第3章　Javaの制御構造

Java の制御構造の構文（**if** 文、**for** 文、**while** 文）は基本的には C と全く同じである。ここでは制御構造の復習を兼ねて、これらの制御構造を使った例題を取り上げる。また、Java に特有の事柄（例外処理の **try**〜**catch** 文・ゴミ集め・総称クラスなど）もいくつか紹介する。また、Java のプログラムで頻繁に利用することになる重要なメソッドなどもここで紹介する。

3.1　条件判断

if 文

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。

なお、条件式の型は＿＿＿＿＿型である。＿＿＿か ＿＿＿＿の 2 つの値を取り得る型である。（`boolean` 型は既に紹介した `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 3.1.1 *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、基本的には C 言語と同じなので、ここでは説明を割愛する。

例題 3.1.2
時間の足し算を行なう。
ファイル AddTime.java

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

public class AddTime extends JApplet {
  int hour1, minute1, hour2, minute2;

  @Override
  public void init() {
    hour1   = Integer.parseInt(getParameter("Hour1"));
    minute1 = Integer.parseInt(getParameter("Minute1"));
    hour2   = Integer.parseInt(getParameter("Hour2"));
    minute2 = Integer.parseInt(getParameter("Minute2"));
  }

  @Override
  public void paint(Graphics g) {
    int hour, minute;
    // まず単純に足し算
    hour   = hour1+hour2;
    minute = minute1+minute2;

    if (minute>=60) {         // 繰り上がりの処理
      hour++;
      minute-=60;
    }
    // 結果を出力
    g.drawString("答えは "+hour+"時間 "+minute+"分です。", 30, 25);
  }
}
```

例えば、2 時間 45 分と 1 時間 25 分を足すと、そのままでは答が 3 時間 70 分になってしまう。分の部分が 60 以上になった時は繰り上げの処理を行なう処理を行なう必要がある。

注意:　Java では、________を用いて ____（あるいは、String 型と int 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。

一方、JDK 5.0 からは 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("答えは %d 時間 %d 分です。", hour, minute), 30, 25);
```

この printf のようなメソッドは利用するのは簡単だが、総称クラス（Generics）・オートボクシング（Autoboxing）・可変引数（Varargs）など、いろいろな考え方が組合せられている。このうち総称クラスについては後述する。

可変引数を持つメソッドは API のドキュメントでは、

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

のように... を使って表される。

また、＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿は文字列から整数に変換するためのメソッド（クラスメソッド）である。

3.2 Java の例外処理

try〜catch〜文は

try ブロック$_1$ **catch** (例外型 変数) ブロック$_2$

という形で用いる。

ブロック$_1$ の中で ＿＿＿＿（エラーと考えて良い）と呼ばれる状況が起こった時、catch の後ろの例外型がその例外の型と一致するか調べ、一致すればその後のブロックを実行する。一致するものがなければ、さらに外側の catch を探す。それでもなければプログラムを終了する。

また “**catch** (例外型 変数) ブロック” という形が複数続いても良い。その場合は最初にマッチするブロックが実行される。また、最後に “**finally** ブロック” という形がつく場合もある。その場合、finally ブロックは例外が起こったか否かにかかわらず、必ず実行される。

例えば、0 による除算を行なうと ArithmeticException という種類の例外が発生する。次のようなプログラムを実行すると、

ファイル TryCatchTest.java

```
public class TryCatchTest {
  public static void main(String[] args) {
    int i;
    for (i=-3; i<=3; i++) {
      try {
        System.out.println(10/i);
      } catch (ArithmeticException e) {
        System.out.println("エラー: "+e.toString());
      }
    }
  }
}
```

出力は次のようになる。

```
-3
-5
-10
エラー: java.lang.ArithmeticException: / by zero
10
5
3
```

i が 0 になった地点で例外が発生し、catch の後のブロックが実行される。その後は、プログラムの正常な実行を継続する。

なお、プログラムにより例外を発生させるには throw 文を用いる。

throw 式;

この “式” は例外型（Exception あるいはそのサブクラス）のオブジェクトでなければならない。

次の例は、コマンドライン引数として渡された数字の積を計算するプログラムである。途中で 0 が出てきた場合は、わざと例外を発生させて、残りのかけ算の処理を行なわないようにしている。

