pi-16. プログラムのテスト，アサーション，例外処理

トピックス：プログラムの設計レシピ，種々のエラー，プログラムのテスト，アサーション，例外処理

URL: https://www.kkaneko.jp/cc/pi/index.html

（**Java の基本**）

金子邦彦

今回の内容

- **プログラム設計レシピ**では，プログラムの作成を，①分析，②仕様，③例，④作成，⑤テストの５段階に分ける

- 「**必ず成立しているはずのこと**」を書いたものが**アサーション**である．Javaでは次のように書く．**アサーション**は**論理的エラー**の**発見に役立つ**

```
assert x >= 0 : "error, x < 0 in area()";
```

  - 「x >= 0」がアサーション，
  - **error, x < 0 in area()**　がメッセージ

- **例外処理**とは，**不測の事態における処理**

アウトライン

番号	項目
	復習
16-1	プログラムの設計レシピ
16-2	種々のエラーとプログラムのテスト
16-3	アサーション
16-4	例外処理

各自、資料を読み返したり、課題に取り組んだりも行う

この授業では、**Java** を用いて基礎を学び、マスターする

Run Debug Stop Share Save { } Beautify

Main.java

```java
public class Main
{
    public static void main(String[] args) {
        int x = 100;
        int y = 200;
        System.out.printf("%d\n", x + y);
    }
}
```

input

```
300


...Program finished with exit code 0
Press ENTER to exit console.
```

