

山口大学 前期

平成 25 年度 入学者選抜学力検査問題

理 科

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、問題冊子及び解答用紙の中を見てはいけません。
- 2 出題科目、ページ及び解答用紙の枚数は、下表のとおりです。

出題科目	ページ	解答用紙枚数
物 理	1 ~ 9	4
化 学	10 ~ 16	4
生 物	17 ~ 26	5
地 学	27 ~ 39	6

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の枚数の過不足や汚れ等に気がついた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 試験開始後、すべての解答用紙に受験番号、志望学部及び氏名を記入してください。受験番号の記入欄はそれぞれ2箇所あります。
- 5 解答はすべて解答用紙の指定された解答欄に記入してください。
- 6 問題冊子の余白は適宜使用してください。
- 7 各問題の配点は100点満点としたときのものです。
- 8 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

生 物

1 次の文章AおよびBを読んで、問1～6に答えなさい。(配点20)

A 生物には単細胞生物と多細胞生物とがある。1個の細胞で1つの個体をつくっている生物を単細胞生物とよぶ。たとえばゾウリムシは、移動のための繊毛、水分調節をおこなう , 食物を消化する食胞など、独立して生活するための構造を1個の細胞内にもつ単細胞生物である。単細胞生物のなかには とよばれる集合体をつくり、1つの個体のように生活するものもある。

働きや形の異なる多数の細胞からできている生物を多細胞生物とよぶ。脊椎動物では「細胞 → 組織 → 器官 → 器官系 → 個体」という階層構造が、^①種子植物では「細胞 → 組織 → → → 個体」という階層構造が認められる。

問1 文中の ～ に適切な語句を記入しなさい。

問2 以下の(a)～(f)の中から単細胞生物を2つ選び、記号で答えなさい。

- (a) カイメン (b) カサノリ (c) コウジカビ
(d) ヒドラ (e) ボルボックス (f) ワムシ

問3 下線部①について、器官の1つである胃を構成する組織のうち、次の(1)～(3)にあてはまる組織名をそれぞれ答えなさい。

- (1) 内表面をおおい、消化液を分泌する細胞を含む組織
(2) 胃の収縮運動を直接起こす組織
(3) (1)の組織と(2)の組織の間をつなぐ組織

問4 下線部①について、胃は食道、小腸、大腸などの器官とともに消化系という器官系を構成する。ヒトにおける消化系以外の器官系を2つ答えなさい。

B 遺伝物質に関して、以下の実験が行われた。

実験Ⅰ：ネズミに肺炎を起こす肺炎双球菌の菌株であるS型菌を、加熱殺菌してからネズミに注射するとネズミは肺炎を起こさなかった。しかし、加熱殺菌したS型菌と肺炎を起こすことのできない菌株であるR型菌を混ぜてネズミに注射すると、ネズミは肺炎を起こし、その体内ではS型菌が増殖していた。

実験Ⅱ：バクテリオファージは、頭部の外殻や尾部を構成するタンパク質と、頭部に含まれるDNAから構成され、大腸菌に感染し大腸菌内で増殖する。バクテリオファージのDNAをリンの放射性同位体 ^{32}P で標識し、大腸菌に感染させた。そして、2～3分後に激しく攪拌し、大腸菌の表面からバクテリオファージの粒子を除去した。この大腸菌からは ^{32}P が検出され、また多数の子ファージが現れた。

問5 実験Ⅰはグリフィスの実験であるが、この結果は、S型菌の遺伝物質がR型菌に取り込まれ、R型菌がS型菌に変化したことを示している。

- (1) このような現象を何というか、答えなさい。
- (2) 遺伝物質がDNAであることを証明するためには、さらにどのような実験を行えばよいか、答えなさい。

問6 実験Ⅱはハーシーとチェイスの実験の一部であり、この結果からは遺伝物質をつきとめることはできない。遺伝物質がDNAであることを証明するためには、さらにどのような実験を行えばよいか、答えなさい。

2 次の文章AおよびBを読んで、問1～6に答えなさい。(配点20)

