第8章　CG 入門

【学習内容とねらい】

本章では、Java 言語を用いた CG（コンピュータグラフィックス）の描き方を学習します。Java 言語では、Graphics クラスに CG 作成に必要なメソッドが用意されており、それらを利用するだけで簡単に CG を作成することができます。その、”簡単に CG を描ける”という体験を（課題プログラムの作成を通じて）してもらう、ということが本章のねらいです。ですから、少し突っ込んだ CG の理論に関する内容には触れていません。それらについては、３年次に開講される、「CG プログラミング論」に譲ります（CG プログラミング論を履修する人は、この第８章の理解が必要になります)。

以上のような理由で、本章で扱う題材は基本的なものに限定しています。少し物足りないと思った人は、ぜひ、市販のテキスト等でより本格的な知識・技術を身につけてください。Java 言語を用いてかなり本格的な CG あるいは CG アニメーションを作成できる事に気づくはずです。少し努力すれば、皆をあっと驚かせる CG を作成することができますよ。

それでは、前置きはこの位にしてさっそく学習に取りかかりましょう。ともかく本章では、自分のプログラムで CG を描く楽しさを味わって下さい。

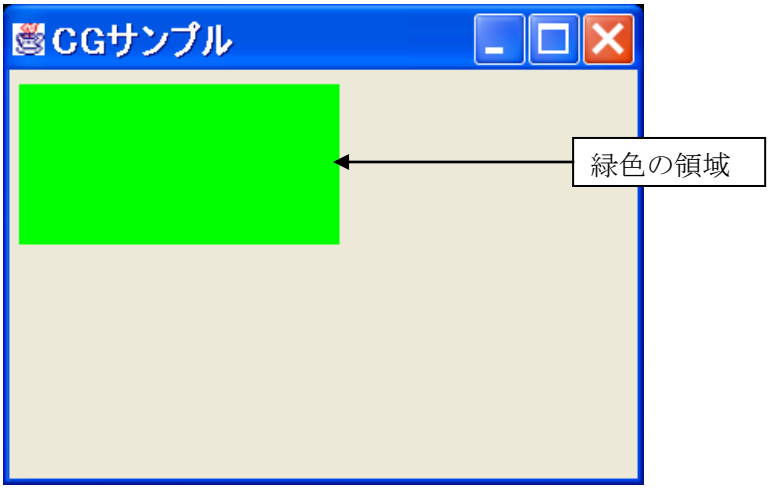
＜本章の構成＞

８－１　CG の描き方①－標準的な方法（paint メソッドを使用）
８－２　CG の描き方②－getGraphics()メソッドを用いる方法
８－３　定型図形の描画
８－４　任意の多角形の描画
８－５　点画の描画
８－６　画像ファイルの読み込みと表示
８－７　描画処理の改良－再描画処理

8-1 CG の描き方①－標準的な方法（paint メソッドを使用）

【応用課題 8-1-A】

まず手始めに、次のような CG を描いてみましょう。それは、実行すると、次のようにフレームの左上の矩形領域が緑色に塗られるというプログラムです。



市販のテキスト等で説明されている最も標準的な CG 作成方法は、コンポーネントに備わっている **paint** メソッド（内）に、CG 作成処理を記述することです。paint メソッドは主立ったコンポーネントに用意されており、そのコンポーネントが生成された瞬間に実行されます。ですから、paint メソッドを用いると、プログラム実行と同時に（そこに記述された処理が）実行されるようになっています。また、別の Windows が重なり、一部分（あるいは全部）が隠れてしまった後に、再描画する際にも自動的に呼び出されます。

では、いつも通りアプリケーションを新規作成し、ワークベンチのエディターを開いて下さい。そこに、次ページのように paint メソッドを書き加えて下さい。枠内が新たに記述した部分です。場所は、どこでも良いのですが、次ページでは NewJFrame クラスのコンストラクタの下に記述しています。

さて、プログラムの解説に進む前に、少し paint メソッドについて補足しておきましょう。今定義している NewJFrame クラスは JFrame クラスを継承して作られたものです。そして JFrame クラスには paint メソッドが定義されており、その処理内容は、フレーム全体を background カラーで塗りつぶすというものです。そこで、それ以外の描画処理が必要になったときには、次ページのように、paint メソッドを書き換えるのです。すると、今度は書き直された paint メソッドが有効になります。7-4 節で説明したように、継承したサブクラスで（スーパークラスの）メソッドの内容を書き換えることをメソッドの**オーバーライド**（書き換え）と言います。以上を念頭に置いて、プログラムの作成に進んで下さい。

```
public class NewJFrame extends javax.swing.JFrame {
   ・・・
    public static void main(String[] args) {
        ・・・
    }
    public NewJFrame() {
        ・・・
    }
    public void paint(Graphics g){
      super.paint(g);
      g.setColor(Color.green);
      g.fillRect(10,50,200,100);
    }
   ・・・
```

新たに挿入した部分

＜解説＞

① paint メソッドの引数は Graphics クラスの変数（オブジェクト）です。上の例では g と言う名前にしています。これで、対象とするコンポーネント（今の場合フレーム）の Graphics オブジェクトを取得できます。

② なお、Graphics クラスは予めインポートされていないので、記述途中で赤線のエラー表示が出ると思います。しかし、g.setColor()を記述した段階で自動的に次のインポート文が発行（記述）されエラーは消えます。

```
import java.awt.Graphics;
```

しかし、Color クラスについては、これまで同様、Ctrl+Shift+O キーを押して、次のインポート文を発行させる必要があります（もちろん、自分で直接記述しても結構です）。

```
import java.awt.Color;
```

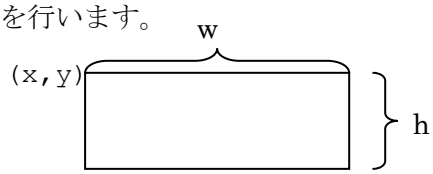
Color クラスについては、以降の節で同様に使用します。適宜、インポート文の追加を行ってください。

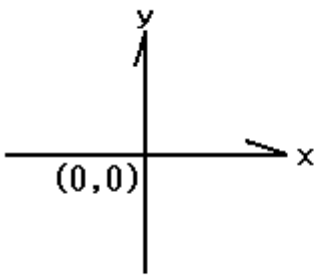
③ super.paint(g)は、スーパークラス（今の場合JFrame）のpaintメソッドを呼び出すことを意味しています。今の場合、フレームを描画する操作はスーパークラスの処理そのものですので、必ずこれを記述する必要があります。その上で、以下に新たな描画処理を記述する、という流れになります。

④ setColor()メソッドは、Graphics クラスに用意されているメソッドで、CG を作成する際の色を指定します。今の場合、緑色です。Color オブジェクトについては、第３章（p.63）でも説明しました。

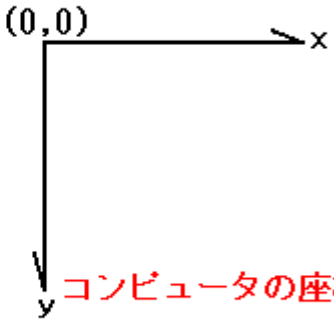
⑤ fillRect(x,y,w,h)メソッドは、点（x,y）を左上頂点とし、横幅 w、縦の高さ h の四角形を描き、その内部を指定色で塗りつぶす処理を行います。

座標の取り方については、下を参照して下さい。





一般的な座標



コンピュータの座標

CG の世界では、左上を原点(0,0,)とし、y 座標が下向きに伸びていることに注意して下さい。

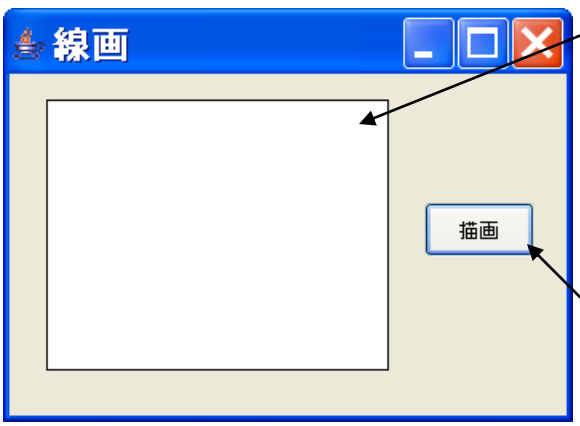
作成したら、プログラムを実行し動作を確認して下さい。

8-2 CG の描き方②－getGraphics()メソッドを用いる方法

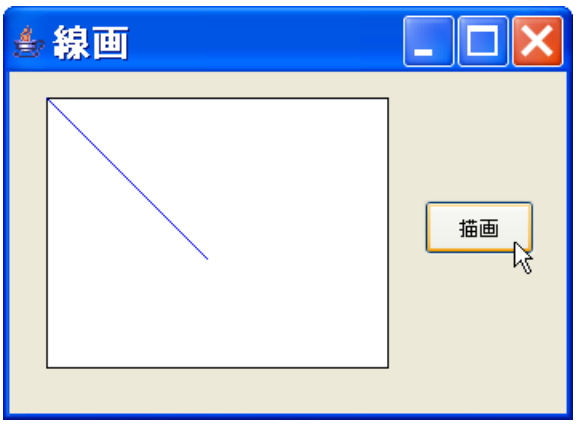
前節の paint メソッドを用いる方法は簡単なのですが、プログラムの実行と同時に描画されてしまいます。そこで、例えばボタンを押したときに CG 描画を開始させたい場合など、CG 作成の動作制御を行う際には少し不便です。そこで、以下では、対象とするコンポーネントの Graphics オブジェクトを直接取得する **getGraphics()** メソッドを用いる方法を用いることにします。

【応用課題 8-2-A】

次のようなプログラムを作りましょう。



プログラムを起動すると、次の画面が表れる。



［描画］ボタンをクリックすると、左のように直線を青色で描画する。

なお、パネルコンポーネントの background プロパティは白色にして下さい。

この［描画］ボタンのイベントハンドラは次のようになります。

```
private void jButtonDrawActionPerformed(ActionEvent evt) {
  Graphics g=jPanel1.getGraphics(); //Graphics オブジェクトの取得  ①
  g.setColor(Color.blue);      ②
  g.drawLine(0,0,100,100);     ③
  g.dispose(); //Graphics オブジェクトの解放    ④
}
```

＜解説＞

① コンポーネントの Graphics オブジェクトを取得するには、getGraphics()メソッドを用います。１行目では、パネルコンポーネントの Graphics オブジェクトを、Graphics 型変数（オブジェクト）g に初期値として与えています。

