

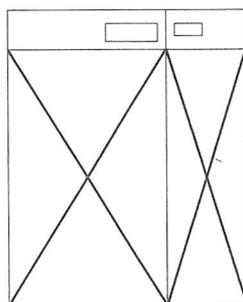
令和5年度 入学試験問題（一般選抜）

理 科

13:20～15:00

注 意

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 問題文は、物理：1～5ページ，化学：6～11ページ，生物：12～17ページである。
3. 解答紙は計3枚で，物理：1枚，化学：1枚，生物：1枚である。
4. 解答開始前に，試験監督者の指示にしたがって，選択しない科目も含めすべての解答紙それぞれ2カ所に受験番号を記入すること。
5. 試験監督者の指示にしたがって，選択しない科目の解答紙に下記のように×印を大きく2カ所記入すること。



6. 「始め」の合図があったら，問題冊子のページ数を確認すること。
7. 解答は，黒色鉛筆（シャープペンシルも可）を使用し，すべて所定の欄に丁寧な字で正確に記入すること。英文字，ギリシャ文字は大文字・小文字の区別をすること。欄外および裏面には記入しないこと。
8. 下書き等は，問題冊子の余白を利用すること。
9. 試験終了後，監督者の指示にしたがって，解答紙を物理，化学，生物の順番にそろえること。
10. 解答紙は持ち帰らないこと。

生 物

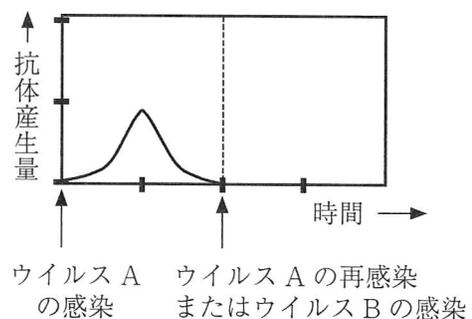
〔1〕 次の文章を読み，設問に答えなさい。

正常な動物の細胞は，〔ア〕の長さ^①と細胞分裂回数に関係があることが知られており，通常限られた回数しか分裂せず，その後増殖能を失う。これは遺伝的に決定されている細胞老化^②という現象である。一方，植物では〔イ〕による老化を抑制する仕組みが存在する。一部の動物細胞は〔ウ〕と呼ばれるプロセスを経て不死になる場合がある。このプロセスは，化学的，あるいはウイルスを使用して人工的に誘導することができる。このように無制限に分裂する能力を獲得すると，その細胞は不死化細胞となる。

1951年，ジョージ・ゲイは世界初のヒト細胞の不死化に成功した。その3年後，ジョナス・ソークはこの樹立された不死化細胞を用い，ポリオウイルスに対する〔エ〕の開発に成功した。現在では種々の不死化細胞が樹立され，様々な研究・創薬において有用なツールとなっている。

- 〔ア〕～〔エ〕に当てはまる適当な語句を答えなさい。
- 下線部①はどのような関係か，簡潔に答えなさい。
- 下線部②の仕組みに従わない正常な細胞の例を答えなさい。またその細胞の分裂が有限でない理由を，具体的な酵素名を用い，説明しなさい。
- 解答紙に染色体の模式図が描いてある。〔ア〕が存在する部分を全て黒く塗りつぶして示しなさい。
- ウイルスが感染すると体内では免疫応答が起きる。図はウイルスA初回感染後の，ウイルスAに特異的な抗体産生量の変化を表したものである。

- ウイルスAに対する二次免疫応答が起きた際の特異的な抗体産生量の変化を，解答紙の図に描き加えなさい。
- ウイルスAに対する二次免疫応答が起きた際，同時に別のウイルスBの感染が起きた。ウイルスBに特異的な抗体産生量の変化を，解答紙の図に描き加えなさい。



6. 不死化細胞を用いることは、〔エ〕の開発にどのような利点があったのか、説明しなさい。

7. ポリオウイルスに対する〔エ〕の開発とは違った手法によって、新型コロナウイルスに対する〔エ〕が開発された。どのような手法か、「スパイクタンパク質」、「設計図」という語句を用いて説明しなさい。

