

## 理科問題紙

平成 28 年 2 月 25 日

自 14:00

至 16:00

### 答案作成上の注意

1. 理科の問題紙は 1 から 22 までの 22 ページである。
2. 解答用紙は、生物 ⑦, ⑧, ⑨, 化学 ⑩, ⑪, ⑫, ⑬, 物理 ⑭, ⑮, ⑯ の 10 枚である。
3. 生物, 化学, 物理のうち 2 科目を選択すること。
4. 解答はすべて解答用紙の指定された箇所に書くこと。
5. 試験開始後 30 分以内に選択する科目を決定すること。
6. 問題紙と草案紙は持ち帰ること。

# 生 物

1

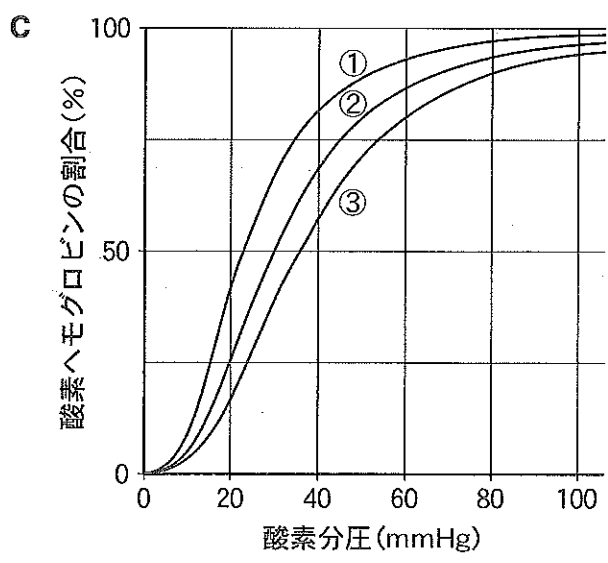
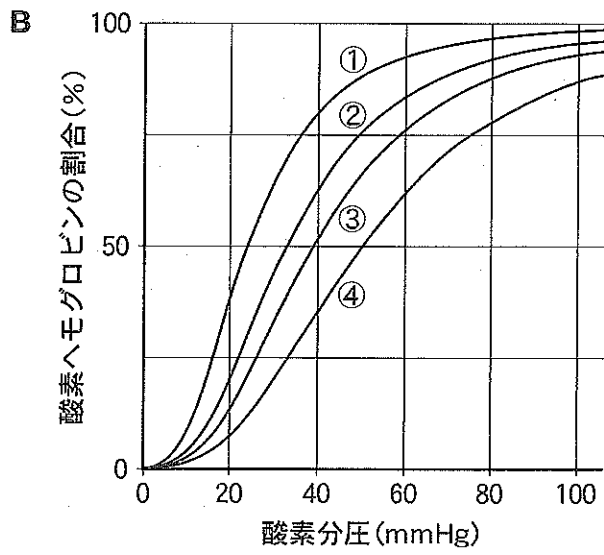
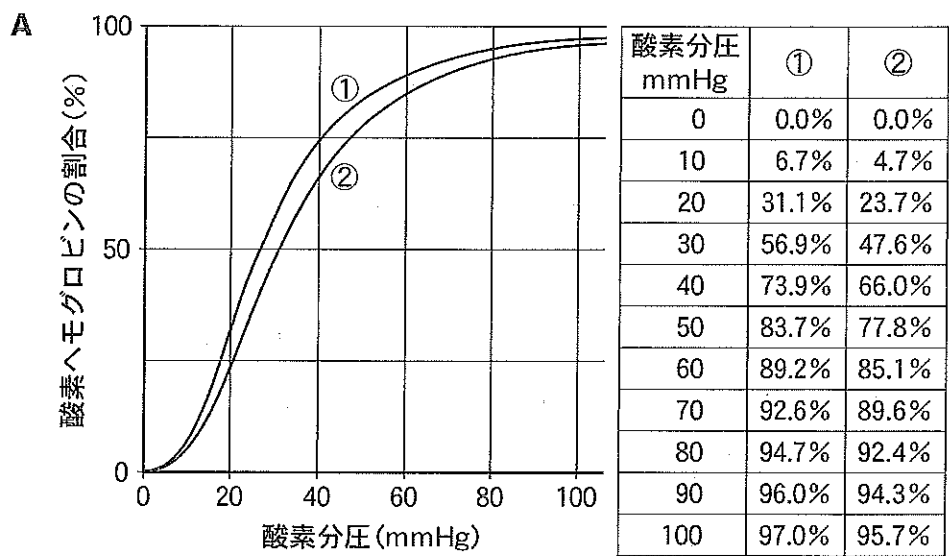
(1) ヘモグロビンの酸素運搬機能について次の各問に答えなさい。

