

試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。

令和 4 年度
一般選抜 試験問題
理科 (120分)

出題科目	ページ	解答方法
物 理	4～21	左の3科目のうち2科目を解答 しなさい。 解答時間の配分は自由です。
化 学	22～43	
生 物	44～71	

I 注意事項

- 1 ページの脱落や重複、印刷の不鮮明な箇所があった場合には、直ちに手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 2 受験番号および解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入しなさい。
- 3 この問題冊子の余白は適宜利用してもかまいません。
- 4 質問、中途退室など用件のある場合は、手を挙げて知らせなさい。
- 5 退室時は、問題冊子は閉じ、解答用紙は裏返しにしなさい。
- 6 試験に関わるすべての用紙は、持ち帰ることはできません。

II 解答上の注意

- 1 「解答上の注意」が、裏表紙に記載してあるので、この問題冊子を裏返して必ず読むこと。ただし、問題冊子を開いてはいけません。

生 物

(解答はすべて解答用紙に記入すること)

第1問 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。[解答番号 1 ～

7]

ヒトの神経系は、中枢神経系と末梢神経系からなる。中枢神経系は脳と脊髄からなり、末梢神経系は脳・脊髄と体の各部をつないでいる。中枢神経系には、ニューロンの細胞体が集まっている部分と神経繊維が集まっている部分があり、その見た目の色から、前者は(ア)、後者は(イ)と呼ばれる。大脳の場合、表面の皮質が(ウ)、内部の髄質が(エ)である。末梢神経系は、いくつかの視点から分類され、中枢神経系と連絡している位置からは脳神経と脊髄神経に、興奮を伝える方向からは求心性神経と遠心性神経に分けられる。さらに、運動や感覚に関係した末梢神経系は体性神経系、恒常性に関係した末梢神経系は自律神経系に分けられる。脊髄神経のうち(オ)を通るのは感覚神経である。

神経系の基本単位はニューロン(神経細胞)である。ニューロン同士の間だけでなく、受容細胞(感覚細胞)とニューロンの間や、ニューロンと効果器の細胞の間は、シナプス⁽²⁾によって連絡している。シナプスには興奮性シナプスと抑制性シナプス⁽³⁾があり、1つのニューロンの神経終末は、同じタイプのシナプスを形成する。次ページの図1は膝蓋腱反射の経路を示しており、図中(A)～(E)はシナプスによって連絡している。膝の下を軽くたたかれたときに足先が上がるのは、(カ)のシナプスが抑制性シナプスであるために、伸筋が収縮し屈筋が弛緩するためである。

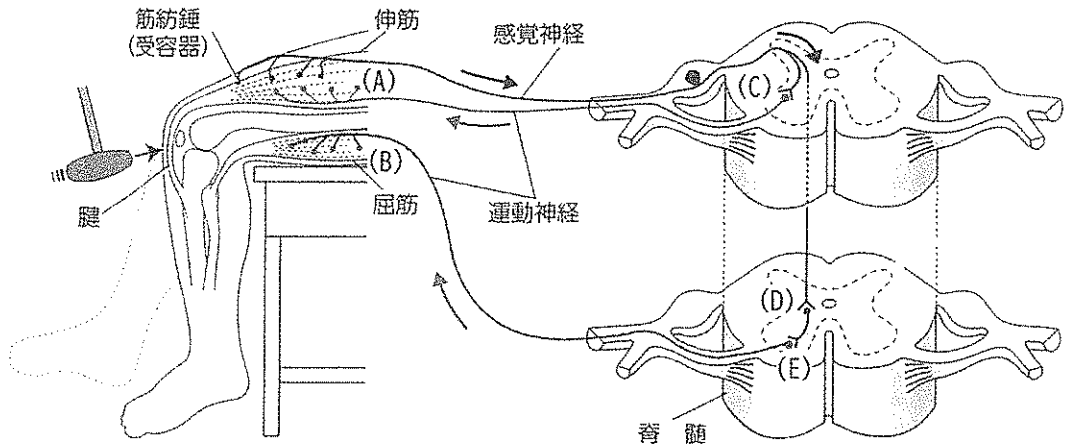


図1

(A)・(B)：運動神経のニューロンと筋繊維の間のシナプス

(C)～(E)：ニューロンとニューロンの間のシナプス

問1 文中の空欄ア～オに入る語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～

⑨から1つ選べ。

	ア	イ	ウ	エ	オ
①	白質	灰白質	白質	灰白質	腹根
②	白質	灰白質	白質	灰白質	背根
③	白質	灰白質	灰白質	白質	腹根
④	白質	灰白質	灰白質	白質	背根
⑤	灰白質	白質	白質	灰白質	腹根
⑥	灰白質	白質	白質	灰白質	背根
⑦	灰白質	白質	灰白質	白質	腹根
⑧	灰白質	白質	灰白質	白質	背根

問2 下線部(1)に関して、ヒトの脳について述べた文として誤っているものを、次の①～⑥から1つ選べ。

- ① ヒトの脳は、大脳・間脳・中脳・小脳・延髄などからなり、中脳・延髄は、脳幹に含まれる。
- ② ヒトの大脳では、新皮質が発達しており表面を覆っている。内部に隠れた皮質は辺縁皮質（大脳辺縁系）と呼ばれ、両生類や爬虫類の大脳にもある。
- ③ 間脳は視床と視床下部からなり、視床には脳下垂体がつながっている。
- ④ 中脳には、姿勢保持や眼球運動、瞳孔反射などの中枢がある。
- ⑤ 小脳には、筋肉運動の調節やからだの平衡を保つ中枢がある。
- ⑥ 延髄は、生命維持に不可欠な呼吸や心拍の調節にはたらく中枢がある。

問3 文中の空欄力に入る記号として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

- | | |
|-------------|-------------|
| ① (A) と (C) | ② (B) と (D) |
| ③ (C) | ④ (B) と (E) |
| ⑤ (D) | ⑥ (C) と (E) |
| ⑦ (D) と (E) | ⑧ (E) |

