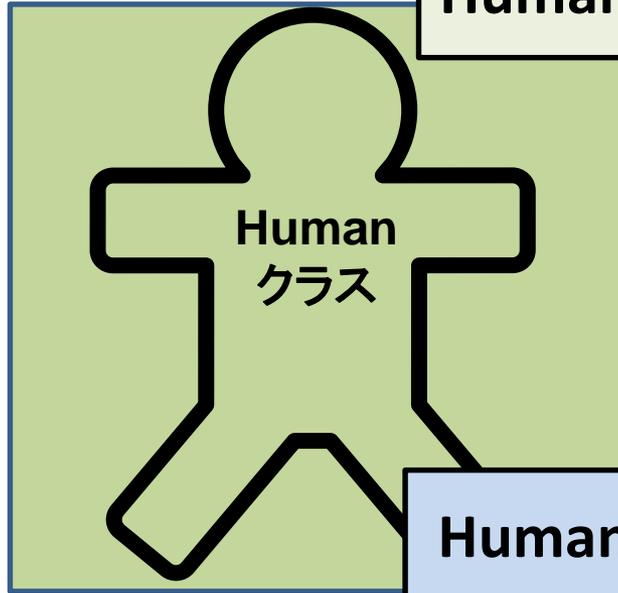
インスタンス化



インスタンス化



```
Human Komatsu = new Human();
```



```
Human Fukuchi = new Human();
```

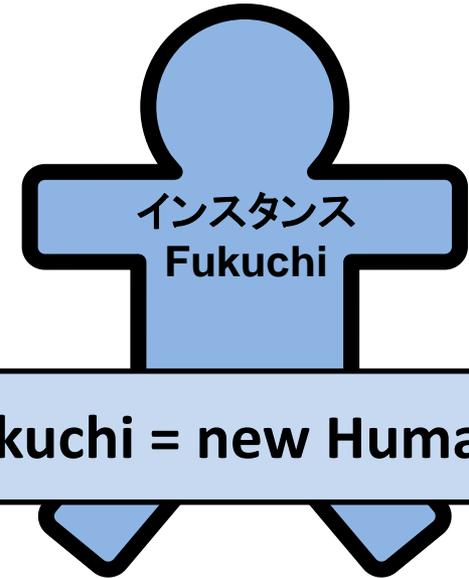
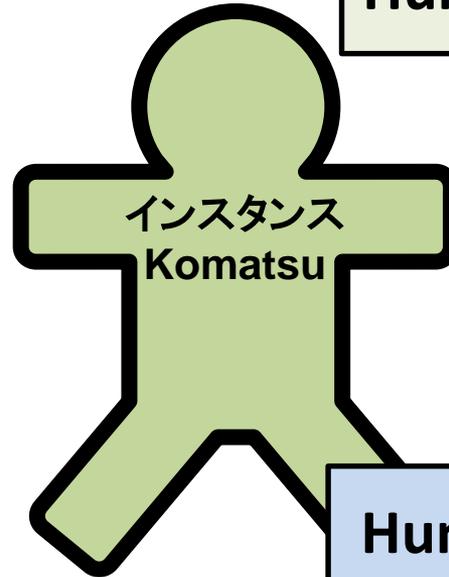
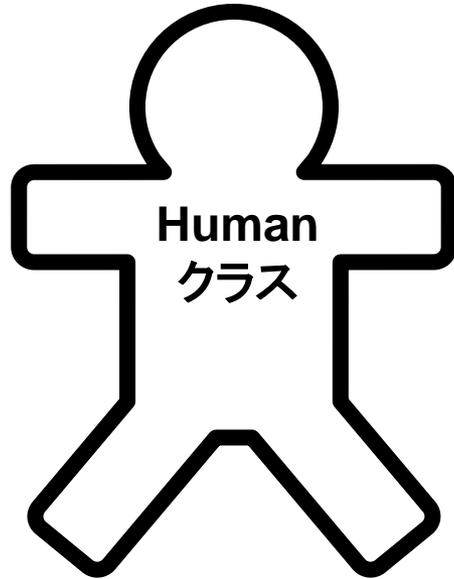


```
Human Miyashita = new Human();
```

インスタンス化



```
Human Komatsu = new Human();
```



```
Human Fukuchi = new Human();
```

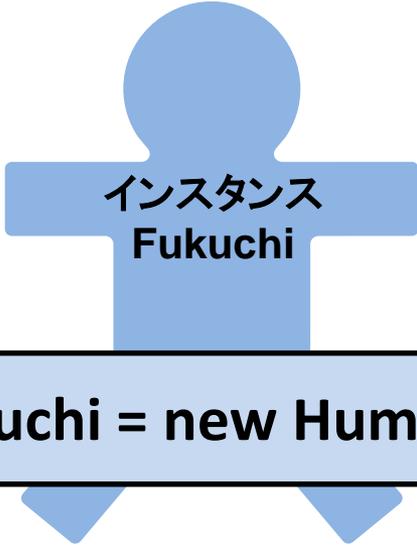
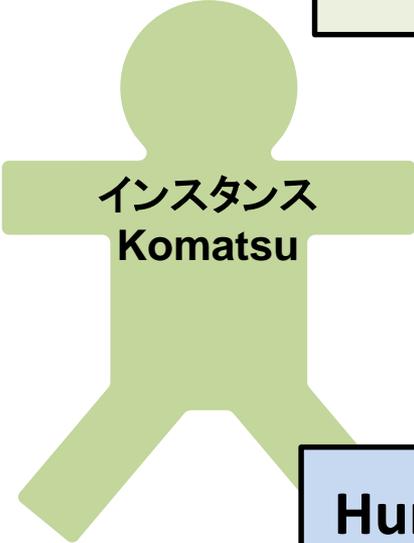


```
Human Miyashita = new Human();
```

