

旭川医科大学

平成 31 年度一般入試後期日程

理 科 問 題 紙

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題紙を開いてはいけません。
2. 問題紙は 19 ページあります。物理は 1～4 ページ、化学は 5～11 ページ、生物は 12～19 ページです。
3. 解答用紙は物理 2 枚、化学 4 枚、生物 4 枚の合計 10 枚あります。草案紙は 3 枚あります。
4. 受験番号は、監督者の指示に従って、すべての解答用紙の指定された箇所に必ず記入ください。
5. 物理、化学、生物の 3 科目から 2 科目を選択し、その科目のすべての解答用紙の「選択する」を○で囲みなさい。なお、2 科目を選択した場合のみ採点の対象となります。
6. 解答用紙のみを提出ください。解答用紙は全科目分の 10 枚を必ず提出ください。なお、問題紙と草案紙は持ち帰りください。
7. 答案作成にあたっては、次の事項を守りください。
 - (1) 解答はすべて解答用紙の指定された欄に書くこと。
 - (2) 字数制限のある解答については、1マスにつき1字、もしくは1行につき25～30字で書くこと。括弧、句読点およびアルファベットは1字とする。数字や数式、および分子式やイオン式はそれぞれ1字相当とする。

生 物

問題 1 次の文章を読んで、以下の問1から問6に答えなさい。

動物細胞や植物細胞では、A 核内のDNAはヒストンに巻きついている。その構造は数珠状^{じゅうず}につながり、それがさらに折りたたまれてクロマチン繊維となる。細胞周期の間期の核内には、クロマチン繊維が分散しており、1～数個の核小体も存在する。分裂期の前期になると、核膜と核小体は消失し、多数の微小管から成る紡錘体が形成され始める。また、クロマチン繊維は凝縮して、ひも状の染色体となる。B 中期には、微小管が染色体に結合し、染色体は紡錘体の中央面に並ぶ。後期になると、染色体は2つに分離し、微小管の働きによってそれぞれの極へ移動する。終期には、染色体はふたたび細いクロマチン繊維となり、新しい核膜が形成されて2つの核ができる。終期の後半には、C 細胞質分裂が起きて2つの娘細胞ができる。

中期の細胞を顕微鏡で観察すると、染色体の本数と形態的特徴を知ることができる。たとえばヒトの体細胞には46本の染色体があり、そのうちの22対44本は男女に共通の 染色体で、残りの2本は 染色体である。 染色体のうち、 染色体は男女に共通であり、 染色体は男性のみに存在する。

有性生殖を行う生物では、配偶子の形成過程で減数分裂が起こる。減数分裂には第一分裂と第二分裂がある。D 第一分裂の前期に 染色体が対合し、両者の間で乗換えが起こることがある。第一分裂を終えた細胞の核相は単相になるが、第二分裂は体細胞分裂と同様の過程で進むために細胞の核相は変わらない。減数分裂の過程で染色体が均等に分配されないと、染色体が1～数本多かったり少なかったりする配偶子が生じる。そのような配偶子と正常な配偶子の合体によって、E 染色体数が過剰または不足になった個体では、形質に大きな影響が出ることもある。

問 1 ~ に当てはまる語を答えなさい。

問 2 下線部 A の構造を何というか、答えなさい。

問 3 下線部 B に関して、微小管が結合する染色体の部分は何というか、答えなさい。

問 4 下線部 C は、動物細胞と植物細胞では起こる過程が異なる。それぞれの細胞で起こる過程を 40 字以内で説明しなさい。

問 5 下線部 D に関して、乗換えは配偶子の遺伝的多様性をもたらすが、第一分裂には、その他にも、配偶子の遺伝的多様性をもたらす仕組みがある。その仕組みを 100 字以内で説明しなさい。

問 6 下線部 E のような個体を何というか、答えなさい。

問題 2 次の文章を読んで、以下の問1から問5に答えなさい。

A DNAの塩基配列を比較すると、生物種間の系統関係を推定できる。塩基配列の解析には、細胞核のDNAだけでなく、ミトコンドリアや葉緑体に固有のDNAも利用される。たとえばミトコンドリアのDNAは、比較的近縁な生物種間の系統関係を推定するために使われる。他方、「門」と「門」との関係のように、より上位の分類階級間の系統関係を推定する場合には、すべての生物がもっているリボソームRNA(rRNA)が利用される。rRNAの塩基配列を比較した解析は、ウーズらが B生物の「3ドメイン説」を提唱するきっかけにもなった。リボソームは、細胞質基質だけでなくミトコンドリアと葉緑体にも含まれている。C葉緑体のrRNAの塩基配列は、植物細胞の細胞質基質に含まれるrRNAの塩基配列よりもシアノバクテリアのrRNAの塩基配列に近いことが明らかになっている。

問1 リボソームに関する正しい記述を下からすべて選び、番号で答えなさい。

1. 分裂によって増える。
2. 生体膜で囲まれている。
3. 固有のDNAを含んでいる。
4. rRNAとタンパク質から成る。
5. スプライシングが起こる場である。
6. アミノ酸どうしが連結される場である。