問 1 ある臓器に入る動脈血とその臓器から出る静脈血の酸素分圧を計測したところ、それぞれ 100 mmHg と 40 mmHg であった。次ページ A のグラフは、二酸化炭素分圧や pH などの条件を、これらの動脈血あるいは静脈血と同じにして計測した酸素解離曲線で、となりの表はグラフ各点の数値を表したものである。どちらが静脈血の条件で計測した酸素解離曲線か、番号で答えなさい。また、この臓器を通過する間に、何%の酸素ヘモグロビンが酸素を解離したか、小数第一位まで求めなさい。

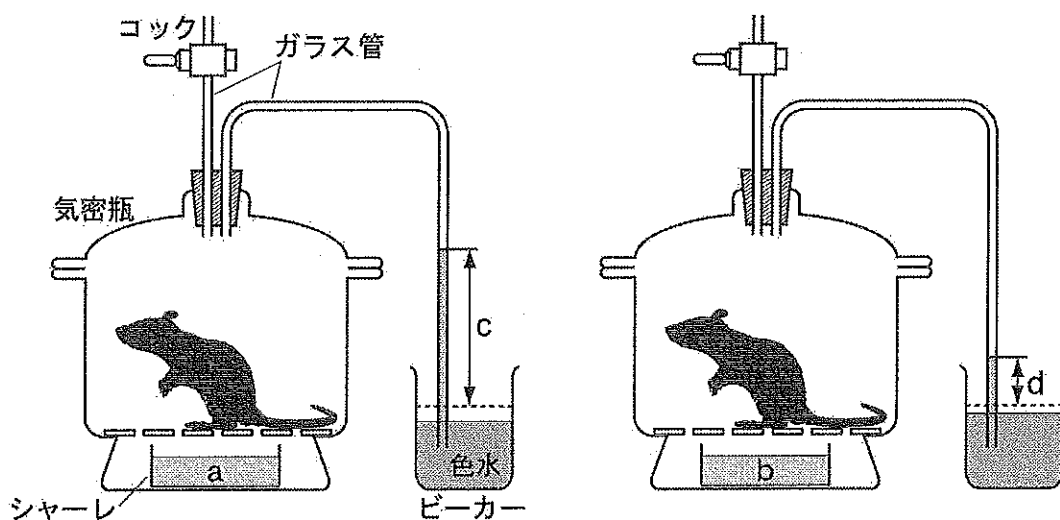
問 2 ヘモグロビンの酸素運搬能力は、動物の体の大きさによって異なることが知られている。これは、大きい動物ほど相対的な代謝量が少なく組織の単位重量当たりの酸素消費量が少ないため、それに適応するよう進化の過程でヘモグロビンの構造が変化したからである。次ページ B のグラフで①～④の各線は、同じ条件で測定したウマ、ネコ、ネズミ、ヒツジのいずれかの動物の酸素解離曲線を示す。それぞれどの動物の酸素解離曲線か、正しい組み合わせを、次のア～オの中から選びなさい。

ア:	① ウ マ	② ネ コ	③ ネズミ	④ ヒツジ
イ:	① ヒツジ	② ネズミ	③ ネ コ	④ ウ マ
ウ:	① ネズミ	② ネ コ	③ ヒツジ	④ ウ マ
エ:	① ネズミ	② ネ コ	③ ウ マ	④ ヒツジ
オ:	① ウ マ	② ヒツジ	③ ネ コ	④ ネズミ