問4 下線部(2)に関連して、実験を行った。実験結果をもとに、(a)~(c)に答えよ。

【実験】

ある動物から適切な方法で取り出したニューロンXを培養液に入れた。ニューロンXに電気刺激を与えると、軸索の末端から神経伝達物質が放出された。ニューロンXを入れた培養液を、表1に示す条件(条件1~8)に変えてから電気刺激を与えると、神経伝達物質の放出に差がみられた。なお、試薬Kは細胞膜を介した Ca^{2+} (カルシウムイオン)の移動を妨げ、試薬Lは小胞体膜を介した Ca^{2+} の移動を妨げることがわかっている。また、各条件において、 Ca^{2+} 、試薬K、試薬Lの有無以外の条件は同じである。

表1

	培養液中の Ca^{2+}	試薬K	試薬L	結果
条件1	なし	なし	なし	+
条件2	なし	あり	なし	+
条件3	なし	なし	あり	-
条件4	なし	あり	あり	-
条件5	あり	なし	なし	+++
条件6	あり	あり	なし	+
条件7	あり	なし	あり	++
条件8	あり	あり	あり	-

- : 放出されなかった、+ : 放出された、++ : 多く放出された
+++ : 非常に多く放出された

(a) 実験結果から「ニューロン X で神経伝達物質の放出が起こるには、細胞外から Ca^{2+} が流入することが必要である」という仮説は、肯定されるか、否定されるか。結論とその根拠となる条件の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。 4

- ① 否定される。根拠となる条件：条件1と条件2
- ② 肯定される。根拠となる条件：条件1と条件2
- ③ 否定される。根拠となる条件：条件4と条件8
- ④ 肯定される。根拠となる条件：条件4と条件8
- ⑤ 否定される。根拠となる条件：条件5と条件7
- ⑥ 肯定される。根拠となる条件：条件5と条件7

(b) 実験結果から「ニューロン X で神経伝達物質の放出が起こるには、小胞体から Ca^{2+} が流出することが必要である」という仮説は、肯定されるか、否定されるか。結論とその根拠となる条件の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。 5

- ① 否定される。根拠となる条件：条件1と条件3
- ② 肯定される。根拠となる条件：条件1と条件3
- ③ 否定される。根拠となる条件：条件3と条件7
- ④ 肯定される。根拠となる条件：条件3と条件7
- ⑤ 否定される。根拠となる条件：条件6と条件8
- ⑥ 肯定される。根拠となる条件：条件6と条件8

- (c) 実験結果から「ニューロン X で神経伝達物質の放出が起こるには、細胞外からの Ca^{2+} の流入か、小胞体からの Ca^{2+} の流出のいずれかが必要である」という仮説は、肯定されるか、否定されるか。結論とその根拠となる条件の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑤から1つ選べ。

6

- ① 否定される。根拠となる条件：条件1・条件2・条件3
- ② 否定される。根拠となる条件：条件2・条件3・条件4
- ③ 肯定される。根拠となる条件：条件1・条件5・条件8
- ④ 否定される。根拠となる条件：条件5・条件6・条件7
- ⑤ 肯定される。根拠となる条件：条件6・条件7・条件8

- 問5 下線部(3)に関して、興奮性シナプスと抑制性シナプスについて述べた文として誤っているものを、次の①～⑤から1つ選べ。

7

- ① 興奮性シナプスで放出される神経伝達物質には、アセチルコリンなどがある。
- ② 興奮性シナプスでは、神経伝達物質を受容したシナプス後ニューロンの細胞膜（シナプス後膜）の膜電位がゼロに近づく方向に変化する。
- ③ 抑制性シナプスでは、神経伝達物質を受容したシナプス後ニューロンの細胞膜（シナプス後膜）の膜電位がよりマイナスになる方向に変化する。
- ④ 興奮性シナプスでは、神経伝達物質の受容体がシナプス後ニューロンの細胞膜（シナプス後膜）に存在するため、興奮が伝達する。
- ⑤ 抑制性シナプスでは、神経伝達物質の受容体がシナプス前ニューロンの細胞膜（シナプス前膜）に存在するため、興奮が伝達しない。

第2問 次の文章を読み、下の問い(問1～6)に答えよ。[解答番号 8]

13]

ヒトが外界に存在する病原体などの異物からからだを守るしくみは、三重になっている。まず、物理的・化学的防御によって異物の侵入を防ぐ。侵入した異物は免疫がはたらいて排除する。免疫には、すべての生物に備わっている自然免疫と、脊椎動物にだけある適応免疫(獲得免疫)の2つのしくみがある。

適応免疫が発動する際には、まず、病原体を取り込んだ樹状細胞が(ア)に移動し、(イ)に抗原を提示する。提示された抗原と特異的に結合する受容体をもつT細胞のみが活性化する。活性化したT細胞は増殖し、一部は記憶細胞として残る。B細胞は、抗原と直接結合できる抗原受容体をもつ。この抗原受容体の抗原結合部位は、そのB細胞が生産する抗体の抗原結合部位と同じ構造をもっている。ある抗原を認識したB細胞は、同じ抗原を認識したヘルパーT細胞による活性化を受けると増殖し、一部は記憶細胞に、多くは形質細胞(抗体産生細胞)に分化する。

免疫は、移植の際の拒絶反応にも関わっている。マウスを用いて、以下のような皮膚移植の実験を行い、結果を得た。

【実験1】

純系ではあるが、遺伝的に異なる2つの系統(P系統、Q系統)のマウスを用意した。そして、P系統の個体の皮膚を、P系統の個体とQ系統の個体に移植した。移植された皮膚は、前者では定着したが、後者では10日ほどで脱落した。

