

横浜市立大学 前期

5 3 5 4 5 5

理 科 問 題

(平成 25 年 度)

【注意事項】

1. この問題冊子は「理科」である。
2. 理科は2科目を解答すること。試験時間は2科目合計で180分である。
3. 試験開始の合図まで、この問題冊子を開いてはいけない。ただし、表紙はあらかじめよく読んでおくこと。
4. 試験開始後すぐに、以下の5.に記載されていることを確認すること。
5. この問題冊子の印刷は1ページから18ページまでであり、解答用紙は問題冊子中央に9枚はさみこんである。

科 目	問 題	解答用紙
物 理	1 ページから 6 ページ	3 枚 (53-1, 53-2, 53-3)
化 学	7 ページから 11 ページ	3 枚 (54-1, 54-2, 54-3)
生 物	12 ページから 18 ページ	3 枚 (55-1, 55-2, 55-3)

6. 問題冊子に落丁、乱丁、印刷不鮮明な箇所等があった場合および解答用紙が不足している場合は、手をあげて監督者に申し出ること。
7. 試験開始後、解答する科目の解答用紙の所定欄に、受験番号と氏名を記入すること（1枚につき受験番号は2箇所、氏名は1箇所）。
8. 解答は必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。解答用紙の裏面に記入してはいけない。
9. 解答する科目の問題番号に対応した解答用紙に解答していない場合は、採点されない場合もあるので注意すること。
10. 解答する字数に指定がある場合は、句読点も1字として数えること。英数字を記入する場合は、1字分のマス目に2文字まで記入してよい。
11. 問題冊子の中の白紙部分は下書き等に使用してよい。
12. 解答用紙を切り離したり、持ち帰ってはいけない。解答しない科目の解答用紙も提出すること。
13. 試験終了時刻まで退室を認めない。試験中の気分不快や用便等、やむを得ない場合には、手をあげて監督者を呼び指示に従うこと。
14. 試験終了後は問題冊子を持ち帰ること。

55 生物

12 ページから 18 ページ

〔 I 〕 以下の文章を読んで、問いに答えよ。

ヒトインフルエンザウイルスは、感染者の咳やくしゃみなどのウイルスを含む飛散物を介して、次の感染対象者の呼吸器系などの粘膜から体内に入る。粘膜の細胞内へ侵入する際に、ウイルス粒子の表面タンパク質は感染しようとする細胞表面の特定の分子に結合する。細胞内へ侵入した後、ウイルスは細胞がもともと持っていた転移 RNA などを含んでいる(A)タンパク質合成系を利用し、ウイルス自身が持つ遺伝情報にもとづいて、いろいろなウイルスタンパク質を合成する。また、ウイルスの遺伝情報を担う(B)RNAの合成も行うので、それらの合成に伴い感染能力を持つ新しいウイルス粒子を作りだす。

すでに感染した細胞から他の細胞へ感染するために、インフルエンザウイルスはウイルス粒子の表面上の(C)酵素が必要で、この酵素の働きにより、細胞表面にとどまっていたウイルス粒子がすでに感染した細胞から離れることが可能になり、その結果、感染者の循環系などを介して他の細胞へ新たな感染を広げることができるようになる。

感染してしばらくすると感染者の体内では免疫系の働きにより、ウイルスに対する(D)抗体産生が誘導され、細胞性免疫と共同して働くことにより感染者のウイルスに対する抵抗性が十分に高まると、ウイルスは体内から排除される。

インフルエンザウイルスが侵入する可能性を下げるために、感染期にはなるべく外出を控えることで感染者との接触を減らし、マスク・うがいや手洗いを行うだけでなく、もしも、ウイルスが侵入した場合に備えて、あらかじめ(E)ワクチンを受けておくのが良い方法だというのが知られている。

(1) 下線部 (A) のタンパク質合成系について、

(ア) タンパク質を構成している有機物の名称を答えよ。

(イ) タンパク質を構成している有機物をつないでいる結合名を答えよ。

(ウ) 転移 RNA などが関わってタンパク質を作る過程を何というか答えよ。

(エ) (ウ) の過程で、転移 RNA と伝令 RNA が遺伝情報にもとづいて正しく目的のタンパク質を作る際にコドン-アンチコドン間で成り立つ塩基間の関係を何というか答えよ。