問 3 次ページ C のグラフに、異なる温度条件で測定したヒトヘモグロビンの酸素解離曲線を示す。37℃で測定した酸素解離曲線が②である場合、39℃で計測したのは①と③のどちらか、番号で答えなさい。また、温度によって酸素解離曲線が変化することが、生体にとってどのように役立つのか、説明しなさい。



(2) 図に示す実験装置の気密瓶にネズミを入れ、コックを閉じて外気との連絡を遮断すると、ビーカーに入った色水がガラス管に吸い上げられる。気密瓶の底に設置するシャーレに、水または0.4%水酸化ナトリウム溶液を入れ、色水が吸い上げられる速度を比較した。図は、コックを閉じてから5分後の様子を示し、ビーカーの点線はコックが開いた状態での色水の水面の位置を示している。なお、ネズミは配合飼料を食べさせた体重50gの雄のラットを用い、本装置には断面積が $1.0\text{ cm}^2$ のガラス管を用いた。



問1 aの液体は何か、答えなさい。また、aまたはbのどちらか一方のシャーレに水酸化ナトリウム溶液を入れた理由を、簡単に説明しなさい。

問2 cとdは色水水面の移動距離を示し、cは80mm、dは12mmであった。

(ア) このネズミの、体重1kg当たりの1分間の酸素消費量と二酸化炭素排出量はそれぞれ何mLか、小数第一位まで求めなさい。なお、吸い上げられる色水の量は、気密瓶内のガス体積の減少量に一致するものとする。

(イ) このときの呼吸商を小数第二位まで求めなさい。

問 3 炭水化物だけ、あるいは脂質だけを食べさせたネズミを入れた場合、cの値は配合飼料を食べさせたネズミと同じであったが、dの値は違っていた。炭水化物だけ、あるいは脂質だけを食べさせた場合のdの値として適当なのはそれぞれどれか、以下の数値から選びなさい。

0 mm      24 mm      36 mm      44 mm      56 mm      80 mm

2 耳あかが湿っている湿性型の人と乾いている乾性型の人がいる。湿性型は優性で、乾性型は劣性な遺伝形質である。この遺伝は常染色体上に存在する2つの対立遺伝子  $A, a$  によって決まり、 $A$  は  $a$  に対して優性である。いま、湿性型の人が全体の64%をしめる大きな集団がある。ハーディー・ワインベルグの法則が成り立つとして、以下の問に答えなさい。

問 1 対立遺伝子  $a$  の遺伝子頻度を求めなさい。

問 2 集団内にみられる遺伝子型をすべてあげ、それぞれの遺伝子型が全体の何%をしめるか、解答例にそって書きなさい。(解答例、 $Bb$  型 10%)

問 3 遺伝子型  $Aa$  の人が湿性型の人全体にしめる割合を、分数で答えなさい。

問 4 集団内のある家族において、娘、娘の夫、娘の父親は湿性型であるが、娘の母親は乾性型である。娘と娘の夫の間に、乾性型の子が生まれる確率を分数で答えなさい。ただし、娘と娘の夫の間に、遺伝的な関係がないとする。

問 5 集団内で多くの子が生まれるとする。乾性型の子が生まれる可能性がある男女の組み合わせは、男女の組み合わせ全体の何%をしめるか、小数第一位まで求めなさい。

問 6 対立遺伝子は2つでなく、3つ以上、存在することがある。いま、常染色体上のある遺伝子座に対立遺伝子  $C, D, E$  が存在し、集団内の遺伝子頻度をそれぞれ  $p, q, r$  とする。対立遺伝子  $E$  をもっている人が集団内にしめる割合を、 $p, q, r$  の式で示しなさい。ただし、 $p + q + r = 1$  とする。

- (1) 血液は酸素の運搬だけでなく、栄養や老廃物の運搬、免疫反応の場など、生体内で様々な役割を担っている。

血液中には、液体成分である血漿(けっしょう)と有形成分である血球が含まれている。生体内では養分をはじめ多くの物質が、この血漿に溶けた状態で全身に運搬され、細胞活動の維持に利用される。内分泌腺から分泌されたホルモンもまた血漿によって運搬され、特定の器官や細胞に作用する。また血漿成分の一部が血管外にしみ出たものが、細胞を包む組織液になる。