Java などのプログラミング言語の体験，演習ができる**オンラインサービス**

GDB online

http://www.pythontutor.com/

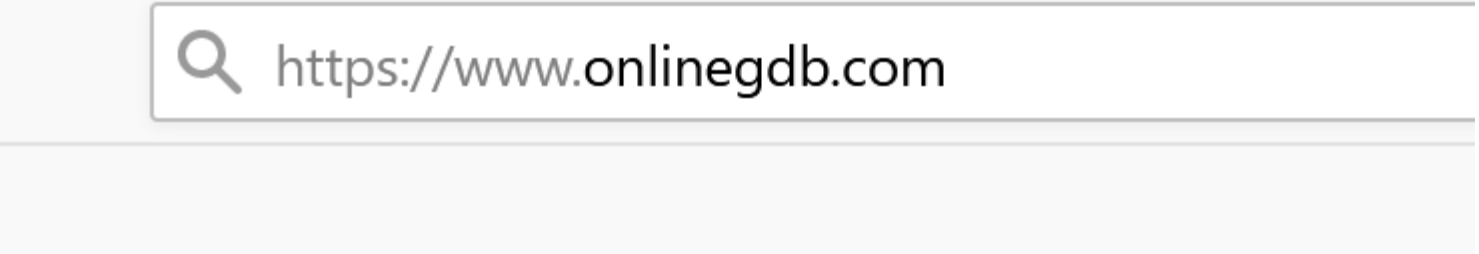
オンラインなので、「秘密にしたいプログラム」を扱うには十分な注意が必要

GDB online で Java を動かす手順

① ウェブブラウザを起動する

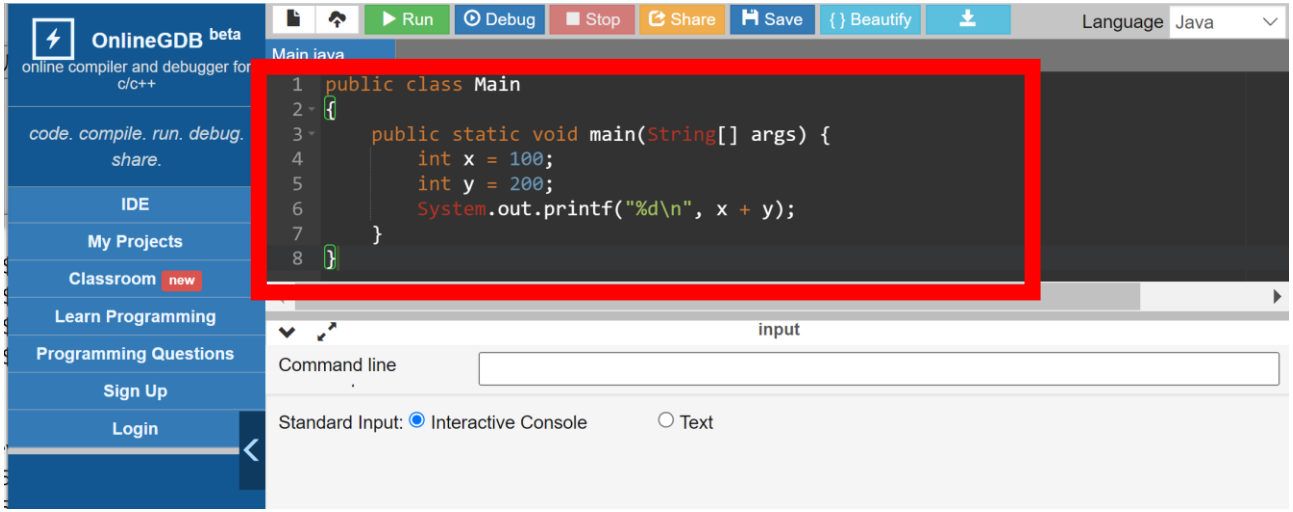
② 次の URL を開く

https://www.onlinegdb.com



③ 「Language」のところで，「Java」を選ぶ

④ ソースコードを入れる

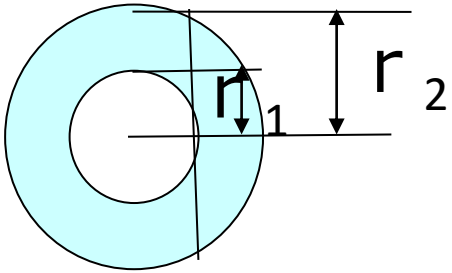


⑤ 実行．実行結果を確認

「**Run**」をクリック．

16-1. プログラムの設計レシピ

リングの面積



- リング　**Ring** クラスのオブジェクト

  属性は，外径 **r2**, 内径 **r1**

- 面積　**area** メソッド

  (this.r2 * this.r2 - this.r1 * this.r1) * 3.14

演習

資料：**11 ～ 12**

【トピックス】

・プログラムの設計レシピ

① プログラム

```java
class Ring {
    double r1;
    double r2;
    public Ring(double r1, double r2) {
        this.r1 = r1;
        this.r2 = r2;
    }
    public double area() {
        double x;
        x = (this.r2 * this.r2 - this.r1 * this.r1) * 3.14;
        return x;
    }
}
public class Main
{
    public static void main(String[] args) {
        Ring a = new Ring(3, 5);
        System.out.println(a.area());
    }
}
```

② 実行し結果を確認

プログラム設計レシピ

<u>プログラムを設計する</u>ときに，考えておいた方がよいこと，実行した方がよいことを**リストアップ**したもの

プログラム設計レシピ

① **分析**
② **仕様**
③ **例**

プログラムの設計段階で考えた方がよいこと

④ **テスト**

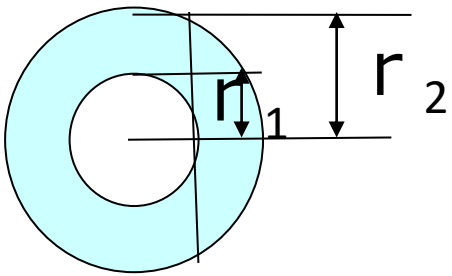
プログラムが設計通りに動くかを確かめる

リングの面積

- リング　**Ring** クラスのオブジェクト

  属性は，外径 **r2**, 内径 **r1**

- 面積　**area** メソッド



① 分析

メソッド　area

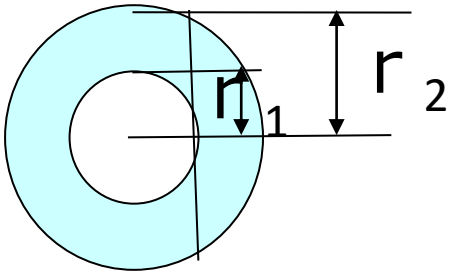
- **その入力　なし**　　・・・オブジェクトの属性だけで**<u>足りる</u>**
- **その出力　数値１つ**　・・・求まった面積

