

令和6年度
一般選抜（前期）

14時00分～16時30分

理 科

科目名	問題冊子頁
物理	1～9頁
化学	11～16頁
生物	17～23頁

科目名	解答用紙頁
物理	1～3頁
化学	1～3頁
生物	1～3頁

注 意 事 項

1. 試験開始の合図〔チャイム〕があるまで、この注意をよく読むこと。
2. 試験開始の合図〔チャイム〕があるまで、問題冊子は表紙を上、解答用紙は裏面を上置き、問題冊子は開かないこと。
3. 試験開始の合図〔チャイム〕の後に問題冊子ならびに解答用紙の全ページの所定の欄に受験番号と氏名を記入すること。
4. 解答はかならず定められた解答用紙を用い、はっきり読みやすく記入すること。
また解答欄以外には何も書かないこと。
5. 解答用紙のホチキスはずさないこと。
6. 試験開始60分以内および試験終了前10分間は、途中退場を認めない。
7. 途中退場、質問、トイレ、体調不良等で用件がある場合は、挙手のうえ監督者の指示に従うこと。
8. 問題冊子に、落丁や乱丁があるときは、挙手のうえ交換を求めること。
9. 試験終了の合図〔チャイム〕があったときは、ただちに筆記用具を置くこと。
10. 試験終了の合図〔チャイム〕の後は、解答用紙は裏返しにして、通路側に置くこと。
なお、途中退場の場合は解答用紙を裏返しにして、問題冊子の上に置くこと。
11. 問題冊子は持ち帰ること。なお、途中退場する場合は問題冊子を持ち帰れない。
12. 選択科目の変更は認めない。
13. その他、監督者の指示に従うこと。

受験番号		氏 名	
------	--	-----	--

生 物

1 次の文章を読んで下の質問に答えなさい。

被子植物の配偶子形成は胚珠と葯で起こる。胚珠では、胚のう母細胞から（ア）分裂によって4個の細胞が生じる（図1）。そのうち3個は退化し、1個が胚のう細胞となる。胚のう細胞では3回の核分裂によって8個の核が生じる。そのうち6個の核の周りは仕切られて細胞化し、2個の助細胞、1個の（イ）、3個の（ウ）となる。残りの2個の核は中央細胞の中の極核となる。このようにして生じた7個の細胞と8個の核のまとまりを胚のうという。一方、葯では花粉母細胞が（ア）分裂を行い、4個の細胞の集まり、即ち（エ）をつくる。（エ）のそれぞれは成熟する過程で（オ）分裂を行い、大型の花粉管細胞と小型の（カ）に分かれる。（カ）は花粉管細胞に取り込まれて成熟した花粉ができる。

めしべの柱頭に付着した花粉は、花粉管を胚珠へ向けて伸ばす。花粉管内では、（カ）が（オ）分裂を経て2個の精細胞になり、これらが花粉管の先端を移動する。このとき、花粉管を正確に胚珠に導くために誘引物質（ペプチド）を分泌するのが助細胞である。a 珠孔（胚珠先端にある珠皮の開口部）に達した花粉管は、片方の助細胞を破壊して胚のう内へ侵入し、2つの精細胞を胚のうへ放出する。すると、精細胞の1つは（イ）と融合して受精卵をつくり、他方は中央細胞と融合して胚乳細胞（後の胚乳）をつくる。この受精様式を（キ）という。（キ）の後、b 崩壊せずに残った方の助細胞（残存助細胞）は花粉管の誘引を停止し、余分な花粉管が胚珠に到達するのを防ぐ。

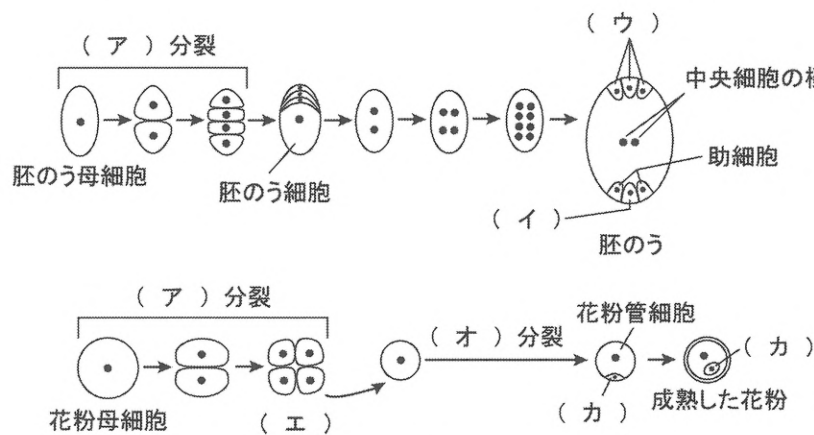


図1

〔1〕上の文および図中の空欄（ア）～（キ）に入る適切な語を答えなさい。

〔2〕下線部 a について、花粉管によって精細胞を胚のうへ届ける受精方法は、コケ植物、シダ植物における精子による受精と比べて、どのような利点があると考えられるか、2行以内で説明しなさい。