ファイル TryCatchTest2.java

```
public class TryCatchTest2 {
  public static void main(String[] args) {
    int i, m=1;
    try {
      for (i=0; i<args.length; i++) {
        int a = Integer.parseInt(args[i]);
        if (a==0) throw new Exception("zero");
        m *= a;
      }
    }  catch (Exception e) {
      m = 0;
    }
    System.out.println("答は " + m + "です。");
  }
}
```

例えば “java TryCatchTest2 1 2 0 3 4 5 6” というコマンドライン引数で実行させると、3 番目の引数の 0 を呼んだ時点で、例外を発生させるため、残りの引数の 3, 4, 5, 6 は無視される。

3.3　繰り返し

for 文, while 文

while (条件式 $_1$) 文 $_1$
for (式 $_1$; 式 $_2$; 式 $_3$) 文 $_1$
for (型 変数名 : 式) 文 $_1$

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、基本的に C 言語と同じものなのでここでは説明を割愛する。

例題 3.3.1 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。

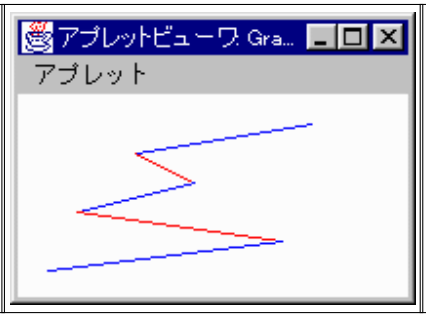
ファイル Graph.java

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

public class Graph extends JApplet {
  int[] is = {10, 4, 6, 2, 9, 1};
  Color[] cs = {Color.RED, Color.BLUE};
  int scale = 15;

  @Override
  public void paint(Graphics g) {
    int i;
    int n = is.length;              // 配列の大きさ

    for (i=0; i<n; i++) {
      g.setColor(cs[i%2]);            // %は余り
      g.fillRect(0, i*scale, is[i]*scale, scale);
    }
  }
}
```

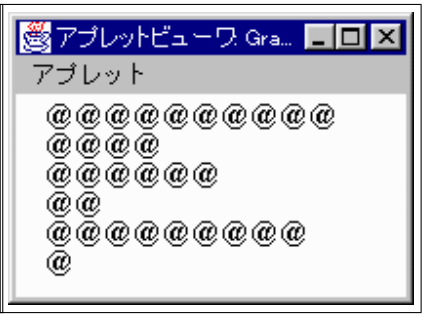
配列オブジェクトの *length* というメンバ *(?)* によって配列の大きさ（要素数）を知ることができる。これも *C* 言語と異なる点である。***for*** 文の中のブロックは変数 *i* が *0*〜*n-1* まで変化する間、繰り返される。

問 3.3.2 与えられた数値データから折れ線グラフを生成するアプレットを書け。（配列の添字が範囲を逸脱しないように注意すること。）

棒グラフ



折れ線グラフ



キャラクターによるグラフ

（**注:** *n* 個の点を結ぶ線は *n-1* 本）

例題 3.3.3 *StringTokenizer* による文字列の分割

配列のデータをアプレットのパラメータとして渡せるように、*Graph.java* を拡張する。

Graph.html からグラフの数値のデータを空白で区切って渡せるようにする。

ファイル *Graph.html*

```
<html>
<head></head>
<body>
<applet code="Graph.class" width="200" height="200">
<param name="ARGS" value="10 4 6 2 9 1"> <!-- 数を空白で区切って渡す -->
</applet>
</body>
</html>
```

ファイル *Graph.java*

```
import javax.swing.*;
import java.awt.*;
import java.util.StringTokenizer;    // この import 文が新たに必要となる

public class Graph extends JApplet {
  ...

  @Override
  public void init() {
    String args = getParameter("ARGS");
    StringTokenizer st = new StringTokenizer(args, " "); // 区切りは空白
    int i;
    int n = st.countTokens();      // いくつトークンがあるか