② ２行目で使用する色を青色にしています。

③ ３行目の drawLine(x1,x2,y1,y2)は、２点(x1,y1)－(x2,y2)を結ぶ直線を描くメソッドです。

④ dispose とは「処分する」という意味ですが、今の場合 Graphics オブジェクト g をメモリから解放（消去）することを意味します。①の様に getGraphics()メソッドを用いて独自に Graphics オブジェクトを取得した場合、使用後（描画後）その Graphics オブジェクトを廃棄（メモリから解放）することが推奨されています。

補足　小さなプログラムの場合、④を行わなくても実際上の支障はありませんが、コンピュータのメモリ容量は限られているので④を記述した方が無難です。なお、8-1 節で説明した paint メソッドの引数 g については、Java 実行環境が管理しているので、dispose メソッドで解放してはいけません。

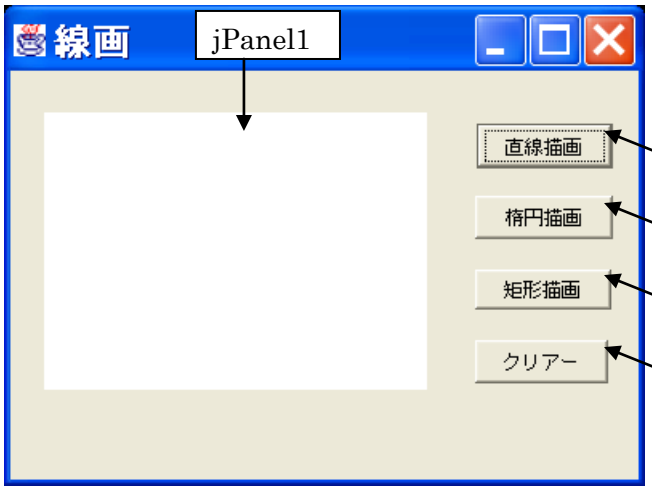
※ 今の場合、Graphics オブジェクト g が（フレームではなく）パネルコンポーネントのオブジェクトなので、CG 作成をパネル上で行っていることに注意して下さい。このように getGraphics()メソッドを用いれば、ボタンやラベルの上など、様々なコンポーネントの Graphics オブジェクトを取得でき、したがって当該コンポーネント上での CG 作成を容易に行えます。

8-3　定型図形の描画

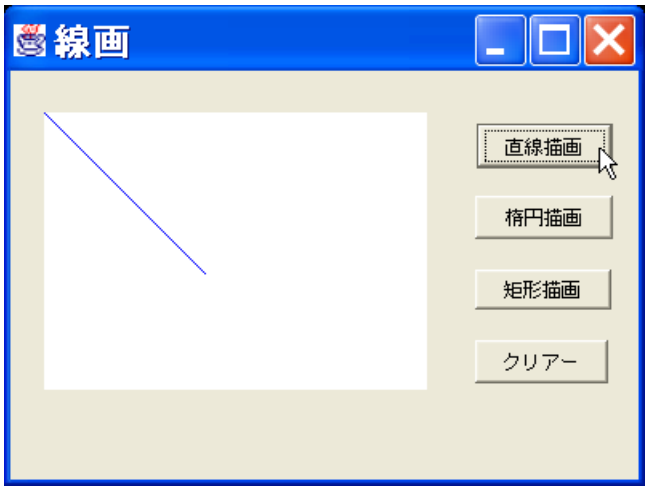
矩形（長方形や正方形）や円（楕円）については、それらを描画するメソッドが Java 言語には備わっています。その使い方を本節で練習しましょう。

【練習課題】

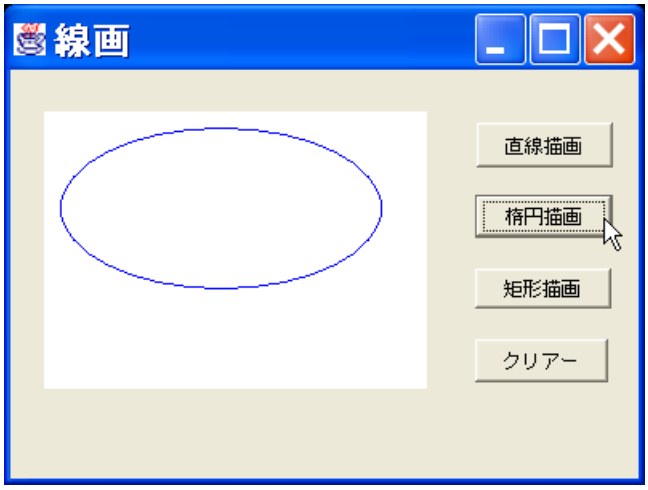
次のようなプログラムを作成しましょう。



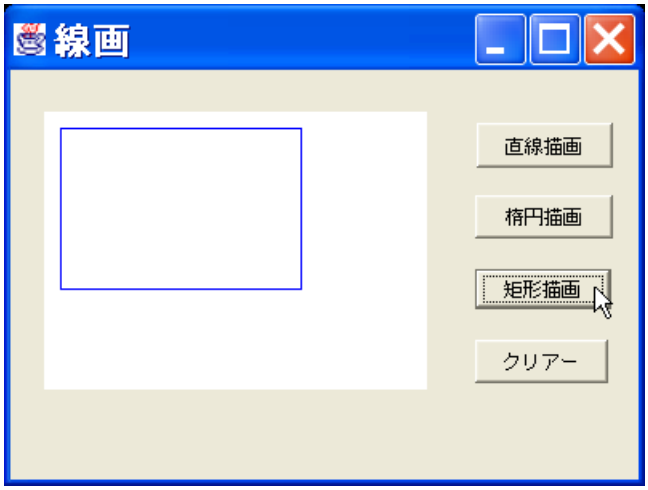
起動すると次のような画面が現れる。



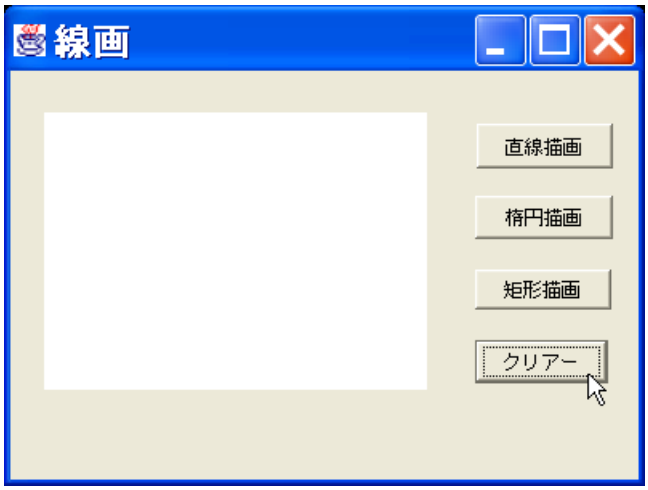
［直線描画］ボタンをクリックすると直線を描く。



［楕円描画］ボタンをクリックすると楕円を描く。



［矩形描画］ボタンをクリックすると、四角形を描く。



［クリアー］ボタンをクリックすると、全ての画像を消去する。

各ボタンのイベントハンドラは次の通りです。これを眺めれば意味は大体分かると思います。正確な意味はプログラムの後にある＜解説＞で確認して下さい。

＜[直線描画]ボタン＞

```
private void jButtonLineActionPerformed(ActionEvent evt) {
  Graphics g=jPanel1.getGraphics();
  g.setColor(Color.blue);
  g.drawLine(0,0,100,100);
  g.dispose();
}
```

＜[楕円描画]ボタン＞

```
private void jButtonOvalActionPerformed(ActionEvent evt) {
  Graphics g=jPanel1.getGraphics();
  g.setColor(Color.blue);
  g.drawOval(10,10,200,100);    ①
  g.dispose();
}
```

＜[矩形描画]ボタン＞

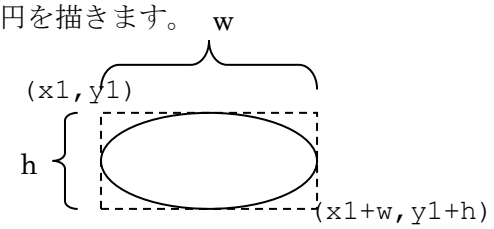
```
private void jButtonRectActionPerformed(ActionEvent evt) {
  Graphics g=jPanel1.getGraphics();
  g.setColor(Color.blue);
  g.drawRect(10,10,150,100);    ②
   g.dispose();
}
```

＜[クリアー]ボタン＞　⑤

```
private void jButtonClearActionPerformed(ActionEvent evt) {
  int XMax=jPanel1.getWidth(); //パネルの幅の取得      ③
  int YMax=jPanel1.getHeight(); //パネルの高さの取得    ④
  Graphics g=jPanel1.getGraphics();
  g.setColor(Color.white);
  g.fillRect(0,0,XMax,YMax); //領域内を指定色で塗りつぶす
  g.dispose();
}
```

＜解説＞

① drawOval(x1,y1,w,h)は下のように、(x1,y1)を左上隅として、幅 w、高さ h の四角形に内接する楕円を描きます。



② drawRect(x1,y1,w,h)メソッドは、左上の頂点を(x1,y1)とし、幅w、高さhの四角形を描きます。

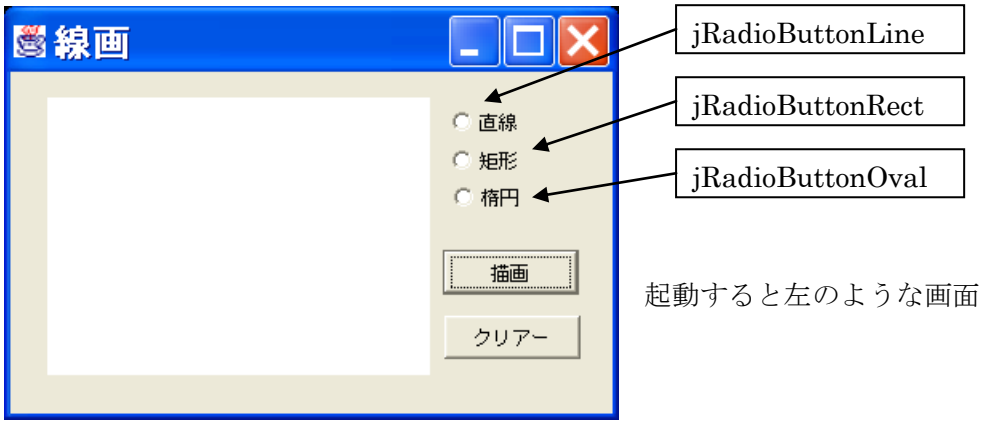
③ getWidth()メソッドは、対象とするオブジェクト（今の場合パネルコンポーネント）の横幅の値を与えます。