A 生物のもつ形態、色や性質などの特徴を形質とよび、親のもつ形質が子に伝わる現象を遺伝という。メンデルは、エンドウの7組の形質の遺伝に関する交配実験から、形質を決定する因子として遺伝因子(現在の遺伝子)を仮定し、遺伝に法則性があることを明らかにした。メンデルの見出した法則には、対立する形質をもつ純系の個体どうしを交雑してつくった雑種第一代では、どちらか一方の親の形質だけが現れる優性の法則などがある。その後、ベーツソンらは、図1に示したようなスイートピーの花色と花粉の形の遺伝に関する実験を行い、メンデルの見出した二遺伝子雑種の分離比とは異なる結果を得た。この結果から、彼らは花

色と花粉の形の遺伝子が同じ染色体に存在しているものと考えた。しかし、彼らの得た結果は、その考え方だけでは説明できないものであった。

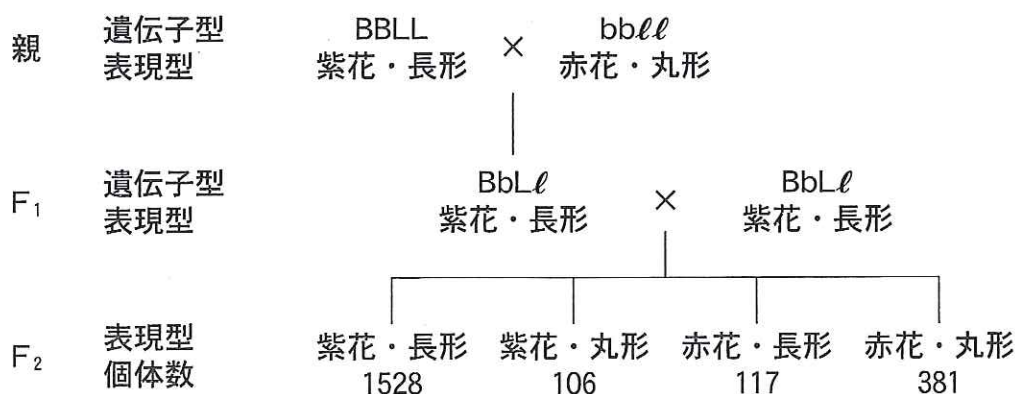


図1 スイートピーの花色と花粉の形の遺伝に関する実験
紫花の遺伝子をB、赤花の遺伝子をbとする。長形の花粉の遺伝子をL、丸形の花粉の遺伝子をlとする。

問1 下線部①の純系とはどのような系統のことか、説明しなさい。

問2 下線部②について、メンデルの見出した二遺伝子雑種の遺伝の法則を何と
いうか、答えなさい。

問 3 下線部③について、図1の実験結果の中で、遺伝子が同一の染色体に存在しているという考え方だけでは説明できない点を示しなさい。また、なぜそのような結果が生じたのか、理由を説明しなさい。

B DNA の情報をもとにしてタンパク質がつくられることを遺伝情報の発現といい、転写と翻訳の過程に分けることができる。真核細胞の遺伝情報の発現は、以下のように説明できる。

転写の過程では、 が DNA に結合し、一方の鎖を鋳型にして、その塩基配列と相補的な配列をもつ未成熟な RNA (一次転写産物) を合成する。合成直後の RNA は スプライシング などの加工を受けて伝令 RNA (mRNA) となり、^④核膜孔から細胞質へ輸送される。

翻訳の過程では、リボソームが mRNA 上をコドン1つ分ずつ移動しながら、コドンと相補的な配列の をもつ運搬 RNA (tRNA) を次々と結合させる。そして、tRNA に結合したアミノ酸どうしが によってつながり、タンパク質が合成される。合成されたタンパク質の働きによって遺伝形質が現れる。

問 4 文中の ~ に適切な語句を記入しなさい。

問 5 下線部④について、スプライシングとは一次転写産物をどのように加工することか、説明しなさい。

問 6 原核細胞の遺伝情報の発現は、上の文章Bの説明とは異なっている。異なっている点を2つ答えなさい。

3 次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。(配点20)

