グラフィックス及び演習・第 2 回

2025 年 6 月 23 日

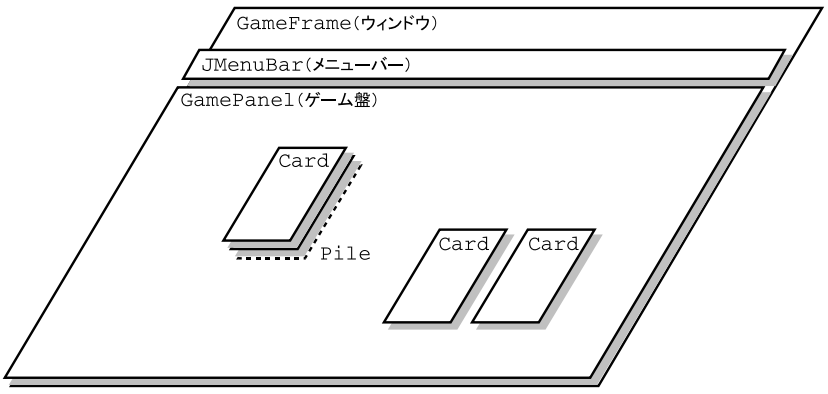
配布資料の内容

2.1 JFC と Swing

まず、Java 標準のグラフィックス機能の使い方について勉強します。Java には、グラフィカルユーザーインタフェース (GUI) を構築するための枠組みとして、Java Foundation Classes (JFC) と呼ばれるクラス群が用意されています。JFC は、Swing と呼ばれる GUI の部品群[1]や 2 次元のグラフィックス (文字、図形、画像などの描画) などの機能で構成されています。

この科目で使用しているカードゲーム向けクラスライブラリも、この JFC を用いて実現されています。Card や Pile、GameFrame といったクラスはすべて GUI の部品となっていて、これらの他にも GamePanel (カードなどが配置される濃緑色のゲーム盤) や JMenuBar (ゲーム盤の上のメニューバー) などのクラスが GUI の部品として使われています。

これらの部品は、次の図のように配置されていて、下側にあるものから順に、それぞれが自分自身の描画を行うことで、ウィンドウ全体の様子が描画される仕組みとなっています。



メモ

[1] ボタンやメニューなど

Swing　JFC には、Swing と呼ばれる GUI の部品群 (Toolkit) が含まれており、javax.swing というパッケージとして、次の表のような多く種類の GUI 部品のクラスが提供されています。

JFrame	タイトルバーなどを持つトップレベルのウィンドウ
JWindow	装飾のないトップレベルのウィンドウ
JDailog	ダイアログボックス用のウィンドウ
JComponent	以下の部品の (直接あるいは間接の) スーパークラス
JPanel	部品を配置するための台紙
JMenuBar	メニューバー
JToolBar	ツールバー
JLabel	アイコン付きの文字列
JButton	ボタン
JCheckBox	on/off を選択できるボタン
JRaidoButton	いくつかの選択肢から 1 つだけを選択できるボタン
JMenu	メニュー
JMenuItem	メニュー項目
⋮	⋮

カードゲーム向けクラスライブラリでは、これらの Swing のクラスの内、メニューバー関連のクラス群[2]は直接、他のクラスについては、そのサブクラスを作成して利用しています。

カードゲーム向けクラス ライブラリのクラス	そのスーパークラスとなっている Swing のクラス
GameFrame	JFrame
GamePanel	JPanel
Card	JComponent
Pile	JComponent

また、Deck クラスは Pile のサブクラスとして実現されています。

メモ

paintComponentメソッド　Swing の GUI 部品群は、トップレベルのウィンドウを除けば、すべて JComponent というクラスのサブクラスとして実現されています。JComponent はすべての部品の元となるクラスで、すべての部品に共通するインスタンス変数やンスタンスメソッドが宣言されています。その内の 1 つに

```
protected void paintComponent(java.awt.Graphics g)
```