④ getHeight()メソッドは、対象とするオブジェクト（今の場合パネルコンポーネント）の（縦方向の）高さを与えます。

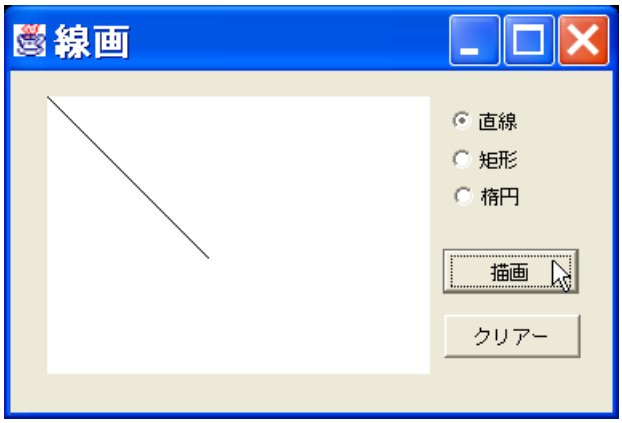
⑤ ［クリアー］ボタンのイベントハンドラの処理内容は、パネル領域を白色で塗りつぶすということです。上の例から分かる通り、「draw･･･」メソッドを「fill･･･」に変えると図形内の色を塗りつぶす処理を行います。

【応用課題 8-3-A】

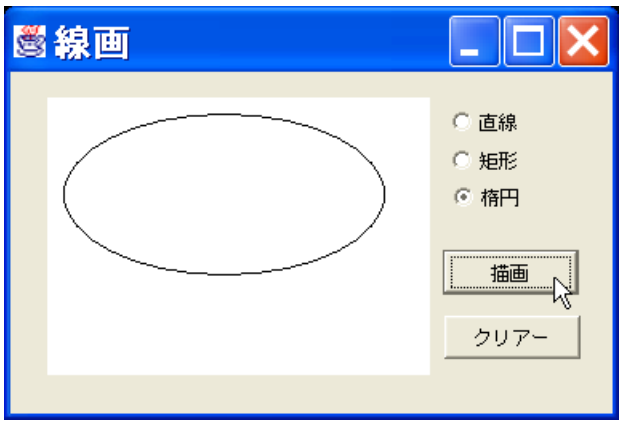
上の【練習課題】のプログラムを改良して、次のようなプログラムを作成しましょう。作成に当たっては次ページの指示に従って下さい。



起動すると左のような画面が現れます。



「直線」欄をクリックして［描画］ボタンをクリックすると、直線を描きます。



「楕円」欄をチェックして［描画］ボタンをクリックすると、楕円を描きます。矩形についても同様です。
また、［クリアー］ボタンをクリックすると図形を消去します。

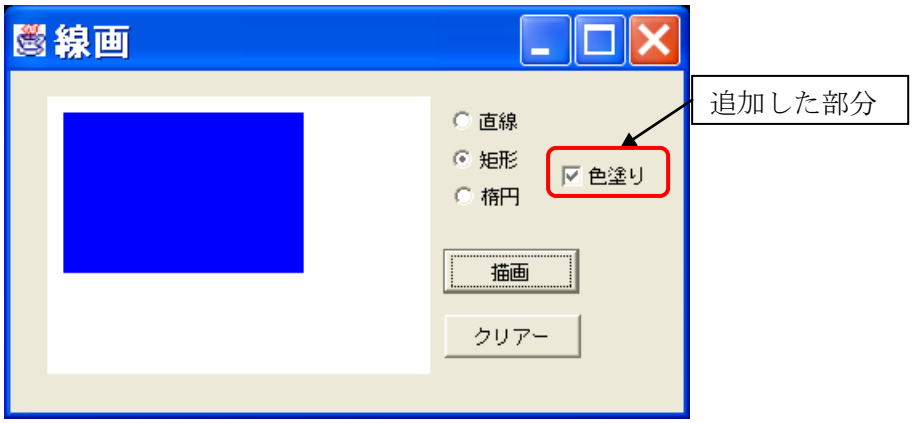
［描画］ボタンのイベントハンドラを次のように記述しました。

```
private void jButtonDrawActionPerformed(ActionEvent evt) {
  Graphics g=jPanel1.getGraphics();
  if(jRadioButtonLine.isSelected()) {
    LineDraw(g);  //線を描くメソッドを呼び出す
  }
  else if(jRadioButtonRect.isSelected()) {
    RectDraw(g);  //四角形を描くメソッドを呼び出す
  }
  else {
    OvalDraw(g);  //楕円を描くメソッドを呼び出す
  }
  g.dispose();
}
```

上で示した処理を実現するよう、メソッドLineDraw(g)、RectDraw(g)、OvalDraw(g)を定義して下さい。矩形や楕円の大きさは、【練習課題】の通りで結構です。

【応用課題 8-3-B】

【応用課題 8-3-A】のプログラムに、次のように（図形内の）色を塗りつぶす選択欄を付け加えて下さい。例えば、「矩形」および「色塗り」欄をチェックして［描画］ボタンをクリックすると、色が塗りつぶされた四角形が描画されます。



※　直線に関しては、色塗り欄は無効なので（チェックの有無は関係ないので）、以前のプログラムから変更はありません。

【応用課題 8-3-C】

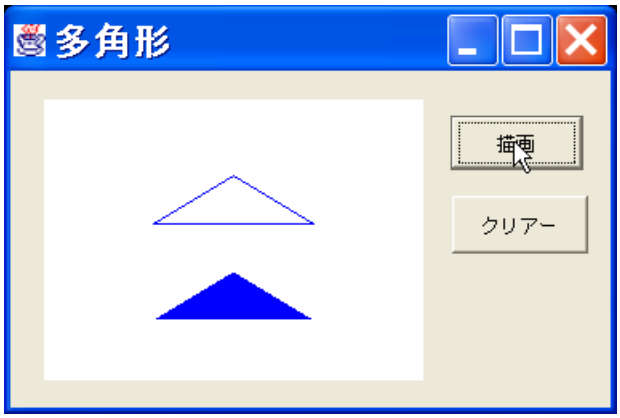
次のような、市松模様（隣り合う四角形領域の色が異なる模様）を描くプログラムを作成して下さい。下の例では、白色と赤色で塗り分けています。

8-4 任意の多角形の描画

本節では、任意の多角形を描く drawPolygon メソッドの用い方を学習しましょう。

【練習課題】

次のように、三角形を描くプログラムを考えましょう。



プログラムを起動し、［描画］ボタンをクリックすると、二つの三角形（下方は内部の色を塗りつぶしている）を描く。

このときの［描画］ボタンクリック時のイベントハンドラは、次のようになります。

```
private void jButtonDrawActionPerformed(ActionEvent evt) {
  Graphics g=jPanel1.getGraphics();
  int xc=jPanel1.getWidth()/2;  //パネルのｘ座標の中点を求める
  int yc=jPanel1.getHeight()/2; //パネルのｙ座標の中点を求める
  int[] x=new int[3];  //大きさ３の配列ｘの宣言
  int[] y=new int[3];  //大きさ３の配列ｙの宣言
  x[0]=xc-50; x[1]=xc; x[2]=xc+50; //三角形の３点のｘ座標を配列に入れる
  y[0]=yc-10; y[1]=yc-40; y[2]=yc-10; //同じく３点のｙ座標を配列に入れる
  g.setColor(Color.blue); //描画色を青色に指定
  g.drawPolygon(x,y,3);  //多角形（今の場合三角形）の描画
  y[0]=yc+50; y[1]=yc+20; y[2]=yc+50;  //ｙ座標の更新（下に 60 だけずらす）
  g.fillPolygon(x,y,3);  //多角形（今の場合三角形）の描画および塗りつぶし
  g.dispose();
}
```

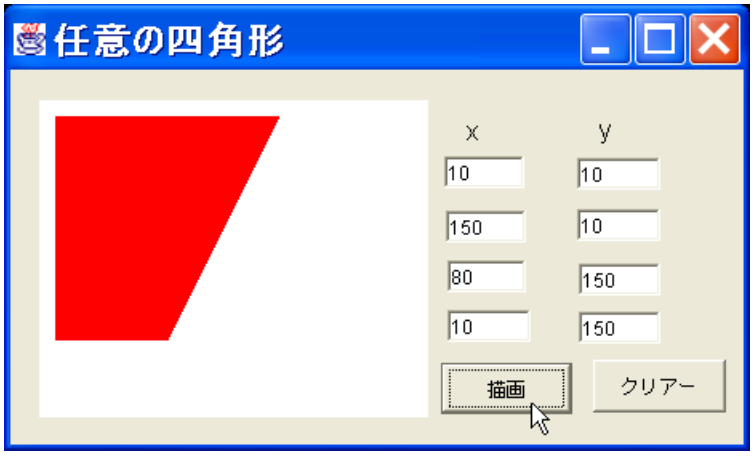
＜解説＞

- プログラムの大まかな意味は、コメントから分かると思います。
- `drawPolygon(x,y,n)`メソッドは、ｘ座標配列、ｙ座標配列、そして点の個数（配列の大きさ）を引数として指定します。配列については、4-12 節を参照して下さい。
- そして、このメソッドが呼び出されると、点（`x[0],y[0]`）から点（`x[1],y[1]`）,・・・点（`x[n-1],y[n-1]`）と順に直線で結び、最後に再び点（`x[0],y[0]`）に戻ってきます。これにより、ｎ点を結ぶ多角形が描画されます。
- `fillPolygon(x,y,n)`メソッドの場合は、線で結んだ多角形の内部を指定した色で塗りつぶします。

