

令和8年度入学者選抜学力検査問題

生 物 (本文8ページ)

農学部

フロンティア食品科学科、

9時30分—11時00分

生物生産イノベーション科学科、環境システム科学科

{ 注意 }

1. 検査開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけない。
2. 「受験番号」は、解答用紙の受験番号欄に忘れずに記入しなさい。
3. この問題冊子には3問題ある。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあつた場合は申し出なさい。
4. 解答は、必ず解答用紙の所定の解答欄に記入しなさい。所定の欄以外に記入したものは無効である。

(答えは解答用紙の所定欄に記入せよ。)

第1問 次の文章ⅠおよびⅡを読んで下の問い(問1～問5)に答えよ。

Ⅰ 生物のからだは基本単位である から成り立っており、真核生物の には膜構造で仕切られた さまざまな機能を持つ小器官が存在する。
このような小器官のうち、 は植物に特有であり、光のエネルギーを用いて と常温常圧で気体である から有機物を合成する。一方、 は植物においては精子でのみ存在が確認されている。真核生物の のうち、これらの膜構造で仕切られた小器官以外の部分が である。

Ⅱ 複雑な分子を分解し、より単純な分子に変える過程を といい、その際エネルギーを取り出す。 が行う を特に といい、これには 酸素を用いる過程と酸素を用いない過程がある。酸素を用いない過程は で行われる。酸素を用いる過程は真核生物では で行われ、糖類が と に分解されることで が生産される。

問1 文章中の ～ にあてはまる適語を答えよ。

問2 下線部1について、 (長径約1～3μm)よりも小さい小器官を2つ答えよ。

問3 下線部2について、激しい運動時の筋肉では酸素を消費しない、解糖とよばれる過程でエネルギー生産を行うことがある。分解した物質あたりの作り出されたエネルギーの量で比較すると、酸素を消費する過程の方が解糖よりも優れる。それにも関わらず、解糖を行うことの利点を答えよ。

問 4 下線部 3 について、アルコール発酵は酸素を用いずにグルコース ($C_6H_{12}O_6$) からエタノール (C_2H_5OH) を得る反応である。この反応によってエタノール 138 g が生成する際に消費されるグルコースは何 g か、また副産物として生じる気体は何 g か求めよ。ただし、アルコール発酵の効率は 100 % であったとし、原子量は H : 1、C : 12、O : 16 とする。

問 5 酵母は周囲の環境条件に応じて、アルコール発酵と同時に、酸素を用いる過程でグルコース ($C_6H_{12}O_6$) を分解しエネルギーを得る。ある酵母が 64 g の酸素を消費した際に別の気体を 132 g 放出した。この際に消費されたグルコースは何 g か求めよ。ただし、これら 2 つの反応のみが行われ、それらの効率は 100 % であったとし、原子量は H : 1、C : 12、O : 16 とする。

第2問 次の文章を読んで下の問い(問1～問5)に答えよ。

動物の配偶子である卵と精子は [1] 細胞から生じる。 [1] 細胞は、雌では卵巣で [2] 細胞に、雄では精巣で [3] 細胞になる。 [2] 細胞と [3] 細胞は体細胞分裂を繰り返して増殖する。体細胞は染色体を2組ずつ含んでおり $2n$ と表される。染色体には常染色体と性染色体がある。ヒトの場合、体細胞の染色体は [4] 本ある。

卵巣や精巣は配偶子を形成するだけでなく、ホルモン合成の場でもあり、ステロイドホルモンなどが分泌される。ステロイドホルモンは [5] 溶性であり、細胞膜を通過する。細胞膜は [6] の二重層からできている。 [6] 分子は、 [7] 水性の部分が膜の内側に、 [8] 水性の部分が膜の外側に向いた状態で2層に並んだ膜構造を形成する。細胞膜を通過して、細胞内にある受容体と結合したステロイドホルモンは核に入り、特定の遺伝子の発現を調節する。

精子が卵に進入し受精卵となる。ヒトの受精卵は卵割をくり返しながら胚盤胞となる。この胚盤胞から作製した幹細胞がES細胞(胚性幹細胞)である。それに対し、皮膚などの体細胞に特定の遺伝子を導入して、分化した細胞を未分化な状態に戻し、さまざまな組織に分化することができる多能性をもつようにしたのがiPS細胞である。iPS細胞は実用化に向けた研究が進められている一方で、がん細胞化の可能性も指摘されており、安全で効率のよい作製方法の確立のための研究が進められている。

