

令和6年度
社会人特別選抜B日程入学試験

基礎学力試験問題
(小論文)

1. 試験時間は、60分です。
2. 問題は、この冊子の1～4ページにあります。問題用紙が解答用紙を兼ねています。
3. 問題や解答を、声に出して読んではいけません。
4. 印刷の不鮮明、用紙の過不足については、申し出てください。
5. 問題や解答についての質問は、原則として受け付けません。
6. 終了の合図があったら、すぐに筆記具を置いて、解答用紙を机の上に伏せてください。
7. この問題用紙は、持ち帰らないでください。
8. 不正な行為があった場合には、解答をすべて無効とします。
9. 答案の文字は、ていねいに、かつ明瞭正確に書いてください。
10. その他、試験の進行については、監督者の指示に従ってください。

植草学園大学 保健医療学部

受験番号		氏名	
------	--	----	--

「速さ（速度、スピード）」とは何であるか、我々には大体分かっているけれども、実はかなり微妙なところがある。これには古代ギリシャ人がまず混乱した。その頃速さという考えに分かり難さがあることを示すため、ゼノンはたくさんのパラドックス（論理的な矛盾）を出していた。彼はこう言った。

「これから私の言うことを聞いてください。アキレスは亀の10倍も速く走れるにもかかわらず、彼は亀を捕まえることはできません。例えば亀がアキレスよりも100mも前にいる所からレースを始めるとしましょう。アキレスが100m走って亀がいた場所まで着いた時、亀はアキレスの10分の1の速さで走るため10m先に進んでいます。亀に追いつくためにアキレスは更に10m走らなければなりません。しかしその10mを走り終わった時には、亀がまだ1m先にいます。このようなことが無限に続きます。したがって、いつまで経っても亀はアキレスの前にいて、アキレスは決して亀に追いつくことはできないのです。」

この話はどこが間違っているのだろうか？それは、例えばある長さの線分を二等分することを繰り返していくことで無限に小さな線に二分割できるのと同じように、有限の時間を無限の数に分割できると考えたことである。この例から、速度についての推論には確かに微妙な点があることがわかる。

速度を考える簡単な例として、自然に落下するボールを考えてみよう。

表1 落下するボールの時間と距離の関係

時間 t (秒)	距離 s (m)
0	0
1	4.9
2	19.6
3	44.1
4	78.4
5	122.5
6	176.4

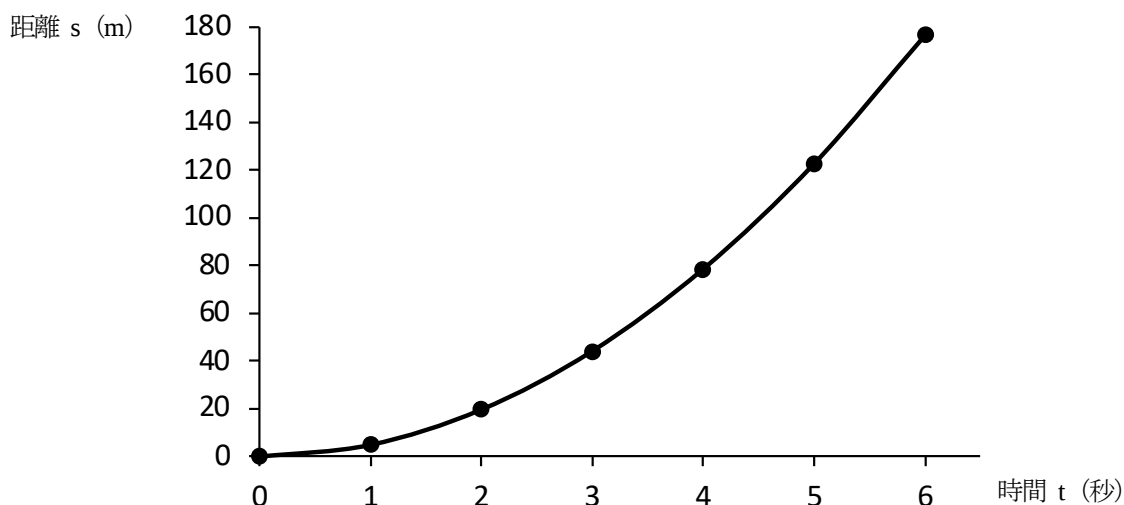


図1 自然落下するボールの時間対距離のグラフ

表1のように時間0秒では0m、1秒後には4.9m落下し、2秒後19.6m、3秒後44.1mのように落下する。この関係をプロットすると図1のような見事な放物線のグラフが得られる。そしてこの放物線を表す方程式が以下になる。

