第3章 Java の基本制御構造

Java のその他の制御構造の構文（**if** 文、**for** 文、 **while** 文）は基本的には C 言語と全く同じである。制御構造の復習を兼ねて、これらの制御構造を使ったグラフィックスの例題を取り上げる。

3.1 if 文

Java の if 文は C 言語と同じ書き方である。

if（条件式）文$_1$
if（条件式）文$_1$ else 文$_2$

条件式が成り立てば文$_1$を実行する。1 番めの形式は条件式が成り立たなければ何もしない 。2 番めの形式は文$_2$を実行する。 文$_1$,文$_2$は、当然ブロック（“{”と“}”で括った文の並び）でも良い。

Q 3.1.1 次のプログラムの断片の出力を書け。

1.
```
    int n = 2;
    if (n <= 1) {
        System.out.printf("A");
    }
    if (n <= 2) {
        System.out.printf("B");
    }
    if (n <= 3) {
        System.out.printf("C");
    }
```

答: ___

2.
```
    int n = 2;
    if (n <= 1) {
        System.out.printf("A");
    } else if (n <= 2) {
        System.out.printf("B");
    } else if (n <= 3) {
        System.out.printf("C");
    }
```

答: _

ここで、条件式の型は `boolean` 型である。既に紹介した `Graphics` クラスの `draw3DRect` や `fill3DRect` の引数としても用いられていた。 C 言語と異なり整数型（`int` 型）とは区別されている。このため（C 言語では OK だった）`while (1) …` のような文はエラーとなる。

問 3.1.2 `int` 型と `boolean` 型を区別することの長短をまとめよ。

条件判断文としてはこの他に**switch～case 文** もあるが、構文は C 言語と同じなので、ここでは説明を割愛する。

例題 3.1.3 `Calendar`クラス を使って挨拶を行なう。

`java.util.Calendar` クラスの使用方法については、API ドキュメントを参照すること。このプログラムでは、日曜日だけ色を赤色に変更し、時間に応じて挨拶文を変えている。

ファイル CalendarTest.java

```
1  import javax.swing.*;
2  import java.awt.*;
3  import java.util.*;
4
5  public class CalendarTest extends JPanel {
6      public CalendarTest() {
7          setPreferredSize(new Dimension(250, 100));
8      }
9
10     @Override
11     public void paintComponent(Graphics g) {
12         super.paintComponent(g);
13         Calendar now = Calendar.getInstance();
14         int day  = now.get(Calendar.DAY_OF_WEEK);
15         int hour = now.get(Calendar.HOUR_OF_DAY);
16         int min  = now.get(Calendar.MINUTE);
17         if (day == Calendar.SUNDAY) {
18             g.setColor(Color.RED);
19             g.drawString("今日は日曜日です。", 30, 25);
20         }
21         if (hour < 12) {
22             g.drawString("おはようございます。", 30, 75);
23         } else if (hour < 18) {
24             g.drawString("こんにちは。", 30, 75);
25         } else {
26             g.drawString("こんばんは。", 30, 75);
27         }
28         g.drawString("ただいま " + hour + "時 "
29                      + min + "分です。", 30, 50);
30         // g.drawString(String.format(
31         //     "ただいま %d時 %d分です。", hour, min),
32         //              30, 50);
33     }
34
35     public static void main(String[] args) {/* 省略 */}
36 }
```

3.2 文字列 (String) に関する演算子とメソッド

Java では、＿＿＿＿を用いて `String` 型と `String` 型のオブジェクトを連接する（あるいは、`String` 型と `String` 以外の型のオブジェクトを `String` 型に変換したものを連接する）ことができる。

例:

```
System.out.println("2 + 2は" + (2 + 2));
System.out.println(2 + " * " + 3 + "は" + 2 * 3 + "です");
```

一方、C 言語のような書式指定を行う printf や sprintf メソッドに相当するメソッドも使用できる。上の drawString の場合、String.format というクラスメソッドを使って、次のように書くこともできる。

```
g.drawString(String.format("ただいま %d時 %d分です。",
                           hour, min),
             30, 50);
```