[3] 被子植物には、胚乳に養分を蓄える種子と子葉に養分を蓄える種子とがあるが、それぞれを何と称するか。また、イネ、ソラマメ、カキはそれぞれどちらに属するか、答えなさい。

[4] 下線部 b について、花粉管の誘引停止機構は幾つか知られているが、そのうちの 1 つについて行われた研究の一部を示す。

【実験 1】 シロイヌナズナを実験材料に、受粉後の胚のうの微細構造を透過型電子顕微鏡で観察した。その結果の断面図を図 2 に模式的に示す。胚乳細胞と残存助細胞の間では細胞壁が失われ、胚乳細胞と残存助細胞が融合して両者の細胞質が連絡していた (図 2*)。また、残存助細胞の核が、胚乳細胞の方へ位置を変えている像が得られることがあった。受粉させなかった場合は、このような細胞壁の消失や細胞の融合は観察されなかった。

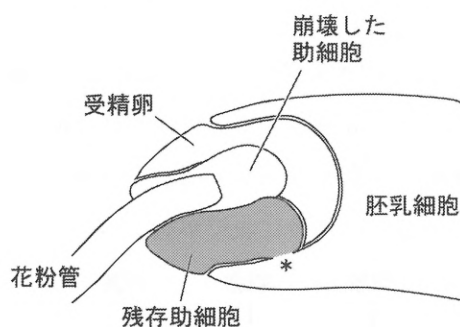


図 2

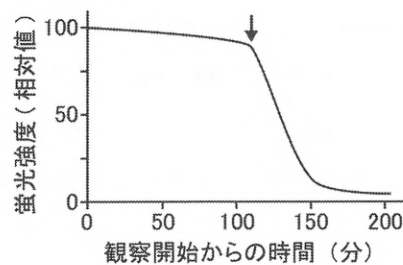


図 3

【実験 2】 花粉管誘引物質に蛍光タンパク質 (GFP) を連結した人為的なタンパク質を助細胞において発現させたところ、分泌前の誘引物質-GFP 融合タンパク質に由来する蛍光が助細胞の細胞質に認められた。受粉させ、図 2 に灰色の網がけで示した部分 (残存助細胞に相当する部分) における蛍光強度を経時観察すると、図 3 に示すような変化が観察された。なお、縦軸の値が大きいくほど灰色の網がけ部分 (図 2) に誘引物質-GFP 融合タンパク質が多く存在することを示しており、グラフ中の矢印は胚乳細胞と残存助細胞の融合が始まった時点を示す。

【実験 3】 融合後の残存助細胞の核を経時観察したところ、胚乳細胞の核の分裂に伴い残存助細胞の核も分裂の準備に入ったが変性し、最終的に崩壊して失われた。残存助細胞の核の崩壊は、多くの場合、胚乳細胞が 2 回目の核分裂を行う時 (胚乳細胞と残存助細胞の融合から約 150 分後) に見られた。

- 1) 脂質二重層を構成する特定の脂質を蛍光物質で標識できる特殊な方法により、助細胞の細胞膜を標識したシロイヌナズナを作出した。これを受粉させると、残存助細胞に局在する蛍光は、胚乳細胞と残存助細胞の融合後にどのような分布を示すと考えられるか、脂質二重層の流動性を念頭に 3 行以内で説明しなさい。
- 2) 残存助細胞はどのように花粉管の誘引を停止し、その機能を失うと考えられるか、3 行以内で説明しなさい。なお、胚乳細胞の体積は助細胞に比して著しく大きい。

2 次の文章を読んで下の質問に答えなさい。

私たちの身体の筋肉は、意思に基づいて動かすことができる骨格筋、心臓を拍動させる心筋、消化管などの臓器の壁を構成し臓器の動きを生み出す（ア）の3種類に大別できる。骨格筋と心筋を構成する細胞（筋繊維）では筋原繊維が規則的に配置されているため、光学顕微鏡で観察すると筋原繊維に沿って（イ）が見られる。このことから、骨格筋と心筋をまとめて（イ）筋と呼ぶ。

