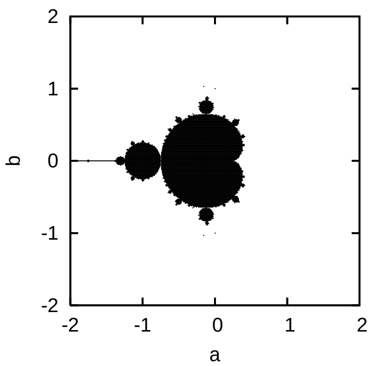
複雑系科学演習

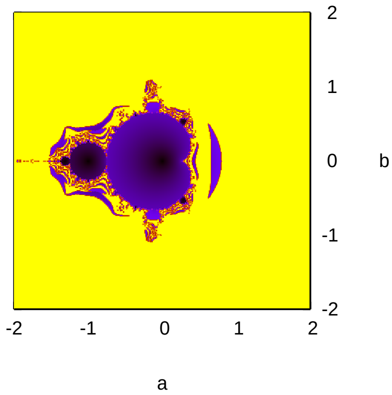
[1]Mandelbrot 集合を描く。c を複素数とし、複素数列 $\{z_i\}$ を以下の漸化式で定義する。

$$\begin{aligned} z_{i+1} &= z_i^2 + c \\ z_0 &= 0 \end{aligned} \tag{1}$$

$i \to \infty$ において $|z_i|$ が無限大に発散しないという条件を満たす複素数 c が作る集合をマンデルブロ集合と呼ぶ。$c = a + ib$ とおいたとき、 $|a|, |b| \leq 2$ におけるマンデルブロ集合をプロットせよ。

尚、充分に大きな回数の繰り返し計算を行い、$|z_i| < 2$ ならば、$\{z_i\}$ は発散しないとみなしてよい。



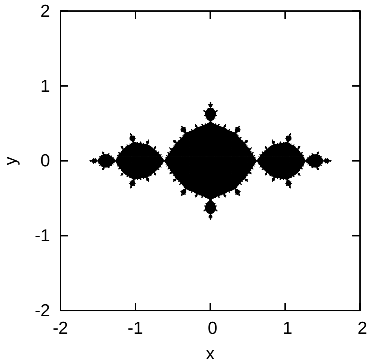


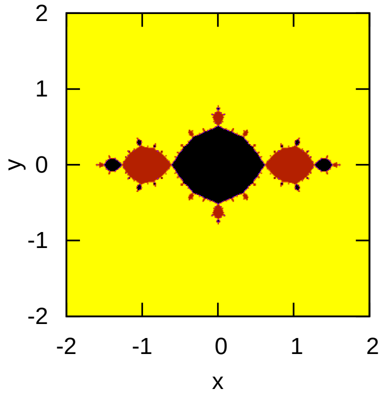
[2]Julia 集合を描く。Mandelbrot 集合の点 c に対し、複素数列 $\{z_i\}$ を以下の漸化式で定義する。

$$z_{i+1} = z_i^2 + c \tag{2}$$

$i \to \infty$ において $|z_i|$ が無限大に発散しないという条件を満たす初期値 $\{z_0\}$ が作る集合をジュリア集合と呼ぶ。c を適当に選び、$\{z_0\} = x + iy$ とおいたときジュリア集合をプロットせよ。

尚、充分に大きな回数の繰り返し計算を行い、$|z_i| < 2$ ならば、$\{z_i\}$ は発散しないとみなしてよい。





[3] Koch 曲線の描きかたは、

1) 平面上に 2 つの点を与える。

2) 2 点間を 3 等分し、中央部分の線分を 1 辺の長さとする正三角形を描き、その正三角形の底辺だけを消去する。

3) 得られた 4 つの線分に対して 2) と同じ操作を繰り返す。

上記の操作により得られる曲線を Koch 曲線と呼ぶ。Koch 曲線を再帰的プログラムを使って描きなさい。尚、2) の繰り返す回数は、8 回程度でよい。