食事をすると、大量のグルコースが小腸から血中に入ってくる。しかし血糖量(血液中のグルコース濃度、空腹時でおよそ80～100 mg/100 ml)は、食事後多少は増加するものの、大きくは変化しない。それは、血糖量を調節するさまざまな機構がそなわっているからである。

小腸から吸収されたグルコースは門脈という血管を^①通って肝臓へ送られる。肝細胞の細胞膜にはグルコースを細胞内に取り込んだり、また細胞外へ排出する輸送タンパク質があり、グルコースは濃度が高い方から低い方へ輸送される。その結果、細胞内外のグルコース濃度はほぼ等しくなる。細胞内に入ったグルコースは、ヘキソキナーゼとよばれる酵素によりATPからリン酸を1つ受け取り、グルコース-6-リン酸となる。グルコース-6-リン酸は とよばれる反応経路によりピルビン酸に分解されるか、または、グリコーゲンに変換され、細胞内に貯蔵される。空腹時に血糖量が下がってくると、グリコーゲンはグルコースに分解され、血液中に放出される。この肝臓によるグルコースの代謝はホルモンによる調節を受けている。血糖量を減少させるホルモンである は、グリコーゲン合成を , 分解を し、 を する。また、血糖を増加させるホルモンであるグルカゴンは逆の作用をもつ。

問1 文中の と に適切な語句を記入し、 ～ には「促進」または「抑制」のうち適切な語句を記入しなさい。

問2 下線部①のような輸送を何というか、答えなさい。

問3 およびグルカゴン以外で、血糖量を調節しているホルモンを2つあげ、それぞれの産生臓器(部位)と作用(血糖を増加させるか、減少させるか)を答えなさい。

問 4 一般に、酵素による反応では、一定の酵素濃度で基質濃度を増加させると反応速度は大きくなるが、基質濃度をさらに上げるとそれ以上基質を増加させても反応速度は大きくなり(最大反応速度)。それはなぜか、説明しなさい。

問 5 下線部②について、ヘキソキナーゼはすべての細胞に存在するが、細胞によりその性質が異なっている。肝臓以外の多くの臓器に存在するヘキソキナーゼは、図1の曲線Aのように血中グルコース濃度でほぼ最大反応速度を示すが、肝細胞のヘキソキナーゼは、グルコース濃度がかなり高くないと最大反応速度に近づかない(図1、曲線B)。肝臓にAのような酵素ではなくBのような酵素が存在することは、血糖量を調節する上で都合がよい。その理由を説明しなさい。

問 6 の分泌が何らかの理由で不十分になると血糖量が増加し、糖尿病となる。しかし、 の分泌が正常であっても糖尿病となることがある。細胞の機能に着目して、どのような時にそうなるのか、説明しなさい。

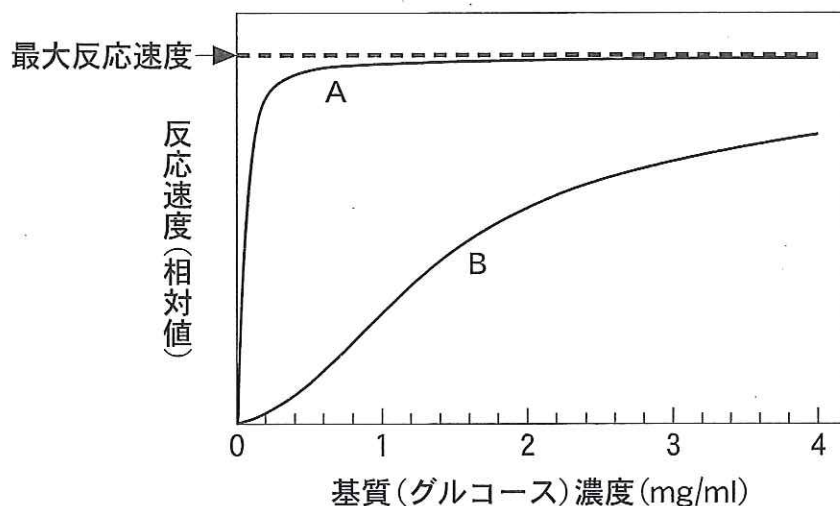


図1. グルコース濃度に対するヘキソキナーゼの反応速度変化

4 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点20)