問2 下線部Aに関して、DNAの塩基配列を比較することによって生物の系統関係を推定できるのはなぜか、100字以内で説明しなさい。

問3 下線部Bの3つのドメインの名称を答えなさい。解答の順序は問わない。

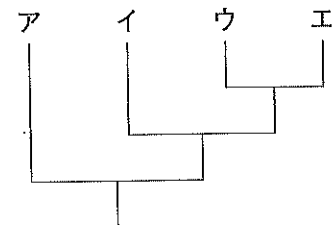
問 4 下線部Cの事実から、植物細胞の葉緑体はどのようにしてできたと考えられているか、50字以内で説明しなさい。

問 5 右表は、酸素発生型の光合成を行う生物4種(A~D)において、rRNAの一部の領域の塩基配列を比較した結果である。数値は、それぞれの生物種の間異なる塩基がいくつあったかを表している。なお、A~Dの生物種のうち、3種については葉緑体のrRNAを解析し、残りの1種については、葉緑体をもたないため、細胞質基質のrRNAを解析した。次の(1)と(2)に答えなさい。

生物種A~DのrRNAの塩基配列にみつかった異なる塩基の数

	A	B	C	D
A	-	42	8	16
B	-	-	44	40
C	-	-	-	19
D	-	-	-	-

(1) 表の数値から右図のような分子系統樹を作成する場合、ア~エはそれぞれ表中のA~Dのどの生物種に該当するか、記号で答えなさい。ただし、異なる塩基の数はアとエの間が最も大きいものとする。



分子系統樹

(2) 上記(1)で作成した分子系統樹をもとに、表中のA~Dに入る生物種の組み合わせとして最も適切なものを下から1つ選び、番号で答えなさい。

1. A ソテツ B ネンジュモ C トウモロコシ D ワラビ
2. A トウモロコシ B ワラビ C ソテツ D ネンジュモ
3. A ネンジュモ B ソテツ C ワラビ D トウモロコシ
4. A ワラビ B トウモロコシ C ネンジュモ D ソテツ

問題 3 次の文章を読んで、以下の問1から問5に答えなさい。

運動神経からの興奮が神経と筋肉との接合部であるシナプスに到達すると、A 興奮の伝達が起こり、筋繊維に活動電位が発生する。活動電位が筋繊維の細胞膜から細胞内部へ伸びるT管に伝わると、B 筋原繊維を包んでいる筋小胞体からカルシウムイオンが放出される。それがきっかけとなって、筋繊維はATPが分解されるときに放出されるエネルギーを使って収縮する。

右の図1は筋収縮を記録する装置の概略図である。図には、神経筋標本として、カエルのふくらはぎの筋肉を坐骨神経が付いたまま取り出して使用したときのようすが示されている。

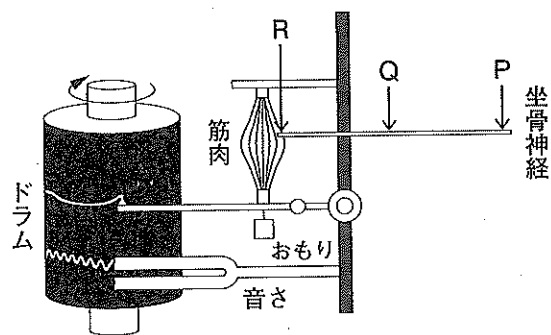


図1 筋収縮の記録装置

神経のP点またはQ点に電気刺激を与えると、筋肉が収縮しておもりのついた記録針が上側に振れて、回転しているドラムの側面に上方向への軌跡が描かれる仕組みになっている。また、音さの振動が記録されるため、収縮の持続時間も測定することができる。なお、図には示されていないが、電気刺激を与えたタイミングがドラムの表面に記録されるので、C 神経に電気刺激を与えてから筋収縮が起こるまでの時間も測定することができる。なお、R点は神経の末端である。

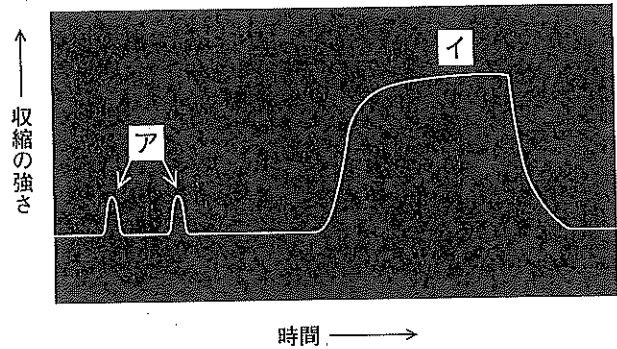
問1 下線部Aに関して、運動神経の末端から放出されるアセチルコリンの役割を40字以内で説明しなさい。

問2 下線部Bに関して、カルシウムイオンによって筋繊維が収縮できるようになるのはなぜか、100字以内で説明しなさい。

問 3 図 1 の Q 点に電気刺激を与えたときに発生する興奮の正しい伝わり方を下から 1 つ選び、番号で答えなさい。

1. Q 点から R 点に伝わるが、P 点には伝わらない。
2. Q 点から P 点と R 点に伝わるが、両方とも逆戻りしない。
3. Q 点から P 点と R 点に伝わるが、P 点に伝わったものだけが逆戻りする。
4. Q 点から P 点と R 点に伝わるが、両方とも逆戻りする。