このように重要な役割を担うため、傷を負って出血した場合には、速やかにその出血を止める仕組みが必要である。出血すると血小板や血漿に含まれる血液凝固因子と血漿中の  イオンが  を  に変化させる。この  がさらに  を  へ変化させ、これに、血球が絡みつくことによって傷口がふさがれる。

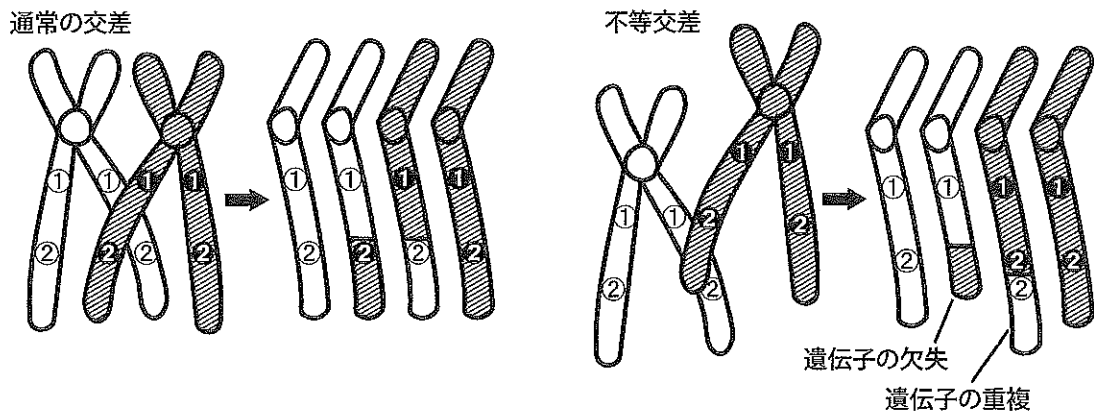
問 1 文中の  ~  に適当な語を入れなさい。

問 2 ホルモンが作用する器官を何と呼ぶか答えなさい。

問 3 組織液の一部は、血管ではなくリンパ管へ流れ込みリンパ液となる。動脈、静脈、リンパ管のうち、静脈とリンパ管のみに見られる構造の名称とその働きを述べなさい。

(2) 生殖細胞の形成における減数分裂の過程では、同じ大きさと形を持った相同染色体が並び、その一部が交差して乗換えが起こる。この際、これらの染色体がきちんと整列して並ばなかった場合に、最終的にできる染色体上の遺伝子の並び方に不均衡が生じることがある。これを不等交差と呼ぶ。

下図は不等交差の結果、一本の染色体上に対立遺伝子が2つ並ぶ重複と、染色体から遺伝子がうしなわれる欠失が生じる様子を示した模式図である。図中の①と①および②と②はそれぞれ対立遺伝子を意味している。



問 1 相同染色体の乗換えが起きるのは減数分裂のどの段階か。段階の名称を答えなさい。

問 2 生存にとってきわめて重要な遺伝子が、不等交差によって重複したと仮定する。この後、重複した遺伝子の片方に突然変異が生じ、この遺伝子によって作られるタンパク質の機能が消失した場合、どのようなことが予想されるか、理由とともに説明しなさい。

問 3 不等交差によって生じる遺伝子の重複は、生物の進化においてどのような役割を担ってきたと考えられるか説明しなさい。



- (1) 冬を沿岸で過ごした稚アユは春になると川を遡上し、中・上流域で定着生活を送る。この時期のアユには一定の空間(縄張り)を占有する個体と、群れをつくる個体とがある。アユが縄張りをもつかどうかということと、縄張りの大きさには  と  という二つの要素が関係している。