作成したら実行し、動作を確認して下さい。

【応用課題 8-4-A】

上の Polygon メソッドを用いて、次のように、任意の四角形を描いてその内部を赤色で塗りつぶすプログラムを作成して下さい。



４点のｘ、ｙ座標を入力して［描画］ボタンをクリックすると、４点を結び、その内部を赤色で塗りつぶした四角形を描く。

8-5　点画の描画

前節までの学習で、任意の多角形を描画することができるようになりました。しかし、多角形では表現しにくい、より一般的な図形はどのように描画すればよいのでしょうか？それは、画面の最小単位の点（**ピクセル**と言います）毎に指定色で色づけすればよいのです。と言うのは、どんなに複雑な図形でも点の集まりで表現できるからです。そこで、本節では、そのような点画を描く練習をしてみましょう。と言っても新しいメソッドを用いるわけではありません。実は、すでに学習した `drawLine(x1,y1,x2,y2)` メソッドを用いて、２点の座標を同じにすると、（当然ですが）その点に指定色で点を打つ命令になるのです。次の課題で、`drawLine` メソッドを用いて、少し面白い点画を描いてみましょう。

【応用課題 8-5-A】 (chaos)

今、ある点列$(X_1,Y_1),(X_2,Y_2),(X_3,Y_3),\cdots,(X_i,Y_i),\cdots,(X_n,Y_n)$を考えます。ここに、$(X_i,Y_i)$が決まったときにその次の（$X_{i+1},Y_{i+1}$）は次の式で決まるものとします。

$$X_{i+1}=Y_i-0.97\times X_i+5/(1+X_i^2)-5, \qquad Y_{i+1}=-0.995\times X_i$$

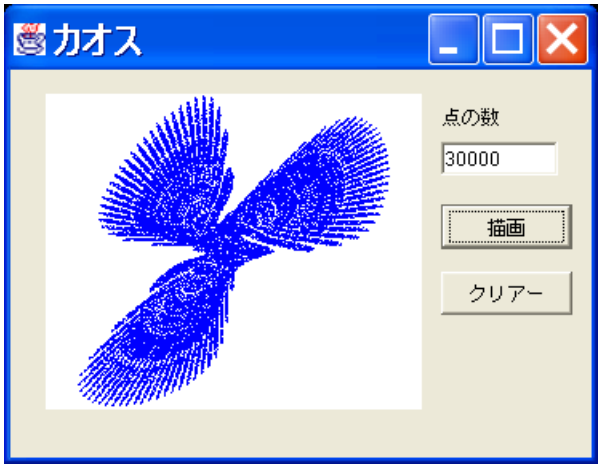
例えば、（X_1,Y_1）=(1,0)とすると、

$$X_2=Y_1-0.97\times X_1+5/(1+X_1^2)-5=-0.97+5/2-5=-3.47$$
$$Y_2=-0.995\times X_1=-0.995$$

と(X_2,Y_2)が求まり、同様に、$(X_3,Y_3),\cdots,(X_n,Y_n)$が次々と求まって行きます。

さて、最初の点を（X_1,Y_1）=(1,0)として上の要領で点列を求め、順に表示させて行くと次のように鳥が羽を広げたような不思議な図形が現れます。このプログラムを作成してください。

点の数を 1000 にして描画したところ
（点の色は青にしています。）



点の数を 30000 にして描画したところ

ヒント

① 点の数を N とすると、上の処理は、点(X_i,Y_i)を表示させるという処理を、i=1～N について N 回繰り返すことで実現できます。

② 上の（X_i，Y_i）の値は小さな数になるので見えにくくなります。そこで実際には何倍かに拡大する必要があります。上の例では（$6*X_i$，$6*Y_i$）と 6 倍に拡大して表示しています。

③ 座標の原点はパネルコンポーネントの中心となるようにしています。つまり、原点の位置をずらしています（座標の原点をパネルの左上隅のままにしておくと、マイナスの値を表示することができないので注意して下さい）。

④ パネルコンポーネントの幅と高さは 200 程度にしています。

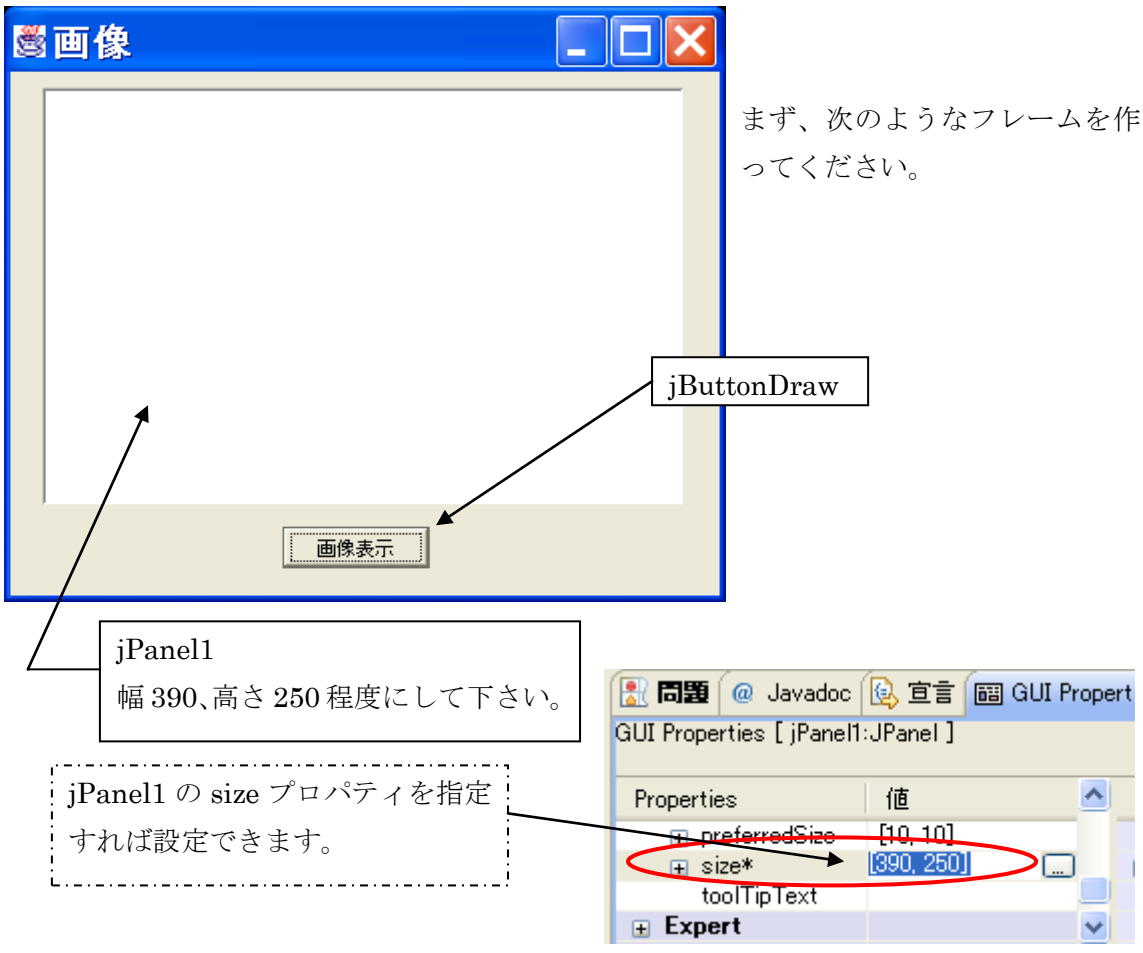
⑤ （X_i，Y_i）が求まるたびにその点（実際には 6 倍に拡大した座標）に点を打てば良いのです。その際、（X_i，Y_i）は実数なので、`drawLine` メソッドの引数にするためには、整数型に型キャストする必要があります。

8-6 画像ファイルの読み込みと表示

前節までは、プログラムで描画を行う方法を学習しましたが、デジタルカメラの写真などファイルに保管されているデジタル画像については、画像ファイルから読み込んでそれを適当なコンポーネント（例えばパネルコンポーネント等）に表示させることができます。本章の最後に、その方法を学習しましょう。

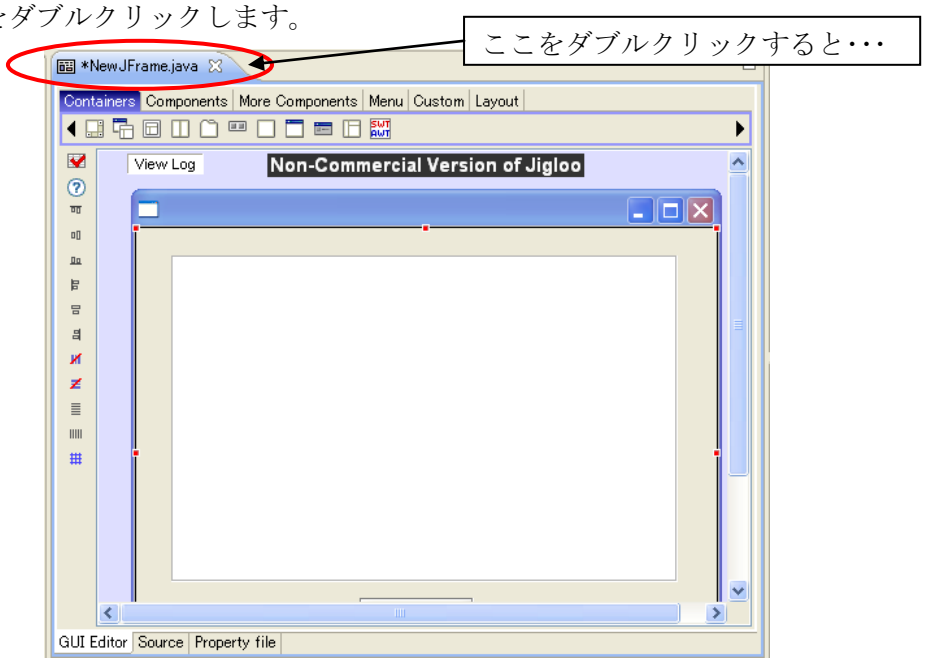
Java 言語では、{gif,jpg,png} 形式の画像を読み込む機能があります。「プログラミング」の HP の該当部分に掲載している自己解凍形式のフォルダ Fig.exe をダウンロードし、それを解凍して下さい。フォルダ Fig の中には {Falcon.jpg, Grappa.jpg, Desk.jpg, Concert.jpg, Milano.jpg} の 5 つのサンプル画像を納めています。以下では、これを入力画像ファイルとして用います。以下の課題では、作成するプロジェクトのフォルダ内にフォルダ Fig を必ずコピーしておいて下さい。

