長崎大学情報システム工学科
平成 18 年度 AO 入試課題

課題 2.
参考資料をよく読んで以下の設問に答えなさい．なお，プログラム作成環境や参考資料を web ページに掲示しているので，与えられたコンピュータのブラウザを使って次のページを開くこと．

```
http://firebird.cis.nagasaki-u.ac.jp/AO/
```

問 1. 以下は描画領域（以降，スクリーンと呼ぶ）の上半分を青色に，下半分を赤色に塗りつぶす Java Applet プログラムである．このプログラムを参考にして，スクリーンの左半分を赤色に，右半分を青色に塗りつぶすプログラムを作成しなさい．プログラムは設問番号とともに解答用紙に記しなさい．

```
public class ExerciseApplet extends MyApplet {
  public void drawScreen(MyGraphics g, int width, int height) {
    for (int x = 0; x < width; x++) {
      for (int y = 0; y < height; y++) {
        if (y < (height / 2)) {
          g.drawBluePoint(x, y);
        }
        else {
          g.drawRedPoint(x, y);
        }
      }
    }
  }
}
```

問 2. 2 乗すると -1 になる数を i で表し，虚数単位とよぶ．すなわち，

$$i^2 = -1$$

である．2 つの実数 x，y と虚数単位を用いて作られた

$$Z = x + iy$$

を複素数という．x を Z の実部，y を Z の虚部という．2 つの複素数 $Z_1 = x_1 + iy_1$ および $Z_2 = x_2 + iy_2$ があるとき，それらの和は，

$$Z_1 + Z_2 = (x_1 + x_2) + i(y_1 + y_2)$$

と定義される．また，積は，

$$Z_1 Z_2 = (x_1 x_2 - y_1 y_2) + i(y_1 x_2 + x_1 y_2)$$

と定義される．複素数 $Z = x + iy$ と xy 平面上の点 (x, y) を同一視すると便利なことがある．このとき，xy 平面を複素数平面とよび，x 軸を実軸，y 軸を虚軸という．また，複素数 $Z = x + iy$ に対して，$\sqrt{x^2 + y^2}$ を Z の絶対値といい，$|Z|$ で表す．すなわち，

$$|Z| = \sqrt{x^2 + y^2}$$

である．複素数平面上で図形的に考えると，$|Z|$ は原点と点 (x, y) の距離である．$y = 0$ の場合には，普通の実数の絶対値と一致する．

ここで，スクリーンの左上の角を $-1 + i$，右下の角を $1 - i$ として，スクリーンを複素数平面に対応させることを考えてみよう．このとき，

$$|Z| < 0.5$$

を満たす複素数 Z に対応する点を青色に，それ以外の点を赤色に塗り分けるプログラムは以下のようになる．このプログラムを参考に，

$$|Z - 1| < 0.5$$

を満たす複素数 Z に対応する点を青色に，それ以外の点を赤色に塗り分けるプログラムを作成しなさい．プログラムは設問番号とともに解答用紙に記しなさい．

```
public class ExerciseApplet extends MyApplet {
  public void drawScreen(MyGraphics g, int width, int height) {
    for (int x = 0; x < width; x++) {
      for (int y = 0; y < height; y++) {
        double re =  2 * (double)x / width  - 1;
        double im = -2 * (double)y / height + 1;
        if (Math.sqrt(re * re + im * im) < 0.5) {
          g.drawBluePoint(x, y);
        }
        else {
          g.drawRedPoint(x, y);
        }
      }
    }
  }
}
```

問 3. 以下の複素数の漸化式を考えてみよう．

$$Z_0 = 0$$

$$Z_{n+1} = {Z_n}^2 - C$$

この漸化式で定義される複素数列 $\{Z_n\}$ が有界である ($n \to \infty$ で $\{|Z_n|\}$ が発散しない) ような複素数 C の集合を Mandelbrot 集合と呼ぶ．プログラムでは $\{Z_n\}$ が発散するかどうかを直接的には確かめられないが，ある n に対し，

$$|Z_n| > 2$$

となると $\{Z_n\}$ は必ず発散することが知られている．そこで十分大きな n の値 (たとえば 10000) まで計算してもこの条件を満たさなければ，$n \to \infty$ で $\{|Z_n|\}$ は発散しないと考える．複素数平面上で複素数 C を考え，$\{|Z_n|\}$ が発散する C と発散しない C を塗り分けてみると不思議な模様になることが知られている．スクリーンの左上の角を $-1 + i$ の点に，右下の角を $1 - i$ の点に対応させて，$\{|Z_n|\}$ が発散する C の点を青色に，発散しない点を赤色に塗り分けるプログラムを作成しなさい．発散の判定に用いる n の値には 10000 を用いなさい．プログラムは設問番号とともに解答用紙に記しなさい．

問 4. 問 3 で作成したプログラムを，なるべく処理が速くなるように改造しなさい．解答用紙には設問番号とともにプログラムを記しなさい．また，工夫した点について簡潔に説明しなさい．