がん細胞は、細胞周期の制御がきかなくなり、無秩序に増殖する細胞である。通常の体細胞分裂における細胞周期は厳密に制御され、細胞の異常な増殖が防がれている。一方で、細胞が死にいたる仕組みも存在する。発生の過程においては、プログラムされている細胞死が重要な役割を果たしている。

問 1 文章中の ~ にあてはまる適語を答えよ。

問 2 下線部 1 について、ヒトで男性のみが有する染色体名および精巢の分化に関わる遺伝子名を答えよ。

問 3 下線部 2 について、iPS 細胞の免疫に関する一般的特性について 60 字以内で説明せよ。なおアルファベットは 1 文字を 1 字として扱うこと。

問 4 下線部 3 について、アルファベットと数字で表される 4 つの期の名称を、分裂期の次から順に並べて記せ。また精子 1 個の DNA 量を 1 としたときの各期における細胞 1 個あたりの DNA 量を答えよ。

問 5 下線部 4 の名称を答えよ。またこの細胞死で DNA はどのようなになるか答えよ。

第3問 次の文章を読んで下の問い(問1～問5)に答えよ。

脊椎動物の社会では、しばしば他個体を助ける行動がみられる。親による子の保護が典型的な例であり、生まれた卵や子を保護しながら世話をすることで、結果として、¹幼齢期の死亡率を低下させ、生き残る子の数を増やすことにつながる。また、哺乳類や鳥類では、親以外の成体も子の世話をすることがあり、共同繁殖と呼ばれる。共同繁殖においては、夫婦(つがい)の傍らで、夫婦の子の世話を²行う個体は、たいてい血縁関係にある個体で、自らの子は産んでいない。鳥類では、このような個体は、その巣の親が前年に産んだ子の場合もある。

節足動物のハチやアリ、シロアリなどの昆虫には、母子や姉妹などの血縁関係にある多数の個体が集団で営巣するものがみられる。これらの集団(コロニー)内³には、生殖能力をもつ個体もいれば、自ら生殖を行わず、血縁関係にある他個体の子の世話を⁴する個体などもある。例えば、セイヨウミツバチのコロニーは、ふつう、生殖を行う1個体の女王バチと、女王バチの子である多数の働きバチと、女王バチの生殖相手となる少数の雄バチとで構成される。働きバチは、ふつう、生殖能力をもたない雌であり、ワーカーと呼ばれ、採食、巣作り、育児、防衛などの分業を行う。

以上のような血縁関係に関して、2つの個体が遺伝的にどれだけ近縁かを示したものを血縁度と呼ぶ。血縁度は、2つの個体が共通の祖先に由来する特定の遺伝子⁴を共にもつ確率によって表される。では、哺乳類や鳥類などの二倍体の動物の血縁度を、血縁関係を示した図1を用いて求めてみよう。