インスタンス化



```
Human Komatsu = new Human();
```



```
Human Fukuchi = new Human();
```



```
Human Miyashita = new Human();
```

使い方



インスタンス
Komatsu

```
Komatsu.move();
```

インスタンス
Fukuchi

```
Fukuchi.eat();
```

インスタンス
Miyashita

```
Miyashita.move();
```

```
Miyashita.eat();
```



- 時計というクラスを作る
 - 時計のインスタンス変数
 - 現在時間(時分秒)の情報
 - 目覚ましのON/OFF状態管理変数
 - 目覚ましの設定時間
 - 時計のインスタンスメソッド
 - 分変更メソッド
 - 時計停止メソッド(秒針停止)
 - 目覚まし設定時間変更メソッド
 - 目覚ましのON/OFF切り替えメソッド

定義したクラスの使い方



- クラスの中で変数を定義すると、そのクラス内の変数として使うことができる
 - クラス内で変数を定義
 - クラスを使う場合は new !
 - クラス内の変数を使う場合はドットでつなぐ

```
class Ball {  
    int posX;  
    int posY;  
    int speedX;  
    int speedY;  
}  
  
Ball ball;  
ball = new Ball();  
ball.posX += ball.speedX;  
ball.posY += ball.speedY;
```

インスタンス化

クラス名 変数名 = new クラス名();

端で跳ね返るオブジェクト

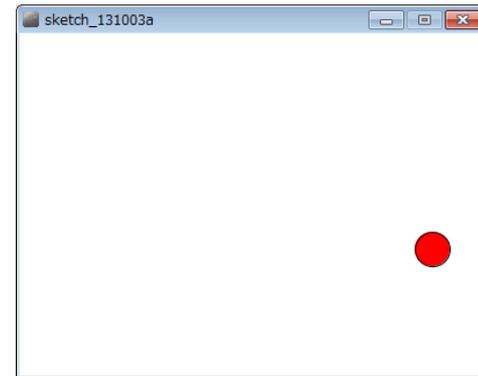
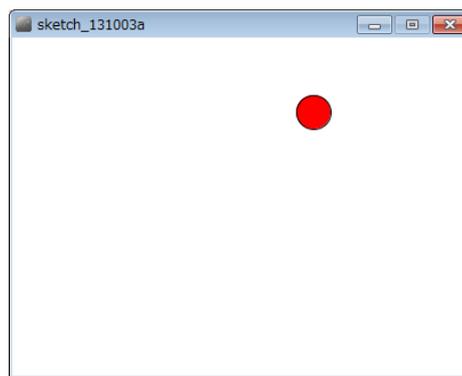


(Q1) 400x300のウィンドウ内で、画面中央から毎フレームx方向に2ピクセル, y方向に3ピクセルずつ移動する直径が30の赤い円が右端・左端・上端・下端に來ると跳ね返るようにするには？

• 考え方

- 右端・左端・上端・下端で衝突する時の条件を整理
- 衝突した時の速度を反転させる

- $speedX = -speedX;$
- $speedY = -speedY;$



```
int posX;
int posY;
int speedX;
int speedY;

void setup() {
  size( 400, 300 );
  posX = (int)random( 0, width );
  posY = (int)random( 0, height );
  speedX = (int)random( 1,5 );
  speedY = (int)random( 1,5 );
  fill( 255, 0, 0 );
}
```

今までの知識で
プログラムを組むと

```
void draw() {
  background( 255 );
  posX += speedX;
  posY += speedY;
  if ( posX > width-15 ) {
    posX = width-15;
    speedX = -speedX;
  }
  if ( posX < 15 ) {
    posX = 15;
    speedX = -speedX;
  }
  if ( posY > height-15 ) {
    posY = height-15;
    speedY = -speedY;
  }
  if ( posY < 15 ) {
    posY = 15;
    speedY = -speedY;
  }
  ellipse( posX, posY, 30, 30 );
}
```

クラスで考える



- 座標, スピードを持ったオブジェクトを作る
 - ここではx, y座標(posX, posY)とspeedX, speedYを持つBallクラスを考え, その変数を定義する.

定義する

```
class Ball {  
    int posX;  
    int posY;  
    int speedX;  
    int speedY;  
}
```

変数を定義

インスタンス化する(使えるようにする)

```
Ball ball;  
ball = new Ball();  
ball.posX = 200;  
ball.posY = 150;  
ball.speedX = 5;  
ball.speedY = 7;
```

変数の定義(箱を作る)

newで具体化

値を代入

描画してみる

```
ellipse( ball.posX, ball.posY, 30, 30 );
```

オブジェクト変数名 . インスタンス変数名



クラスを試してみる

```
class Ball {
    int posX;
    int posY;
    int speedX;
    int speedY;
}

Ball ball;

void setup() {
    size( 400, 300 );
    ball = new Ball();
    ball.posX = (int)random( 0, width );
    ball.posY = (int)random( 0, height );
    ball.speedX = (int)random( 1, 5 );
    ball.speedY = (int)random( 1, 5 );
    fill( 255, 0, 0 );
}
```

```
void draw() {
    background( 255 );
    ball.posX += ball.speedX;
    ball.posY += ball.speedY;
    if ( ball.posX > width-15 ) {
        ball.posX = width-15;
        ball.speedX = -ball.speedX;
    }
    if ( ball.posX < 15 ) {
        ball.posX = 15;
        ball.speedX = -ball.speedX;
    }
    if ( ball.posY > height-15 ) {
        ball.posY = height-15;
        ball.speedY = -ball.speedY;
    }
    if ( ball.posY < 15 ) {
        ball.posY = 15;
        ball.speedY = -ball.speedY;
    }
    ellipse( ball.posX, ball.posY, 30, 30 );
}
```