【実験2】

Q系統の個体の皮膚を、P系統の個体とQ系統の個体に移植した。移植された皮膚は、前者では10日ほどで脱落したが、後者では定着した。

【実験3】

P系統の個体の皮膚を、実験1と実験2で皮膚移植を受けた個体に再び移植した。移植された皮膚は、(ウ)という結果が得られた。

【実験4】

P系統の個体とQ系統の個体を交雑させ、生まれた次世代個体に、P系統の個体の皮膚とQ系統の個体の皮膚を移植した。すると「(エ)」という結果が得られた。

問1 下線部(1)に関して、ヒトにおいてみられる物理的・化学的防御について述べた文として誤っているものを、次の①～⑤から1つ選べ。 8

- ① 皮膚の表面をおおっている角質層のはたらきで、異物が体内に入るのを防いでいる。
- ② 気管の粘膜の表面は粘液でおおわれ、繊毛運動によって粘液が運ばれることで、異物の侵入を防いでいる。
- ③ 汗は弱酸性、胃液は強酸性であるため、微生物の繁殖を防ぐ効果をもっている。
- ④ 涙や唾液に含まれるリゾチームは、ウイルスや細菌など、さまざまな異物を分解することで、異物の侵入を防いでいる。
- ⑤ 皮膚や粘膜の分泌物には、細菌の細胞膜を破壊するはたらきをもつディフェンシンが含まれている。

問2 下線部(2)に関して、ヒトの自然免疫のしくみや自然免疫にはたらく細胞について述べた文として誤っているものを、次の①～⑤から1つ選べ。

9

- ① 好中球は、侵入した異物を食作用で取り込み分解するはたらきをもつ。
- ② 単球は、血液からリンパ節に移動するとマクロファージに分化する。
- ③ 異物を感知したマクロファージが近くの血管などにはたらきかけることで炎症が起こる。
- ④ 局所的に赤くはれ熱や痛みをもつ炎症を起こした部位には、好中球やマクロファージが集まる。
- ⑤ NK細胞と呼ばれるリンパ球の一種は、ウイルスに感染した細胞やがん化した細胞を認識して破壊する。

問3 文中の空欄ア・イに入る語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～

⑥から1つ選べ。

10

ア

イ

- | | |
|--------|--------------------|
| ① 胸腺 | ヘルパー T 細胞のみ |
| ② 胸腺 | キラー T 細胞のみ |
| ③ 胸腺 | ヘルパー T 細胞とキラー T 細胞 |
| ④ リンパ節 | ヘルパー T 細胞のみ |
| ⑤ リンパ節 | キラー T 細胞のみ |
| ⑥ リンパ節 | ヘルパー T 細胞とキラー T 細胞 |

問4 下線部(3)に関して、次の図1は、免疫グロブリンの構造を模式的に示したものである。免疫グロブリンは2本のH鎖と、2本のL鎖、合計4本のポリペプチドからなるY字状のタンパク質で、可変部のアミノ酸配列が多様性に富む。これは、B細胞が分化・成熟する過程で、H鎖とL鎖の可変部に相当するDNA領域で再編成が起きるためである。未分化なB細胞では、H鎖とL鎖の可変部に相当するDNA領域が、H鎖ではV、D、Jの3領域、L鎖ではVとJの2領域に分断されており、それぞれのDNA領域に多数の遺伝子断片がある。そして、分化・成熟の過程で、各領域から1つずつ遺伝子断片が選ばれて連結され、実際に発現する遺伝子がつくられる結果、それぞれのB細胞は1種類の可変部をもつようになる。いま、H鎖のV、D、J領域の遺伝子断片がそれぞれ50、25、4種類、L鎖のV、J領域の遺伝子断片がそれぞれ70、6種類あるとすると、B細胞は何種類の可変部をもつことになるか。最も近い数値を、下の①～⑨から1つ選べ。 11

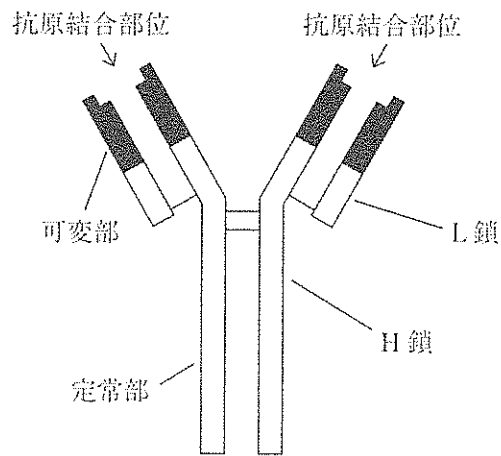


図1

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 2000 | ② 8000 | ③ 2万 | ④ 8万 |
| ⑤ 20万 | ⑥ 80万 | ⑦ 200万 | ⑧ 800万 |

問5 文中の空欄ウに入る記述として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

12

- ① 実験1のP系統と実験2のP系統の個体では定着、実験1のQ系統と実験2のQ系統の個体では5日ほどで脱落
- ② 実験1のP系統と実験2のP系統の個体では定着、実験1のQ系統の個体では5日ほどで脱落、実験2のQ系統の個体では10日ほどで脱落
- ③ 実験1のP系統と実験2のP系統の個体では定着、実験1のQ系統の個体では10日ほどで脱落、実験2のQ系統の個体では5日ほどで脱落
- ④ 実験1のP系統と実験2のP系統の個体では定着、実験1のQ系統と実験2のQ系統の個体では10日ほどで脱落
- ⑤ 実験1のP系統の個体では定着、実験1のQ系統の個体と実験2のP系統の個体では5日ほどで脱落、実験2のQ系統の個体では10日ほどで脱落
- ⑥ 実験1のP系統の個体では定着、実験1のQ系統の個体と実験2のP系統の個体では10日ほどで脱落、実験2のQ系統の個体では5日ほどで脱落
- ⑦ 実験1のP系統と実験2のQ系統の個体では5日ほどで脱落、実験2のP系統と実験1のQ系統の個体では10日ほどで脱落
- ⑧ 実験1のP系統と実験2のP系統の個体では10日ほどで脱落、実験1のQ系統と実験2のQ系統の個体では5日ほどで脱落