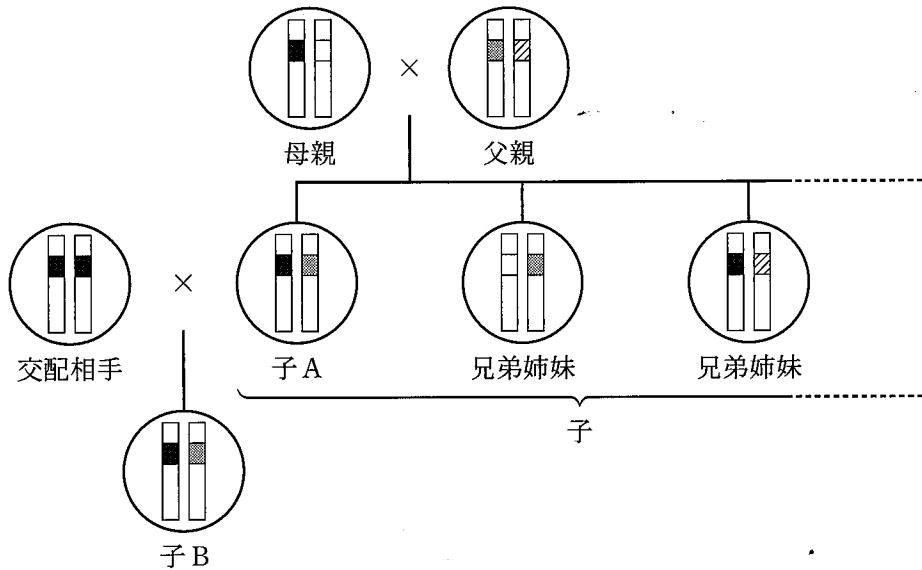


図1 二倍体の動物の血縁関係

ある遺伝子座における遺伝子(アレルまたは対立遺伝子)の違いは、色や模様
の違いで示してある

子Aのもつある遺伝子が父親由来である確率は0.5である。また、父親がも
つある遺伝子がある兄弟姉妹に伝わる確率は0.5である。よって、子Aのもつ
ある遺伝子が父親由来で、ある兄弟姉妹も父親由来のその遺伝子をもつ確率は、
 $0.5 \times 0.5 = 0.25$ である。同様に、子Aのもつある遺伝子が母親由来で、ある
兄弟姉妹も母親由来のその遺伝子をもつ確率は、 $0.5 \times 0.5 = 0.25$ である。こ
れより、兄弟姉妹間の血縁度は、父親由来の場合の確率と母親由来の場合の確率
を合計したものである、 $0.25 + 0.25 = 0.5$ である。さらに、子Aのもつある遺
伝子が自身の子Bに伝わる確率(親子間の血縁度)は0.5である。

問1 下線部1について、サルやクジラといった哺乳類でみられると予想される
生存曲線を描き、グラフを完成させよ。なお、相対年齢が0の時の生存個体
数を1000、相対年齢が100の時の生存個体数を1とし、曲線の始点と終点
は黒丸で明示すること。

問 2 下線部 2 について、このような親以外の個体を何と呼ぶか答えよ。

問 3 下線部 3 について、このように集団生活における明確な分業がみられる昆虫を何と呼ぶか答えよ。

問 4 下線部 4 について、セイヨウミツバチなどの一部の昆虫にみられる、雌は二倍体、雄は半数体(一倍体)の血縁関係を図 2 に示した。女王バチが単一の雄バチと交配する場合、図を基にして以下の①～⑥の確率を求めよ。

- ① 娘 A のある遺伝子が父親由来である確率
- ② 父親がもつある遺伝子がある姉妹に伝わる確率
- ③ 娘 A のもつある遺伝子が父親由来で、ある姉妹も父親由来のその遺伝子をもつ確率
- ④ 娘 A のもつある遺伝子が母親由来で、ある姉妹も母親由来のその遺伝子をもつ確率
- ⑤ 姉妹間の血縁度。ただし、上の①～④で求めた値のうち、算出に必要なものを用いて計算式とともに示すこと。
- ⑥ 母親のもつある遺伝子が娘に伝わる確率(母娘間の血縁度)

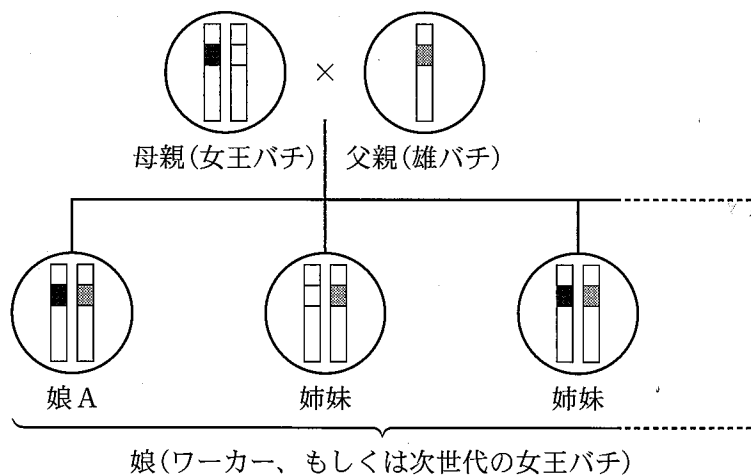


図 2 セイヨウミツバチの血縁関係

ある遺伝子座における遺伝子(アレルまたは対立遺伝子)の違いは、色や模様の違いで示してある

問 5 問 2 の個体やセイヨウミツバチなどのワーカーがとる行動は、自分自身の子孫を残すのに、一見、有利であるようにはみえない。しかし、このような行動の存在理由を血縁度の観点から説明できる。問 2 の個体とワーカーそれぞれについてこのような行動の存在理由を 100 字以内で説明せよ。なお、問題文中の血縁度の数値や、問 4 で求めた血縁度の数値のうち説明に必要なものを用いるとともに、「自分の遺伝子」、「血縁度」という語句を説明文中で用いること。数値について、例えば、0.1 は 3 マスを使用して記すこと。