※ 必要なメソッドそれぞれについて，入力と出力を考える

② 仕様

メソッド　area

<u>r1 を内径，r2 を外径とするリングの面積</u>

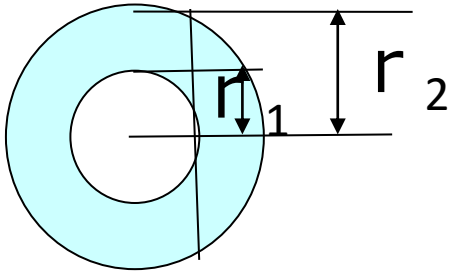


メソッドの性能，機能の条件を考える

③ 例

メソッド　area

<u>r1 = 3，r2 = 5 のとき，50.24 が求まる</u>



どのようなときに，どのような出力が出てほしいか

「③　例」があることの効果

③ 例

r1 = 3，r2 = 5 のとき，50.24 が求まる

- 例があれば，**プログラムが書きやすくなる**
- 例があれば，**他の人がプログラムを見たとき，理解しやすくなる**
- 例は，**テスト**の実施に利用

④ テスト

③ 例

r1 = 3，r2 = 5 のとき，50.24 が求まる

```java
class Ring {
    double r1;
    double r2;
    public Ring(double r1, double r2) {
        this.r1 = r1;
        this.r2 = r2;
    }
    public double area() {
        double x;
        x = (this.r2 * this.r2 - this.r1 * this.r1) * 3.14;
        return x;
    }
}
public class Main
{
    public static void main(String[] args) {
        Ring a = new Ring(3, 5);
        System.out.println(a.area());
    }
}
```

input

```
50.24
```

この通りの結果が得られることを確かめる

Ring a = new Ring(3, 5);

プログラム設計レシピ

① **分析**　**名前**付け，**入力**と**出力**を明らかに

② **仕様**　性能機能の条件

③ **例**　**どのようなとき**に，どのような**出力**か

④ **テスト**　**プログラムが設計通りに動くか**確認

プログラム設計レシピ

① **分析**　**名前**付け，**入力**と出力を明らかに

名前：area，入力：なし，出力：数値１つ

② **仕様**　**性能機能**の条件

r1 を内径，r2 を外径とするリングの面積

③ **例**　**どのようなとき**に，どのような**出力**か

r1 = 3，r2 = 5 のとき，50.24 が求まる

④ **テスト**　**プログラムが設計通りに動くか**

```
Ring a = new Ring(3, 5);
System.out.println(a.area());
```

テスト用プログラム

16-2. 種々のエラーとプログラムのテスト

エラーの種類

① 構文エラー(Syntax Errors)

- 言語の**書式に合っていない**場合

② 実行エラー(Run-time Errors)

- プログラムが**出力を出さない**場合

③ 論理的エラー(Logical Errors)

- 出てきた出力が，**仕様（性能機能の条件）に合致しない**場合

① 構文エラー

Compile error

```
1  import java.util.*;
2
3  interface Zukei {
4      public double area() throws Exception;
5  }
6  class ring implements Zukei {
7      double r1;
8      double r2;
9      public Ring(double r1, double r2) {
10         this.r1 = r1;
11         this.r2 = r2;
12     }
13     public double area() throws Exception {
14         double x = this.r2 * this.r2 * 3.14 - this.r1 * this.r1 * 3.14;
15         return x;
16     }
17 }
18 public class Main {
19     public static void main(String[] args) throws Exception {
20         Ring a = new Ring(3, 5);
21         System.out.println(a.area());
22     }
23 }
```