骨格筋の収縮は運動神経により制御される。一方、心筋や（ア）の収縮の制御は主として自律神経によってなされる。自律神経は（ウ）神経と（エ）神経から構成される。（ウ）神経は脊髄から、（エ）神経は中脳、延髄、脊髄の下部（仙髄）から出て様々な器官等の標的に達する。

カエルのふくらはぎを構成する骨格筋の一つを、これを支配する運動神経と共に切り出した神経筋標本を用いて次のような実験を行った。

[実験] 神経筋標本を筋収縮の記録装置（キモグラフ（カイモグラフ））に接続した（図4）。神経筋接合部から30 mm および90 mm の位置をそれぞれa点、b点とする。それぞれに電気刺激を与えたところ、a点を刺激した場合10ミリ秒後、b点を刺激した場合12ミリ秒後に筋収縮が始まった。また、神経筋接合部で筋肉そのものを直接電気刺激すると5ミリ秒後に収縮が始まった。

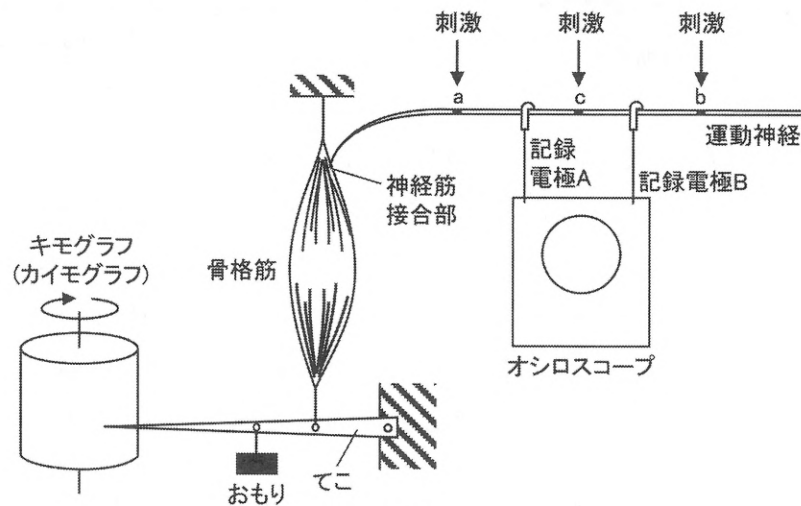


図4

[1] 上の文中の空欄（ア）～（エ）に入る適切な語を答えなさい。

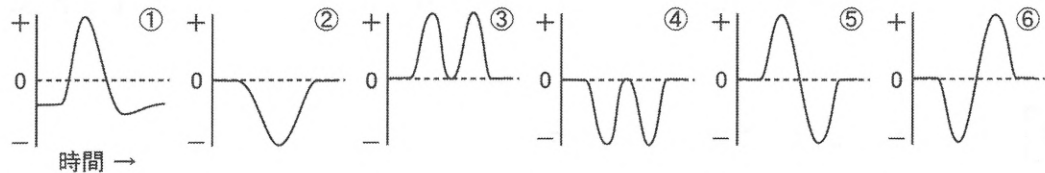
[2] 心臓の拍動と消化管の動き（ぜん動）を、（ウ）神経および（エ）神経は促進するか、それとも抑制するか答えなさい。解答欄には、拍動やぜん動がそれぞれの神経によって促進されると考える場合は「促進」、抑制されると考える場合は「抑制」と記入しなさい。

[3] 実験について、以下の問に答えなさい。

- 1) この運動神経の伝導速度を m/秒の単位で求めなさい。
- 2) 神経筋接合部での伝達に要する時間は何ミリ秒か答えなさい。

3) 神経筋接合部から 60 mm の位置を c 点とする (図 4)。c 点に刺激を与えると筋収縮は何ミリ秒後に始まるか。

4) 記録電極 A、B を図 4 に示した位置関係で細胞膜の外側に接して配置し、b 点を刺激した。A を基準とした B の電位変化として適切なオシロスコープ画面の表示はどれか、下の①～⑥から選びなさい。