〔2〕 次の文章を読み、設問に答えなさい。

〔ア〕は遺伝現象に関する法則を示したが、遺伝子の物質的な実体については長い間不明であった。これに対して大きな手がかりを提供したのはグリフィスが発見した現象^①であり、この現象を引き起こす物質が遺伝子の本体であると考えられた。その後この物質の精製が進められ、〔イ〕が精製物に対して行った実験^②により、遺伝子の本体はDNAである可能性が高まった。その後、主な候補であったDNAとタンパク質のどちらが遺伝子の本体であるかについては、ハーシーとチェイスが大腸菌と〔ウ〕を材料として行った実験結果^③から結論づけられた。

1. 〔ア〕～〔ウ〕に当てはまる語句・人名を答えなさい。
2. 〔ア〕が提唱した法則で説明できるものをすべて選び、記号で答えなさい。
 - (a) 純系の黒色のモルモットと茶色のモルモットから6匹の子供が生まれたが、すべて黒色の個体であった。
 - (b) オシロイバナを自家受粉させた種子をまいたところ、「緑色」、「白色」、「緑と白色の斑」の3種類の葉がついた植物が生えてきた。
 - (c) 白いイチゴが実る品種を挿し木で殖やし、赤いイチゴが実る品種の花粉で受粉させたところ、実ったイチゴはすべて白色であった。
 - (d) 6人の兄弟姉妹のうち5人が直毛であったが、1人は縮毛であった。
 - (e) ある両親から生まれた兄弟姉妹のミトコンドリアDNAを分析したところ、すべて母親のDNAの塩基配列と一致し、父親の配列とは一致しなかった。
3. 下線部①はどのような現象か、答えなさい。
4. 下線部②はどのような実験を行ったのか、説明しなさい。
5. 下線部③の実験はDNAとタンパク質の特徴を利用し、それぞれに異なる目印をつけることで行われた。それぞれの分子につけた目印を答えなさい。

遺伝子Aを環状のプラスミドBに組み込む実験を行った。まず遺伝子Aを含むDNA断片とプラスミドBを同じ制限酵素で切断した。切断の効率は100%で、切れ残ったプラスミドや遺伝子断片はなかった(図1)。プラスミドBを切断する制限酵素の切断部位は、遺伝子Zにコードされたタンパク質の翻訳領域上にある。制限酵素で切断された遺伝子AとプラスミドBを混合した後、DNAリガーゼを作用させた。作用後の混合液を大腸菌と混ぜて取り込ませる操作を行った。この大腸菌にラクトースと色素を結合させた基質(分解されると大腸菌のコロニーは青色になり、分解されないと白色になる)を混合し、ラクトースと抗生物質であるアンピシリンを含む寒天培地にまくと、翌日の培地には図2に示すような青色と白色のコロニーが生えてきた。

6. この実験で途中の操作を(1)~(5)のように変えると、翌日の寒天培地はどのようなになるか、最も適切なものを図3の(あ)~(か)から選び記号で答えなさい。

- (1) 遺伝子 A の断片を加えない。
- (2) DNA リガーゼを加えない。
- (3) 制限酵素を作用させない。
- (4) 抗生物質としてアンピシリンの代わりにカナマイシンを加える。
- (5) 炭素源としてラクトースの代わりにグルコースを加える。