問6 実験4に関連した次の説明文を参考に、文中の空欄Ⅰに入る文として最も
適当なものを、下の①～⑧から1つ選べ。 13

説明文

マウスでは、ヒトと同様、自己・非自己の識別に主要組織適合性抗原(MHC分子)遺伝子が重要な役割を果たしている。マウスのMHC分子の遺伝子は常染色体上にあり、H-2抗原に関する遺伝情報をもっている。そして、移植片に自身のもたないH-2抗原が存在していると、移植片への攻撃が起こる。なお、MHC分子の遺伝子は、両親由来の両方が発現することが知られている。

- ① P系統の個体の皮膚とQ系統の個体の皮膚の両方が定着した。
- ② P系統の個体の皮膚とQ系統の個体の皮膚の両方が、5日ほどで脱落した。
- ③ P系統の個体の皮膚とQ系統の個体の皮膚の両方が、10日ほどで脱落した。
- ④ P系統の個体の皮膚とQ系統の個体の皮膚の両方が、15日ほどで脱落した。
- ⑤ P系統の個体の皮膚は定着し、Q系統の個体の皮膚は10日ほどで脱落した。
- ⑥ P系統の個体の皮膚は10日ほどで脱落し、Q系統の個体の皮膚は定着した。
- ⑦ P系統の個体の皮膚は10日ほどで脱落し、Q系統の個体の皮膚は5日ほどで脱落した。
- ⑧ P系統の個体の皮膚は5日ほどで脱落し、Q系統の個体の皮膚は10日ほどで脱落した。

第3問 次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えよ。[解答番号 14 ～

18]

動物の発生では、前後(頭尾)、背腹、左右の3つの方向性(体軸)が決められる。ショウジョウバエでは、受精前に卵母細胞に蓄えられた母性因子が、前後軸の決定にはたらいている。図1は、ショウジョウバエの未受精卵および初期胚における、3つの遺伝子(遺伝子B、遺伝子N、遺伝子H)のmRNAとそれぞれから翻訳されるタンパク質(タンパク質B、タンパク質N、タンパク質H)の分布を示している。

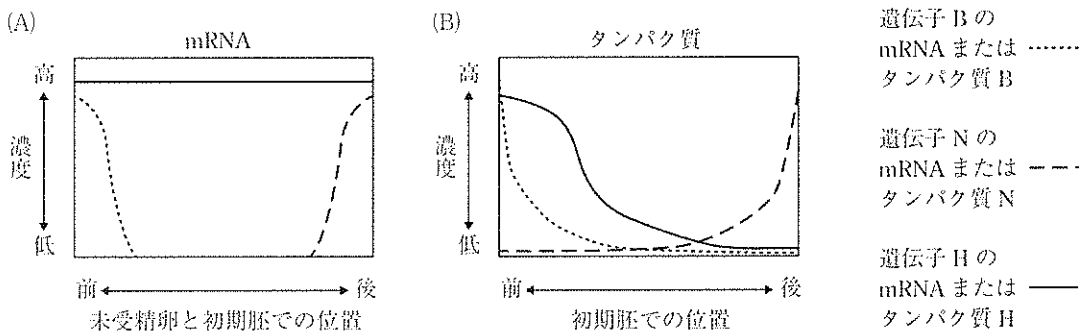


図1

未受精卵における、遺伝子Bや遺伝子NのmRNAの局在性は、卵形成の過程でつくられる。これらのmRNAは、減数分裂は終えたが卵としては完成していない未成熟な卵に、周囲の細胞から送り込まれた後、遺伝子BのmRNAは前端に、遺伝子NのmRNAは後端に輸送される。

受精後、遺伝子B、遺伝子H、遺伝子NのmRNAが翻訳され、それぞれのタンパク質がはたらくことで、前後軸が決まり、胚が領域ごとに区切られ、体節が形成される。そして、それぞれの体節で(ア)遺伝子をはたらくことで、次ページの模式図(図2)に示すように前方から後方にかけて、先端部・頭部・胸部・腹部・尾部が形成される。

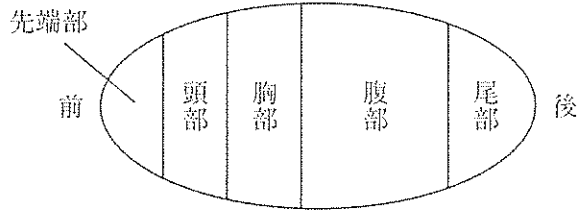


図 2

発生が進むと、やがて頭部には眼、胸部には脚や翅などの器官が形成される。器官形成には、調節遺伝子であるホメオティック遺伝子が重要な役割を果たしている。⁽²⁾ホメオティック遺伝子の突然変異によって生じるホメオティック突然変異では、からだのある領域の性質が別の領域のものにおきかわるような変化を起こす。たとえば、あるホメオティック突然変異では、胸の第3体節が第2体節におきかわり、翅が増えて、4枚の大きな翅をもつようになる。この突然変異をもつ個体では、(イ)体節ではたらくはずのホメオティック遺伝子が、(ウ)結果、翅の形成にはたらく遺伝子が発現したと考えられる。

遺伝子 B の mRNA をもたない卵は、受精すると発生を開始し、図 3 の模式図⁽³⁾に示すような、胚の両端に尾部の構造をもち頭部と胸部を欠く胚となって死亡するが、受精直後に遺伝子 B の mRNA を受精卵の前端部に注入すると、正常に発生させることができる。

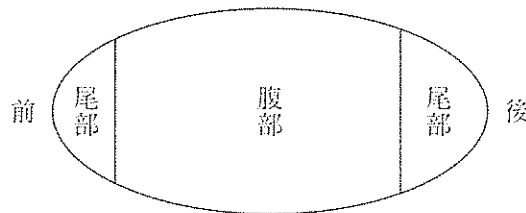


図 3

問1 下線部(1)に関して、タンパク質Nについて、図1から推論できることとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。 14