[2] JMenuBar や JMenu、JMenuItem など

というインスタンスメソッドがあり、その部品を画面に描画しなければならない時に、自動的にこのメソッドが呼ばれるような仕組みとなっています。JComponent のサブクラスとして作成した部品では、このメソッドを再定義 (オーバーライド) することで、その部品独自の表示を行うことが可能となります。

メモ

2.2 グラフィックスコンテクスト (Graphics クラス)

GUI 部品が画面に現れたり、部品の内容が変更されて、その部品を画面に描画する (し直す) 必要が生じると、その部品の paintComponent メソッドが自動的に起動されますが、その際、引数として、java.awt.Graphics クラスのインスタンスが渡されます[3]。このクラスのオブジェクトは、画面に対して文字や図形、画像などの描画を行う機能を持っています。

Graphics クラスのインスタンスは、出力先 (画面やプリンタなど)、使用する座標系、描画の対象となる領域 (その部品が画面上で占める部分) や、図形を描く際に用いる色、文字を描く際のフォントなど、描画方法に関する情報を内部に記憶しています。このように、描画を行う方法を抽象化したものを、一般に、**グラフィックスコンテクスト** (graphics context) と呼びます。描画を行う際は、グラフィックスコンテクストを適切に設定した上で、そのグラフィックスコンテクストを使って直線、円 (楕円)、矩形、多角形、文字などの描画を行います。

Graphics クラスのインスタンスは次の表にあるようなインスタンスメソッドを持っています。グラフィックスコンテクストの設定を変更するメソッドと、実際に描画を行うメソッドの 2 種類が含まれていることに注意してください。この表に現れている Color、Font などのクラスは、すべて java.awt パッケージに属しています[4]。

Graphics クラス — 画面などへの描画機能を提供するグラフィックスコンテクスト

グラフィクスコンテクストの操作に関する主なインスタンスメソッド	
Graphics create()	自分自身 (グラフィックスコンテクスト) の複製を生成して戻す。
void translate(int x, int y)	新しい座標系の原点が現在の座標系の (x, y) の位置となるように座標系を平行移動する。

[3]実際には、Graphics のサブクラスである Graphics2D のさらにサブクラスのインスタンスが引数として渡されます。Graphics2D クラスのインスタンスは Graphics クラスよりも高度な描画機能を持っています。paintComponent の引数の型が Graphics と宣言されているのは Swing が登場する前に使用されていた AWT (Abstract Window Toolkit) との互換性を維持するためです。paintComponent に渡された引数は、キャスト演算子を用いて型変換し、Graphics2D クラスのオブジェクトとして用いることができます。

[4]これらのクラスや、Graphics、Graphics2D クラスの詳細については「Java Platform, Standard Edition 8 API 仕様」(https://docs.oracle.com/javase/jp/8/docs/api/) を参照してください。