5) 神経筋接合部で運動神経の軸索終末から放出される神経伝達物質の名称を答えなさい。

〔4〕 運動神経からの入力に応じた骨格筋の収縮の説明として最も適切なのはどれか。

- ① 神経伝達物質の作用により、筋繊維内の ATP やクレアチンリン酸の合成が促され、エネルギーの供与開始により筋収縮が起こる。
- ② 神経伝達物質が筋原繊維のミオシン頭部に直接作用することにより筋収縮が起こる。
- ③ 神経の興奮が筋繊維に伝えられ、 Ca^{2+} が筋小胞体から放出されると、アクチンフィラメントとミオシン頭部が相互作用できるようになり、筋繊維が収縮する。
- ④ アクチンとミオシンが相互作用できるようになると、アクチンフィラメントとミオシンフィラメントの長さが短くなって全体として筋繊維が収縮する。

〔5〕 骨格筋の個々の筋繊維には、1 個の運動ニューロンのみが神経筋接合部を形成する (ただし 1 個の運動ニューロンは分岐して複数の筋繊維を支配する)。これに対して、1 個のニューロンには別のニューロンからの多数のシナプスが形成される。この違いについて、機能の面から説明する下記の文中の空欄 (あ) ～ (お) に入る適切な語を下の語群から選び、文を完成させなさい。

ニューロンには興奮性ニューロンおよび抑制性ニューロンがあり、それぞれシナプス結合する相手のニューロンの膜電位が (あ) する興奮性シナプス後電位と、膜電位が (い) する抑制性シナプス後電位を発生させる。シナプスから情報を受けるニューロンでは、単一の興奮性ニューロンからの 1 回の入力で活動電位の生成に至ることはまずなく、複数の入力による興奮性シナプス後電位と抑制性シナプス後電位の加算の結果や、興奮性入力の反復による膜電位変化の加算の結果が閾値を超えると (う) の開口により活動電位を発生する。すなわちニューロンは多数の入力の多数決を行う一種の判断装置である。これに対して骨格筋の筋繊維では、運動神経を構成する運動ニューロン 1 本の 1 回の活動電位発生により 1 回のごく短時間の収縮が引き起こされる。この

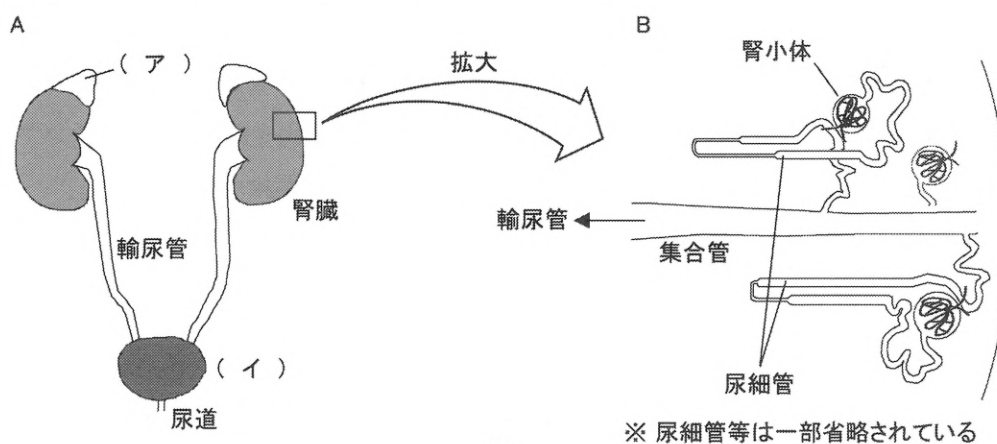
短時間の収縮を（ え ）といい、筋繊維は指令に忠実な効果器といえる。実際の体内では運動ニューロンは短時間に活動電位の発生を繰り返すので、筋繊維は持続的な強い収縮である（ お ）を引き起こす。従って動物の随意的な運動は、ふつう、（ お ）によるものである。

語群：上昇 低下 強縮 単収縮

電位依存性 Ca^{2+} チャンネル 電位依存性 K^+ チャンネル 電位依存性 Na^+ チャンネル

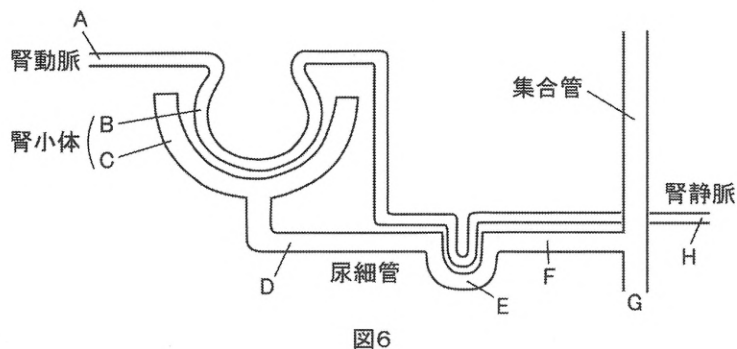
3 次の文章を読んで下の質問に答えなさい。

泌尿器系は、尿を生成する腎臓と尿を体外へ送る尿路から成り、体液中の不要な代謝産物を除去し、水や電解質を取捨選択して体液の量や組成を一定に保つ。腎臓は左右1対のソラマメのような形をした器官であり、その上には（ア）がある（図5A）。腎臓で生成された尿は輸尿管から（イ）に送られ、そこで一時的に蓄えられた後、尿道から体外へ排出される。