- ① タンパク質Nは胚の前方では分解されるため、濃度が低くなる。
- ② 遺伝子NのmRNAが胚の前方で分解されるため、胚の前方ではタンパク質Nの濃度が低くなる。
- ③ タンパク質Nは、遺伝子Hの転写を抑制する。
- ④ 遺伝子NのmRNAの翻訳は、タンパク質Hによって阻害されるため、胚の後方ではタンパク質Nの濃度が低くなる。
- ⑤ タンパク質Nは、遺伝子HのmRNAの翻訳を阻害する。
- ⑥ タンパク質Nが遺伝子HのmRNAを分解するため、胚の後方では遺伝子HのmRNAの濃度が低くなる。

問2 下線部(2)に関して、調節遺伝子の説明として最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。 15

- ① 調節遺伝子とは、遺伝子の発現を調節するタンパク質の情報をもつ遺伝子のことである。
- ② 調節遺伝子とは、転写を調節するタンパク質が結合するDNA領域のことである。
- ③ 調節遺伝子からつくられるタンパク質は、プロモーターに結合して、遺伝子発現を促進する。
- ④ 調節遺伝子からつくられるタンパク質は、プロモーターに結合して、遺伝子発現を抑制する。
- ⑤ 調節遺伝子は、原核細胞のゲノムにはあるが、真核細胞のゲノムには存在しない。
- ⑥ 調節遺伝子は、真核細胞のゲノムにはあるが、原核細胞のゲノムには存在しない。

問3 文中の空欄ア～ウに入る語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。 16

- | | ア | イ | ウ |
|---|-----|-------|-------------|
| ① | 同じ | 第2 | 第3体節でもはたらいた |
| ② | 同じ | 第3 | 第2体節でもはたらいた |
| ③ | 同じ | 第2・第3 | 両方とも機能を失った |
| ④ | 異なる | 第2 | 第3体節でもはたらいた |
| ⑤ | 異なる | 第3 | 第2体節でもはたらいた |
| ⑥ | 異なる | 第2・第3 | 両方とも機能を失った |

問4 下線部(3)に関連して、(a)・(b)に答えよ。なお、正常な遺伝子 B に対して、機能を失った変異遺伝子を遺伝子 b とする。

(a) 遺伝子型 Bb の雄と遺伝子型 Bb の雌を交配させた場合に得られる次世代について述べた文として最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。なお、発生過程での死亡は、図3のような胚となって死亡することだけを考えるものとする。 17

- ① 遺伝子型 bb の胚が死亡するので、受精によって生じた胚のうちの $3/4$ が生き残ることになる。
- ② 遺伝子型 b の卵に由来する胚のすべてが死亡するので、受精によって生じた胚のうちの $1/2$ が生き残ることになる。
- ③ 遺伝子型 b の卵に由来する胚のすべてと、遺伝子型 B の卵に由来する胚のうち遺伝子型 b の精子と受精した胚が死亡するので、受精によって生じた胚のうちの $1/2$ が生き残ることになる。
- ④ すべての卵のうち、遺伝子型 b の精子と受精した受精卵から生じた胚が死亡するので、受精によって生じた胚のうちの $1/2$ が生き残ることになる。
- ⑤ すべての卵のうち、遺伝子型 B の精子と受精した受精卵から生じた胚が死亡するので、受精によって生じた胚のうちの $1/2$ が生き残ることになる。
- ⑥ 受精によって生じた胚のなかに死亡するものはなく、すべて生き残ることになる。

(b) 適切な操作をすることで、遺伝子型 bb の成体を得ることができる。そこで、遺伝子型 bb の雄と遺伝子型 BB の雌の交配（交配①）と、遺伝子型 bb の雌と遺伝子型 BB の雄の交配（交配②）を行った。交配①と交配②で得られる次世代について述べた文として最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。なお、発生過程での死亡は、図3のような胚となって死亡することだけを考えるものとする。

18

- ① 交配①では生じた胚のすべてが生き残り、交配②では生じた胚の $1/2$ が生き残る。
- ② 交配①では生じた胚のすべてが生き残り、交配②では生じた胚のすべてが死亡する。
- ③ 交配①では生じた胚の $1/2$ が生き残り、交配②でも生じた胚の $1/2$ が生き残る。
- ④ 交配①では生じた胚の $1/2$ が生き残り、交配②では生じた胚のすべてが死亡する。
- ⑤ 交配①では生じた胚のすべてが死亡し、交配②では生じた胚のすべてが生き残る。
- ⑥ 交配①では生じた胚のすべてが死亡し、交配②では生じた胚の $1/2$ が生き残る。

第4問 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。[解答番号 19] ～

23]

酵素は基質と結合して複合体をつくり、活性化エネルギーを(ア)させることで、生物が生息できる温かな環境において、化学反応をスムーズに進めている。それぞれの酵素は、特定の基質と(イ)部位で結合し複合体を形成して、特定の反応を触媒する。そのため、基質濃度が高くなると反応速度が大きくなる。(ウ)部位に可逆的に結合するが触媒作用を受けない物質が基質と共存すると競争的阻害が起こる。細胞内では、さまざまな酵素がはたらいており、真核細胞⁽²⁾の場合、それらの酵素の中には細胞小器官に局在しているものも多い。たとえば、(エ)や(オ)は核内ではたらし、タンパク質や核酸、糖質などを分解する分解酵素は(カ)に含まれている。

図1に、一般的なゴルジ体の形態を示す。図1でわかるように、ゴルジ体は生体膜で囲まれた袋状の構造が層状に並んでいる細胞小器官である。ゴルジ体の構造は基本的に保たれることが知られている。たとえば、図1でいえば、5つの扁平な袋(ひとつひとつをゴルジ槽という)が並んだ状態は、時間が経過しても保たれ、それぞれのゴルジ槽の大きさも変化しない。