(2) 下線部 (B) の RNA について,

(ア) DNA と比較し, 両者を構成しているヌクレオチドに関して, 化学構造上の2つの違いについて述べよ。

(イ) RNA を鋳型にして RNA や DNA を合成する酵素が知られている。それらの中で, RNA を鋳型にして DNA を合成する酵素を何というか答えよ。

(3) 下線部 (C) の酵素について,

(ア) 酵素は特定の物質だけに作用するが, この物質を一般的に何というか述べよ。

(イ) (ア) で述べた特定の物質と似た構造を持つことで, 酵素反応を阻害することを何というか答えよ。

(ウ) 一部の酵素は酵素本体だけでなく, 離れやすいが酵素の活性に欠かせない低分子の有機物を必要とする。低分子の有機物とこの有機物が結合していない酵素本体のそれぞれを何というか答えよ。

(4) 下線部 (D) の抗体について,

(ア) 抗体を介する免疫のしくみを何というか答えよ。

(イ) 抗体を作る細胞の名称を答えよ。

(ウ) 少ない数の抗体遺伝子で多様な抗原に対応できるしくみについて, 300字以内で述べよ。

(5) 下線部 (E) のワクチンについて,

(ア) ワクチンとしてどのようなものが用いられるか, 答えよ。

(イ) ワクチンが免疫系にどのような効果を与えるか, 30字以内で述べよ。

(6) 2重下線の語は器官系を表している。“細胞”から“器官系”がどのように形成されているかについて, 100字以内で説明せよ。

〔Ⅱ〕 細胞分裂と遺伝に関する以下の問いに答えよ。

(1) 動物の細胞分裂と遺伝について、下記の問いに答えよ。

核内においてDNAは と呼ばれるタンパク質に巻き付いており を形成している。間期においてDNAは が連なった極めて細い糸状の状態が存在しているため光学顕微鏡下で構造体として認識できないが、細胞分裂期になると凝縮し染色体として観察できるようになる。細胞分裂中期において染色体は細胞中央付近に整列するが、それは紡錘糸が染色体のくびれた という部位に付着し、染色体を動かすからである。その後、染色体は縦の裂け目から分離し細胞の両極に向かって移動し、次いで染色体は糸状にほぐれ、そして2つの娘細胞が形成される。細胞分裂には体細胞分裂と減数分裂の2種類があるが、前者では体を構成する細胞が増殖し、後者では(A)配偶子が形成される。減数分裂においては相同染色体が対合し、組換えが起こる。組換えが起こる割合を組換え価と言い、(B)0%～50%で表され、組換え価から遺伝(連鎖)地図を作成することができる。

(ア) 空欄 ～ にあてはまる語句を入れよ。

(イ) 体細胞分裂と減数分裂で異なる点を分裂前後におけるDNA量および遺伝子の構成の点から80字以内で述べよ。

(ウ) 図1をもとに体細胞分裂中期と減数分裂(第一分裂)中期の染色体配置を図示せよ。ただし、染色体数は $2n = 4$ であり、黒は雌由来、白は雄由来の染色体とする。なお、ここでは組換えは図示しなくてよい。

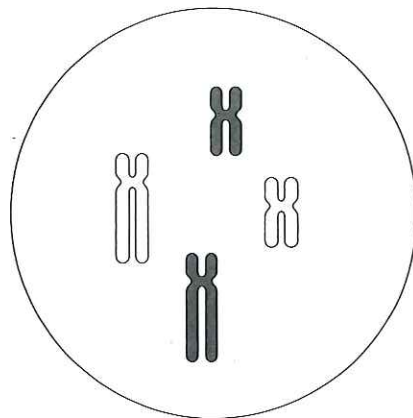


図1

(エ) 下線 (A) に関して、ヒトの配偶子は精子と卵であるが、シダ植物においては減数分裂により胞子が形成される。ヒトの配偶子とシダ植物の胞子の違いを有性生殖の点から 100 字以内で説明せよ。

(オ) 下線 (B) に関して、2つの遺伝子 P と Q があるとする。この2つの遺伝子が次世代に共に伝達されるか否か、遺伝子間の組換え価が 0%、50%、またそれ以外の場合にわけて、それぞれ説明せよ。

(カ) 図2はある生物種の遺伝(連鎖)地図と物理地図である。遺伝子 A と B の間と遺伝子 B と C の間の長さは、物理地図ではほぼ同じであるが、遺伝(連鎖)地図では違っている。遺伝(連鎖)地図において、 A と B の間が B と C の間に比べて長い理由を 50 字以内で説明せよ。なお、物理地図とは DNA 塩基配列をもとに作成したものである。