C の復習になるが、いくつかの書式指定の例を挙げておく。

書式指定の例	説明
%d	整数（10進）
%3d	最小で 3 文字、不足分は空白で埋める
%03d	最小で 3 文字、不足分は 0 で埋める
%f	浮動小数点数
%.2f	小数第2位まで表示する

Java の書式指定の詳しい仕様は String.format のドキュメントを参照すること。

> **詳細:** この printf や format のようなメソッドは利用するのは簡単だが、定義するためには、総称クラス (Generics)・オートボクシング (Autoboxing)・可変個の引数 (Varargs) など、いろいろな概念を組み合せる必要がある。このうち総称クラスについては後述する。

可変個の引数を持つメソッド は API のドキュメントでは、

```
public static String format(String format, Object... args)
```

のように ... を使って表されている。（この format メソッドは java.lang.String クラスのクラスメソッドである。）

Q 3.2.1 次の中で "1 + 1 は 2 です。"と出力して改行する式に○を、エラーとなる式に△を、それ以外に×を付けよ。

1. ☐ `System.out.println("1 + 1 は " + (1 + 1) + " です。")`
2. ☐ `System.out.println("1 + 1 は " + (1 + 1) + " です。")`
3. ☐ `System.out.println("1 + 1 は " + 1 + 1 + " です。")`
4. ☐ `System.out.println("1 + 1 は "(1 + 1)" です。")`
5. ☐ `System.out.printf("1 + 1 は %d です。%n", 1 + 1)`
6. ☐ `System.out.println(String.format("1 + 1 は %d です。", 1 + 1))`

3.3 for 文, while 文, do ～ while 文

while（条件式$_1$）文$_1$
for（式$_1$; 式$_2$; 式$_3$）文$_1$

for (型$_1$ 変数$_1$: 式$_1$) 文$_1$
do 文$_1$ **while** (条件式$_1$);

while 文は条件式$_1$が成り立つ間、文$_1$の実行を繰り返す。

1 つめの形式の **for** 文はループに入る前に、まず式$_1$を評価する。式$_2$が成り立つ間、文$_1$、式$_3$の実行を繰り返す。

2つめの形式の **for** 文は JDK5.0 で導入されたものである。**for-each** 文と呼ばれることもある。（ただし、each というキーワードを使うわけではないので注意する。）この場合、式$_1$は直感的には何かの集まりを表すデータ型（配列など — 正確には配列またはインタフェース `Iterable` を実装するクラス）でなければならない。コロン (:) の前で宣言された変数$_1$に、この列の要素が順に代入され、文の実行が繰り返される。この形式の **for** 文の使用例はもう少し後で紹介する。

繰り返し文としてはこの他に **do** 〜 **while** 文 もあるが、C 言語と同じなのでここでは説明を割愛する。

変数への代入はCと同様 _____ を使う。

Q 3.3.1 次のプログラムの断片の出力を書け。

```
    int i;
    for (i = 0; i < 4; i++) {
        System.out.printf("*%d", i);
    }
    System.out.printf("|%d", i);
```

答: _____

例題 3.3.2 正多角形の描画
正 n 角形を描画する。

ファイル N_gon.java

```
import javax.swing.*;
import java.awt.*;
import static java.lang.Math.*;

public class N_gon extends JPanel {
    public N_gon() {
        setPreferredSize(new Dimension(220, 220));
    }

    @Override
    public void paintComponent(Graphics g) {
        super.paintComponent(g);

        int np = 7;
        int sc = 100;

        int i;
        double theta1, theta2;
        for (i = 0; i < np; i++) {
            // 単位 ラジアン
            // 360 * i / np 度
            theta1 = PI * 2 * i / np;
            // 360 * (i + 1) / np 度
            theta2 = PI * 2 * (i + 1) / np;
```

```
            g.drawLine(
                (int)(sc * (1.1 + cos(theta1))),
                (int)(sc * (1.1 + sin(theta1))),
                (int)(sc * (1.1 + cos(theta2))),
                (int)(sc * (1.1 + sin(theta2))));
        }
    }

    public static void main(String[] args) {/* 省略 */}
}
```

Math.PI は円周率 π （=3.1415...）、Math.sin , Math.cos は正弦、余弦関数である。これらはクラスフィールド、クラスメソッドである。上のプログラムでは static import しているので、プログラム中では単に PI, sin, cos で使用している。