7. 図2の寒天培地から目的とする遺伝子 A を含むプラスミドを持つ大腸菌を増やすにはどのような操作をすれば良いか説明しなさい。

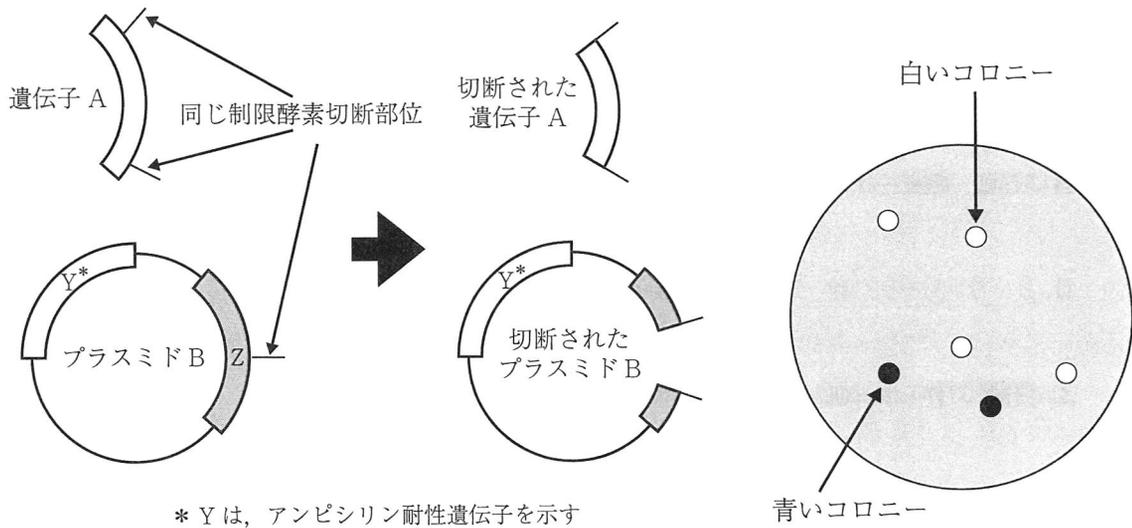


図1

図2

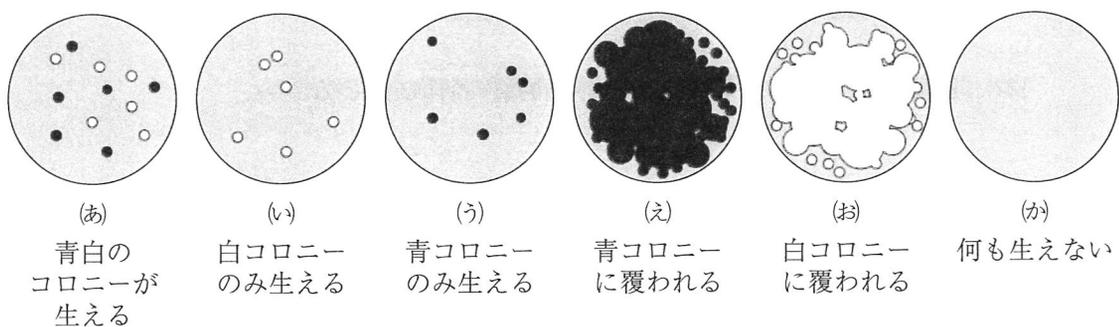


図3

〔3〕 次の文章を読み、設問に答えなさい。

ヒトの肝臓は消化管に付属する最大の臓器で、約50万個の機能単位、〔ア〕から成る。肝臓には肝動脈の他に〔イ〕からも血液が流入しており、〔イ〕は〔ウ〕、脾臓と連絡している。

肝臓は様々な化学反応を行い血液中の物質の濃度を調節している。血しょう中のタンパク質はそのほとんどが肝臓で合成される。また、体内に取り込まれたグルコースは肝臓で吸収、放出されることで血液中の濃度が一定に保たれる。^①

体内に取り込まれ、あるいは体内で生じた有害物質は、肝臓で毒性の低い物質に分解され、解毒される。組織で不要になったタンパク質は分解、代謝されるが、その際に生じる有害なアンモニアは肝臓で無害な〔エ〕に変換される。^②〔エ〕は水溶性で腎臓から尿として排泄される。

古くなった赤血球は脾臓や肝臓で破壊されるが、赤血球のタンパク質に組み込まれた〔オ〕は放置すると活性酸素を生じ細胞傷害を引き起こすため速やかに分解される。〔オ〕の分解物はさらに肝臓でビリルビンに変換される。水に溶けにくいビリルビンはコレステロールの代謝物である胆汁酸と共に胆汁として排泄される。胆汁は〔ア〕の胆小管から胆管に集められ胆嚢に貯蔵、濃縮され十二指腸に分泌される。