ボールを3つにすると？



- 3つの変数を定義
 - new で具体化
 - miyashita
 - komatsu
 - fukuchi
 - というボールにする！
 - そのそれぞれの値を参照できるようにする

```
class Ball{
    int posX;
    int posY;
    int speedX;
    int speedY;
}

Ball miyashita;
Ball komatsu;
Ball fukuchi;

void setup() {
    size( 400, 300 );

    miyashita = new Ball();
    komatsu = new Ball();
    fukuchi = new Ball();
}
```

```
class Ball{
  int posX;
  int posY;
  int speedX;
  int speedY;
}
Ball miyashita;
Ball komatsu;
Ball fukuchi;
void setup() {
  size( 400, 300 );
  fill( 255, 0, 0 );
  miyashita
  komatsu =
  fukuchi =
  miyashita.
  miyashita.
  miyashita.
  miyashita.
  komatsu.pos
  komatsu.posY = (int)random(height);
  komatsu.speedX = (int)random(1,5);
  komatsu.sp
  fukuchi.po
  fukuchi.po
  fukuchi.sp
  fukuchi.sp
}
```

```
void draw() {
  background(255);
  miyashita.posX = miyashita.posX + miyashita.speedX;
  miyashita.posY = miyashita.posY + miyashita.speedY;
  komatsu.posX = komatsu.posX + komatsu.speedX;
  komatsu.posY = komatsu.posY + komatsu.speedY;
  fukuchi.posX = fukuchi.posX + fukuchi.speedX;
  fukuchi.posY = fukuchi.posY + fukuchi.speedY;

  if ( miyashita.posX > width-15 ) {
    miyashita.posX = width - 15;
    miyashita.posY = miyashita.posY - miyashita.speedY;
  }
}
```

まったく楽になっていない！
というかむしろ大変になっている！！
クラス面倒なだけじゃん！！！！

データ型としてしか使っていないため
面倒で当然

```
);
);
);
```



- 移動をインスタンスメソッドにしてしまう
 - 全ての円は場所や速度は違うけれど、同じルールで動いているのでまとめることが可能！
 - 内部で勝手に振る舞うメソッド(関数)にしてしまう

下記のように指定するだけで動くように！

```
miyashita.move();  
komatsu.move();  
fukuchi.move();
```

オブジェクト変数名 . インスタンスメソッド名

クラス内で定義されている
posXやposY,
speedX,
speedYを利用したり変更したりできる

void move() を作る

- 移動用メソッドを追加
 - 位置を変更
 - 端に来ると跳ね返る
- インスタンスメソッドではクラス内変数を活用

```
class Ball{  
    int posX;  
    int posY;  
    int speedX;  
    int speedY;  
    void move(){  
        this.posX += this.speedX;  
        this.posY += this.speedY;  
        if (this.posX > width-15 ) {  
            this.posX = width - 15;  
            this.speedX = -this.speedX;  
        }  
        if( this.posX < 15 ){  
            this.posX = 15;  
            this.speedX = -this.speedX;  
        }  
        if( this.posY > height-15){  
            this.posY = height - 15;  
            this.speedY = -this.speedY;  
        }  
        if( this.posY - 15 < 0 ){  
            this.posY = 15;  
            this.speedY = -this.speedY;  
        }  
    }  
}
```

Ball型miyashita

posX, posY, speedX, speedY

```
posX += speedX;  
posY += speedY;  
move()
```

komatsu

posX, posY, speedX, speedY

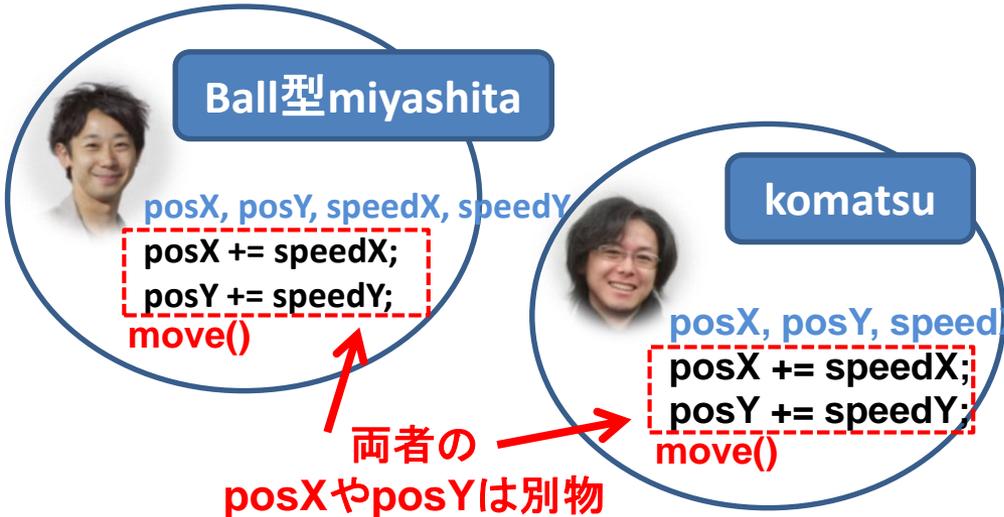
```
posX += speedX;  
posY += speedY;  
move()
```