    is = new int[n];
    for(i=0; i<n; i++) {
      is[i] = Integer.parseInt(st.nextToken()); // トークンを整数に変換
    }
  }
 ...
}
```

ここでは、文字列を分割するために＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿クラス[1]を用いた。このため import 文を 1 行追加している。このクラスの nextToken メソッドを使ってスペースで区切られた形の文字列を分割し、さらに Integer.parseInt で文字列から整数へ変換している。上の init メソッドは、空白で区切られた文字列を配列に変換する典型的な方法である。StringTokenizer のコンストラクタの 2 番めの引数は、区切りに使用する文字である。これを","に変更すると、コンマで区切られた文字列を分割することができる。また 2 番めの引数を省略すると空白文字（タブ・改行を含む）が区切り文字として使われる。

new オペレータは配列を生成する時にも使用することができる。＿＿＿＿＿＿は、動的に長さ n の int の配列を生成する式である。

[1] *(JDKDIR)*/docs/ja/api/java.util.StringTokenizer.html を参照

例題 3.3.4 時間のデータを *"9:45 12:35 4:42"* というように、空白で区切ってパラメータとして渡し、その時間の合計を表示するアプレットを書け。

ファイル AddTime2.java

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

public class AddTime2 extends JApplet {
  int[] t = {0,0};   // 初期値 0時間 0分

  int[] addTime(int[] t1, int[] t2) { // 時間の足し算を関数として定義する。
    int[] t3 = new int[2];   // 時間を大きさ 2の配列で表す。

    t3[0] = t1[0]+t2[0];
    t3[1] = t1[1]+t2[1];
    if (t3[1]>=60) {  // 繰り上がりの処理
      t3[0]++;
      t3[1]-=60;
    }

    return t3;       // 新しい配列を返す。
  }

  @Override
  public void init() {
    String args=getParameter("Args");
    StringTokenizer st = new StringTokenizer(args, " ");

    while (st.hasMoreTokens()) {     // まだトークンが残っているか?
      String s = st.nextToken();
      StringTokenizer st2 = new StringTokenizer(s, ":");
                            // ':'が時と分の区切り
      int[] time = new int[2];

      time[0] = Integer.parseInt(st2.nextToken());
      time[1] = Integer.parseInt(st2.nextToken());
      t=addTime(t, time);
      // addTimeの呼出し前に tと timeに入っていた配列は不要になる。
      // あとで GCされる。
    }
  }

  @Override
  public void paint(Graphics g) {           // 結果を出力
    g.drawString("答えは "+t[0]+"時間 "+t[1]+"分です。", 30, 25);
  }
}
```

AddTime2.javaでは時間の足し算の処理は関数（メソッド）addTimeとして独立させた。paintやinitのようなスーパークラスにあるメソッドの上書き（オーバーライド）ではなく、新しいメソッドの追加になる。このメソッドは戻り値を持つが、return文の書き方もC言語と同じである。

```
戻り値型 メソッド名（引数の型 引数名, ... ） {
  ...
}
```

というメソッドの定義の書き方も（戻り値型のまえに public などの修飾子がつくことがあることを除けば）C 言語の関数の書き方と同じである。

addTime はその中で配列を確保して戻り値に用いている。このように new は、C 言語の _____ に近い働きをする。また、このようにして確保された配列は、init の中で addTime を呼ぶ時に次々と捨てられるが、これは _____（_____, GC）によって自動的に回収される。（C 言語のように free による明示的なメモリの解放は必要ない。）GC のある言語ではこのように次々と新しいデータを生成して、古いデータを捨てるというスタイルが可能になる。

例題 3.3.5 正多角形の描画
整数 n をパラメータとして受け取り、正 n 角形を描画する。
ファイル N_gon.java

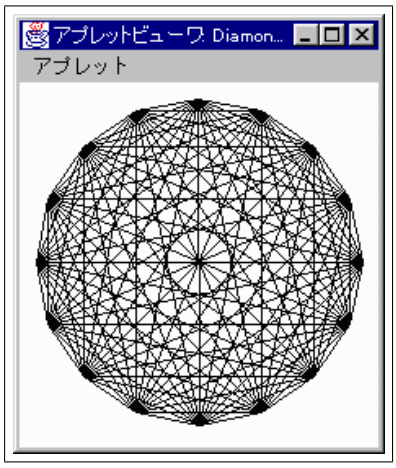
```
import javax.swing.*;
import java.awt.*;

public class N_gon extends JApplet {
  int n;
  int sc = 100;

  @Override
  public void init() {
    n = Integer.parseInt(getParameter("NumPoints"));
  }

  @Override
  public void paint(Graphics g) {
    int i;
    double theta1, theta2;
    for(i=0; i<n; i++) {
      // 単位 ラジアン
      theta1 = Math.PI*2*i/n;       // 360*i/n 度
      theta2 = Math.PI*2*(i+1)/n;  // 360*(i+1)/n 度
      g.drawLine((int)(sc*(1+Math.cos(theta1))), (int)(sc*(1+Math.sin(theta1))),
                 (int)(sc*(1+Math.cos(theta2))), (int)(sc*(1+Math.sin(theta2))))
    }
  }
}
```