問 1 文中の  と  に適当な語句を入れなさい。

問 2 アユが縄張りをもたずに群れをつくるのはどのような場合か、  
 と  の関係をもとに説明しなさい。

問 3 アユの繁殖にとり、縄張りをもつことがどのような利益になるのか答えなさい。

- (2) 北海道にはアメマスとオショロコマという、同じような生活様式をもつ2種のイワナ属の魚が分布している。図1はアメマスとオショロコマが共存するA川とB川の流域で両種の分布を調べた結果である。A川は山地溪流の上流域、川幅が広がり所々に早瀬と淵(ふち)がある中流域、そして緩やかに流れる下流域からなる。一方B川は台地の湧き水を水源にもつ上流域、蛇行しながら早瀬と淵を繰り返す中流域、そして川幅広く緩やかな流れの下流域からなる。図2はB川中流域の同じ場所に生息するアメマスとオショロコマの胃内容物と、オショロコマが単独で生息するC川でのオショロコマの胃内容物を調べた結果である。

問 1 図1をもとに、A川とB川におけるアメマスとオショロコマの共存状況を説明しなさい。

問 2 図2にあるように、オシヨロコマの胃内容物はB川とC川で異なる。B川でのオシヨロコマの食性がC川での食性と異なるのはなぜか、胃内容物の特徴をもとに考え説明しなさい。そして、B川とC川でのオシヨロコマの食性に関するニッチをそれぞれ何というか答えなさい。

問 3 A川とB川に特徴的なアメマスとオシヨロコマの共存のしくみをそれぞれ何というか答えなさい。

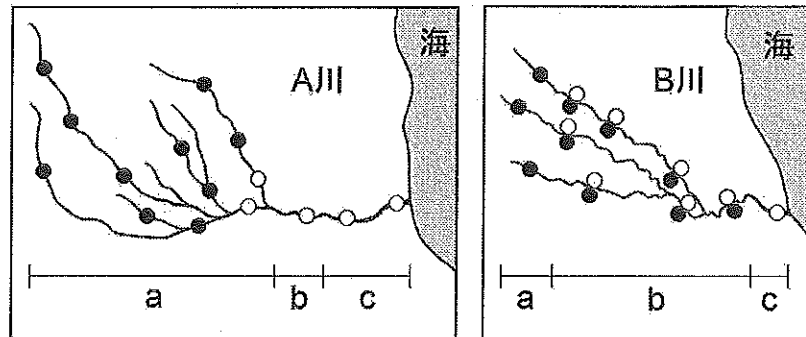


図1 A川とB川の流域でのイワナ類の生息確認地点  
(a 上流域, b 中流域, c 下流域)  
○ アメマス ● オシヨロコマ

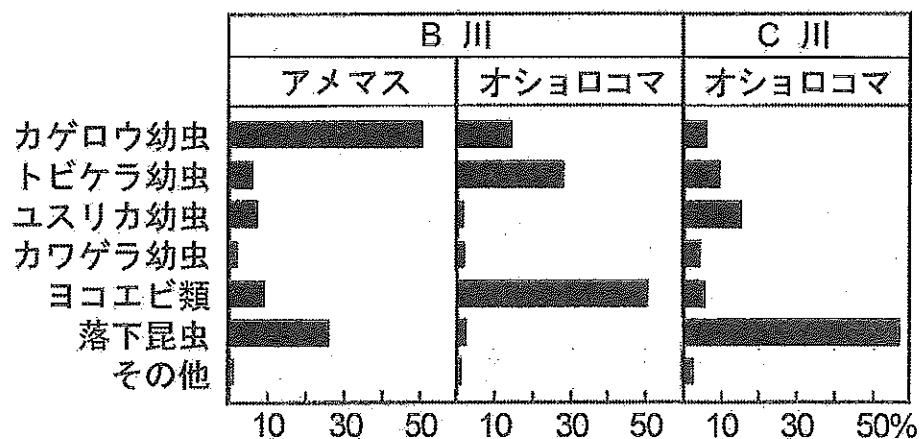


図2 B川(中流域)とC川に生息するイワナ類の胃内容物(%)  
カゲロウ・トビケラ・ユスリカ・カワゲラの幼虫(水生昆虫),  
ヨコエビ類(甲殻類), 落下昆虫(川に落下した陸生昆虫)