両者の
posXやposYは別物



void move() を作る

- 移動用メソッドを追加
 - 位置を変更
 - 端に来ると跳ね返る
- インスタンスメソッドではクラス内変数を活用



```
class Ball{
    int posX;
    int posY;
    int speedX;
    int speedY;
```

this.は省略可能

```
void move(){
    posX += speedX;
    posY += speedY;
    if ( posX > width-15 ) {
        posX = width - 15;
        speedX = -speedX;
    }
    if( posX < 15 ){
        posX = 15;
        speedX = -speedX;
    }
    if( posY > height-15){
        posY = height - 15;
        speedY = -speedY;
    }
    if( posY - 15 < 0 ){
        posY = 15;
        speedY = -speedY;
    }
}
```

}

改良したBallクラスを使うと



```
Ball miyashita;  
Ball komatsu;  
Ball fukuchi;  
void setup() {  
    size( 400, 300 );  
    fill( 255, 0, 0 );  
    miyashita = new Ball();  
    komatsu = new Ball();  
    fukuchi = new Ball();  
    miyashita.posX = (int)random(width);  
    miyashita.posY = (int)random(height);  
    miyashita.speedX = (int)random(5);  
    miyashita.speedY = (int)random(5);  
    komatsu.posX = (int)random(width);  
    komatsu.posY = (int)random(height);  
    komatsu.speedX = (int)random(5);  
    komatsu.speedY = (int)random(5);  
    fukuchi.posX = (int)random(width);  
    fukuchi.posY = (int)random(height);  
    fukuchi.speedX = (int)random(5);  
    fukuchi.speedY = (int)random(5);  
}
```

```
void draw() {  
    background(255);  
    miyashita.move();  
    komatsu.move();  
    fukuchi.move();  
  
    ellipse( miyashita.posX, miyashita.posY, 30, 30 );  
    ellipse( komatsu.posX, komatsu.posY, 30, 30 );  
    ellipse( fukuchi.posX, fukuchi.posY, 30, 30 );  
}
```

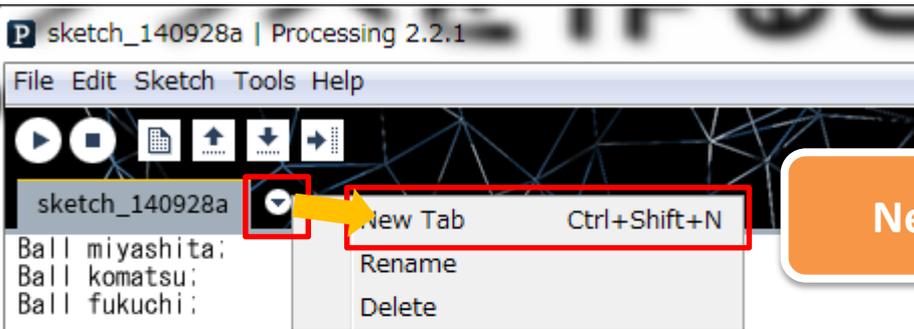
draw() がかなり
短くなった！

プログラムを動かそう！

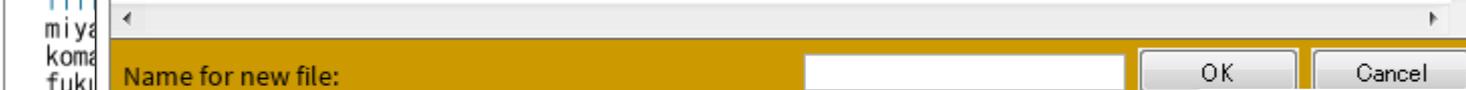


- <http://nkmr.io/lecture/> の第2回講義資料にある Ball.txt をクリックして利用しよう
 - Ballクラスの部分は別のタブに！（次ページで説明）

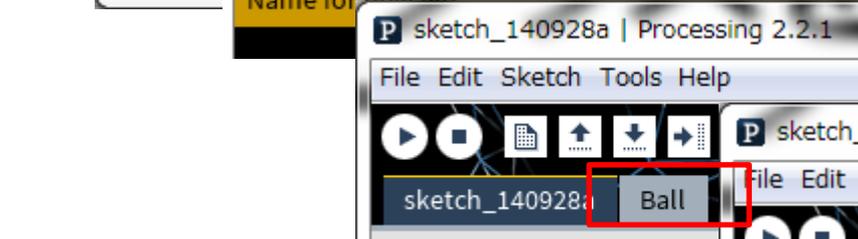
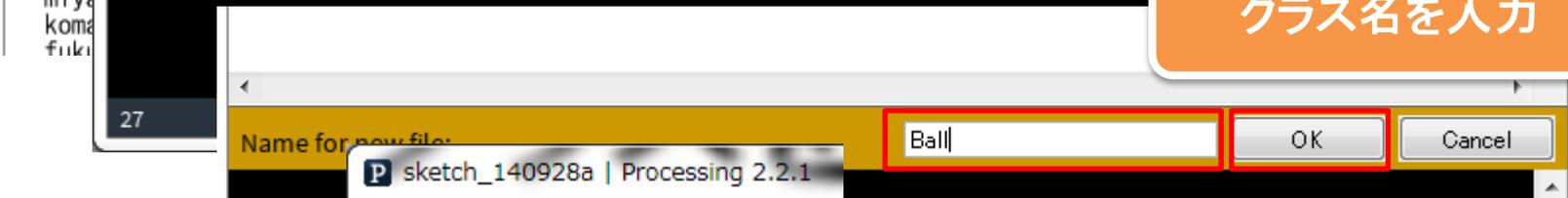
クラスを作るときは別タブで