ゴルジ体は、タンパク質を修飾し、濃縮して、細胞外や他の細胞小器官へと送り出す役割をもつ。ゴルジ体には機能的な方向性があり、核に近い側をシス、反対側をトランスと呼ぶ。タンパク質は、小胞によってシス側から運び込まれ、小胞によってゴルジ槽を順に運ばれ、トランス側から小胞によって運び出されると考えられている。⁽³⁾

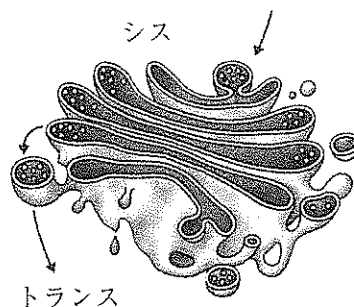


図1

問1 文中の空欄ア～ウに入る語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～

⑥から1つ選べ。 19

- | | ア | イ | ウ |
|---|----|---------|---------|
| ① | 上昇 | 活性 | 活性 |
| ② | 上昇 | 活性 | アロステリック |
| ③ | 上昇 | アロステリック | 活性 |
| ④ | 上昇 | アロステリック | アロステリック |
| ⑤ | 低下 | 活性 | 活性 |
| ⑥ | 低下 | 活性 | アロステリック |
| ⑦ | 低下 | アロステリック | 活性 |
| ⑧ | 低下 | アロステリック | アロステリック |

問2 文中の空欄エ～カに入る語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～

⑥から1つ選べ。 20

- | | エ | オ | カ |
|---|-----------|-----------|--------|
| ① | DNAポリメラーゼ | DNAリガーゼ | デスモソーム |
| ② | DNAポリメラーゼ | 制限酵素 | リソソーム |
| ③ | DNAリガーゼ | DNAポリメラーゼ | リソソーム |
| ④ | DNAリガーゼ | 制限酵素 | デスモソーム |
| ⑤ | 制限酵素 | DNAポリメラーゼ | デスモソーム |
| ⑥ | 制限酵素 | DNAリガーゼ | リソソーム |

問3 下線部(1)に関して、基質濃度が著しく高くなると、さらに基質濃度を高めても反応速度が大きくなりなくなることも知られているが、そのような基質濃度に達するまでは下線部(1)の記述に従って反応速度が変化する。基質濃度が高くなると反応速度が大きくなる理由を説明した次の文章の空欄キ～ケに入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧から1つ選べ。

21

1個の酵素分子に着目すると、基質と結合して複合体を形成し、触媒作用を現した後、生成物を離すというサイクルを繰り返す。基質濃度が高くなると、生成物を離してから新たな基質と結合するまでの時間間隔が（キ）なり、単位時間あたりのサイクルの回数が（ク）ことで反応速度が上昇する。反応液に含まれる多数の酵素分子について考えると、基質濃度が高くなるにつれ、ある瞬間に複合体となっている酵素の割合が（ケ）なるため、反応速度が上昇する。

- | | キ | ク | ケ |
|---|----|-----|----|
| ① | 長く | 減る | 高く |
| ② | 長く | 減る | 低く |
| ③ | 長く | 増える | 高く |
| ④ | 長く | 増える | 低く |
| ⑤ | 短く | 減る | 高く |
| ⑥ | 短く | 減る | 低く |
| ⑦ | 短く | 増える | 高く |
| ⑧ | 短く | 増える | 低く |

問4 下線部(2)に関連して、酵素Gは基質Xを生成物Yに変える。この酵素Gについて、酵素濃度一定の条件で、競争的阻害を引き起こす物質（阻害物質）がないときと、一定量の阻害物質があるときについて、基質Xの濃度と反応速度の関係を示すと次の図2のようになる。