カエルの未受精卵の植物極付近の細胞質には、生殖質とよばれる特殊な細胞質が散在している。受精後、生殖質を含む割球(細胞)は 細胞となり、胚発生中に生殖隆起(原基)内に移動する。雌では卵巣が、雄では精巣が、それぞれの生殖隆起から形成される。卵巣では、 細胞は 細胞に分化して分裂を繰り返して増えるが、卵母細胞になると一旦分裂前期で停止する。この後に、カエルの卵母細胞では胚発生に必要な物質や細胞小器官が多量に蓄え^①られる。繁殖期になると、脳下垂体から分泌された生殖腺刺激ホルモンに反応して、卵母細胞は分裂を再開し、第一極体を放出後、分裂中期で再び停止する。この時の二次卵母細胞の核相は であり、その核DNA量は卵割直前の割球の核DNA量と比べほぼ である。この状態で卵は体外へ放出されて受精し、すぐに第二極体を放出する。一方、精巣内の 細胞は分裂を繰り返して増え、その後に一次精母細胞となる。1つの一次精母細胞から 個の精子が生じ、 の運動によって卵へ接近する。ウニやカエルの場合、1つの精子しか卵内に侵入^②しない。卵内に入った精核は卵核と合体して卵割が始まる。^③

問1 文中の ～ に適切な語句を記入しなさい。

問2 下線部①について、この時期に蓄積される物質を1つあげ、胚発生においてどのような役割をもっているか、説明しなさい。

問3 下線部②は、どのようなしくみによって起こるのか、説明しなさい。

問4 下線部③について、受精時には精子の核とともに中心粒が卵内に入り、卵細胞質内で中心粒から中心体が1つ形成される。この中心体は、卵割においてどのような役割をもっているか、説明しなさい。

問5 下線部③について、卵割が通常の体細胞分裂と異なる点を説明しなさい。

5 次の文章を読んで、問1～3に答えなさい。(配点20)

運動は骨格筋の活動によって起こる。骨格筋は運動ニューロンにより直接支配される。運動ニューロンはさまざまな末梢性、中枢性の信号によって興奮または抑制制御を受ける。運動には、意識的に起こされる随意運動や、無意識的に起こる不随意運動^①がある。運動を起こす信号は、活動電位として運動ニューロンに送られる。活動電位の持続時間は約1ミリ秒と非常に短い。活動電位は発生した部位から隣接した部位に次々に興奮を起こし、伝わっていく。活動電位は神経繊維の先端まで到達すると、シナプス(神経筋接合部)を介し、筋繊維へ伝達される。

問1 下線部①の例として、しつがいけん反射がある。この反射において興奮が伝わる経路を120字以内で説明しなさい。

問2 下線部②について、活動電位の持続時間が短いことは情報伝達においてどのような利点があるか、理由を示して説明しなさい。

問 3 図 1 のネズミの神経筋標本において、神経筋接合部付近の骨格筋側に設置した記録電極①で活動電位を記録し、同時に筋で発生した収縮張力を記録する実験を行った。神経筋接合部から 1 cm 中枢側の刺激電極②で神経繊維に電気刺激を 1 回与えたところ、記録電極①で図 2 A のような活動電位が記録された。このときの筋の収縮張力の変化は、図 3 実線 C のようであった。

次に、刺激電極②から、さらに 3 cm 中枢側に設置した刺激電極③で電気刺激を行った結果、記録電極①で図 2 B のような活動電位が記録された。また、このときの筋の収縮張力の変化は、図 3 実線 C と同様であった。なお、実験中の神経筋標本は、30 °C に保たれていた。

