

[目次](#) [前回](#) [次回](#) [今回の解答](#)

## 物理数学 演習 II

樋口さぶろお<sup>1</sup> 配布: 2007-09-27 Thu 更新: Time-stamp: "2007-11-30 Fri 09:35 JST hig"

### この授業ののり

講義と演習 2 講時連続ですが, 講義と演習の区別はありません. 1 講時の最初と 2 講時の最後に quiz をやります. 第 1 回は例外的な進行です.

成績決定方法 計 60 点以上が合格です. 100 点を越えた分は切り捨てます.

quiz(後述) 15 点 + 秋のプチテスト (11-01 を予定) 15 点  
冬のプチテスト (11-29 を予定) 25 点  
+ ファイナルトリアル (期末試験期間の木を予定) 50 点  
(+任意参加の模範解答を作ろうプロジェクト 20 点)

**quiz** Quiz では, 持ち込み, 相談はなしで自分のパワーを計測してもらいます (持ち込みがないとしんどいような問題は出しません). 病気, 交通機関遅延などの場合は, 証明書コピーと欠席届を出してくれば点数計算上 quiz 参加とみなします. 出題内容は, その回または直前の回に扱った例題を少し変更したものです.

講義の **Web** ページ <http://www.math.ryukoku.ac.jp/~hig/physmath2/> です.

<http://hig3.net/> から簡単にたどっていただけます. いくつかのページは携帯対応してます. (下の QR コード)



連絡方法 学生のみなさんに重要なお知らせがある場合は, 新しいメールアドレス [@mail.ryukoku.ac.jp](mailto:@mail.ryukoku.ac.jp) に送ります. 学生のみなさんから樋口に連絡したいときは, [hig@math.ryukoku.ac.jp](mailto:hig@math.ryukoku.ac.jp) に送ってください (他にも上の Web ページから匿名で送るなどできます). <http://hig3.net>

オフィスアワー 月木 6 講時 (18:20-19:20), 1-502 または 1-539.

教科書 永田一清, 新・基礎力学, ライブラリ新・基礎物理学 1, サイエンス社 (2005). [永田](#) で参照します.

前期の物理数学 演習 I の内容は [物理数学 演習 I](#) で参照します.

[物理数学 演習 I](#) はほぼ [永田 0,1,2 章](#) に対応します.

<sup>1</sup>Copyright ©2007 Saburo HIGUCHI. All rights reserved.

# 1 位置・速度・加速度・力

## 今日の目標

1. 位置, 速度, 加速度のうちの 1 個 (+初期条件) から他のものを求められるようになるう。
2. 運動方程式を使って, 位置, 速度, 加速度, 力のうちの 1 個 (+初期条件) から他のものを求められるようになるう。
3. 変数分離型微分方程式が解けるようになるう。

## 1.1 位置・速度・加速度

|  |
|--|
| <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">位置</div> <div style="margin: 0 5px;"> <math>\xrightarrow{\text{微分}}</math><br/> <math>\xleftarrow{\text{積分}}</math> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">速度</div> <div style="margin: 0 5px;"> <math>\xrightarrow{\text{微分}}</math><br/> <math>\xleftarrow{\text{積分}}</math> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">加速度</div> </div> |
| <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;"><math>x(t)</math></div> <div style="margin: 0 5px;"><math>=</math></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;"><math>v_x(t) = \frac{dx}{dt}(t)</math></div> <div style="margin: 0 5px;"><math>=</math></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"><math>a_x(t) = \frac{dv_x}{dt}(t) = \frac{d^2x}{dt^2}(t)</math></div> </div>                    |
| <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px; margin-right: 5px;">永田 2 章</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px;">物理数学 演習 I p.30</div> </div> <p>積分するときには, 積分定数は初期条件から決まる.<br/>3次元ならベクトルに対してこれが成立</p>  |

### 1.1.1 1次元の速度と加速度

直線上を運動する粒子の時刻  $t$  での速度は  $v_x(t) = -\sin(4t)$  である. 加速度  $a_x(t)$  と, 位置  $x(t)$  とを求めよう. ただし,  $x(0) = 1$ .

### 1.1.2 1次元の速度と加速度

物体の時刻  $t$  における位置を  $x(t) = e^{-2t}$  とする.

1. 時刻  $t$  における速度  $v_x(t)$  を求めよう.
2. 時刻  $t$  における加速度  $a_x(t)$  を求めよう.

### 1.1.3

永田 2 章演習問題 [5],[6]

### 1.1.4

永田 p.35 例題 2.1

## 1.2 運動方程式

|              |                    |                                   |                    |   |                                 |               |
|--------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|---|---------------------------------|---------------|
| 位置<br>$x(t)$ | 微分<br>↑<br>積分<br>↓ | 速度<br>$v_x(t) = \frac{dx}{dt}(t)$ | 微分<br>↑<br>積分<br>↓ | 加速度<br>$a_x(t) = \frac{dv_x}{dt}(t) = \frac{d^2x}{dt^2}(t)$ | 比例 (定数 $m$ )<br>←<br>→<br>運動方程式 | 力<br>$F_x(t)$ |
|--------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|---|---------------------------------|---------------|

永田 3.2 物理数学 演習 I p.35  
 ニュートンの運動の第 2 法則ともいう。第 1, 第 3 法則 永田 3 章  
 積分するときには, 積分定数は初期条件から決まる。  
 3 次元ならベクトルに対してこれが成立

### 1.2.1 1次元の運動方程式

質量  $m = 1$  の物体が, 力  $F_x(t) = -\cos t$  を受けて  $x$  軸上を運動している。時刻  $t = 0$  で  $x = 1$  に静止していた物体の運動を求めよう。

### 1.2.2

質量  $m = 2$  の物体が,  $F_x(t) = 32e^{-4t}$  を受けて  $x$  軸上を運動している。時刻  $t = 0$  で, 位置  $x(0) = 1$ , 速度  $\frac{dx}{dt}(0) = -2$  だった。時刻  $t$  における位置  $x(t)$  を求めよう。

### 1.2.3

質量  $m = 2$  の物体が,  $F_x(t) = 18\sin(-3t)$  を受けて  $x$  軸上を運動している。時刻  $t = 0$  で, 位置  $x(0) = 1$ , 速度  $\frac{dx}{dt}(0) = 2$  だった。時刻  $t$  における位置  $x(t)$  を求めよう。

## 1.3 変数分離形微分方程式

永田 p.62

### 1.3.1

変数分離型微分方程式

$$\frac{dx}{dt}(t) = -3x(t) \tag{1.1}$$

を初期条件  $x(0) = 2$  のもとで解こう。

以下は 2.1 に移転しました。