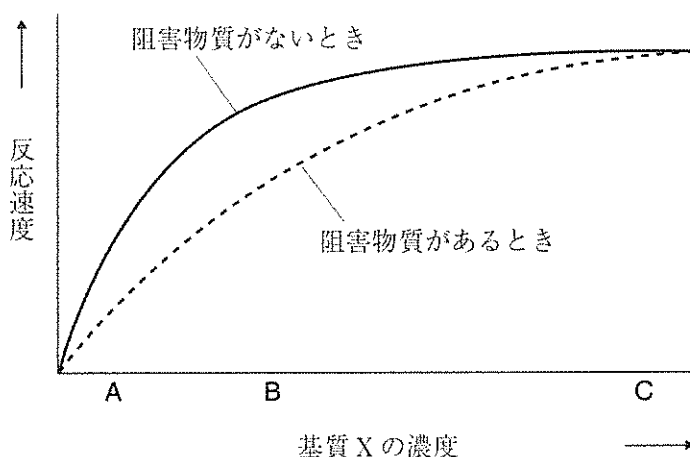
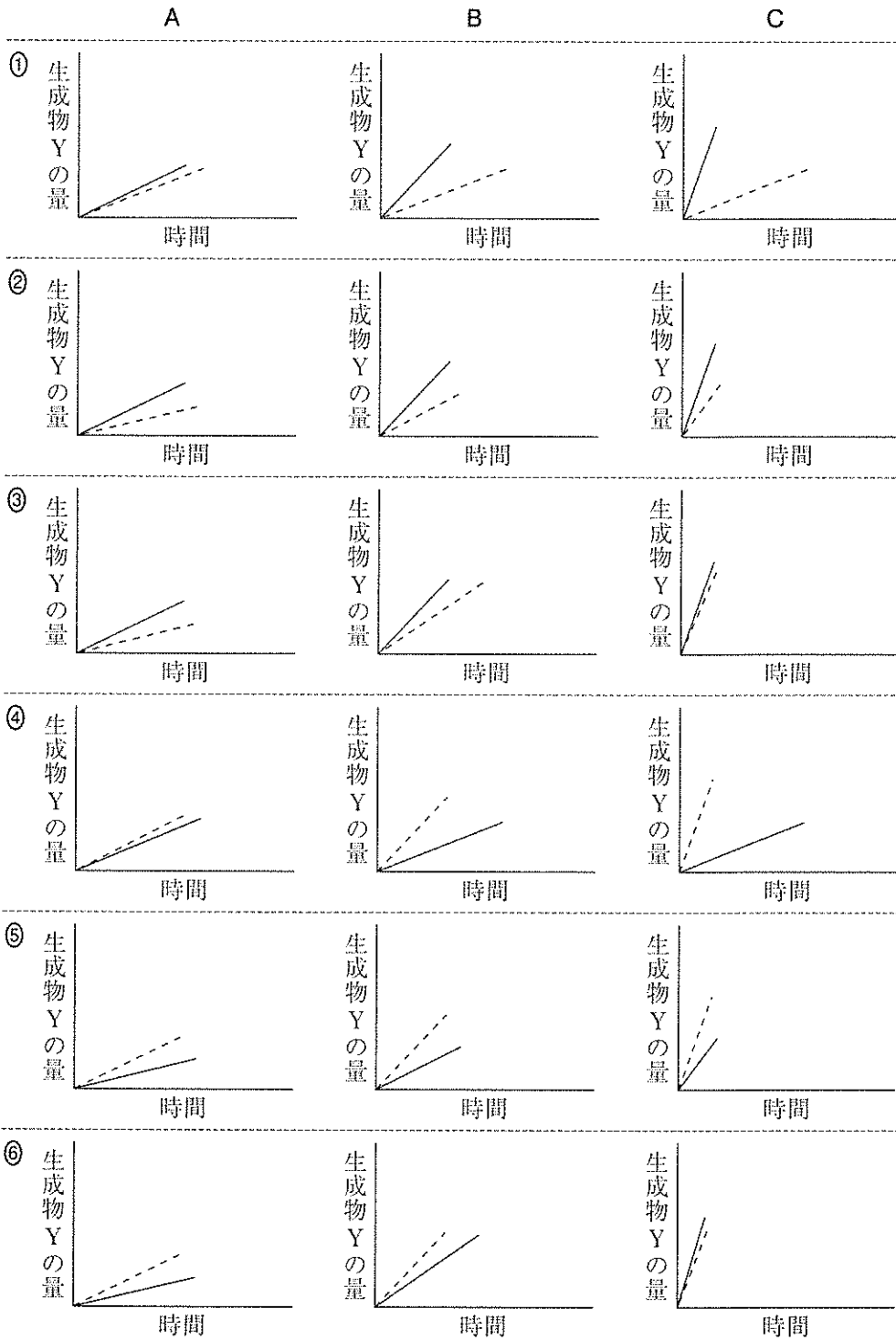


図2

この酵素Gについて、一定濃度の酵素Gを含む反応液に図2に示したA、B、Cの濃度になるように基質Xを加え、ごく短時間だけ反応させたときに生じる生成物Yの量を調べる実験を行うと、どのような結果になると考えられるか。結果を示すグラフの組合せとして最も適当なものを、次のページの①～⑥から1つ選べ。なお、グラフの実線は阻害物質がないときを、点線は阻害物質があるときを示すものとする。 22

基質 X の濃度



問5 下線部(3)に関して、シス側から運び込まれることを確かめるために計画された実験について説明した次の文の空欄コ～シに入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧から1つ選べ。 23

分泌タンパク質 B と緑色蛍光タンパク質 GFP がつながった融合タンパク質 (B-GFP と呼ぶ) が、特定の刺激を加えたときにのみ発現が始まるようにした遺伝子 B-GFP を作製し、培養細胞に導入する。この培養細胞に刺激を与えたときに、まず緑色蛍光がシス側のゴルジ槽で観察され、やがて (コ) で観察できるようになれば、下線部(3)の事実を確認できる。しかし、この変化を観察することは、実際には難しい。そこで、赤色蛍光と緑色蛍光が近接した位置から発せられると黄色として観察されることを利用する。シス側のゴルジ槽の膜に局在するタンパク質 S と赤色蛍光タンパク質が つながった融合タンパク質 (S-RFP と呼ぶ) が常に発現するようにした遺伝子 S-RFP を作製し、前述の遺伝子 B-GFP とともに導入する。この培養細胞に刺激を与えたときに、ゴルジ体で観察される蛍光が (サ) に変化し、やがて (シ) になれば、シス側から運び込まれることが確かめられる。

	コ	サ	シ
①	トランス側のゴルジ槽のみ	赤色から黄色	緑色のみ
②	トランス側のゴルジ槽のみ	赤色から黄色	黄色と緑色
③	トランス側のゴルジ槽のみ	無色から黄色	緑色のみ
④	トランス側のゴルジ槽のみ	無色から黄色	黄色と緑色
⑤	ゴルジ体全体	赤色から黄色	緑色のみ
⑥	ゴルジ体全体	赤色から黄色	黄色と緑色
⑦	ゴルジ体全体	無色から黄色	緑色のみ
⑧	ゴルジ体全体	無色から黄色	黄色と緑色

第5問 次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。[解答番号 24 ～

28]

生命活動は、それぞれ特有の機能をもつ、非常に多くの種類のタンパク質によって担われている。それらのタンパク質は、すべて、それぞれのアミノ酸配列を決める遺伝情報に基づいて合成される。⁽¹⁾ 遺伝情報の実体は塩基配列であり、塩基配列とアミノ酸の関係を示すものが遺伝暗号である。表1は、一般的な遺伝暗号表を示している。