`void setColor(Color c)`	描画に使用する色を `c` に変更する。
`Color getColor()`	描画に使用する色を戻す。
`void setFont(Font f)`	文字の描画に使用するフォントを `f` に変更する。
`Font getFont()`	文字の描画に使用するフォントを戻す。
描画処理に関する主なインスタンスメソッド	
`void drawString(String s, int x, int y)`	(`x`, `y`) を起点[5]として文字列 `s` を描く。
`void drawLine(int x1, int y1, int x2, int y2)`	(`x1`, `y1`) から (`x2`, `y2`) まで線分を描く。
`void drawRect(int x, int y, int w, int h)`	左上角が (`x`, `y`) で、幅 `w`、高さ `h` の矩形を描く。
`void drawRoundRect(int x, int y, int w, int h, int aw, int ah)`	左上角が (`x`, `y`) で、幅 `w`、高さ `h` の角の丸い矩形を描く。四隅の弧の横方向の直径が `aw`、縦方向の直径が `aw` となる。
`void drawOval(int x, int y, int w, int h)`	左上角が (`x`, `y`) で、幅 `w`、高さ `h` の矩形に内接する楕円を描く。
`void drawArc(int x, int y, int w, int h, int s, int e)`	左上角が (`x`, `y`) で、幅 `w`、高さ `h` の矩形に内接する楕円弧の角度 `s`° から `e`° の部分を描く。角度は、x 軸の正の向きを 0°とした反時計回りで、矩形の各頂点に向かう角度が 45°、135°、225°、315°となるように補正される。
`void drawPolyline(int[] x, int[] y, int n)`	(`x[0]`, `y[0]`)、(`x[1]`, `y[1]`)、…、(`x[n-1]`, `y[n-1]`) を結ぶ折れ線を描く。
`void drawPolygon(int[] x, int[] y, int n)`	(`x[0]`, `y[0]`)、(`x[1]`, `y[1]`)、…、(`x[n-1]`, `y[n-1]`) を頂点とする多角形を描く。
`void clearRect(int x, int y, int w, int h)`	左上角が (`x`, `y`) で、幅 `w`、高さ `h` の矩形の領域をその部品の背景色[6]で塗り潰す。
`void fillRect(int x, int y, int w, int h)`	`drawRect` の描く矩形の内部を塗り潰す。
`void fillRoundRect(int x, int y, int w, int h, int aw, int ah)`	`drawRoundRect` の描く矩形の内部を塗り潰す。
`void fillOval(int x, int y, int w, int h)`	`drawOval` の描く楕円の内部を塗り潰す。
`void fillArc(int x, int y, int w, int h, int s, int e)`	`drawArc` の描く楕円弧の内側 (扇形) を塗り潰す。
`void fillPolygon(int[] x, int[] y, int n)`	`drawPolygon` の描く多角形の内部を塗り潰す。

メモ

[5]日本語の文字の場合は、先頭文字の左下隅が (`x`, `y`) の位置となります。英文字の場合は、ベースラインの左端 (大文字の左下隅の位置) が (`x`, `y`) となります。

[6] 部品の背景色は、`JComponent` のインスタンスメソッド `void setBackground(Color c)` で設定できます。

2.3 図形や文字の描画

次のプログラムでは、Card のサブクラスとして MyCard クラスを宣言し、そこで paintComponent を再定義することによって、カードの裏面に龍谷大学の古いロゴマークと「龍谷大学」という文字列を描くようにしています。

MyCard.java

```
 1 import java.awt.*;
 2 import jp.ac.ryukoku.math.cards.*;
 3
 4 class MyCard extends Card {
 5     static Color[] logoColors = {
 6         new Color(150, 0, 150),     // 紫色
 7         new Color(0, 150, 0),       // 深緑色
 8         new Color(0, 120, 200)      // 空色
 9     };
10     static int[][] logoXs = {
11         {13, 13, 26, 26}, {43, 43, 56, 56}, {27, 57, 73, 42}
12     };
13     static int[][] logoYs = {
14         {37, 87, 87, 50}, {17, 50, 50, 17}, {50, 87, 87, 50}
15     };
16
17     MyCard() { super(); }
18     MyCard(int no) { super(no); }
19     MyCard(Suit s, Rank r) { super(s, r); }
20
21     protected void paintComponent(Graphics g) {
22         if (isShowingFace()) {
23             /* 表の面の描画はスーパークラスのまま */
24             super.paintComponent(g);
25             return;
26         }
27         /* 背面の描画を行う */
28         g.setColor(new Color(255, 255, 255));   // 白色
29         g.fillRoundRect(0, 0, 80, 120, 7, 7);   // 角の丸い矩形
30         g.setColor(new Color(200, 200, 200));   // 明るい灰色
31         g.fillRoundRect(3, 3, 74, 114, 7, 7);   // 角の丸い矩形
32         for (int i = 0; i < logoColors.length; i++) {
33             /* ロゴマークの3つの四角形を塗り潰す */
34             g.setColor(logoColors[i]);
35             g.fillPolygon(logoXs[i], logoYs[i], logoXs[i].length);
36         }
37         g.setColor(Color.BLACK);                // 黒色
38         g.drawString("龍谷大学", 17, 108);      // 文字列
39     }
40 }
```