【練習課題】

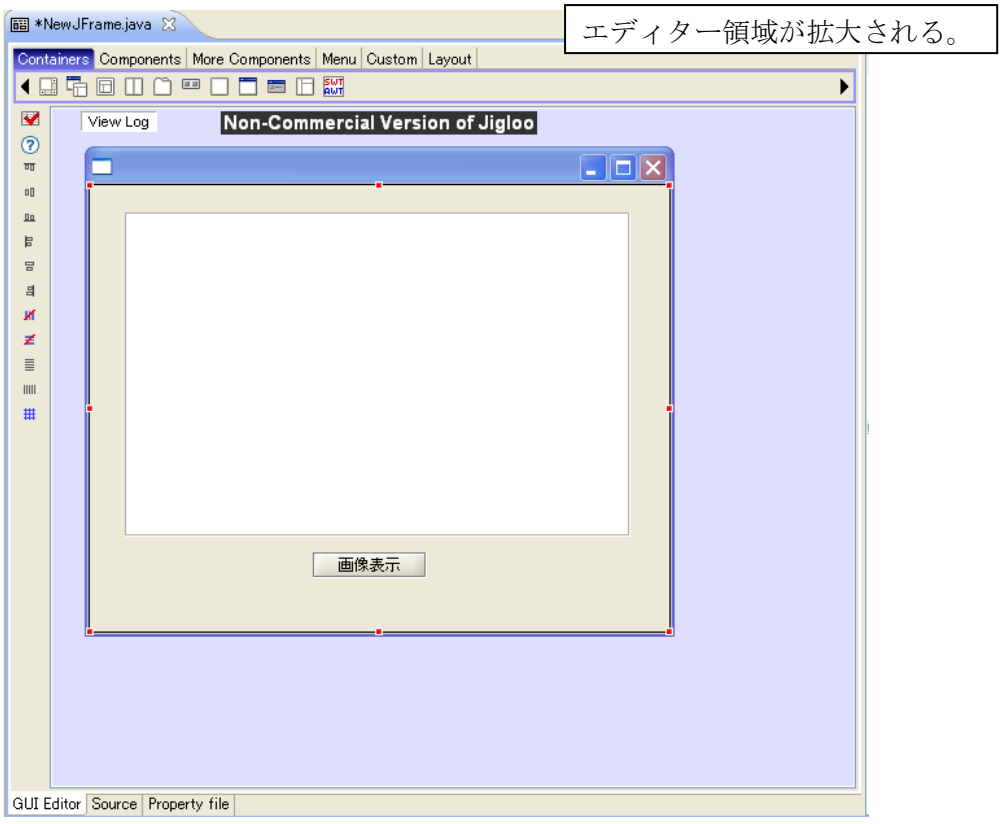


まず、次のようなフレームを作ってください。

ここで、次のようにフレームが GUI Editor に収まりきれなくなって不便なときは、ファイル名のタブをダブルクリックします。



すると、次のようにエディター領域が拡大されます。



そして、また、ファイル名タブをダブルクリックすると元に戻ります。適宜使い分けてください。

さて、作成するプログラムの動作は、起動後、［画像表示ボタン］をクリックすると、左のような画像が現れる、というものです。

この［画像表示］ボタンのイベントハンドラは次のようになります。

画像ファイル名

```
private void jButtonDrawActionPerformed(ActionEvent evt) {
    Graphics g=jPanel1.getGraphics();
    ImageIcon Icon=new ImageIcon("Fig¥¥Falcon.jpg"); //指定したファイル内の画像を ImageIcon オブジェクト Icon に読み込む ①
    Image Fig1=Icon.getImage(); //Image（画像）オブジェクトの取得 ②
    g.drawImage(Fig1,0,0,this); //Image オブジェクトの表示 ③
    g.dispose(); //Graphics オブジェクトの解放
  }
```

＜解説＞

① まず画像ファイル「Falcon.jpg」に保管された画像データを ImageIcon（イメージアイコン）クラスのオブジェクト Icon に読み込みます。上のように、ImageIcon クラスのコンストラクタの引数を画像ファイル名とすることで、そこに保管されている画像データ（{gif,jpg,png} 形式のもの）をオブジェクトとして生成することができます。

※ 上の例では、ファイル名として"Fig¥¥Falcon.jpg"と指定していますが、これは、Fig フォルダ内にある Falcon.jpg ファイルという意味です。Eclipse3.4 以前を使用している場合は「¥」とキーインすると（使用している文字フォントの関係で）「\」と表示されますので注意してください。さて、本来は「¥」記号は一つでフォルダの区切りを意味するのですが、これは特別な意味を持つ制御記号でもあるので、文字列定数の中で「¥」を表したい場合は「¥¥」のように二つ続けて記述しなければなりません。１文字では、コマンドだと解釈されてしまうので注意して下さい。

② Java で画像データを表示させるためには、**Image** クラスのオブジェクトに変換しなければなりません。そのために、ImageIcon オブジェクト Icon から getImage()メソッドによって、Image オブジェクト Fig1 に変換させます。

※ このように Java 言語では、
画像データ→ImageIcon オブジェクトへ読み込み→Image オブジェクトへ変換
という形で、画像データを Image オブジェクトに変換します。

なお、Graphics、ImageIcon クラスについては、記述時にそれが見つからないという内容のエラーが表示されますが、作成を続けて行くとそれぞれ次のインポート文が発行され、エラーは消えます。

```
import java.awt.Graphics;
import javax.swing.ImageIcon;
```

しかし、Image クラスについては、これまで同様、Ctrl+Shift+O キーを押して、次のインポート文を発行させる必要があります。

```
import java.awt.Image;
```

③ Image オブジェクトを表示するには **drawImage()** メソッドを用います。例えば"A"という名前の Image オブジェクトを表示させるためには、次のように記述します。

```
drawImage(A,x,y,this)
```

ここに、(x,y)は表示させる画像オブジェクト（の左上隅）の表示位置です。第 4 引数については、通常は this と指定としておいて下さい。なお、この this は具体的には今作成中のクラスのオブジェクト、つまりフレームを指します。

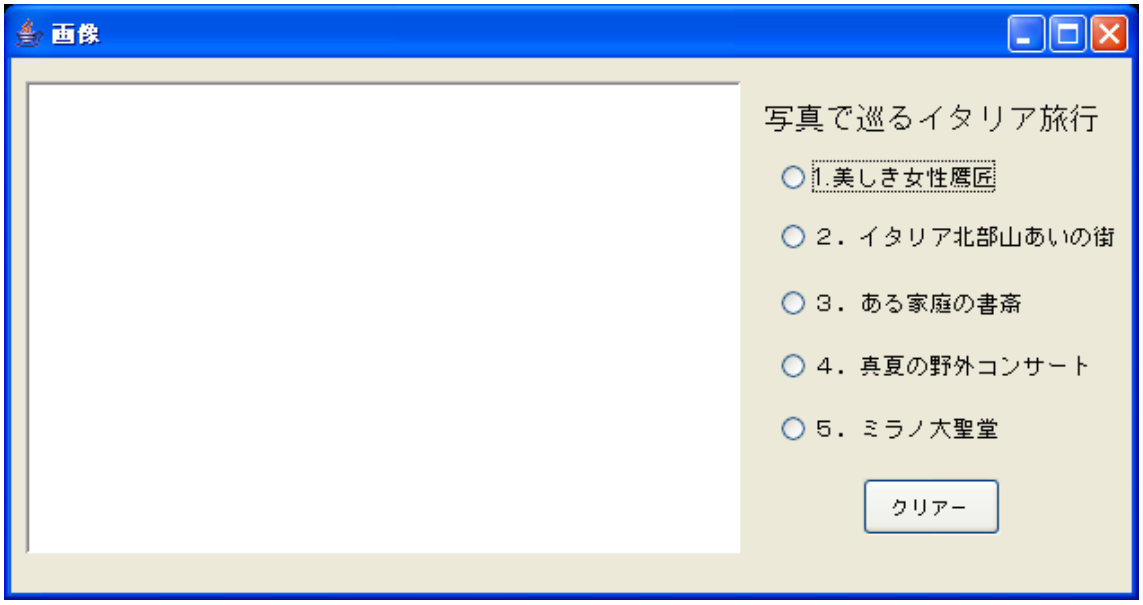
※ なお、用意した画像の大きさは、幅 390、高さ 250 程度なので、パネルの大きさもその程度の大きさにして下さい。パネルのサイズをこれより大きくすると、余白部分ができてしまいます。

プログラムを作成したら動作を確かめて下さい。

【応用課題 8-6-A】 写真で巡るイタリア旅行

画像表示の技術を使って、次のように、指定した画像を表示させるプログラムを作成して下さい（作成するプロジェクトのフォルダ内に、フォルダ Fig をコピーすることを忘れないで下さい)。

まず、プログラムを起動すると下の画面が現れます。



ここで、画像リストから、適当なラジオボタンをクリックすると、該当する画像が表示されます。

下は、１を選択したところ。

下は、５を選択したところ。

このプログラムでは、５つの画像を５つの Image オブジェクトに格納するようにします。そこで、下のように、Image オブジェクト（の配列）Fig[]をインスタンス変数として宣言して下さい。点線枠内が入力部分です。

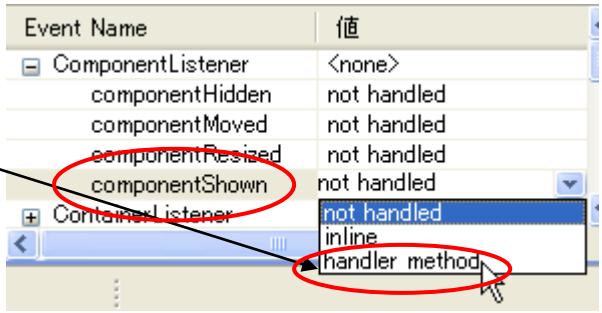
```
public class NewJFrame extends javax.swing.JFrame {
    private JButton jButton1;
    private JPanel jPanel1;
    . . .
    Image[] Fig=new Image[5]; //Imageオブジェクトを配列型で宣言
    /**
    * Auto-generated main method to display this JFrame
```

さて、このプログラムはプログラム開始時に（自動的に）5 つの画像が Image オブジェクトとして格納されるようにする必要があります。それにはどのようなイベントを用いれば良いか分かるでしょうか･･･？　幾つかの方法が考えられますが、ここではフレームが画面に表示（生成）された瞬間に生ずる「componentShown」というイベントを利用しましょう。次の手順に従って作成してください。