二次関数のグラフの描画
数学関数のグラフを描くには、定義域を細かい区間に区切り、短い線分をつなぎ合わせれば良い。
ファイル Parabola.java

```
import java.awt.*;
import javax.swing.*;

public class Parabola extends JPanel {
    public Parabola() {
        setPreferredSize(new Dimension(200, 200));;
    }

    @Override
    public void paintComponent(Graphics g) {
        super.paintComponent(g);
        double a = -0.0025, b = 1, c = 0;
        for (int x0 = 0; x0 < 200; x0 += 10) {
            double y0 = a * x0 * x0 + b * x0 + c;
            int x1 = x0 + 10;
            double y1 = a * x1 * x1 + b * x1 + c;
            g.drawLine(x0, (int)y0, x1, (int)y1);
            System.out.printf("(%d,%.1f)--(%d,%.1f)",
                              x0, y0, x1, y1);
        }
    }

    public static void main(String[] args) {/* 省略 */}
}
```

問 3.3.4 $y = ax^2$, $y = \sin(x)$, $y = \cos(x)$ などの数学関数のグラフを描く GUI アプリケーションを書け。

参考:
https://docs.oracle.com/javase/jp/18/docs/api/java.base/java/lang/Math.html

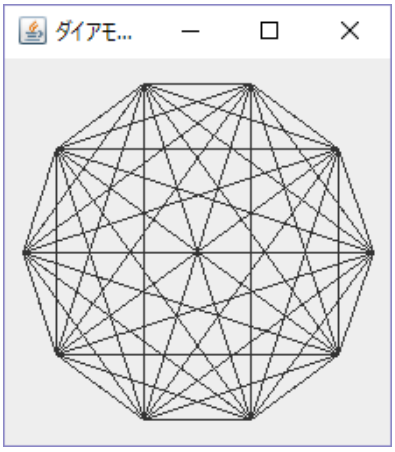
問 3.3.5 媒介変数で表される式:

$$\begin{cases} x = \cos(3t) \\ y = \sin(4(t + 2.4)) \end{cases}$$

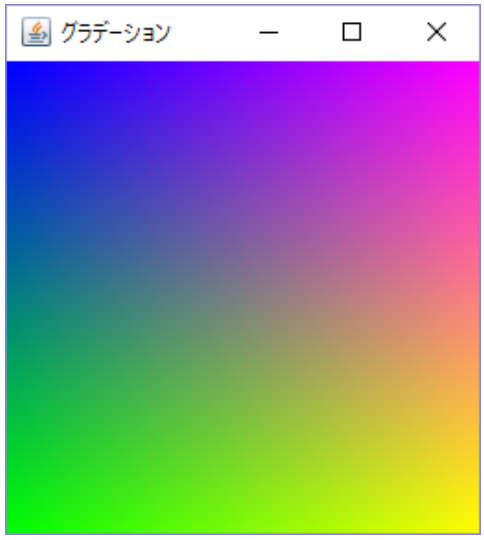
のグラフを描く GUI アプリケーションを書け。

問 3.3.6 正 n 角形のすべての頂点を結んでできる図形（ダイアモンドパターン）を描画する GUI アプリケーションを書け。

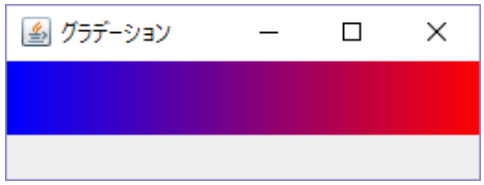
問 3.3.7 色のグラデーション（2 次元 — 縦方向と横方向が別の色に変わる）を作成する GUI アプリケーションを書け。