New Tabを選択



クラス名を入力



Ballタブが出来る



そこに書き込む！



- 最初の位置を設定する部分もインスタンスメソッドにしてしまおう！
 - 初期位置の設定方法は
 - `XXXXX.posX = (int)random(width);`
 - `XXXXX.posY = (int)random(height);`
 - `XXXXX.speedX = (int)random(1,5);`
 - `XXXXX.speedY = (int)random(1,5);`

void init() で初期化



```
class Ball{
    int posX;
    int posY;
    int speedX;
    int speedY;

    void init(){
        posX = (int)random(width);
        posY = (int)random(height);
        speedX = (int)random(1,5);
        speedY = (int)random(1,5);
    }
}
```

```
void move(){
    posX += speedX;
    posY += speedY;
    if ( posX > width-15 ) {
        posX = width-15;
        speedX = -speedX;
    }
    if( posX < 15 ){
        posX = 15;
        speedX = -speedX;
    }
    if( posY > height-15){
        posY = height-15;
        speedY = -speedY;
    }
    if( posY - 15 < 0 ){
        posY = 15;
        speedY = -speedY;
    }
}
}
```

改良したBallクラスを使うと



```
Ball miyashita;  
Ball komatsu;  
Ball fukuchi;  
  
void setup() {  
    size( 400, 300 );  
    fill( 255, 0, 0 );  
    miyashita = new Ball();  
    komatsu = new Ball();  
    fukuchi = new Ball();  
    miyashita.init();  
    komatsu.init();  
    fukuchi.init();  
}
```

```
void draw() {  
    background(255);  
    miyashita.move();  
    komatsu.move();  
    fukuchi.move();  
  
    ellipse( miyashita.posX, miyashita.posY, 30, 30 );  
    ellipse( komatsu.posX, komatsu.posY, 30, 30 );  
    ellipse( fukuchi.posX, fukuchi.posY, 30, 30 );  
}
```

↑
**setup() もかなり
短くなった！**

**先ほどのプログラムを改良して
動かしてみよう！**

コンストラクタ！



- コンストラクタは new されたときに呼び出される場所. `init()` はそこで呼び出したら良いのでは？

```
class Ball{
    int posX;
    int posY;
    int speedX;
    int speedY;
    Ball(){
    }
}
```

コンストラクタ！



```
class Ball{
    int posX;
    int posY;
    int speedX;
    int speedY;
    Ball(){
        init();
    }
}
```

```
void init(){
    posX = (int)random(width);
    posY = (int)random(height);
    speedX = (int)random(1,5);
    speedY = (int)random(1,5);
}
```

コンストラクタで
initメソッドを呼び出す！

```
void move(){
    posX += speedX;
    posY += speedY;
    if ( posX > width-15 ) {
        posX = width-15;
        speedX = -speedX;
    }
    if( posX < 15 ){
        posX = 15;
        speedX = -speedX;
    }
    if( posY > height-15){
        posY = height-15;
        speedY = -speedY;
    }
    if( posY - 15 < 0 ){
        posY = 15;
        speedY = -speedY;
    }
}
```

改良したBallクラスを使うと



```
Ball miyashita;  
Ball komatsu;  
Ball fukuchi;  
  
void setup() {  
  size( 400, 300 );  
  fill( 255, 0, 0 );  
  miyashita = new Ball();  
  komatsu = new Ball();  
  fukuchi = new Ball();  
}
```

```
void draw() {  
  background(255);  
  miyashita.move();  
  komatsu.move();  
  fukuchi.move();  
  
  ellipse( miyashita.posX, miyashita.posY, 30, 30 );  
  ellipse( komatsu.posX, komatsu.posY, 30, 30 );  
  ellipse( fukuchi.posX, fukuchi.posY, 30, 30 );  
}
```

↑
**setup() がさらに
短くなった！**

先ほどのプログラムを改良して
動かしてみよう！

描画もインスタンスメソッドに

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室



- 下みたいなのはあまり好ましくない

- ellipse(miyashita.posX, miyashita.posY, 30, 30);
- ellipse(komatsu.posX, komatsu.posY, 30, 30);
- ellipse(fukuchi.posX, fukuchi.posY, 30, 30);

```
class Ball{
  int posX;
  int posY;
  int speedX;
  int speedY;
  void display(){
    ellipse( posX, posY, 30, 30 );
  }
}
```

データはなるべく隠蔽
したい(カプセル化)

```
void draw() {
  background(255);
  miyashita.move();
  komatsu.move();
  fukuchi.move();

  miyashita.display();
  komatsu.display();
  fukuchi.display();
}
```