Math.PI は 円周率 π（=3.1415 . . . ）、Math.sin, Math.cos は正弦、余弦関数である。これらはそれぞれ、クラス変数、クラスメソッド（スタティックメソッド）である。

問 3.3.6 *sin, cos* などの数学関数のグラフを描くアプレットを書け。
参考: *(JDKDIR)/docs/ja/api/java.lang.Math.html*

問 3.3.7 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）を描画するアプレットを書け。

問 3.3.8 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）を作成するアプレットを書け。



ダイアモンドパターン

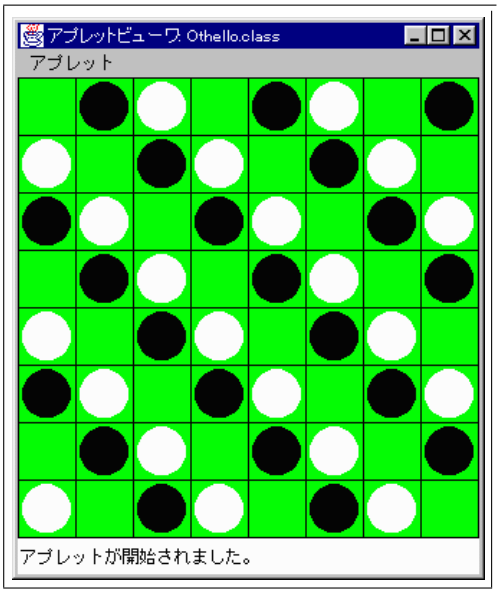
2 次元のグラデーション

（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

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

public class Gradation1 extends JApplet {
  int scale = 4;

  @Override
  public void paint(Graphics g) {
    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);
    }
  }
}
```



Othello.java

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 JApplet {
  int scale = 40;
  int space = 3;
  int[][] state =
        {{0,1,2,0,1,2,0,1}, {2,0,1,2,0,1,2,0}, {1,2,0,1,2,0,1,2},
         {0,1,2,0,1,2,0,1}, {2,0,1,2,0,1,2,0}, {1,2,0,1,2,0,1,2},
         {0,1,2,0,1,2,0,1}, {2,0,1,2,0,1,2,0}};

  @Override
  public void paint(Graphics g) {
    int i,j;

    for (i=0; i<8; i++) {
      for (j=0; j<8; j++) {
        g.setColor(Color.GREEN);
        g.fillRect(i*scale, j*scale, scale, scale);
        g.setColor(Color.BLACK);
        g.drawRect(i*scale, j*scale, scale, scale);
        if (state[i][j]==1) {
          g.setColor(Color.WHITE);
          g.fillOval(i*scale+space, j*scale+space,
                     scale-space*2, scale-space*2);
        } else if (state[i][j]==2) {
          g.setColor(Color.BLACK);
          g.fillOval(i*scale+space, j*scale+space,
                     scale-space*2, scale-space*2);
        }
      }
    }
  }
}
```

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* 言語の場合のように次元を宣言する必要はない。*state* は配列の配列で、例えば、*state[0][1]* は、*0* 番めの配列`{0,1,2,0,1,2,0,1}`の *1* 番めの数だから *1* 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 次元配列はメモリ上の配置の仕方が異なる。（もっとも Java でメモリ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 では許されない次のような 2 次元配列（異なるサイズの配列が混在している）

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

も使用できる。

3.5 総称クラスの使用

総称クラス（generic class）は、型パラメータを持つクラスのことで、JDK5.0から導入された。総称クラスの例としてArrayList, HashMap, LinkedListなどがあげられる。型パラメータは<と>の間に書かれる。