(キ) 遺伝子 F と G の間でこの染色体が一度だけ組換えを起こした場合、中期ではどのような染色体対合が観察できるか、図1にならって白と黒の染色体を使用して図示せよ。

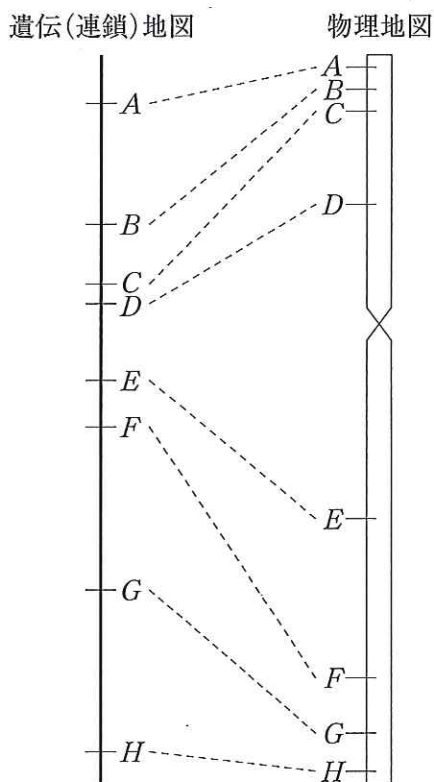


図 2

(2) 下記の文章を読み、コムギの致死遺伝子の遺伝形式について答えよ。

コムギの品種Xと品種Yを交配すると、F₁においてはすべてが生育途中で枯れて死んでしまった。しかし品種Xに品種Zを交配するとF₁においてすべてが正常に生育した。この品種Xと品種ZのF₁に品種Yを交配したところ、正常に生育した個体と生育途中で枯れて死んだ個体の分離比がおおよそ1:1となった。

(ア) 品種X, Y, Zは純系とし、独立した2つの遺伝子A, Bがこの致死遺伝に関与しているものとする。また、A, Bは優性遺伝子をa, bは劣性遺伝子を表すものとする。この情報をもとに図3の交配図にある空欄 ~ に入る遺伝子型を答えよ。 ~ の組み合わせが複数考えられる場合はそのうちの1つを答えよ。

(イ) 品種YとZを交配した場合、F₁において観察される生存率を答えよ。

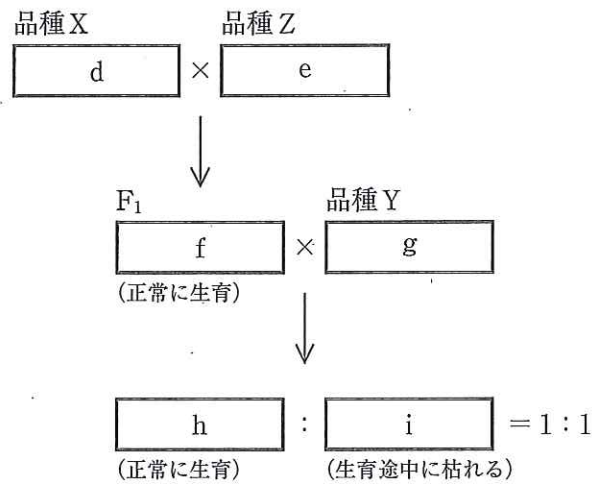


図3

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

神経細胞では細胞膜に存在する / ポンプの作用により、細胞内の イオンが細胞外へくみ出され、またその交換として イオンが細胞内へ取り込まれる。このポンプは ATP をエネルギー源とした を行う。この結果、神経細胞では細胞内に イオンが多く存在する。また神経細胞では、細胞膜に存在する、^(A)漏出性の チャネルにより細胞内から外へ イオンが流出することで、^{ミリボルト} -70 mV の静止電位が形成される。

刺激により細胞の膜電位が上昇して -50 mV 程度に達すると、^(B) チャネルが開口し、 イオンが細胞内へ流入する。このため細胞膜は $+20\text{ mV}$ まで脱分極する。この電位変化を と呼び、 を生ずる最小の刺激を と呼ぶ。脱分極の直後、 チャネルが閉じて イオンの流入は停止する。このため イオンの流入は 1 ミリ秒程度に留まる。さらに、^(C)遅延性の チャネルが開口して イオンが細胞内から外へ流出する。このため膜電位の再分極が促進される。