$$s = 4.9t^2 \quad \dots (1)$$

この式によって我々は落下したボールのどの時間後の距離も計算することができる。では、自然落下するボールの落下5秒後の速度を求めてみよう。一つの方法としては表1の4秒から5秒後、1秒間に進んだ距離： $122.5\text{m} - 78.4\text{m} = 44.1\text{m}$ であるから、44.1m/秒で良いか？ いや違う。何故ならその時のスピードはさらに速くなっているからである。確かにこの間のスピードは44.1m/秒かもしれない。しかしそれはこの間の平均であって、ちょうど5秒後にはもっとスピードが付いて、実際は44.1m/秒よりも速くなっている。その速さをきちんと求めてみたい。こう考えたらどうか。我々は5秒後のボールの位置は知っている。では5.1秒後はというと、上記の方程式(1)から以下のように求められる。

$$4.9 \times (5.1)^2 = 127.4\text{m}$$

すると5秒後にはボールは122.5m落ちているから、そこから10分の1秒間に、 $127.4 - 122.5 = 4.9\text{m}$ だけ落ちる。0.1秒間に4.9m落ちるということは、速さは概ね49m/秒ということになる（ほら、先ほどの44.1m/秒よりも速い）。それでもまだ正確とは言えない。この速さというのは5秒の時の速さか、それとも5.1秒の時の速さか、それともその中間の5.05秒の時の速さか、そもそもいつの速さであるのか？ いやまだそういうことではない。問題は5秒目という瞬間の速さであって、それそのものは得られていないのである。スピードとは即ち、ある非常に短い時間内にどれだけ進むかを求め、その距離を時間で割ることである。しかし、この時間はできるだけ短くなくてはならないのであって、短ければ短いほど良い。何故なら時間を短くしないと、その間にも何らかの変化が起こり得るからである。我々のなすべきことは、例えば5秒よりも $\frac{1}{1000}$ 秒だけ余分の5.001秒をとって上記と同様にして速さを求めてみることであり・・・(A)。

ここまで読んで以下の問1、2に答えなさい。

問1 ボールが7秒後と8秒後に落下する距離を、方程式(1)を使い、小数点以下1桁まで求めよ。

7秒後：_____ m 8秒後：_____ m

問2 本文(A)における5.001秒の時の速さを、5.1秒後の時の速さを求めた方法で四捨五入にて小数点以下3桁まで求めよ。

_____ m/秒

これで先ほどよりも真の値に大変近くなるのだけれど、まだ正確ではない。だが、速さを正確に求めるにはどうしなければならないか、やっとはっきりしてきた。それを数学的にやってみるのにあたって、問題を少し抽象的に考えてみよう（ある指定された時刻 t_0 （この場合は5秒）における速度を求めよというために）。

t_0 における距離 s_0 は方程式（1）から $4.9 t_0^2$ で、この場合は122.5 mである。速度を求めるためにこう考えてみる。 $t_0 +$ （僅かな時間） $= t_0 + a$ の時にはボールはどこにあるか？それは $4.9 (t_0 + a)^2 = 4.9 t_0^2 + 9.8 t_0 a + 4.9 a^2$ である。だからこれは前に考えた $4.9 t_0^2$ よりは下に落ちている。この距離を $s_0 +$ （僅かな距離） $= s_0 + x$ とする。 t_0 における距離を $t_0 + a$ における距離から引けば僅かな距離 x が分かる。それは次のように求まる。

$$\begin{aligned} s_0 &= 4.9 t_0^2 \text{ であり、} \\ s_0 + x &= 4.9 (t_0 + a)^2 \text{ であることから、} \\ x &= 4.9 (t_0 + a)^2 - 4.9 t_0^2 \quad \cdots (2) \end{aligned}$$

問3 （2）の時、速度は $v = \frac{(\text{僅かな距離})}{(\text{僅かな時間})} = \frac{x}{a}$ で与えられる。それを計算して式で表しなさい。

$$v = \frac{x}{a} = \underline{\hspace{4cm}}$$

問4 真の速度とは問3で a が無視できるほど小さくなった時のこの $\frac{x}{a}$ のとる値である。ここで a が限りなく小さくなって0になったとすると、問3の式はどうなるか、書きなさい。

$$v = \underline{\hspace{4cm}}$$

問5 問4で求めた式から $t_0 = 5$ 秒における真の速度を求めなさい。

$$\underline{\hspace{4cm}} \text{ m/秒}$$

問6 速度というのは結局どのように定義されるか、「時間」と「距離」の関係を考えて述べなさい。また、古代ギリシャ人は何故ゼノンのパラドックス「アキレスは亀の10倍も速く走れるにもかかわらず、彼は亀を捕まえることはできません」に対して反論することができなかったのか述べなさい。最後にあなたならどのように答えることができるか、考えを述べなさい。なお、解答は数式を用いても構わないが、400字以内にまとめなさい。ただし、半角記号も一マスに一文字書きこむとする。

出典：THE FEYNMAN LECTURES ON PHYSICS, Feynman・Leighton・Sands

Copyright © 1963, 2006, 2010 by California Institute of Technology

*出題の都合上、和訳、抜粋あるいは改変してある

