

令和3年度入学試験問題（後期日程）

小 論 文

（中等教育教員養成課程）

注意事項

1. 解答は、すべて別紙解答紙の指定の箇所に横書きで記入すること
2. 解答紙には必ず受験番号を記入すること

【問】 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。なお、 10^{-4} は 10^4 の逆数を、 \doteq は近似的に等しいことを表す。

back-of-the-envelope-calculation とは、直訳すると “封筒の裏でできる計算” のことで、要点を押さえて（論理的に推論し）概算を行うことを意味する。

例として、今コップ 1 杯の水があるとしよう。このコップの水を海に流してよくかき混ぜた（注）後に、海の水を同じコップでまたすくう。さて、最初コップに入っていた水分子のうち何個が再びすくい取られるだろうか？

コップ 1 杯の水の体積は $2 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ 程度である。この水の質量は 0.2 kg である。水の分子量は 18 であるから、コップ 1 杯の水の中に含まれる水分子は約 10 mol であり、アボガドロ数をかけることによって、コップ 1 杯の水の分子の数は 6×10^{24} 個と見積もることができる。

さて、海の水の体積を推定しよう。地球の半径は約 6000 km である。（中略）地球を覆っている海の面積は地球表面の 7 割程度である。これは、地球儀を見れば納得できるであろう。海の平均の深さが推定できれば、海の水の体積が概算できる。海溝で海の深さは最大であり、それは 11 km 程度である。大陸の周辺には浅い海が取り巻いていて（大陸棚）、その深さは 200 m 程度である。したがって、海の深さの平均は 1 km の程度と推定できる。海の水の体積は、「地球の表面積×海の面積の割合×海の平均の深さ」より、

$$(4 \times \text{円周率} \times 6000^2) \times 0.7 \times 1 \doteq 3.2 \times 10^8 \text{ km}^3$$

と推定できる。すなわち、 $3.2 \times 10^{17} \text{ m}^3$ となる。したがって十分混ぜた後に、またコップですくった水のなかに含まれる元々あった水分子の個数は、

$$6 \times 10^{24} \times \frac{2 \times 10^{-4}}{3 \times 10^{17}} \doteq 4 \times 10^3$$

となる。この計算により、

が実感できる。

back-of-the-envelope-calculation はこのように、考えている対象に関する具体的なイメージを得るために非常に有用である。また、物理学者のフェルミがこの手法を得意としていたことから、back-of-the-envelope-calculation はフェルミ推定とも呼ばれる。

(注) 地球の裏側の水ともよく混ぜること

(出典) 近藤 康 著「物理学概論－高校物理から大学物理への橋渡し－[力学編]」
学術図書出版社、2020 年、p.110。(設問の都合により本文の一部を改変している。)

- (問1) この計算により、著者はどんなことを実感したと推測されるか。下線部に入る言葉を 10 字以上 20 字以内で答えなさい。
- (問2) 中等教育教員養成課程(数学・理科・技術専攻)で学ぶ際に、あるいは将来教壇に立ったときに、本文に述べられているように要点を押さえて概算を行う手法は、どのような場面で役立つと考えられるか。300 字以上 400 字以内で記述しなさい。