先ほどのプログラムを改良して
動かしてみよう！

端で跳ね返る50個のボール

明治大学総合数理学部
先端メディアサイエンス学科
中村研究室



400x300の画面内にX座標Y座標ともにランダムに配置された50個の円を描き，それぞれのX, Y方向へのスピードに応じて移動するようにせよ

- posX, posY という座標の配列と, speedX, speedY というXおよびY方向の速度をもつ配列を導入！



クラスを使って実現してみよう！

オブジェクト+配列



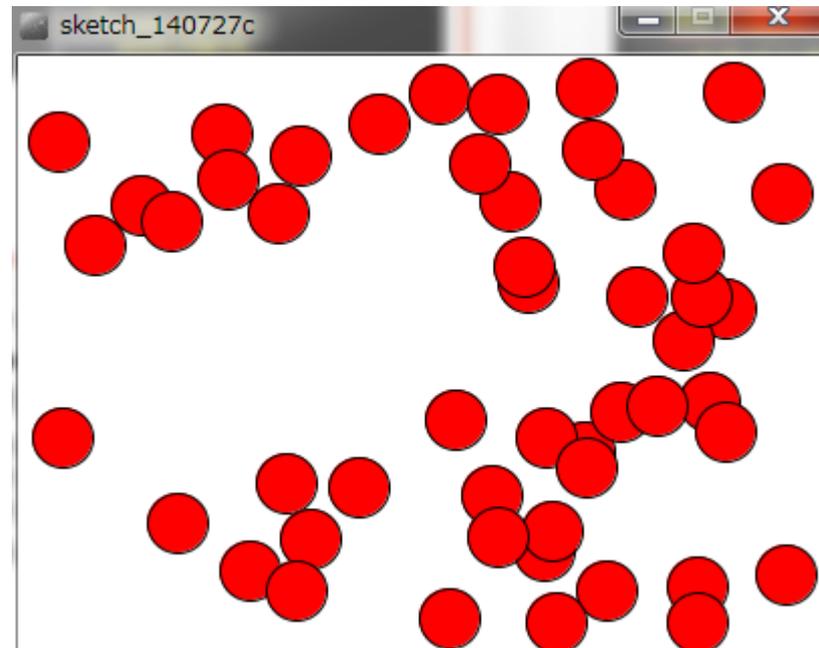
- 50個の丸を動かすには配列を使う！

```
Ball [] balls = new Ball [50];
```

```
void setup() {  
  size( 400, 300 );  
  fill( 255, 0, 0 );  
  for( int i=0; i<50; i++ ){  
    balls[i] = new Ball();  
  }  
}
```

```
void draw(){  
  background( 255 );  
  for( int i=0; i<50; i++ ){  
    balls[i].move();  
    balls[i].display();  
  }  
}
```

型 [] 配列名 = new 型 [要素数];



オブジェクト+配列



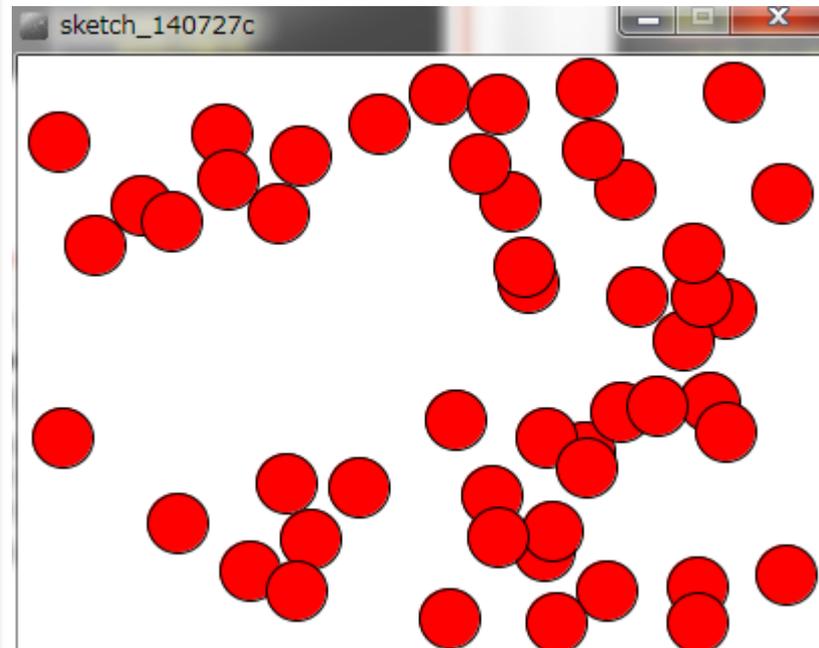
- 50個の丸を動かすには配列を使う！

```
Ball [] balls = new Ball [50];

void setup() {
  size( 400, 300 );
  fill( 255, 0, 0 );
  for( int i=0; i<balls.length; i++ ){
    balls[i] = new Ball();
  }
}

void draw(){
  background( 255 );
  for( int i=0; i<balls.length; i++ ){
    balls[i].move();
    balls[i].display();
  }
}
```

配列変数名.length
で配列の長さを取得



オブジェクト+配列



- 300個の丸を動かすには配列の定義を変更

```
Ball [] balls = new Ball [300];

void setup() {
  size( 400, 300 );
  fill( 255, 0, 0 );
  for( int i=0; i<balls.length; i++ ){
    balls[i] = new Ball();
  }
}

void draw(){
  background( 255 );
  for( int i=0; i<balls.length; i++ ){
    balls[i].move();
    balls[i].display();
  }
}
```

配列変数名.length
で配列の長さを取得



名前を表示してみよう



- 名前用のインスタンス変数を追加
 - String name;
- 名前をセットするインスタンスメソッドを追加
 - void setName(String s);

```
class Ball{
    int posX;
    int posY;
    int speedX;
    int speedY;

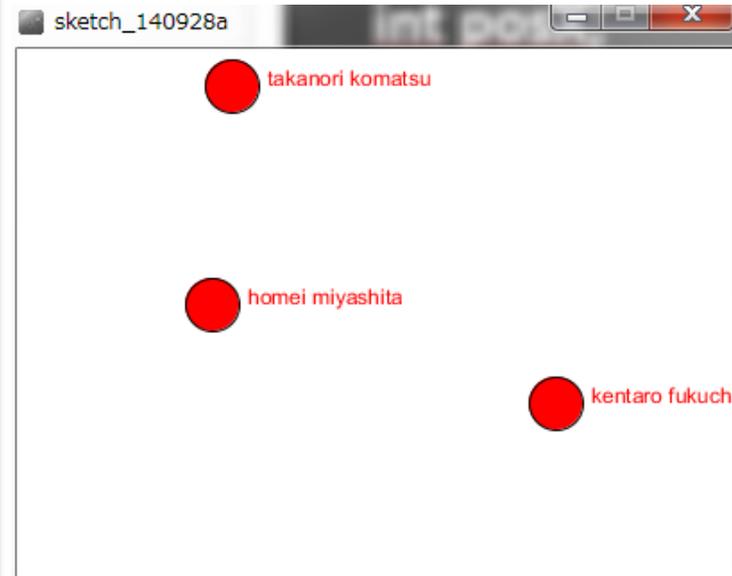
    String name;
    void display(){
        ellipse( posX, posY, 30, 30 );
        text( name, posX, posY );
    }
    void setName( String s ){
        name = s;
    }
}
```