MyCard クラスの paintComponent では、カードが裏向きになっている場合のみ、独自の描画を行っています[7]。カードが表向きの場合は、super.paintComponent(g); を実行して、スーパークラスである Card の同じメソッドを起動することで、これまで通りにカードの表の面を描画しています。

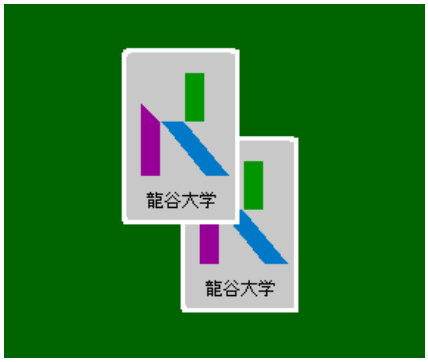
次のプログラム G201.java では、この MyCard クラスのインスタンスを 2 つ生成し、ゲーム盤

[7] Card クラスのインスタンスメソッド isShowingFace は、現在、カードの表が描画されようとしている場合にのみ true を返します。

に追加していますが、このとき、MyCard クラスの paintComponent が起動されて、下の図のように 2 枚のカードが表示されます。

G201.java

```
1 import jp.ac.ryukoku.math.cards.*;
2
3 class G201 {
4     public static void main(String[] args) {
5         GameFrame f = new GameFrame();
6         f.add(new MyCard(Suit.HEARTS, Rank.KING), 400, 300);
7         f.add(new MyCard());
8     }
9 }
```



部品を描画する際の座標系　drawPolygon や drawString などのメソッドでは、描きたい多角形の頂点の座標や、文字列の起点の座標を引数に指定していますが、paintComponent に引数として渡されるグラフィックスコンテクスト (Graphics のインスタンス) では、その部品の左上角を原点として、右方向に x 軸、下方向に y 軸をとった座標系が設定されています。この座標系の長さの単位は、出力先となっている画面の画素 (ピクセル) です。また、このグラフィックスコンテクストで描画を行うことができるのは、その部品が占めている領域内だけで、その外部に対して描画を行うことはできません。

グラフィックスコンテクストに設定されている座標系は、translate メソッドなどを使って変更することもできます。ただし、座標系を変更してしまうと、それ以降の描画は新しい座標系に基づいて行われますので注意が必要です。一部分の描画だけ特定の座標系で行いたい場合は、create メソッドを使ってグラフィックスコンテクストの複製を生成し、その複製の座標系を変更して描画に用いることもできます。

メモ

2.4 色の表現 (Color クラス)

JFC では、描画に用いる色を java.awt.Color クラスのインスタンスで表現します。MyCard クラスでも、new Color(150, 0, 150) というインスタンス生成式や、Color.BLACK というクラス変数に代入されている値で、このクラスのオブジェクトを利用していました。Color クラスでは、次のようなコンストラクタやメソッドなどが提供されています。Color クラスのインスタンスは、一旦生成されると、その表現している色を変えることのできない不変な (immutable) オブジェクトとなります。