＜Image オブジェクト設定手順＞

① GUI Editor で上のようなフレームを設計した後で、フレームを選択（クリック）します。

② 次に、ワークベンチ右下の「イベント」欄から、componentShown 欄を選択し、さらにその中の「handler method」を選択します。



③ 現れたソースエディタに次のように記述します（点線枠線分が記述した部分）。記述内容は【練習課題】(p.215) と同様なので理解できるはずです。これで 5 つの画像データを 5 つの要素を持つ Image オブジェクトの配列 Fig に格納する事ができました。

```
private void thisComponentShown(ComponentEvent evt) {
  ImageIcon[] Icon= new ImageIcon[5]; //ImageIcon オブジェクトを配列
                                        として宣言
  //ImageIcon オブジェクトへの画像データの読み込み
  Icon[0]= new ImageIcon("Fig¥¥Falcon.jpg");
  Icon[1]= new ImageIcon("Fig¥¥Grappa.jpg");
  Icon[2]= new ImageIcon("Fig¥¥Desk.jpg");
  Icon[3]= new ImageIcon("Fig¥¥Concert.jpg");
  Icon[4]= new ImageIcon("Fig¥¥Milano.jpg");
  //ImageIcon オブジェクト → Image オブジェクトへの変換
  for (int i=0;i<=4;i++) {
    Fig[i]=Icon[i].getImage();
  }
}
```

続いてラジオボタンをクリックした時に該当する画像を（パネルに）表示するようにするには、ラジオボタンクリック時のイベントハンドラを次のように記述します。

＜1 番上のラジオボタンクリック時の処理＞

```
private void jRadioButton1ActionPerformed(ActionEvent evt) {
  Graphics g=jPanel1.getGraphics(); //（パネルの）Graphics オブジェクト
                                      の取得
  int w=jPanel1.getWidth();  //パネルの幅の取得
  int h=jPanel1.getHeight(); //パネルの高さの取得
  g.drawImage(Fig[0],0,0,w,h,this); //最初（0 番目）の画像の表示
  g.dispose();
}
```

以下、残りの４つのラジオボタンクリック時の処理についても同様に記述できるはずです。なお、上のプログラムにおいて、drawImage メソッドの引数が先程と変わっている事に気づいたと思います。実は、drawImage メソッドは

drawImage(Image オブジェクト、x,y,w,h,**this**)

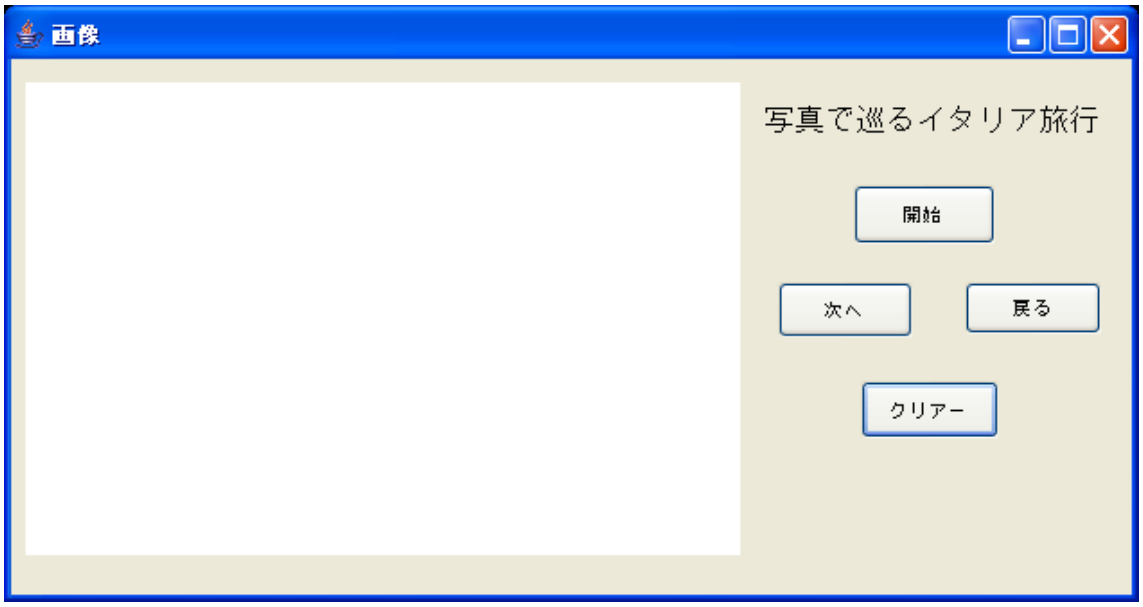
という形式で、指定した画像オブジェクトを、幅 w、高さ h の領域に収まるように（縮尺して）表示させる、という事もできます。これは大変便利なのですが、本来の画像の縦横サイズ比と指定領域のそれが大きくずれてしまうと、画像がひずんでしまうので注意が必要です。

それでは、［クリアー］ボタンの処理も含めてプログラムを完成させ、動作を確認して下さい。なお、このプログラムを実行する際には、プロジェクトのフォルダ内にフォルダ Fig をコピーしておくことを忘れないように注意して下さい。

【応用課題 8-6-B】 スライドショー

【応用課題 8-6-A】を改良して、次のように５枚の画像を（順番に）次々と表示するプログラムを作成して下さい。

プログラムを起動すると、下のような画面が現れます。



ここで、まず［開始］ボタンをクリックすると、最初の画像（【応用課題 8-6-A】の１の画像）が表示されます。

［次へ］ボタンをクリックすると、２番目の画像が表示されます。

以下、［次へ］ボタンをクリックすると、順番に次の画像が表示されます。

そして５番目の画像が表示された状態で［次へ］ボタンをクリックすると・・・

下のように最初の画像に戻ります。

このように、循環的に画像を表示できるようにします。[戻る]ボタンについても同様に、循環的に一つ前の画像を表示するようにして下さい。

ヒント

① 何番目の画像を表示させるのか、という添え字番号（例えば No とします）をインスタンス変数として宣言する必要があります。

② ［次へ］ボタンをクリックしたときには、添え字番号を一つ増やしてから、そして［戻る］の場合は、一つ減らしてから（当該番号の）画像を表示します。

③ ②において、No>4 になった時には、No=0 に戻す必要があります。逆に No<0 になった時には、No=4 に戻す必要があります。

【応用課題 8-6-C】 キャプションの表示・消去

【応用課題 8-6-B】を改良して、次のように画像の説明（キャプション）を表示させるプログラムを作成して下さい。

前課題同様、プログラムを起動して［開始］ボタンをクリックすることで最初の画像が現れます。

ここで、［キャプション表示］ボタンをクリックすると、画像の説明が表示されます。

また、［キャプション消去］ボタンをクリックすると、キャプションは消えます。

このように、キャプションの表示／消去を全ての画像について行うようにして下さい。各画像のキャプションは次の通りとします。

画像の順番	キャプション
1	古都シエナに伝わる鷹匠の技ー美しき鷹匠
2	イタリア北部の街ーバッサーノ・デル・グラッパ
3	書斎ーイタリア人はアンティークな家具がお好き
4	真夏の夜のコンサートー古都ペルージャにて
5	ミラノ大聖堂ー青空に映える大聖堂の尖塔

<ヒント>

① パネル上の Graphics クラスのオブジェクトを g とするとパネル上の座標(x,y)に文字列を表示させるには次のようにします（文字列"abc"を表示させる例です)。

```
String Moji="abc";
g.drawString(Moji,x,y);
```

ただし、この(x,y)は表示させる文字列の左下隅の座標です。

② 表示させる文字列のフォントを指定するには次のようにします。

```
int Fsize=14; //フォントサイズの指定
g.setFont(new Font("Dialog",Font.PLAIN,Fsize));
```

これは、フォントとして Dialog フォントを選び、通常の文字スタイルを選んだ場合です。フォントの種類と文字スタイルは次の通りです。

フォント名	Dialog、DialogInput、Monospaced、Serif、SansSerif
フォントスタイル	Font.PLAIN、Font.BOLD、Font.ITALIC

※ スタイルを組み合わせる場合は『 Font.BOLD|Font.ITALIC 』などとします。

※ java.awt.Font および java.awt.Color クラスのインポート文を追加する必要があります。

8-7 描画処理の改良－再描画処理

前節まで学んだ様に、getGraphics()メソッドを用いて描画したいコンポーネントのGraphicsオブジェクトを取得し、そこに描画を行うことで、基本的にどのようなCGでも作成することはできます。しかし、この方法には一つ大きな問題があります。と言うのは、（気づいた人もいるでしょうが）一度描画したCGに、他のWindowが重なったりすると、その部分が消えてしまうのです。

例えば【応用課題8-6-A】で作成したプログラムで次の画像を表示させた後に･･･、

これが他のWindowsと重なったりした場合は、次のようにそこの部分が消えてしまいます。

これは、自動的に Window が再描画されないために起こる現象です。一方、本章の冒頭（p.198）で述べたとおり、再描画の必要がある場合は、当該コンポーネントに定義されてある paint()メソッドが呼び出されます。そこで、自動的に再描画できるようにするためには、描画処理を paint()メソッド内に記述しなければなりません。しかし、最初の描画のタイミングは（プログラム開始時に自動的にではなく）これまで通り［描画］ボタンのクリック等によって、ユーザの処理で始めたいものです。以下にその方法を学習しましょう。

【準備】 ー独自のパネルコンポーネント MyPanel の定義

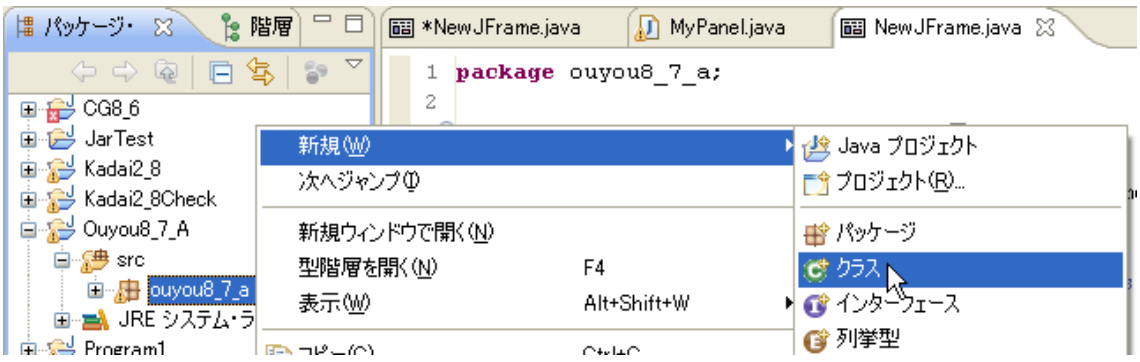
以下は、これまで通りパネルコンポーネント上に描画する場合を考えます。paint()メソッドを書き換える（オーバーライドする）ためには、自分で独自のパネルクラスを定義する必要があります。その作業を以下の手順に従って進めてください。