ArrayListはサイズの変更が可能な配列と考えれば良い。ArrayListの型パラメータは要素の型を表す。（総称クラスはこのようにコレクション（データの集まり）の型に使われることが多い。）例えば、String型を要素とするArrayListはArrayList<String>となり、次のように使用する。

```
ArrayList<String> arr1 = new ArrayList<String>();    // 空のArrayList作成
arr1.add("aaa");  arr1.add("bbb");  arr1.add("ccc"); // データ追加
String s = arr1.get(1);                               // データ取出し
```

addメソッドでデータを追加し、getメソッドでデータを取り出すことができる。

int, doubleのようなプリミティブ型は総称クラスの型パラメータになることができないという制限があるので注意が必要である。このときはInteger, Doubleなどの対応するラッパークラスと呼ばれるクラスを利用する。ラッパークラスとプリミティブ型の変換はほとんどの場合、自動的に行われる（オートボクシング）ので、intの代りにIntegerと書く以外は通常のクラス型をパラメータとするときと変わらない。例えば次のようになる。

```
ArrayList<Integer> arr2 = new ArrayList<Integer>();  // 空のArrayList作成
arr2.add(123);  arr2.add(456);  arr2.add(789);       // データ追加
int i = arr2.get(1);                                 // データ取出し
```

例題 3.5.1 木の再帰的な描画

描画データの一時保存に *ArrayList* を使用する例である。*init* メソッドで描画データを保存し、*paint* メソッドでそれを利用している。なお、配列型も総称クラスの型パラメータとして問題なく使用することができる。この例の場合、描画データの要素数が前もって簡単にはわからないので、配列ではなく *ArrayList* を使用している。

また、この例では *paint* メソッドの中で、拡張 ***for*** 文（***for-each*** 文）も使用している。

ファイル Tree.java

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

public class Tree extends JApplet {
  ArrayList<int[]> data = new ArrayList<int[]>();

  public void drawTree(int d, double x, double y, double r, double t) {
    /* d  --- 再帰呼出しの深さ     (x, y)  --- 枝の根元の座標        *
     * r  --- 枝の長さ               t      --- 枝の角度（ラジアン） */
    double r1;
    if (d==0) return;
    data.add(new int[] {(int)x, (int)y, (int)(x+r*cos(t)), (int)(y+r*sin(t))});
    r1 = r;      drawTree(d-1, x+r1*cos(t), y+r1*sin(t), 0.5*r, t+0.2);
    r1 = 0.55*r; drawTree(d-1, x+r1*cos(t), y+r1*sin(t), 0.5*r, t+1.25);
    r1 = 0.45*r; drawTree(d-1, x+r1*cos(t), y+r1*sin(t), 0.5*r, t-1.3);
  }

  @Override
  public void init() {
    drawTree(6, 128, 255, 128, -PI/2);
  }

  @Override
  public void paint(Graphics g) {
    g.setColor(Color.GREEN);
    for(int[] pts : data) {       // for-each 文
      g.drawLine(pts[0], pts[1], pts[2], pts[3]);
    }
  }
}
```

HashMap は _____ と呼ばれるデータ構造である。通常の配列と異なり、int 型だけではなく、任意の型（String 型など）をキー（添字）として、値を格納・検索することができる。HashMap の型パラメータは 2 つあり、1 つめがキーの型、2 つめが値の型である。下の例では、HashMap<String, Color>、つまりキーが String 型で値が Color 型の連想配列を用いている。値の格納には put メソッド、検索には get メソッドを用いる。

例題 3.5.2 *HashMap*

ファイル ColorName.java

```
import java.awt.*;
import javax.swing.JApplet;
import java.util.HashMap;

public class ColorName extends JApplet {
  HashMap<String, Color> hm;
  String color1, color2, color3;

  @Override
  public void init() {
    //  和色大辞典 http://www.colordic.org/w/ より
    hm = new HashMap<String, Color>();
    hm.put("赤", new Color(0xed1941)); hm.put("黄", new Color(0xffd400));
    hm.put("緑", new Color(0x45b97c)); hm.put("青", new Color(0x009ad6));
    hm.put("紫", new Color(0x8552a1)); ...

    color1 = getParameter("Color1");
    color2 = getParameter("Color2");
    color3 = getParameter("Color3");
  }

  @Override
  public void paint(Graphics g) {
    g.setFont(new Font("Sans", Font.BOLD, 64));
    g.setColor(hm.get(color1)); g.drawString(color1, 10, 70);
    g.setColor(hm.get(color2)); g.drawString(color2, 90, 70);
    g.setColor(hm.get(color3)); g.drawString(color3, 170, 70);
  }
}
```

問 3.5.3 総称クラス *LinkedList* の使用法を調べ、プログラムを作成せよ。

キーワード if 文, if〜else 文, boolean 型, Integer.parseInt メソッド, while 文, for 文, for-each 文, 配列, length メソッド, StringTokenizer クラス, クラス変数, クラスメソッド, static, Math クラス、多次元配列