表1

1番目の塩基	2番目の塩基				3番目の塩基
	U	C	A	G	
U	フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	U
	フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	C
	ロイシン	セリン	(終止)	(終止)	A
	ロイシン	セリン	(終止)	トリプトファン	G
C	ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン	U
	ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン	C
	ロイシン	プロリン	グルタミン	アルギニン	A
	ロイシン	プロリン	グルタミン	アルギニン	G
A	イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン	U
	イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン	C
	イソロイシン	トレオニン	リシン	アルギニン	A
	メチオニン	トレオニン	リシン	アルギニン	G
G	バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	U
	バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	C
	バリン	アラニン	グルタミン酸	グリシン	A
	バリン	アラニン	グルタミン酸	グリシン	G

タンパク質のなかには、細胞の形や細胞内の構造を支える細胞骨格を構成するものがある。細胞骨格は、アクチンフィラメント、中間径フィラメント、微小管の3つに分けられる。⁽²⁾

ヒトを含む脊椎動物は、アクチンの遺伝子を複数持っている。発現するポリペプチドのアミノ酸配列はよく似ており、アクチンフィラメントを形成するなどの性質もよく似ている。ただし、細胞の種類によって種類や比率が異なることが知

られており、心筋細胞には心筋型 α アクチンが多く含まれるのに対して、骨格筋細胞には骨格筋型 α アクチンと少量の心筋型 α アクチンが含まれる。そして、筋肉細胞以外の細胞に含まれるアクチンのほとんどは β アクチンと γ_1 アクチンである。

骨格筋細胞において、アクチンフィラメントは Z 膜と結合している。Z 膜は複数種類のタンパク質で構成されており、そのひとつであるタンパク質 A には、901 個のアミノ酸がつながっている機能をもつタイプと、576 個のアミノ酸がつながっている機能をもたないタイプがある。図 1 は、2 つのタイプのタンパク質 A の mRNA の一部を示しており、両者で異なる塩基を下線で示している。

配列① …… UGACCGAGAGCGAGGUGCCAUCAUGGGC ……
 配列② …… UGACUGAGAGCGAGGUGCCAUCAUGGGC ……

図 1

問 1 下線部(1)に関して、タンパク質合成を行うリボソームについて述べた文として誤っているものを、次の①～⑥から 1 つ選べ。 24

- ① 原核細胞には、小胞体に結合しているリボソームは存在しない。
- ② 真核細胞のリボソームは、すべて小胞体に結合している。
- ③ リボソームは、大きいサブユニットと小さいサブユニットからなる。
- ④ タンパク質合成を担うリボソームには、rRNA が含まれている。
- ⑤ リボソームの内部において、ペプチド結合が形成される。
- ⑥ リボソームも、タンパク質を構成成分として含んでいる。

問2 下線部(2)に関して、3種類の細胞骨格について述べた次のア～ウの文のうち、正しいもののみを過不足なく含む組合せとして最も適当なものを、下の①～⑦から1つ選べ。 25

- ア 3種類の細胞骨格のうち、最も細いのはアクチンフィラメントである。
イ 中間径フィラメントはチューブリンによって構成されている。
ウ 微小管はダイニンによって構成され、3種類の細胞骨格のうち最も太い。

- ① ア ② イ ③ ウ ④ ア・イ
⑤ ア・ウ ⑥ イ・ウ ⑦ ア・イ・ウ

問3 表1の遺伝暗号表に関して、次の図2に示す5個のアミノ酸からなるペプチドを考える。このペプチドの遺伝情報をもつ塩基配列には、複数の可能性があるが、図3に示す7パターンの15塩基の配列のうち、図2のペプチドを指定するものはいくつあるか。最も適当なものを、下の①～⑦から1つ選べ。 26

ヒスチジン-アルギニン-トリプトファン-セリン-グルタミン

図2

CAU-CGU-UGG-UCA-CAG
CAU-CCU-UGA-UCA-CAA
CAG-CGC-UGG-UCG-CCG
CAG-CGC-UGG-ACC-CAA
CAC-UGU-UGG-GCC-CAG
CAC-AGG-UGG-UCC-CAA
CAC-CGA-UGG-AGC-CAG

図3

- ① 0個 ② 1個 ③ 2個 ④ 3個
⑤ 4個 ⑥ 5個 ⑦ 6個 ⑧ 7個

問4 下線部(3)に関して、ヒトでは、骨格筋型 α アクチンの遺伝子に生じた1塩基の置換による先天的な疾患が知られている。この疾患のあるタイプでは、正常な α アクチンでイソロイシンである部分がロイシンに置換している。このタイプでは、 α アクチンの遺伝子のDNAの塩基配列（鋳型となる側の鎖）に、どのような変化が起きている可能性があるか。可能性がある変化のみをすべて含む組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

27

- ① TからGへの置換
- ② TからGへの置換とTからAへの置換
- ③ GからTへの置換
- ④ GからTへの置換とAからTへの置換
- ⑤ AからCへの置換
- ⑥ AからCへの置換とAからTへの置換
- ⑦ CからAへの置換
- ⑧ CからAへの置換とTからAへの置換

問5 下線部(4)に関して、機能をもつタンパク質Aの581番目と582番目のアミノ酸は何か。その組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。なお、図1に示していない部分の塩基配列は等しいと考えること。

28

- | | 581番目 | 582番目 |
|---|--------|--------|
| ① | アルギニン | システイン |
| ② | システイン | ヒスチジン |
| ③ | ヒスチジン | ヒスチジン |
| ④ | グリシン | アラニン |
| ⑤ | アラニン | イソロイシン |
| ⑥ | イソロイシン | メチオニン |

解答上の注意

- 1 解答はすべて解答用紙の解答番号に対応した解答欄にマークしてください。

10

 と表示のある問いに対して

(例1) ③と解答する場合は、解答番号10の③にマークしてください。

解答番号	解	答	欄						
10	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨

(例2) ②と⑦を解答する場合は、解答番号10の②と⑦にマークしてください。

(複数解答の場合)

解答番号	解	答	欄						
10	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨

- 2 解答用紙に正しく記入・マークされていない場合は、採点できないことがあります。特に、解答用紙の受験番号欄に正しくマークされていない場合は、その科目は0点となります。