１．新規アプリケーションの作成

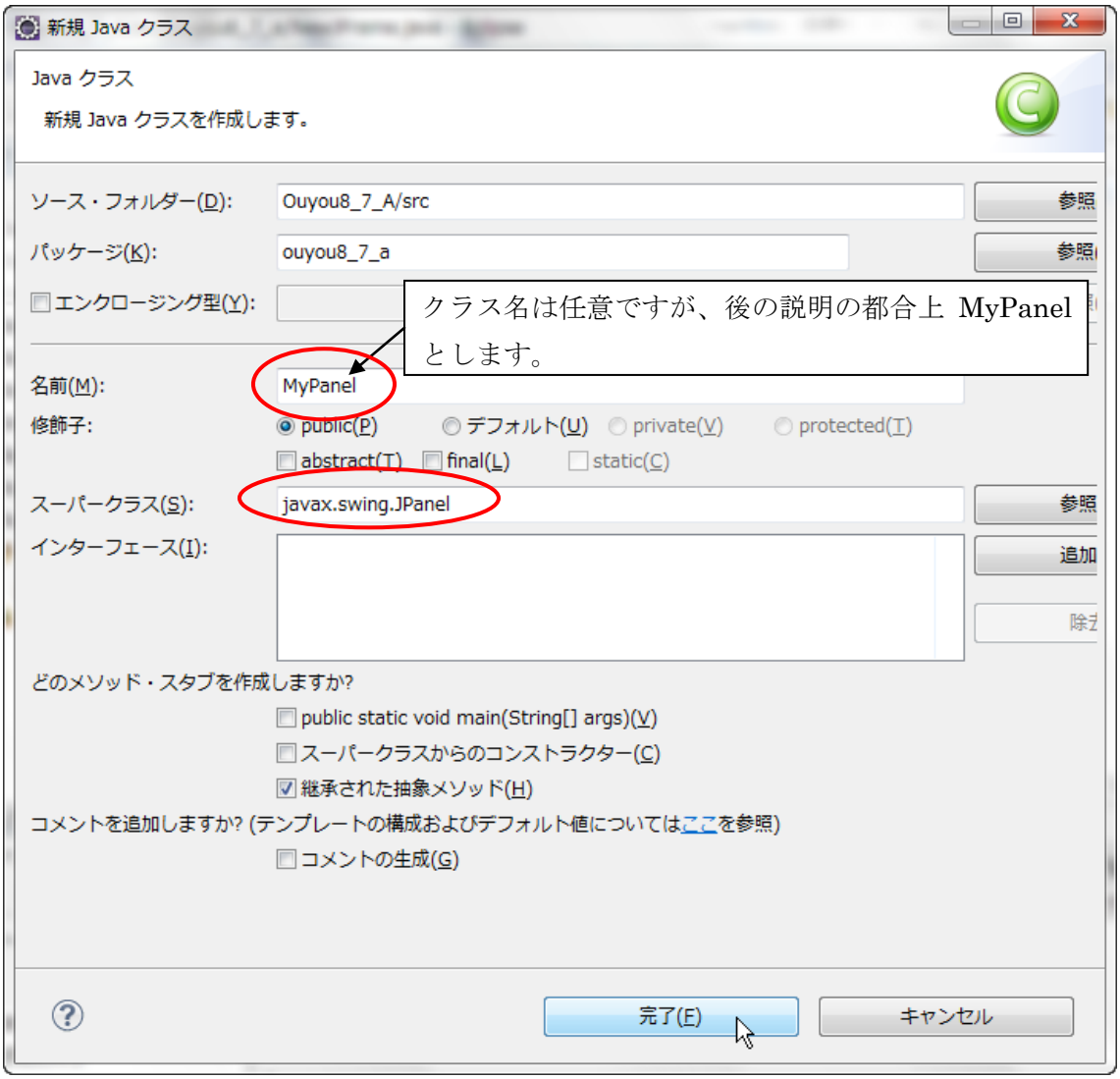
まず、いつも通りアプリケーションの新規作成を行って下さい。その際、以下の説明の都合上、プロジェクト名は「Ouyou8_7_A」としておいて下さい。パッケージ名は「ouyou8_7_a」とします。

２．新規クラス MyPanel の作成

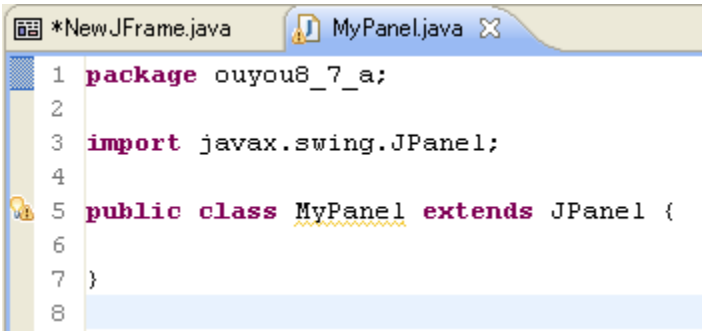
今作成したパッケージの中にクラスを新規作成します。そのためには（第 7 章で学習したように)、パッケージエクスプローラにあるパッケージ「ouyou8_7_a」を右ボタンクリックし、［新規］→［クラス］を選択します。



すると、次ページの「新規クラス」設定画面が現れるので、ここで、名前（クラス名）を「MyPanel」に、スーパークラスを「javax.swing.JPanel」と記入します。



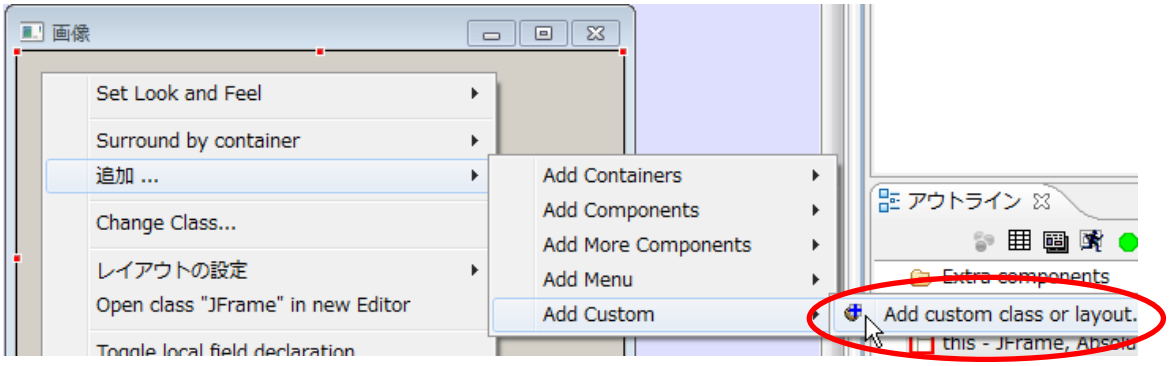
上の設定後、[終了]ボタンをクリックすると、次のクラス定義編集画面が現れます。



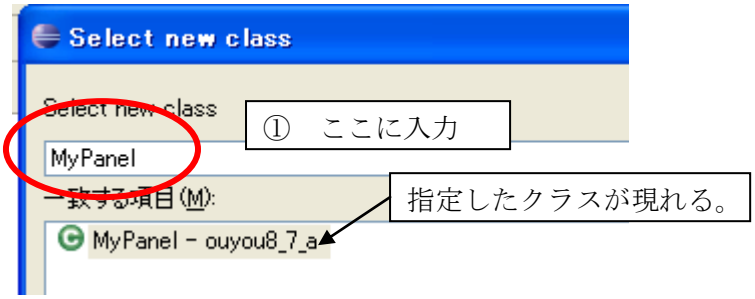
後に、新たな定義を記述しますが、今はそのままにしておきます。

3．MyPanel コンポーネントの貼り付け

次に MyPanel コンポーネントをフレームに貼り付けます。タブをクリックして NewJFrame.java 編集画面に戻り、GUI Editor を開いて下さい。そして、いつも通りフレームの Layout を「Absolute Layout」にしておいてください。そして、フレーム上で右ボタンクリックし、現れたメニューから「追加」→「Add Custom」→「Add custom class ･･･」を選択します。



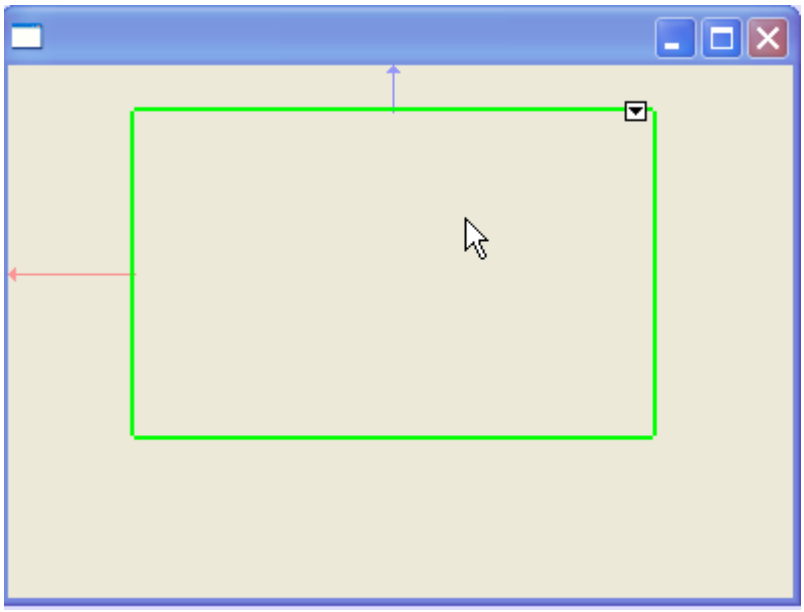
次のクラス選択画面で「MyPanel」というクラス名を入力すると「一致する項目」欄に今作成した「MyPanel」クラスが現れます。