1. 〔ア〕～〔オ〕に当てはまる語句を答えなさい。
2. 肝臓で作られる血しょうのタンパク質の名称を答えなさい。
3. 図1にヒトの血管の構造を示す。〔イ〕の構造はどれか、A～Cより選び記号で答えなさい。
4. 下線部①について
 - (1) 吸収されたグルコースはどうか、答えなさい。
 - (2) 肝臓にグルコースの放出を指令する物質の名称を答えなさい。
5. 下線部②について、乾燥に強い殻を持った卵を産む爬虫類と鳥類では有害なアンモニアを無害化して排出するための化合物として、〔エ〕以外の化合物を用いている。
 - (1) この化合物の名称を答えなさい。
 - (2) 爬虫類と鳥類ではなぜこの化合物を用いているのか、「陸上生活」の語句を用いて理由を説明しなさい。

6. 有機溶媒 X は吸入すると肝臓で代謝、解毒されるが胆管がんを誘発することが報告されている。X をラットに与え、肝臓における X の代謝産物の分布を調べた。図 2 に肝臓組織に含まれる X の代謝産物の量を、図 3 に胆汁へ移行した X の代謝産物の量を、それぞれ測定した結果を示す。欠失型は肝細胞の輸送体の 1 つを失ったものである。a, b はそれぞれ異なる構造を持つ X の代謝産物で a はその構造からまだ発がん性を残していると予想される。
- (1) 野生型と欠失型で X が肝臓で代謝された後、それぞれどうなるか、答えなさい。
- (2) なぜ解毒を行う肝臓ではなく胆管にがんが誘発されるのか、その理由を説明しなさい。
7. 肝臓は内分泌系による体温維持にも重要な役割を果たしている。肝臓の果たす役割について「甲状腺」「副腎」の語句を用いて説明しなさい。

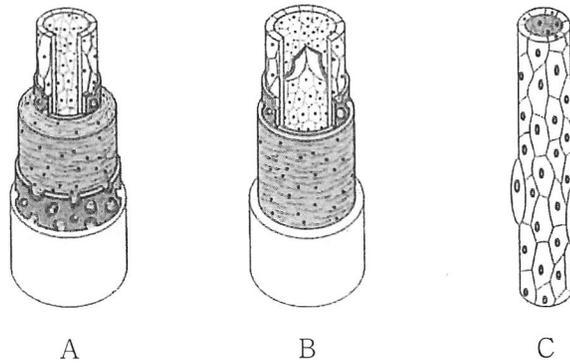


図 1

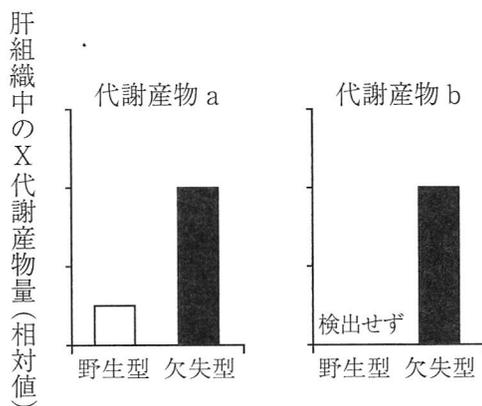


図 2

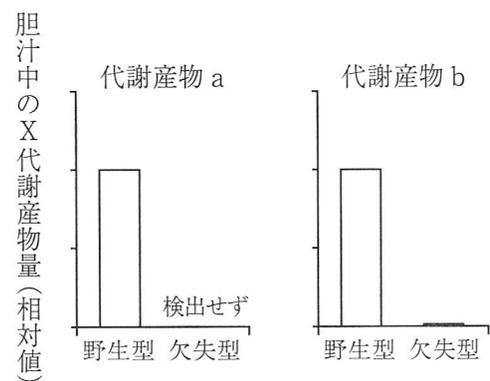


図 3