名前を表示してみよう



- setName メソッドを利用して名前を設定

```
Ball miyashita;  
Ball komatsu;  
Ball fukuchi;  
void setup() {  
  size( 400, 300 );  
  fill( 255, 0, 0 );  
  miyashita = new Ball();  
  komatsu = new Ball();  
  fukuchi = new Ball();  
  miyashita.setName( "homei miyashita" );  
  komatsu.setName( "takanori komatsu" );  
  fukuchi.setName( "kentaro fukuchi" );  
}
```



コンストラクタで名前を設定



- setName で名前を設定したが、コンストラクタ（最初に呼び出される部分）で名前を設定することも可能

```
Ball miyashita;  
Ball komatsu;  
Ball fukuchi;  
  
void setup() {  
    miyashita = new Ball("miyashita homei");  
    komatsu = new Ball("komatsu takanori");  
    fukuchi = new Ball("fukuchi hiroaki");  
}
```

```
class Ball{  
    int posX;  
    int posY;  
    int speedX;  
    int speedY;  
    String name;  
  
    Ball( String s ){  
        name = s;  
        init();  
    }  
}
```

コンストラクタの
引数を変更

コンストラクタの不思議



- 何故 `void Ball(){ ... }` じゃないの？
 - コンストラクタは, そもそも返り値 (returnで返されるもの) が存在しない. そのため, 返り値に関する設定が不要
 - `Ball(){...}` と `Ball(int x, int y){...}` と `Ball(String s){...}` どれが正しいの？
 - どれでもOK
 - new のときに, どう呼び出すかの違い
 - `Ball()` は `Ball b = new Ball();`
 - `Ball(int x, int y)` は `Ball b = new Ball(500, 100);`
 - `Ball(String s)` は `Ball b = new Ball("miyashita");`
- で, それぞれ呼び出される.

それ以外のクラス



- 文字列を扱うクラス: String クラス
 - 画像を扱うクラス: PImage クラス
- などなど



- 画像を格納および描画するクラス
 - .width や .height で画像の縦横のサイズ取得
 - .resize() で画像サイズを変更可能
 - .save() で画像を保存可能
 - .filter() で各種フィルタをかけることが可能

```
PImage img;  
size( 400, 400 );  
img = loadImage( "画像ファイル名" );  
img.filter( BLUR, 6 );  
image( img, 0, 0 );
```

フィルタ例 ()内はオプション
THRESHOLD (0-1.0)
GRAY
OPAQUE
INVERT
POSTERIZE (2-255)
BLUR (1以上, 半径)
ERODE
DILATE

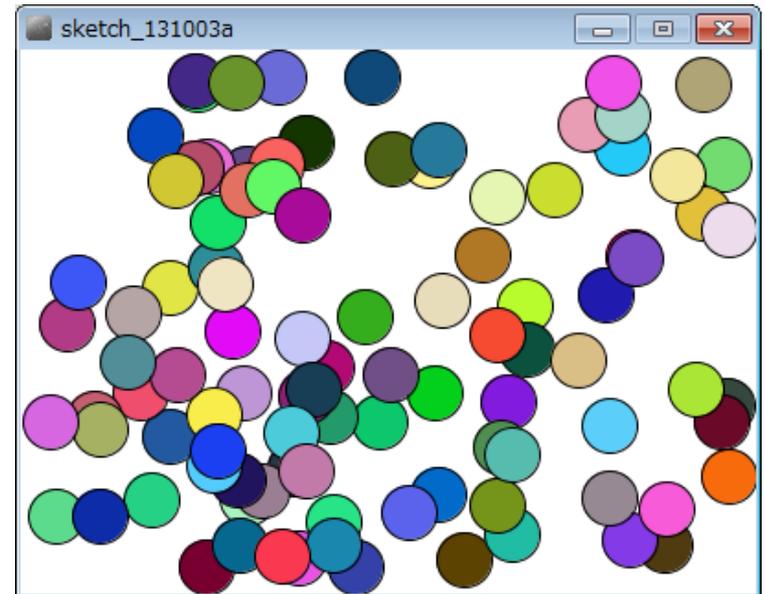
課題2-1: random100



- 100個の丸を動かし上下左右の端で跳ね返るプログラムを作成せよ
- ただし、それぞれの丸の色は初期値としてランダムに設定するようにせよ

[ヒント] 色情報を持つインスタンス変数を追加する

- int red;
- int green;
- int blue;



課題2-2: charaClass



- これまでに作ってきたキャラクタをクラスに置き換えてみよう！
- また、そのクラスを利用し、キャラクタを画面内で動かすようにせよ
- 最低、下記の仕様を満たすようにせよ
 - コンストラクタで左上（または中央）の座標、大きさ、角度、XY方向の速度を指定
 - 移動に関するインスタンスメソッド
 - 表示するインスタンスメソッド
 - クリックによるあたり判定（ある程度でOK）メソッド
 - また、クリックによって見た目が切り替わるようにせよ



