

## 第 12 週目 追加問題

解答は答えだけでなく、途中経過も記述すること（プログラム作成の場合はこの限りでない）。解答用紙が足りない場合は別途解答用紙を印刷し、ホッチキス止めしたものを提出すること。その際は、それぞれの解答用紙に氏名、学籍番号を記載すること。

### [問 1]

質量  $m$  の物体が空中を鉛直に落下する。このとき、物体はその速度  $v$  に比例する抵抗力を受ける。この抵抗力を  $bv$  ( $b > 0$ ) とするとき、物体の運動方程式は

$$m \frac{dv}{dt} = mg - bv$$

と表現される。ここで、 $g$  は重力加速度である。ここで、 $v(0) = 0$  であるとして、 $0 \leq t \leq 200$  の速度  $v$  の時間推移を 4 次のルンゲ・クッタ法を用いて求めるプログラムを作成せよ。刻み幅は 0.1 であるとする。また、 $m = 1$ ,  $b = 0.1$ ,  $g = 9.81$  であるとする。

この速度は、十分な時間経過後に

$$v = \frac{mg}{b}$$

に収束することが解析的に分かっている。

### [問 2]

問 1 の時間推移をファイル `data.txt` に保存するプログラムを作成せよ。列の空白にはタブ文字 `\t` を利用するとわかりやすい。

`data.txt`

```
0.1    ...  
0.2    ...  
...  
...  
200.0  ...
```

### [問 3]

問 2 の `data.txt` を利用して、横軸を時間、縦軸を速度とするグラフを作成せよ（グラフを作成するソフトは問わない）。