

# 基礎力学 レポート 1

2019年10月18日 担当：佐藤 純

**問題 1** 運動の第一法則 (慣性系において物体は力を加えない限り静止または等速直線運動を続ける) は、運動の第二法則  $\vec{F} = m\vec{a}$  で  $\vec{F} = 0$  とすれば自明に出てくるので、必要ないように思われる。運動の第一法則にはどのような意味があるのか、述べよ。

まず、第一法則は、慣性系とは何かを「定義」している。力を受けていない全ての物体が、静止または等速直線運動を続けるような座標系を、(そのような座標系が本当にあるかどうかは別として)「慣性系」と名付けている。

また、運動の第一法則は、このように定義した「慣性系」という特別な座標系が、(近似的にはあるが) 確かに「存在することを主張」している。そして、ニュートン力学は、この慣性系においてのみ成り立つのである。すなわち、運動の第二法則は、慣性系でのみ成り立ち、慣性系ではないその他の座標系では成り立たない。

運動の第一法則は、ニュートン力学がどのような座標系で成り立つかを定める前提条件としての意味を持ち、第二法則から導かれるという考えは誤りである。

**問題 2** 物体の速度を時間で積分すると位置になることを、図、数式、グラフ、文章等を用いて説明せよ。

時刻  $t = t_1$  から  $t = t_2$  の間に進んだ距離  $x(t_2) - x(t_1)$  を考える。その間、速度が一定速度  $v$  ならば、単純に速度と時間を掛け算して  $x(t_2) - x(t_1) = v(t_2 - t_1)$  で求まる。しかし、一般には速度は変化する。そこで、微小時間に区切って考える。微小時間の間に進む微小距離を足し合わせることによって、全体で進んだ距離を求めるのである。時刻  $t$  と  $t + \Delta t$  の間の微小時間  $\Delta t$  に進む距離  $\Delta x$  を考える。  $\Delta t$  が十分小さければ、その間は一定速度  $v(t)$  であると近似できる。(本当は、速度は  $v(t)$  から  $v(t + \Delta t)$  に変化しているが、その速度変化は微小であるので無視できる)。そこで、速度  $v(t)$  に時間  $\Delta t$  をかければ、進んだ距離が求まる。すなわち、 $\Delta x = v(t)\Delta t$  である。これを  $t = t_1$  から  $t = t_2$  まで足し合わせれば、その間に進んだ距離  $x(t_2) - x(t_1)$  が求まる。すなわち、 $x(t_2) - x(t_1) = \sum v(t)\Delta t$  となるが、ここで時間間隔  $\Delta t$  をゼロにする極限  $\Delta t \rightarrow 0$  をとれば、和は積分に移行して、

$$x(t_2) - x(t_1) = \sum_{t_1 \leq t \leq t_2} v(t)\Delta t \xrightarrow{\Delta t \rightarrow 0} \int_{t_1}^{t_2} v(t)dt$$

と  $t = t_1$  から  $t = t_2$  までに進んだ距離が求まる。

**問題 3** 慣性質量と重力質量の違いについて説明せよ。

慣性質量は運動方程式に表れる質量で、物体の「動かしにくさ」を表す。  
重力質量は万有引力に表れる質量で、物体に働く「重力の大きさ」を表す。