これは小テスト対象外

課題2-3: imageProc

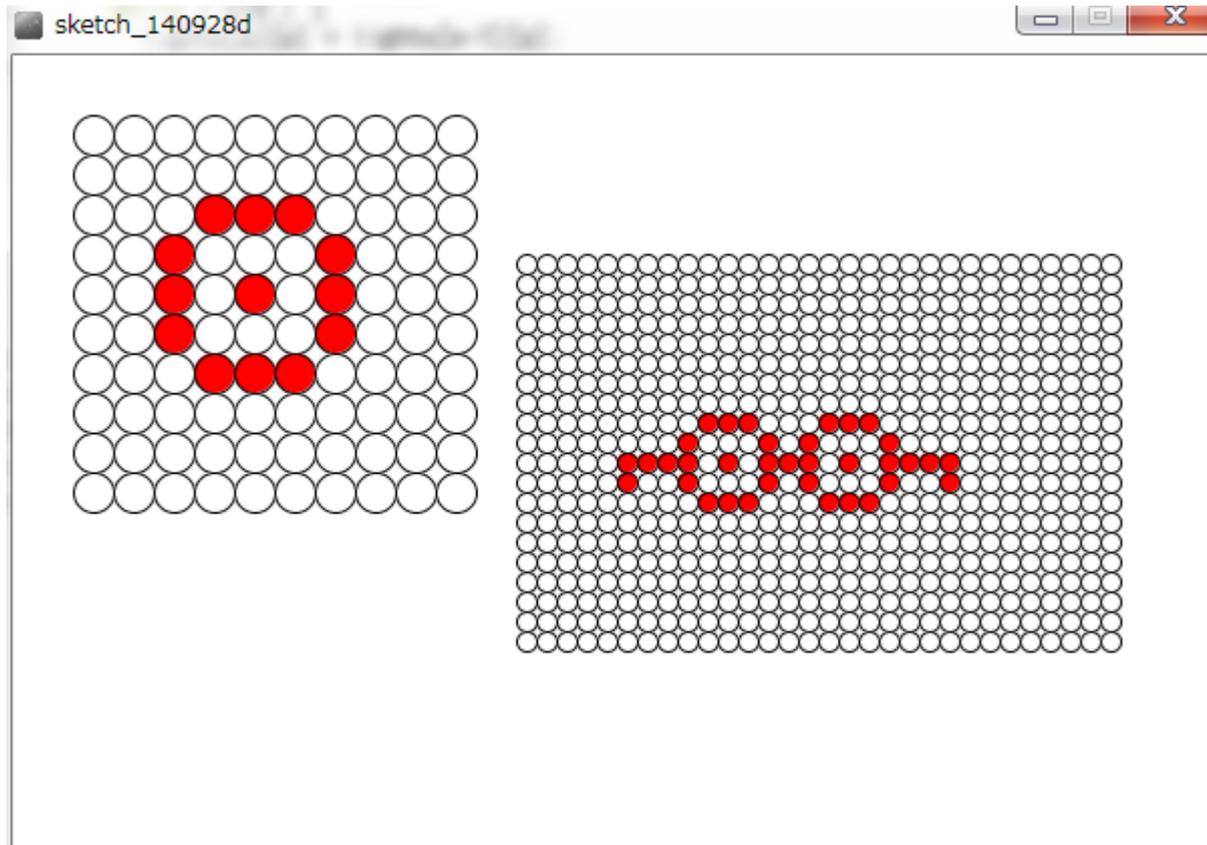
- PImage クラスを使って画像処理をしてみよう
 - 適当な画像をダウンロードし, その画像に対してフィルタを掛けてみましょう!
 - 一番左にオリジナル画像, 次にTHRESHOLDで二値化したもの, さらに次にBLURでぼかしたもの, 一番右にINVERTでネガポジ反転したものを表示しよう



宿題: 掲示板クラス活用

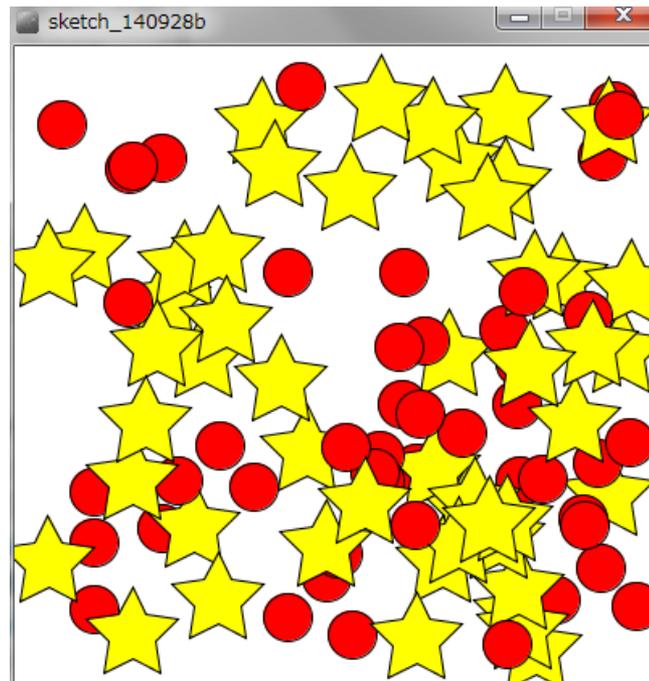


- 下記のような2つのサイズの異なる掲示板を描画してみよう！(2つ以上でもよい)





- Ball クラスを改良し，☆が動き回るStarクラスを作成せよ．また，BallクラスとStarクラスを利用して，50個の丸と50個の星を動かすようにせよ．
 - 星の内部は塗りつぶせるようだったら塗りつぶせ





- オブジェクト指向のさわりを学んだ
 - インスタンス化
 - `Human komatsu = new Human();`
 - インスタンス
 - `komatsu`
 - インスタンス変数
 - `komatsu.speed`
 - インスタンスメソッド
 - `komatsu.move()`
 - コンストラクタ
 - `Human(){ 初期化処理 }`