Color クラス — 色を表現する

主なコンストラクタ	
Color(int r, int g, int b)	光の 3 原色 (赤、緑、青) の各成分の値を 0 から 255 までの整数値で表したとき、(r, g, b) となる色。
Color(int r, int g, int b, int a)	光の 3 原色 (赤、緑、青) の各成分とアルファ成分 (不透明度) の値を 0 から 255 までの整数値で表したとき、(r, g, b, a) となる色。
Color(float r, float g, float b)	光の 3 原色 (赤、緑、青) の各成分の値を 0.0 から 1.0 までの実数値で表したとき、(r, g, b) となる色。
Color(float r, float g, float b, float a)	光の 3 原色 (赤、緑、青) の各成分とアルファ成分 (不透明度) の値を光の 3 原色 (赤、緑、青) の各成分の値を 0.0 から 1.0 までの実数値で表したとき、(r, g, b, a) となる色。
主なクラス変数	
static final Color BLACK	黒
static final Color DRAK_GRAY	ダークグレー
static final Color GRAY	灰色
static final Color LIGHT_GRAY	ライトグレー
static final Color WHITE	白
static final Color RED	赤
static final Color GREEN	緑
static final Color BLUE	青
static final Color YELLOW	黄
static final Color CYAN	シアン
static final Color MGENTA	マゼンタ
static final Color PINK	ピンク
static final Color ORANGE	オレンジ
主なクラスメソッド	
static Color getHSBColor (float h, float s, float b)	色相、彩度、明度を、それぞれ 0.0 から 1.0 までの実数値で表したとき、(h, s, b) となる色を生成して戻す。
主なインスタンスメソッド	
Color brighter()	この色をより明るくした色を戻す。
Color darker()	この色をより暗くした色を戻す。
int getRed()	この色の赤成分を 0 から 255 までの整数値で戻す。
int getGreen()	この色の緑成分を 0 から 255 までの整数値で戻す。
int getBlue()	この色の青成分を 0 から 255 までの整数値で戻す。
int getAlpha()	この色のアルファ成分 (不透明度) を 0 から 255 までの整数値で戻す。

Color クラスのインスタンスで特定の色を表す最も基本的な方法は、光の 3 原色である RGB (赤、緑、青) の各成分の強さ (r, g, b) を引数として、Color クラスのコンストラクタを呼び出すことです。3 つの引数には、光の 3 原色の各成分の強さを指定しますが、int 型で指定する場合は 0 から 255 までの整数で、float 型で指定するときは、0.0 から 1.0 までの実数値で指定します。たとえば、new Color(0, 0, 0) や new Color(0.0f, 0.0f, 0.0f) で黒色を、new Color(255, 255, 0) や new Color(1.0f, 1.0f, 0.0f) で黄色を表すオブジェクトを生成できます。また、表にあるように、よく使われる色については、あらかじめクラス変数にその色を表すインスタンスが代入されていますので、その値を使用することもできます。

メモ

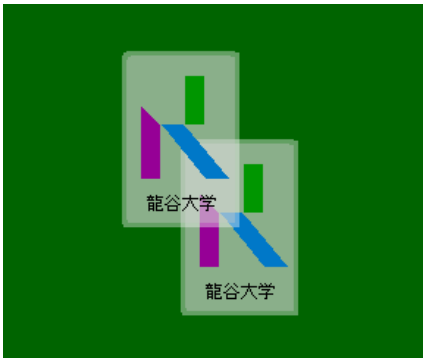
アルファ値　Color クラスのインスタンスは、透明度を持った色を表現することもできます。new Color(255, 255, 0) のように、RGB (赤、緑、青の各成分) の値だけを指定して生成した色は全く透明度を持たない色となり、描画先の画素は描画色で置き換えられて、下地の色 (その画素の元の色) は全く見えなくなってしまいます。これに対して、透明度を持った色で描画を行うと、画素の色は、元の色と描画色との中間の色となります。

描画色が、画素の色を置き換える割合のことを、**アルファ値**と呼びます。通常、アルファ値は、0.0 から 1.0 までの数値をとり、この値を α で表すと、描画先の画素の (各成分の) 値は

$$\text{その画素の新しい値} = \alpha \times \text{描画色の値} + (1 - \alpha) \times \text{その画素の元の値}$$