実行 (Ctrl-Enter)

コンパイルエラー　入力　コメント 0

```
Main.java:9: error: invalid method declaration; return type required
    public Ring(double r1, double r2) {
           ^
1 error
```

スペルミスで，
プログラムが
実行できない

実行エラーを含むプログラム

```
class Ring {
    double r1;
    double r2;
    public Ring(double r1, double r2) {
        this.r1 = r1;
        this.r2 = r2;
    }
    public double area() {
        double x;
        x = (this.r2 * this.r2 - this.r1 * this.r1) / 0;
        return x;
    }
}
public class Main
{
        public static void main(String[] args) {
                Ring a = new Ring(3, 5);
                System.out.println(a.area());
        }
}
```

③ 論理的エラー

```java
import java.util.*;

interface Zukei {
    public double area() throws Exception;
}
class Ring implements Zukei {
    double r1;
    double r2;
    public Ring(double r1, double r2) {
        this.r1 = r1;
        this.r2 = r2;
    }
    public double area() throws Exception {
        double x = this.r2 * this.r2 * 3.14 - this.r1 * this.r1 * 2.14;
        return x;
    }
}
public class Main {
    public static void main(String[] args) throws Exception {
        Ring a = new Ring(3, 5);
        System.out.println(a.area());
    }
}
```

実行 (Ctrl-Enter)

出力 入力 コメント 0

```
59.239999999999995
```

スペルミスで，
おかしな答え
が出ている

エラーの種類ごとに発見方法が異なる

① 構文エラー(Syntax Errors)

- 言語の**書式に合っていない**場合

プログラムを実行させようとすると，実行できず，エラーメッセージが出る

② 実行エラー(Run-time Errors)

- プログラムが**出力を出さない**場合

プログラムを実際に実行させる．そしてエラーメッセージが出たり，プログラムが「止まっている」ように見えたりする

③ 論理的エラー(Logical Errors)

- 出てきた出力が，**仕様に合致しない**場合

プログラムを実際に実行させる．そしてテストする

分野の知識(Domain Knowledge)

- プログラムを定義するには，プログラムをしようとする領域の知識（分野の知識）が必要.
  - 音楽，交通工学，生物学，芸術　・・・　など
    プログラムしたい領域の用語，知識の理解が必要

- **「対象分野に応じてプログラム言語自体を発明する，設計する」**という考え方も（興味のある人は「Domain Specific Language」という言葉で調べてみること）

- **コンピュータ言語のみにとらわれず，対象分野のしっかりとした基礎の理解**が不可欠.

16-3. アサーション

アサーション

- 「**必ず成立しているはずのこと**」を書いたものが**アサーション**である．Javaでは次のように書く．**アサーション**は**論理的エラー**の**発見に役立つ**

```
assert x >= 0 : "error, x < 0 in area()";
```

- 「x >= 0」がアサーション，
- **error, x < 0 in area()**　がメッセージ

アサーションをエラーの発見に役立てる


```
import java.util.*;

interface Zukei {
    public double area();
}

class Ring implements Zukei {
    double r1;
    double r2;
    public Ring(double r1, double r2) {
        this.r1 = r1;
        this.r2 = r2;
    }
    public double area() {
        double x = this.r1 * this.r1 * 3.14 - this.r2 * this.r2 * 3.14;
        return x;
    }
}
public class Main {
    public static void main(String[] args) throws Exception {
        Ring a = new Ring(3, 5);
        System.out.println(a.area());
    }
}
```