腎臓をさらに細かくみると、a.皮質と髄質に分けられ、内部には構造上の単位であるb.ネフロン（腎単位）がヒトの場合1つの腎臓当たり約100万個存在している。下の図6は、図5Bに示された構造をそれらの関係が分かるようにさらに模式的に示したものである。腎小体は、図6のBが示す（ウ）とCが示す（エ）から成り、c.腎動脈（図6A）から来た血液をBからCへろ過することで原尿を作る。原尿からは、尿

細管（細尿管、腎細管）（図6D～F）と集合管（図6G）を通る間に水や無機塩類の大部分と全てのグルコースが血液中に再吸収される。尿細管は、腎小体から近い順に近位尿細管（図6D）、中間尿細管（図6E）、



遠位尿細管（図6F）と呼ばれる。

a 再吸収には、ホルモンにより調整されるものがある。例えば、（ア）皮質から分泌される鉱質コルチコイドは遠位尿細管や集合管でナトリウムイオンと水の再吸収を促進する。

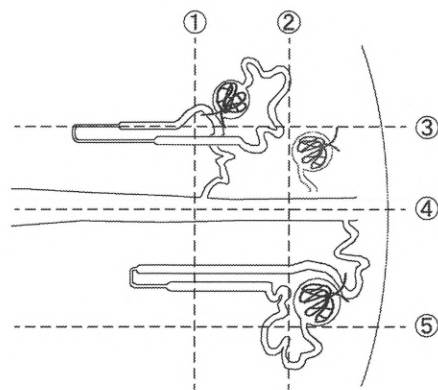
グルコースの再吸収は近位尿細管で行われる。ナトリウム/グルコース共輸送体（SGLT）は、ナトリウムイオンの濃度勾配を利用してグルコースを輸送する輸送体で、SGLT1が近位尿細管や腸管に、SGLT2が近位尿細管に存在している。ろ過されたグルコースの約90%はSGLT2により再吸収される。

〔1〕上の文中の空欄（ア）～（エ）に入る適切な語を答えなさい。

〔2〕下線部aについて、下の問に答えなさい。

1) 図5において、皮質と髄質の境界はどれか。右図（図5Bを再掲）の①～⑤から選びなさい。

2) 1)で境界を判別した理由を2行以内で説明しなさい。ただし、皮質および髄質が境界線のどちら側かが分かるように説明すること。



〔3〕下線部bについて、ネフロンに含まれるものを図6のA～Hから全て選びなさい。

〔4〕下線部cについて、図6のBからCへろ過されないのはどれか、下の①～⑧から全て選びなさい。

- | | | | |
|--------|---------|------|--------|
| ① アミノ酸 | ② グロブリン | ③ 尿素 | ④ 尿酸 |
| ⑤ 赤血球 | ⑥ 好中球 | ⑦ 単球 | ⑧ リンパ球 |

〔5〕下線部dについて、鉱質コルチコイドの他に脳下垂体後葉から分泌されるバソプレシンも再吸収に関与する。集合管に存在するバソプレシンの受容体に対する拮抗薬（受容体の働きを妨げる薬剤）を投与したとき、尿量に変化が起きる。その変化はどのような変化か、変化が起きる理由と共に1行で説明しなさい。

〔6〕下線部eについて、近年糖尿病治療薬の開発が進み、インスリンの他にSGLT2の働きを阻害する薬（SGLT2阻害薬）が糖尿病の治療に用いられることがある。

1) 糖尿病患者にSGLT2阻害薬を投与したとき、血液中のグルコース濃度はどのように変化するか、下の①～③から選びなさい。

- ① 上がる ② 変わらない ③ 下がる (次頁に続く)

2) 1) で答えた変化が起きる理由について 2 行以内で説明しなさい。説明に際しては以下の語を必ず用い、用いた語に下線を付すこと。

語群： SGLT2 再吸収 尿中

以 上