のようになります。アルファ値が 1.0 であれば (透明度は 0 で) 描画先の画素値は完全に上書きされてしまいます。また、0.0 であれば (完全に透明で) その色の RGB の各成分の値にかかわらず、描画先の画素値は変更されません。アルファ値は、0 から 255 までなど、ある範囲の整数値で表すこともあります[8]。

透明度を持った Color クラスのインスタンスを生成したい場合は、1.0 未満 (int 型の場合は 255 未満) のアルファ値を第 4 引数に指定してコンストラクタを呼び出します。たとえば、MyCard.java の 28 行目と 30 行目を、それぞれ




```
// 透明度を持った白
g.setColor(new Color(255, 255, 255, 100));
```

と

```
// 透明度を持った明るい灰色
g.setColor(new Color(200, 200, 200, 100));
```

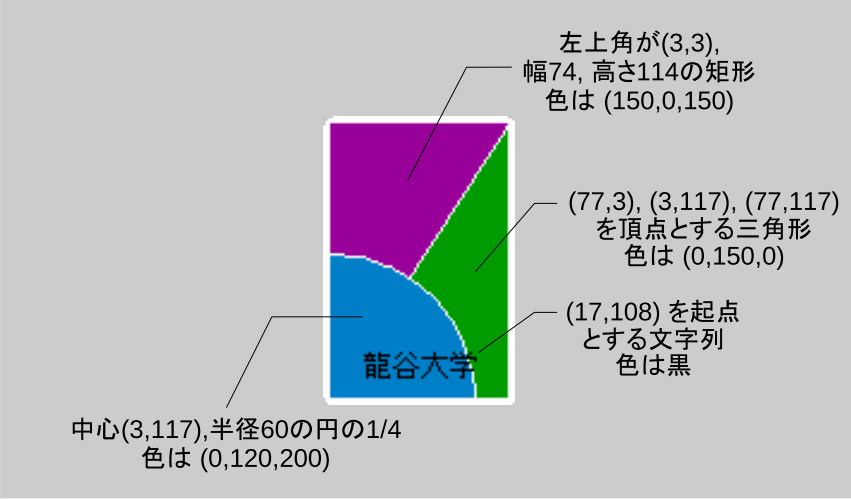
[8]その場合は、とりうる最大の値を 1.0 に換算します。

のように変更すると、カードの背面は右上の図のよう描かれ、ゲーム盤や下になっているカードが一部透けて見えるようになります。

メモ

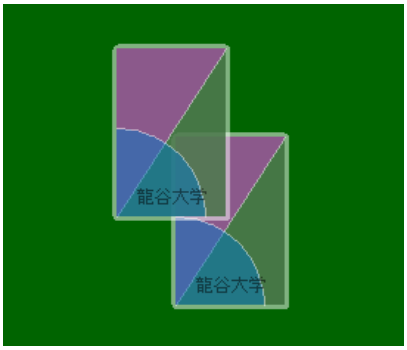
2.5 演習問題

1. Card のサブクラス G204Card を宣言した G204Card.java というソースファイルを作成し、このクラスの paintComponent メソッドを再定義して、カードの背面を次の図のように描くようなメソッドとしなさい。



MyCard.java と同様に、まず、角が 7 ピクセル分だけ丸くなった、幅 80、高さ 120 の白い矩形が描かれ、これがカードの全体となります。その中に紫色の矩形が描かれ、その上に深緑色の三角形が、さらにその上に水色の扇形が描かれています。カードの縁や 3 つの部分の境界の色は白です。線がかすれないようにするために、白い斜線は深緑色の三角形を塗り潰した後に、白い円弧は水色の扇形を塗り潰した後に描くようにしてください。

2. G205Card.java というソースファイルに Card のサブクラス G205Card を宣言し、paintComponent メソッドを再定義して、カードの背面を描く際に使用する色を、すべて半透明 (不透明度 50%) として、G204Card と同じ図形を描くようにしなさい。例えば、次の G202.java を実行すると、右の図のようにカードの背面が描かれます。