間違い（エラー）を含む式

```
D:¥>java Main
-50.239999999999995
```

実行結果の例

アサーションがない場合，
論理的エラーを見逃しそう

アサーションをエラーの発見に役立てる

```
import java.util.*;

interface Zukei {
    public double area();
}

class Ring implements Zukei {
    double r1;
    double r2;
    public Ring(double r1, double r2) {
        this.r1 = r1;
        this.r2 = r2;
    }
    public double area() {
        double x = this.r1 * this.r1 * 3.14 - this.r2 * this.r2 * 3.14;
        assert x >= 0 : "error, x < 0 in area()";
        return x;
    }
}
public class Main {
    public static void main(String[] args) throws Exception {
        Ring a = new Ring(3, 5);
        System.out.println(a.area());
    }
}
```

assert x >= 0 : "error, x < 0 in area()";

```
D:¥>java -ea Main
Exception in thread "main" java.lang.AssertionError: error, x < 0 in area()
        at Ring.area(Main.java:16)
        at Main.main(Main.java:23)

D:¥>
```

実行結果の例

アサーションの機能により
エラーメッセージが出る

- アサーションの機能は Java Tutor, GDB online, Paiza.io で動かすのが難しいので，**前ページの実演のみ**（演習なし）

16-4. 例外处理

例外処理

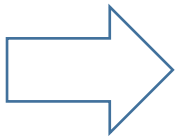
- **例外処理**とは，**不測の事態における処理**

不測の事態（例外）の例

- まさか「ファイルが無い」とは
- まさか「プログラム中にバグがある」とは
- まさか「半径が負の数に設定されている」とは
- まさか「アサーションが成立しない」とは

例外処理の例

- 「ファイルを準備するように」とメッセージを出して処理を**再開**
- 「正しい値を設定するように」とメッセージを出して処理を**終了**



例外処理

Java での例外処理

- throws Exception

メソッド内で例外が発生する可能性があること

- throw new Exception

例外の発生

- try { … } catch(…) { … }

例外処理

```java
class Ring implements Zukei {
    double r1;
    double r2;
    public Ring(double r1, double r2) {
        this.r1 = r1;
        this.r2 = r2;
    }
    public double area() throws Exception {
        if ( r2 < r1 ) {
            throw new Exception("r2 < r1");
        }
        double x = this.r2 * this.r2 * 3.14 - this.r1 * this.r1 * 3.14;
        assert x >= 0 : "error, x < 0 in area()";
        return x;
    }
}
public class Main {
    public static void main(String[] args) throws Exception {
        Ring a = new Ring(3, 5);
        try {
            System.out.println(a.area());
        } catch(Exception e) {
            System.out.println("a.area() failed");
            return;
        }
    }
}
```

throws Exception
「area メソッド内で，例外の発生がありえる」と宣言（コンピュータに教える）

r2 < r1 は想定外なので，例外を発生させる

例外処理

Java での例外処理の書き方

```
try {
    処理
} catch(Exception e) {
    例外処理
}
```

＜処理＞で例外が発生したときの
例外処理ができるようになる
※「Exception」のところは,
例外の種類を細かく指定することも可能

16-1

```
class Ring {
    double r1;
    double r2;
    public Ring(double r1, double r2) {
        this.r1 = r1;
        this.r2 = r2;
    }
    public double area() {
        double x;
        x = (this.r2 * this.r2 - this.r1 * this.r1) * 3.14;
        return x;
    }
}
public class Main
{
        public static void main(String[] args) {
                Ring a = new Ring(3, 5);
                System.out.println(a.area());
        }
}
```

16-2 実行エラーを含むプログラム

```
class Ring {
    double r1;
    double r2;
    public Ring(double r1, double r2) {
        this.r1 = r1;
        this.r2 = r2;
    }
    public double area() {
        double x;
        x = (this.r2 * this.r2 - this.r1 * this.r1) / 0;
        return x;
    }
}
public class Main
{
        public static void main(String[] args) {
                Ring a = new Ring(3, 5);
                System.out.println(a.area());
        }
}
```

関連ページ

- **Java プログラミング入門**

GDB online を使用

https://www.kkaneko.jp/cc/ji/index.html

- **Java の基本**

Java Tutor, GDB online を使用

https://www.kkaneko.jp/cc/pi/index.html

- **Java プログラム例**

https://www.kkaneko.jp/pro/java/index.html