

計算物理学 II 第 8 回演習問題

ファイル入出力・グラフ作成

以下の例題を Fortran または C 言語を用いてプログラム化しましょう。

第 8 回分のサンプルプログラム、データは Fortran, C 言語それぞれ

```
$ wget https://wwwnucl.ph.tsukuba.ac.jp/~hinohara/compphys2-23/src/fortran8.tgz
```

```
$ wget https://wwwnucl.ph.tsukuba.ac.jp/~hinohara/compphys2-23/src/c8.tgz
```

とすることでダウンロードできます。解凍は

```
$ tar zxvf fortran8.tgz
```

```
$ tar zxvf c8.tgz
```

ファイル入出力

(15) ファイル `matrixa.dat` と `matrixb.dat` から 3×3 行列をそれぞれ `amat`, `bmat` として読み込み、それらの行列の積をファイル `matrixc.dat` に出力しましょう。

- `matrixa.dat` と `matrixb.dat` は `fortran8.tgz` または `c8.tgz` ファイルの中に入っています。ファイルの中身は `cat` コマンドで確認できます。

```
$ cat matrixa.dat
```

```
1.000 2.000 3.000
```

```
-1.000 1.000 2.000
```

```
2.000 1.000 -2.000
```

```
$ cat matrixb.dat
```

```
-1.9000 2.0000 2.0000
```

```
5.0000 -4.9000 -5.0000
```

```
-7.0000 7.0000 7.1000
```

- `matrixc.dat` が作成されたかどうかは `ls` と `cat` コマンドで確認しましょう。

グラフ作成

(16) x が 0 から 10 まで 0.1 刻みで x , $\exp(-x/2)$, $(\sin 3x) \exp(-x/2)$, $(\cos 3x) \exp(-x/2)$ を `ex16data.dat` ファイルに出力しましょう。

一番上の行に

x が 0.0 のときの x , $\exp(-x/2)$, $(\sin 3x) \exp(-x/2)$, $(\cos 3x) \exp(-x/2)$

x が 0.1 のときの x , $\exp(-x/2)$, $(\sin 3x) \exp(-x/2)$, $(\cos 3x) \exp(-x/2)$

x が 0.2 のときの x , $\exp(-x/2)$, $(\sin 3x) \exp(-x/2)$, $(\cos 3x) \exp(-x/2)$

⋮

x が 10.0 のときの x , $\exp(-x/2)$, $(\sin 3x) \exp(-x/2)$, $(\cos 3x) \exp(-x/2)$

というように一行に4つの数字を x が 0 から 10 まで 0.1 刻みで (およそ 100 行程度) 出力しましょう。cat または less コマンドで作成された ex16data.dat ファイルの中身を確認した後、gnuplot を用いてこのファイルを読み込んで $\exp(-x/2)$, $(\sin 3x) \exp(-x/2)$, $(\cos 3x) \exp(-x/2)$ の曲線を 1 枚のグラフに表示しましょう。

(17) ロジスティック写像は

$$x_{i+1} = ax_i(1 - x_i)$$

で与えられます。ここで初期値 x_1 は 0 から 1 の間の適当な実数とします。パラメータ a の値を 1 から 4 までの間で 0.001 刻みで変え、各 a の値において、 x_{500} から x_{600} までの値を

a	x_{500}
a	x_{501}
a	x_{502}
\vdots	\vdots
a	x_{599}
a	x_{600}
$a + 0.001$	x_{500}
$a + 0.001$	x_{501}
$a + 0.001$	x_{502}
\vdots	\vdots
$a + 0.001$	x_{599}
$a + 0.001$	x_{600}
\vdots	\vdots

として logistic.dat ファイルに出力し、gnuplot で横軸 a 、縦軸は x_i としてプロットしましょう (分岐図)。ファイルサイズが大きくなるため、描画に時間がかかることがあります。プロットするときはデータを線では結ばず、サイズの小さな丸 (pointtype 7 pointsize 0.1) を用いた

```
plot "logistic.dat" using 1:2 with points pointtype 7 pointsize 0.1
```

を使います。 a が 3.5 付近にフラクタル構造が見えるためこの領域を拡大してみましょう。点数が足りない場合は a の領域を区切り、刻み幅を小さくしてプロット (例えば 3.568 から 3.571 までを 10^{-7} 刻みで見ると)。カオスはどのあたりから始まっていますか。