G202.java

```
 1 import jp.ac.ryukoku.math.cards.*;
 2
 3 class G202 {
 4     public static void main(String[] args) {
 5         GameFrame f = new GameFrame();
 6         f.add(new G205Card(Suit.HEARTS, Rank.KING), 400, 300);
 7         f.add(new G205Card());
 8     }
 9 }
```

3. Deck クラスには

```
protected Card makeCard(int no) {
    return new Card(no);
}
```

というインスタンスメソッドの宣言が含まれており、デッキを構成するカードは、このメソッドを起動して生成しています。Deck クラスのサブクラスとして、MyDeck クラスを宣言し、そこで makeCard メソッドを再定義することで、MyCard のインスタンスから構成されるデッキを作成できるようにしなさい。MyDeck クラスは MyDeck.java というソースファイルに宣言し、次の 2 つのコンストラクタを提供するようにしなさい。

MyDeck クラス — MyCard で構成されるデッキ

コンストラクタ	
MyDeck()	ジョーカーを含まないデッキ
MyDeck(int n)	ジョーカーを n 枚含むデッキ (n = 0, 1, 2)

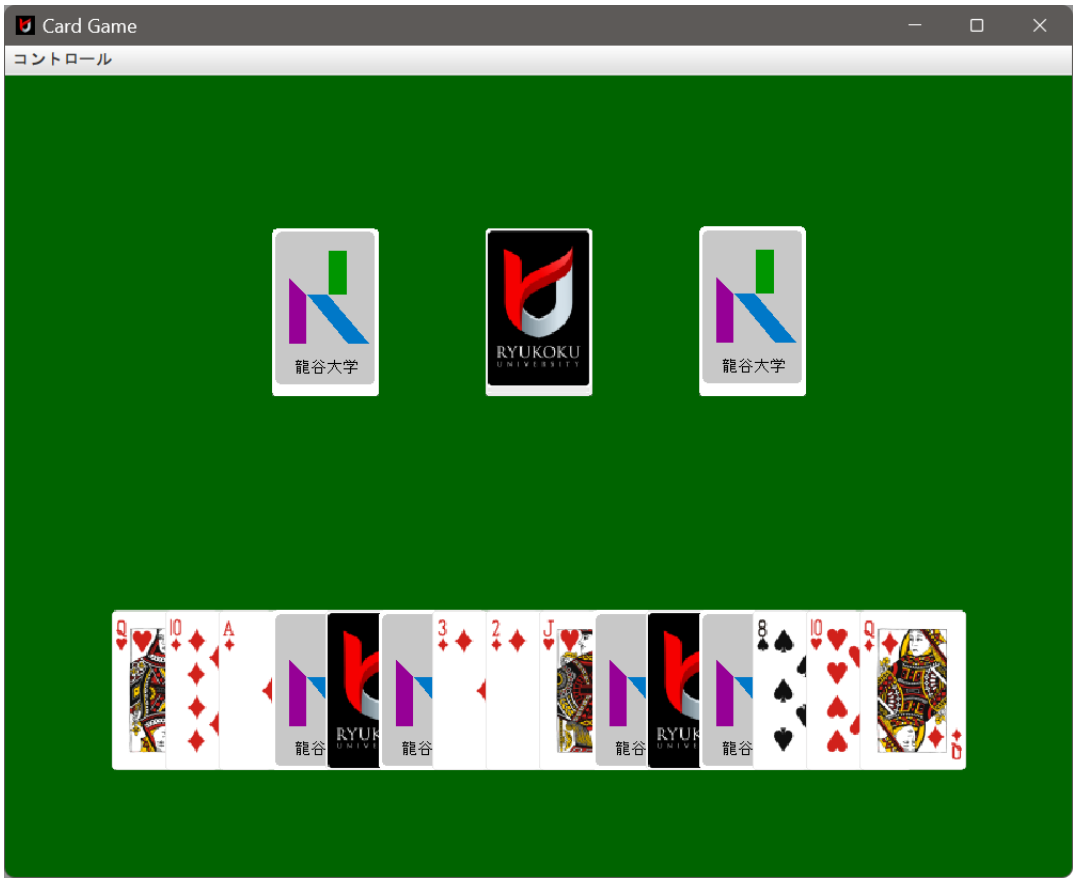
MyDeck.java が完成したら、次のプログラム G203.java で正しく動作するかどうかをテストしてください。