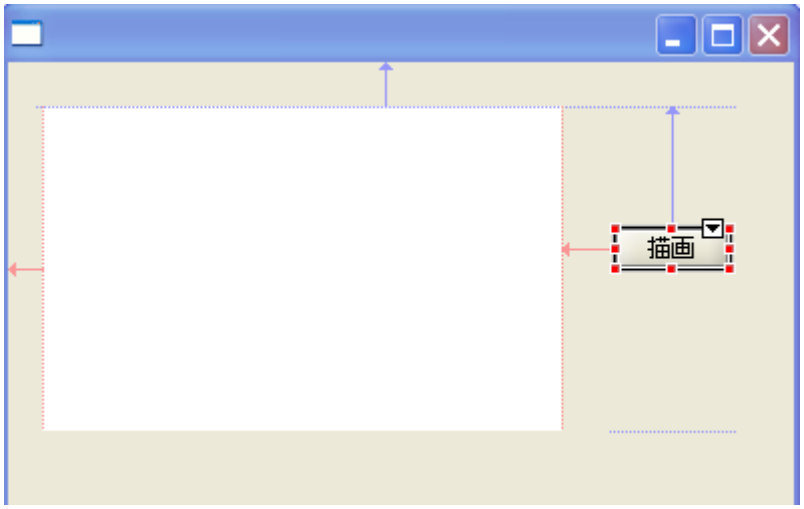
その「MyPanel」を選択した状態で、［OK］ボタンをクリックすると、次の画面が現れます。ここでは、特にコンポーネント名を変える必要がないので、そのまま［OK］ボタンをクリックします。

すると、フレーム上に「myPanel1」が貼り付けられます。いつも通り、フレーム上でマ

ウスをドラッグすることで、適当な大きさで貼り付けることができます。



続いて、描画領域が分かるように background プロパティを白色に設定し、さらに次のような［描画］ボタンを配置しましょう。

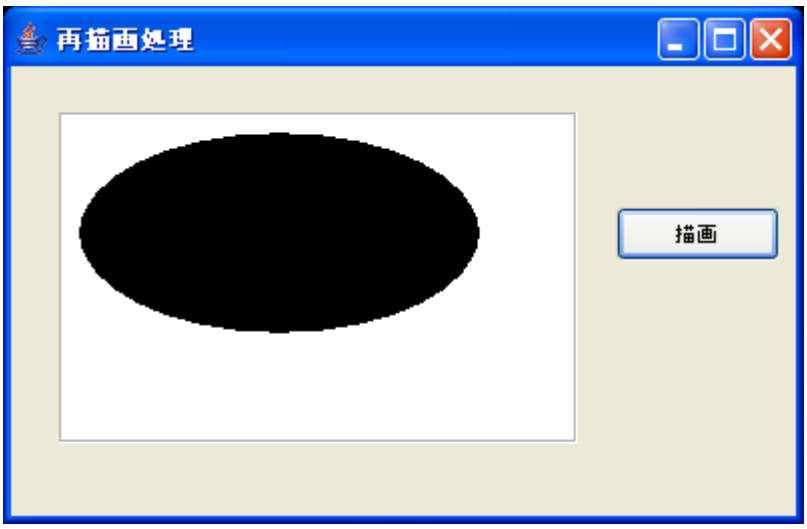


以上で、新たに定義した（現段階ではまだ何も記述していませんが）MyPanel コンポーネントをフレームに貼り付けました。同様にして、自分独自のボタンやテキストフィールド等のコポーネントを配置することが可能です。

以上の準備が済んだら、次の【応用課題 8-7-A】に進んで下さい。

【応用課題 8-7-A】 再描画処理の記述

上の MyPanel コンポーネントを使って、下のように［描画］ボタンをクリックすると、楕円を描画するプログラムを作ってみましょう。

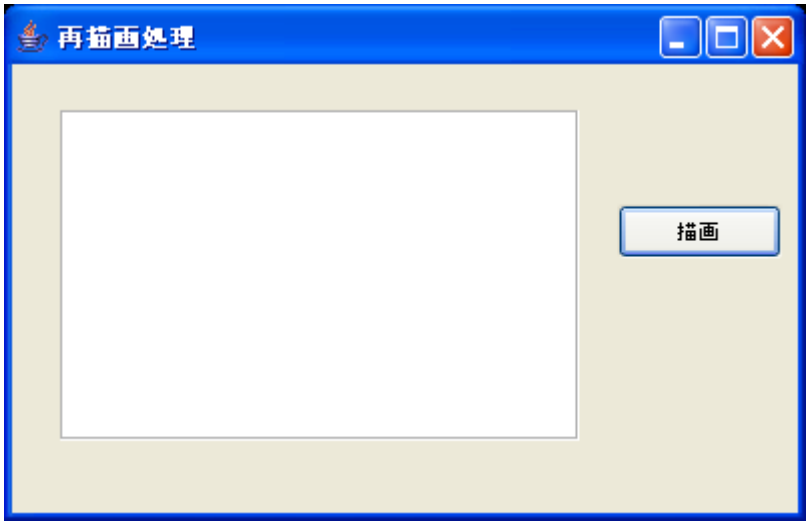


このプログラム（[描画］ボタンクリック時の処理）は難なく記述できるはずです。例えば次のように記述すれば良いでしょう。

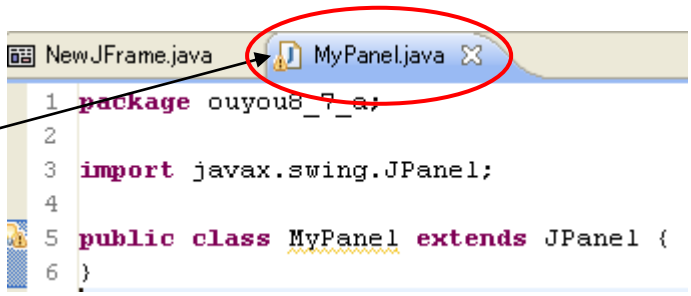
＜［描画］ボタンクリック時の処理＞

```
private void jButton1ActionPerformed(ActionEvent evt) {
  Graphics g=myPanel1.getGraphics();
  g.setColor(Color.black);
  g.fillOval(10,10,200,100);
  g.dispose();
}
```

しかし、これでは例えば Window を最小化した後復元すると、次のように描画した画像は消えてしまいます。これが、今改善しようとしている問題です。



そこで、再描画処理の記述に移りましょう。MyPanel クラスのソース編集画面に移って下さい。ここで、下のように下線部と枠線部を書き加えます。




```
package ouyou8_7_a;
import javax.swing.JPanel;
import java.awt.*;  //Graphics クラスなどを用いるために必要 ①

public class MyPanel extends JPanel {
  public void paintComponent(Graphics g){
    super.paintComponent(g);
  }
}
```

②

＜解説＞

① Graphics クラスは java.awt パッケージの中に含まれているので、それを用いるためインポートします。なお、以降で Image クラス（java.awt.Image）も利用するので、両者を一括して含むように＊（ワイルドカード）を用いています。このように「java.awt.*」と記述しておけば、java.awt に所属しているクラスが全てインポートされる事になります。

② 描画時に呼び出されるメソッドを上書きしています。パネルなどの（Swing）コンポーネントの場合は、paint()メソッドではなく、**paintComponent()**メソッドを用いることが推奨されています。その方が描画処理の効率がよいのです。ただしその際は、super.paintComponent(g)の様に、スーパークラスの同メソッドを呼び出す事が求められます。

さて、上は描画時に呼び出される paintComponent()メソッドを明示的に記述しただけで、プログラムの動作内容は何も変わっていません。

ここで再描画処理を考えましょう。そのアイデアは次の 2 点からなります。

1．CG を描画したときに、その内容を Image オブジェクトに保管しておく。 2．再描画が必要な時（paintComponent()メソッドが呼び出されるとき）に、その Image オブジェクトを描画する。

このアイデアに従えば、MyPanel クラスで記述すべき処理は次の 2 点です。

1．フレームオブジェクトで作成した Image オブジェクトを受け取る。 2．paintComponent()メソッドの中で当該 Image オブジェクトを描画する。

以上の考えに従って記述した MyPanel クラスの定義は次の通りです。下線部と枠線部が上の記述に書き加えたものです。意味は右側の注釈（点線枠部）から理解できるでしょう。

```
public class MyPanel extends JPanel {
  private Image Img=null; //Image オブジェクトの宣言

  public void paintComponent(Graphics g){
    super.paintComponent(g);
    if(Img!=null) {
     g.drawImage(Img,0,0,this);
    }
  }

  public void setImage(Image img) {
    Img=img;
  }
}
```

作成された Image オブジェクトの表示（まだ作成されていない時つまり null の場合は表示しない事に注意）。

フレームオブジェクトで作成した Image オブジェクトをインスタンス変数 Img として受け取る。

上を記述したら、NewJFrame の編集画面に戻り、［描画］ボタンの処理に下のように書き加えて下さい。枠内が、前ページの記述に加えた部分です。

```
private void jButton1ActionPerformed(ActionEvent evt) {
  Graphics g=myPanel1.getGraphics();
  g.setColor(Color.black);
  g.fillOval(10,10,200,100);
  g.dispose();
  int w=myPanel1.getWidth(); //パネル幅の取得
  int h=myPanel1.getHeight(); //パネル高さの取得
  Image img=this.createImage(w,h); //Image オブジェクトの生成   ①
  Graphics g2=img.getGraphics(); //Graphics オブジェクトの取得  ②
  g2.setColor(Color.white);
  g2.fillRect(0,0,w,h);
  g2.setColor(Color.black);
  g2.fillOval(10,10,200,100);
  myPanel1.setImage(img); //画面を Image オブジェクトとして設定  ④
  g2.dispose();
}
```

背景を白で塗り、楕円を描くという処理を、コピー用の Image オブジェクトにも同様に施している。 ③

＜解説＞

① createImege(w,h)メソッドは Image オブジェクトを生成するメソッドで、フレームクラスに備わっています。これにより、幅 w、高さ h の大きさを持つ Image オブジェクトを生成できます。

② Image オブジェクトから getGraphics()メソッドにより Graphics オブジェクトを取得します。

③ この部分の処理により、Image オブジェクト上にも、パネルと同様の描画処理がなされています。

④ 描画後、Image オブジェクトを setImage()メソッドにより MyPanel オブジェクトに渡すことで、再描画時に、当該 Image オブジェクト（の描画内容）が表示されるようになります。

作成したら実行して下さい。そして、一度描画すると最小化等によりいったん Window が画面から消えても、復元時に再描画がなされる（画像が復元される）ことを確認して下さい。

ここで説明した方法により、本章で作成した CG は全て（必要な時に）再描画がなされるように改良する事ができます。