は近傍の細胞膜を脱分極させ、 チャネルを開口させる。このため は神経繊維を伝播する。無髄神経繊維での の伝播速度は 1 m/秒 程度である。一方、^(D)有髄神経繊維では $30 \sim 100\text{ m/秒}$ の速度で伝播する。

運動神経は脊髄の腹根側に細胞体を持ち、軸索を筋肉まで伸長してシナプスを形成する。このシナプスの神経側(前シナプス)を , 筋肉側(後シナプス)を と呼ぶ。脊椎動物の運動神経における神経伝達物質は である。 において は合成され、 に貯蔵される。軸索を伝わってきた は、 のカルシウムチャネルを活性化する。流入したカルシウムイオンは とシナプス前膜の融合を促進する。これを と呼ぶ。放出された は の細胞膜にある に結合する。^(E) が結合した は、筋肉の収縮を引き起こす。さらに は により、^(F)速やかに分解される。

(1) 文章中の ~ に適当な語句を入れよ。

(2) 下線 (A), (B), (C) で示した 3 種のチャネル, A, B, C のタンパク質分子構造を比較した。A は同一のポリペプチドが 2 鎖, B は 1 鎖のみ, C は同一のポリペプチドが 4 鎖組み合わせさせて立体構造をつくりチャネルを形成する。図 1 に平面に広げた A, B, C 3 種の分子構造をそれぞれ 1 鎖のみ示す。このうち分子間で一次構造が高く一致している部分を、斜線ボックスと破線領域で表した。それぞれの領域の考えられる機能について 10 字程度で記せ。なお、白ボックスは細胞膜貫通領域、太い実線はその他の領域を示す。

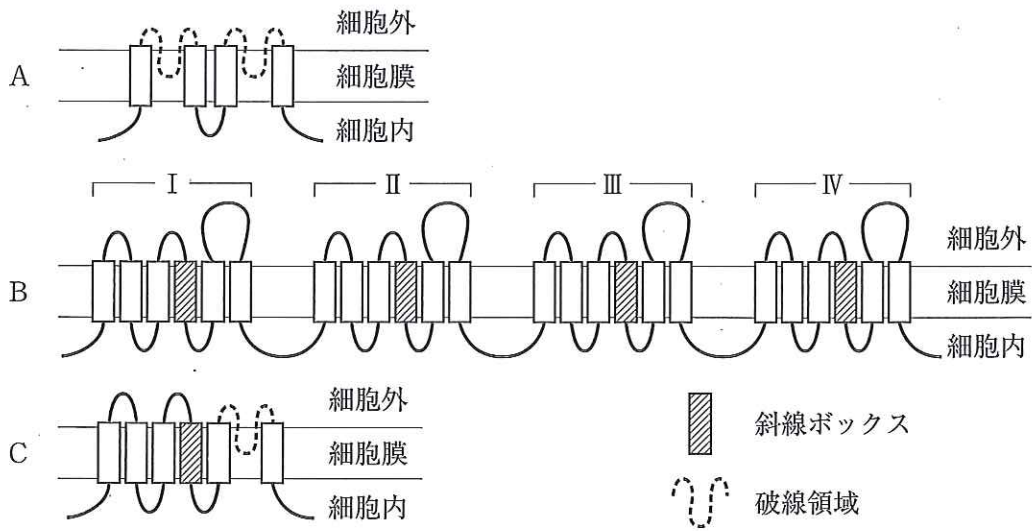


図 1

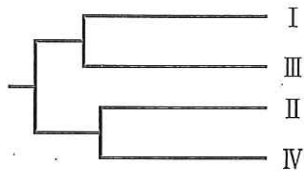


図 2

- (3) アフリカツメガエル卵母細胞にチャネルの組換え遺伝子を導入してタンパク質を発現させ、イオンの透過性を調べることができる。Cの組換え遺伝子を用いて破線領域が担う機能について検証する方法を40字以内で記せ。
- (4) BとCは類似した構造を持ち、またBは反復した4領域(I~IV)を持つ。図2はI~IVの一次構造の比較から得られた分子系統樹を示す。ここでBはCから進化したと仮定する。CからBへの遺伝子進化における形成過程を推測し、130字程度で述べよ。
- (5) 下線(D)に関して、有髄神経繊維で伝播速度が速い理由を80字以内で説明せよ。
- (6) 下線(E)の筋肉が収縮する分子機構について160字以内で説明せよ。
- (7) 下線(F)に関して、その意義を60字以内で説明せよ。