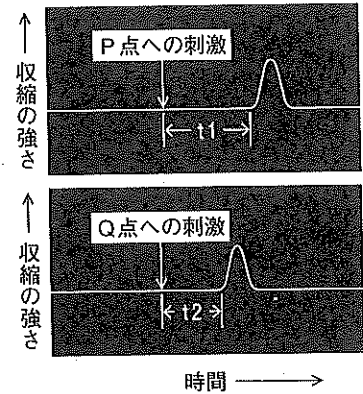
問 4 右図のアとイは、図 1 の P 点に電気刺激を与えたときの筋収縮の強さと持続時間を表している。アの 2 回の変化はそれぞれ 1 つの活動電位によって起こること



がわかっている。次の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) アとイの収縮をそれぞれ何というか、答えなさい。
- (2) イの収縮が起こる仕組みを 50 字以内で説明しなさい。

問 5 下線部 C に関して、右図は、図 1 の神経の興奮の伝導速度を求めるために、P 点と Q 点のそれぞれに電気刺激を 1 回与えてから筋収縮が起こるまでの時間 (t) を測定した結果を表している。P 点への刺激では $t_1 = 0.007$ 秒、Q 点への刺激では $t_2 = 0.005$ 秒であった。次の(1)と(2)に答えなさい。



- (1) P 点から R 点までの距離を 70 ミリメートル、Q 点を P 点と R 点の間中点とすると、伝導速度は何メートル毎秒 (m/s) になるか、小数点以下第一位で答えなさい。必要に応じて小数点以下第二位を四捨五入しなさい。
- (2) 上記(1)の伝導速度を求めるためには、P 点と Q 点のそれぞれに電気刺激を与えて収縮が起こるまでの時間を測定する必要がある。その理由を 40 字以内で説明しなさい。

問題 4 次の文章を読んで、以下の問1から問4に答えなさい。

ホルモンは生体調節に働く化学物質の1つであり、内分泌腺から分泌された後、血流によって全身に運ばれ、標的器官に作用する。標的器官にある標的細胞の受容体にホルモンが結合すると標的細胞に特定の反応が引き起こされる。A インスリンやアドレナリンのように、細胞膜を通過できないホルモンの受容体は細胞膜上に存在するが、チロキシンや糖質コルチコイドのように、細胞膜を通過できるホルモンの受容体は細胞質基質または核内に存在する。

アドレナリンが細胞膜上の受容体に結合すると、その情報が細胞内に伝えられ、特定のタンパク質の働きが調節される。一方、糖質コルチコイドが細胞質基質の受容体に結合して核内に移動すると、その受容体は調節タンパク質として遺伝子の発現調節に関わる塩基配列に結合する。調節タンパク質は、B 転写の開始を補助するタンパク質や転写を進める酵素とともに複合体を形成し、遺伝子発現を調節する。

ホルモンの分泌は自律神経や他のホルモンによって調節されている。また、内分泌腺が体内環境から直接的な刺激を受けて自動的にホルモンの分泌を調節する仕組みもある。たとえば、C 視床下部が体内環境の変化を感知すると、交感神経の働きによって副腎髄質からアドレナリンの分泌が促される。また、D 視床下部から分泌される放出ホルモンの働きによって、脳下垂体前葉から甲状腺刺激ホルモンが分泌され、甲状腺からのチロキシンの分泌が促される。ところが、血中のチロキシンの濃度が高くなると、フィードバック機構が働いてチロキシンの分泌は抑えられる。この機構が正常に働かないと、チロキシンの分泌が慢性的に過剰となり、高体温や多汗などの症状が現れるようになる。

問1 下線部Aに関して、ホルモンの種類によって細胞膜の透過性が異なるのはなぜか、100字以内で説明しなさい。

問 2 下線部 B に関して、次の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) タンパク質と酵素の名称をそれぞれ答えなさい。
- (2) 転写が開始されるときに上記(1)の酵素が結合する DNA の特定の領域の名称を答えなさい。

問 3 下線部 C に関して、アドレナリンの分泌を促す体内環境の変化とはどのようなことか。最も適当なものを下から 1 つ選び、番号で答えなさい。

1. 血圧の上昇
2. 血糖濃度の上昇
3. 血中のカルシウムイオン濃度の低下
4. 体液の塩類濃度の上昇
5. 体温の低下

問 4 下線部 D に関して、次の(1)と(2)に答えなさい。

(1) 脳下垂体前葉からの刺激ホルモンによって分泌が促されるホルモンはどれか。下から 1 つ選び、番号で答えなさい。

1. インスリン
2. グルカゴン
3. 鉱質コルチコイド
4. 成長ホルモン
5. 糖質コルチコイド

(2) 脳下垂体後葉からバソプレシンが分泌されるときは、視床下部からの放出ホルモンを必要としない。その理由を 100 字以内で説明しなさい。