ダイアモンドパターン



2 次元のグラデーション



（参考）1 次元のグラデーション

（参考）

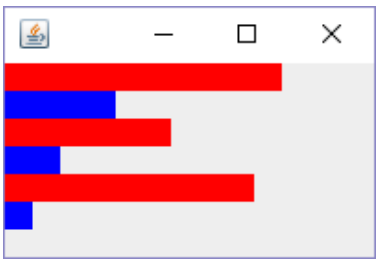
1 次元のグラデーション

ファイル Gradation1.java

```java
import javax.swing.*;
import java.awt.*;

public class Gradation1 extends JPanel {
  public Gradation1() {
    setPreferredSize(new Dimension(256, 40));
  }

  @Override
  public void paintComponent(Graphics g) {
    super.paintComponent(g);
    int scale = 4;
    int i;

    for (i = 0; i < 64; i++) {
      g.setColor(new Color(i * 4, 0, 255 - i * 4));
      g.fillRect(i * scale, 0, scale, scale * 10);
    }
  }

  public static void main(String[] args) {/* 省略 */}
```

```
}
```

例題 3.3.8 棒グラフの描画



整数のデータを与え、そのデータの棒グラフを描く。

ファイル Graph.java

```
import java.awt.*;
import javax.swing.*;

public class Graph extends JPanel {
  public Graph() {
    setPreferredSize(new Dimension(200, 105));
  }

  @Override
  public void paintComponent(Graphics g) {
    super.paintComponent(g);
    int[] is = {10, 4, 6, 2, 9, 1};
    Color[] cs = {Color.RED, Color.BLUE};
    int scale = 15;
    int i, n = is.length;

    for (i = 0; i < n; i++) {
      g.setColor(cs[i % cs.length]);
      g.fillRect(0, i * scale, is[i] * scale, scale);
    }
  }

  public static void main(String[] args) {/* 省略 */}
}
```

配列オブジェクトの _____ というフィールド(?) によって配列の大きさ（要素数）を知ることができる。これも C 言語と異なる点である。**for** 文の中のブロックは変数 `i` が `0` ～ `n - 1` まで変化する間、繰り返される。

Q 3.3.9 `ds` という `double` 型の配列があったとき、`ds` の要素の平均値を求めるメソッドを定義する。2 箇所の空欄を同じ内容で埋めて定義を完成せよ。

```
    static double average(double[] ds) {
        double n = 0
        int i;
        for (i = 0; i < ___________; i++)  {
            n += ds[i];
        }
        return n / ___________;
    }
```

答: _____

C 言語では、配列の範囲外をアクセスしても通常エラーにならないが、Java では `ArrayIndexOutOfBoundsException` という例外が発生する。例外については次章で詳しく説明する。

Q 3.3.10 次のプログラムを実行して、エラーメッセージを確認せよ。

ファイル ArrayIndexOutOfBoundsExceptionTest.java

```
public class ArrayIndexOutOfBoundsExceptionTest {
    public static void main(String args[]) {
        int[] a = {1, 2, 3};
        for (int i = 0; i <= a.length; i++) {
            System.out.println(a[i]);
        }
    }
}
```

また、次の C 版も実行してみよ。

ファイル ArrayIndexOutOfBoundsExceptionTest.c

```
#include <stdio.h>

int main(void) {
    int a[] = {1, 2, 3};
    int i;
    for (i = 0; i <= sizeof(a) / sizeof(a[0]); i++) {
        printf("%d\n", a[i]);
    }

    return 0;
}
```

