

小論文

試験時間 90分

注意事項

- ・ 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
- ・ 受験番号、氏名を解答用紙の所定の欄に記入してください。
- ・ この問題冊子は表紙を除いて全部で5ページです。
- ・ 解答は、解答用紙の所定の欄に記入してください。
- ・ 試験中に問題の脱落、解答用紙の汚れ等に気づいた場合には、手を上げて監督員に知らせてください。
- ・ 問題冊子・下書き用紙は各自持ち帰ってください。

本試験は、論理的思考力、理解力、表現力、発想力等を総合的にみようとするものであり、思想、信条等を問うものではありません。

問題1 次の文章を読んで問1から問4に答えなさい。

飛ぶ速度と酸素消費との関係を調べてみると、走る場合とはだいぶ様子が違う。走るときは、速度に比例して酸素消費量が直線的に増加したのだが、飛ぶ方は、下に凸の曲線となり、ある速度のときに、酸素消費量が最小になる。

魚でも酸素消費と速度との関係が得られていて、これでは、速度とともに、酸素消費量が急速に増える。魚の場合も、曲線に接線を引いて、運搬コストが最小になる速度を求めることができる。

このようにして、運搬コスト（1キログラムの体重を1メートル運ぶのに必要なエネルギー）を求め、それをもとに、体重とコストとの関係のアロメトリー式¹をつくり、3つの移動法について比較したのが図1である。こういう図をつくることにより、シュミット・ニールセンは、以下のことに気がついた。

(この部分は、著作権の都合上、公開できません)

図1 移動方法の経済性の比較. 体重1kgを運ぶのに必要な最小のエネルギーと体重との関係を図示した。(Vogel, 1988をもとに描く)

どの移動法でも、右下がりの直線になっている。つまり①サイズの大きいものほど、運搬のコストは安くなる。驚くべきことに、地上を走るより、空を飛ぶ方がコストが安い。飛ぶことに大きなエネルギーがいるのは確かなのだけれど、飛ぶ方が断然速いので、一定距離で比較すれば、ずっと経済的になるのである。渡り鳥が何千キロも飲まず食わずで飛べる秘密は、この経済性にある。鳥の直線を左に延長すると、飛ぶ昆虫たちのデータが、ほぼこの直線にのってくる。

今度は別の見方で動くコストを考えてみよう。1キログラムあたりの運搬コストはサイズとともに小さくなったのだけれど、動物は個体として動くのであり、1キログラム単位で走ったり飛んだりしていない。動くということが、その個体にとってエネルギーのうえで、どのくらい大変なことなのか、そして、大変さはサイズでどう変わるかを、考えてみたい。このためには、動物一個体が普通で動きまわるときに使うエネルギーを、

その動物が動いていないときのエネルギー使用量（つまり標準代謝量）で割った値を見てみればよいだろう。

各運動法につき、体重と代謝量の関係のアロメトリー式を求め、それを標準代謝量のアロメトリー式で割って、新たにアロメトリー式をつくった。それを図示したのが図2である。

(この部分は、著作権の都合上、公開できません)

図2 移動運動中には標準代謝量の何倍のエネルギーを使うか？
(Peters, 1983をもとに描く)

(この部分は、著作権の都合上、公開できません)

(この部分は、著作権の都合上、公開できません)

出典：本川達雄. ゾウの時間ネズミの時間：サイズの生物学. 中央公論新社. 抜粋・一部改変.

(注)

*1 アロメトリー式：生物の体の部分同士、または部分と全体の大きさ、体重やその他の生理学的な要素との間にみられる様々な量的関係を示した式であり、体重の指数関数を用いて表される。例えば、体重と運搬コスト、体重と標準代謝量のアロメトリー式がある。

問1 下線部①について、図1のどのような特徴からそれが言えるのか。25字以内で答えなさい。

問2 図2から、「移動運動中の使用エネルギー/標準代謝量」が以下のように読み取れるとする：

- 体重0.1kgの走る恒温動物： 1.7
- 体重1kgの走る恒温動物： 2.2
- 体重0.1kgの飛ぶ恒温動物： 1.0
- 体重1kgの飛ぶ恒温動物： 1.9

これに基づいて以下の各問に答えなさい。ただし、解答の際は小数第3位を四捨五入して小数第2位までを解答しなさい。

(1) 走る恒温動物と飛ぶ恒温動物のそれぞれについて、体重が0.1kgから1kgまで変化するときの「移動運動中の使用エネルギー/標準代謝量」の平均変化率を答えなさい。

(2) 飛ぶ恒温動物の体重が0.1kgから1kgまで変化するときの「移動運動中の使用エネルギー/標準代謝量」の平均変化率は、走る恒温動物の何倍であるかを答えなさい。

問3 下線部②について、目的の有無にかかわらずアシカやイルカが水槽をくるくと泳ぎまわれる理由は何か。本文から推察できるその理由を70字以内で説明しなさい。

問4 トビ(約1kg)やアホウドリ(約5kg)といった大きく重い飛ぶ鳥が他の動物と比較して経済的に移動しているといえるのはなぜか。本文の図や説明を根拠として、複数の理由をあげながら300字以内で述べなさい。

問題2 次の文章を読んで問1から問4に日本語で答えなさい。

(この部分は、著作権の都合上、公開できません)

出典： Jeffrey S. Rosenthal. *Struck by Lightning: The Curious World of Probabilities*. HarperCollins Publishers. 抜粋・一部改変.

(注)

*1 attribute(s): 特性

*3 simplicity itself: 非常に単純なこと

*5 hazel: 栗色、赤褐色

*7 recessive: 潜性

*2 trait(s): 性質

*4 colour: color (米)

*6 dominant: 顕性

*8 Punnett square: パネットの方形

問1 What does the proverb in the underlined expression ① mean in the context of the text?

Choose the suitable meaning from the list below.

- I. 子の遺伝子は親の遺伝子と必ず同じになる。
- II. 子に発現する遺伝的特徴は親の努力によっても変えられる。
- III. 子に発現する遺伝的特徴は親の遺伝子で決まる。
- IV. 子に発現する遺伝的特徴は親の遺伝子とはまったく関係ない。

問2 Why does the author say in the underlined passage ② that there is “no way” to tell which? Explain the reason. (Max. 80 characters)

問3 If both parents have Light-Dark gene pairs, calculate the probability that their two children have the same eye color. Show the calculation procedure.

問4 If the Dark gene were recessive and the Light gene were dominant, what would be the eye color of a child of two Light-eyed parents? Explain all possible gene pairs of the parents. Also write the child's eye color in each case.