G203.java

```
 1 import jp.ac.ryukoku.math.cards.*;
 2
 3 class G203 {
 4     public static void main(String[] args) {
 5         GameFrame f = new GameFrame();
 6         Deck[] decks
 7             = { new MyDeck(), new Deck(), new MyDeck(1) };
 8         int x = 200;
 9         for (Deck d : decks) {
10             f.add(d, x, 120);
11             d.shuffle();
12             x += 160;
13         }
14         x = 80;
15         for (int i = 0; i < 5; i++) {
16             for (Deck d : decks) {
17                 Card c = d.pickUp();
18                 c.moveTo(x, 400);
19                 if (i % 2 == 0) {
20                     c.flip();
21                 }
22                 x += 40;
23             }
```

```
24          }
25      }
26 }
```

G203.java を実行すると、最終的には次の図のような状態になります。



グラフィックス及び演習・第 2 回・終わり

2.6 付録: Font クラス

Graphics クラスやそのサブクラスである Graphics2D クラスの drawString メソッドで用いられる文字の書体や大きさは、

```
void setFont(Font f)
```

というインスタンスメソッドに java.awt.Font クラスのインスタンスを渡して設定することができます。Font クラスは文字の書体 (フォント) を表すオブジェクトのクラスで、次のようなコンストラクタでインスタンスを生成することができます。

```
Font(String name, int style, int size)
```

このコンストラクタを起動すると、フォント名が name、スタイルが style、大きさが size ポイントのフォントを表すインスタンスが生成されます。1 ポイントは 1/72 inch[9]ですが、出力先がディスプレイの場合は、通常、1 ピクセルを 1 ポイントとして扱うように設定されています。

フォント名 引数 name には、"Courier New" などのフォントの名称を文字列で指定しますが、Java の実行環境によって使用できるフォントは様々なので注意が必要です[10]。使用できるフォントが分からない場合は、Font クラスの以下のクラス変数の値を使用して、論理フォントと呼ばれる、Java の実行環境にあらかじめ設定されているフォントを使用することもできます。

SERIF	明朝体のように、一画一画の端に小さな飾り (serif) のあるフォント
SANS_SERIF	ゴシック体のように、一画一画の端に小さな飾り (serif) のないフォント
MONOSPACED	等幅のフォント
DIALOG	ダイアログ向けのフォント
DIALOG_INPUT	ダイアログの入力向けのフォント

スタイル 引数 style には、Font クラスのクラス変数として定義された定数を指定します[11]。

PLAIN	標準体
BOLD	太字体
ITALIC	斜体

new Font(Font.DIALOG, Font.BOLD | Font.ITALIC, 32) のように、BOLD と ITALIC を | (ビット毎の論理和) 演算子で組み合わせることもできます。

---

[9] 1 inch は 25.4 mm です。

[10] 使用できるフォントは、GraphicsEnvironment クラスのクラスメソッド

```
static GraphicsEnvironment getLocalGraphicsEnvironment()
```

で返されるオブジェクトに対して、インスタンスメソッド

```
Font[] getAllFonts()
```

を起動して取得することができます。

[11] Java の実行環境によっては、異なるスタイルを指定しても書体に変化が現れないこともありますので注意が必要です。