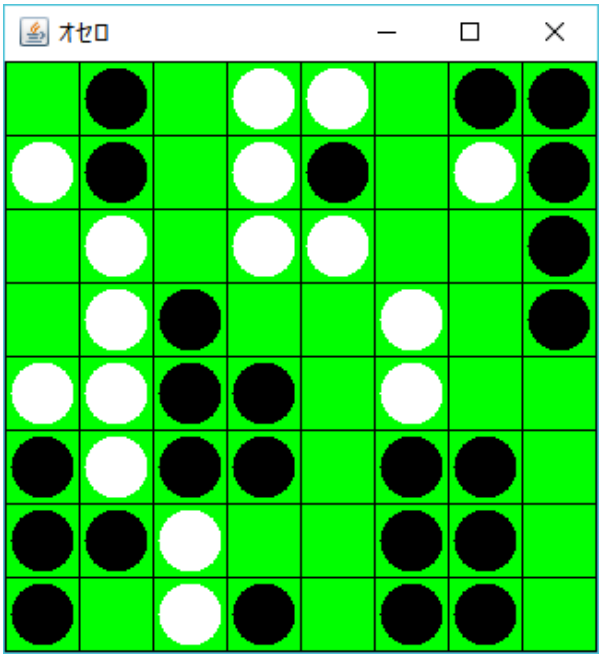
3.4 多次元配列

例題 3.4.1 int 型の 8 × 8 の大きさの配列の配列を調べて、1 なら白丸、2 ならば黒丸を画面上の対応する位置に描画する。

ファイル Othello.java

```
import javax.swing.*;
import java.awt.*;

public class Othello extends JPanel {
  private final int scale = 40;
  private final int space = 3;

  public Othello() {
    setPreferredSize(new Dimension(scale * 8 + 1,
                                   scale * 8 + 1));
  }

  @Override
  public void paintComponent(Graphics g) {
    super.paintComponent(g);

    int[][] state = {
        {0,1,0,0,1,2,2,2}, {2,2,1,1,1,1,2,0},
        {0,0,0,2,2,2,1,1}, {1,1,1,0,2,2,0,2},
```

```
20          {1,2,1,0,0,0,0,0}, {0,0,0,1,1,2,2,2},
21          {2,1,0,0,0,2,2,2}, {2,2,2,2,0,0,0,0}};
22      int i, j;
23
24      for (i = 0; i < 8; i++) {
25        for (j = 0; j < 8; j++) {
26          g.setColor(Color.GREEN);
27          g.fillRect(i * scale, j * scale,
28                     scale, scale);
29          g.setColor(Color.BLACK);
30          g.drawRect(i * scale, j * scale,
31                     scale, scale);
32          if (state[i][j] == 1) {
33            g.setColor(Color.WHITE);
34            g.fillOval(i * scale + space,
35                       j * scale + space,
36                       scale - space * 2,
37                       scale - space * 2);
38          } else if (state[i][j] == 2) {
39            g.setColor(Color.BLACK);
40            g.fillOval(i * scale + space,
41                       j * scale + space,
42                       scale - space * 2,
43                       scale - space * 2);
44          }
45        }
46      }
47    }
48
49    public static void main(String[] args) {/* 省略 */}
50  }
```



2 次元配列（配列の配列）を宣言するには、上のように `[]` を 2 つ重ねる（3 次元以上も同様）。C 言語と異なり、要素数を宣言する必要はない。（ただし、C 言語でも最初の次元の要素数は省略することができる。） `state` は配列の配列で、例えば、`state[0][1]` は、0 番めの配列 `{0,1,0,0,1,2,2,2}` の 1 番めの数だから `__` が入っている部分である。つまりこの位置（0 列めの 1 行め）には白丸が描画される。

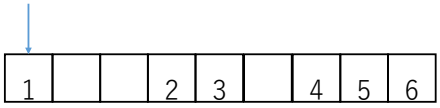
注意: なお、Java の 2 次元配列と C の 2 次元配列はメモリー上の配置の仕方が異なる。（もっとも Java でメモリー上の配置を意識する必要はほとんどない。）このため Java では C ではメモリーの効率が悪い次のような 2 次元配列（異なるサイズの配列が混在している）

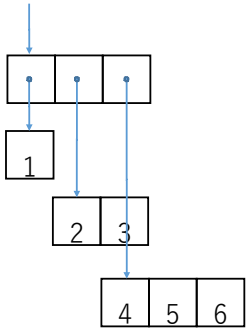
```
int[][] xss = {{1}, {2, 3}, {4, 5, 6}};
```

も使用できる。（C だと

```
int xss[][3] = {{1}, {2, 3}, {4, 5, 6}};
```

と宣言する必要がある。）





C 言語の場合　　Java の場合

Q 3.4.2 `int[][] xss = {{1}, {2, 3}, {4, 5, 6}};` のとき次の式の値を答えよ。範囲外でエラーになるときは × を書け。

1. `xss[1][1]`　　答: _
2. `xss[0][1]`　　答: _
3. `xss[2][1]`　　答: _
4. `xss.length`　　答: _
5. `xss[1].length` 答: _

キーワード

`if` 文, `if` ～ `else` 文, `while` 文, `for` 文, `for-each` 文, 配列, `length` フィールド, `ArrayIndexOutOfBounds` 例外, `static`, `Math` クラス, 多次元配列,