(1) 実験結果から、神経繊維における活動電位の伝導速度 (m/秒) を計算式を含めて答えなさい。

(2) 図 2 A の電位変化において I ~ III の各期間に起こっているイオンの流れについて、正しい説明をすべて選び、記号で答えなさい。

- (a) 期間 I では、II と III に比べ、 Na^+ の細胞内への流入が多い。
- (b) 期間 I では、II と III に比べ、 K^+ の細胞内への流入が多い。
- (c) 期間 II では、I と III に比べ、 Na^+ の細胞外への流出が多い。
- (d) 期間 II では、I と III に比べ、 K^+ の細胞外への流出が多い。
- (e) 期間 III では、 Na^+ が細胞外へ能動輸送されている。
- (f) 期間 III では、 K^+ が細胞外へ能動輸送されている。

(3) 筋を 20 °C に冷却し、刺激電極②で電気刺激を行ったところ、図 3 の点線 D のような収縮張力の変化が記録された。冷却によって、なぜこのような変化が起こったと考えられるか、120 字以内で説明しなさい。

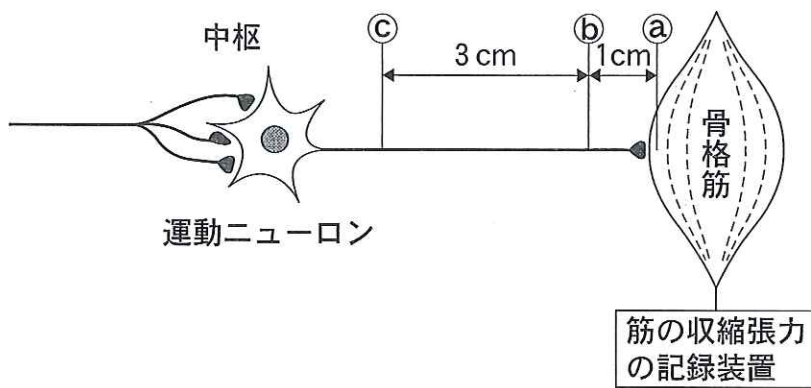


図1 ネズミの神経筋標本における筋の活動電位および収縮張力の測定実験

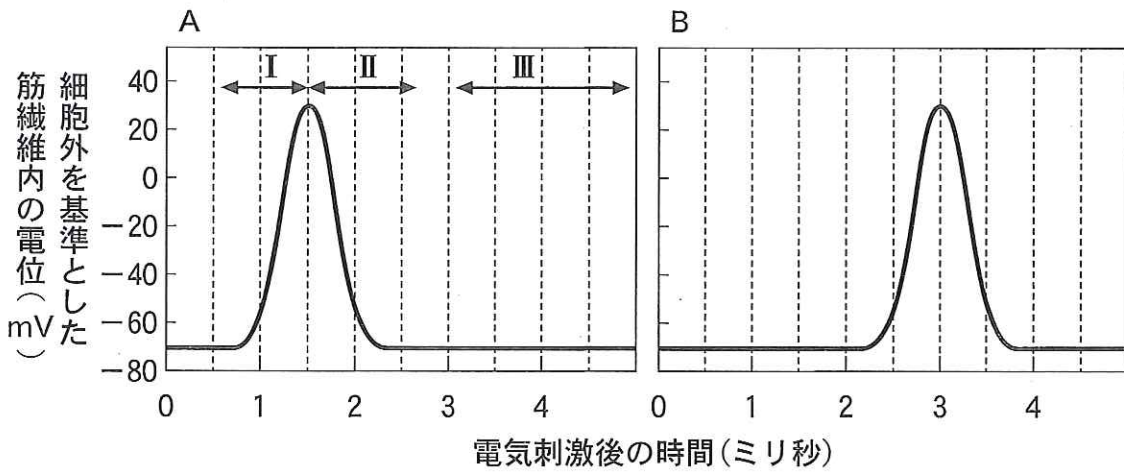


図2 筋繊維で発生した活動電位

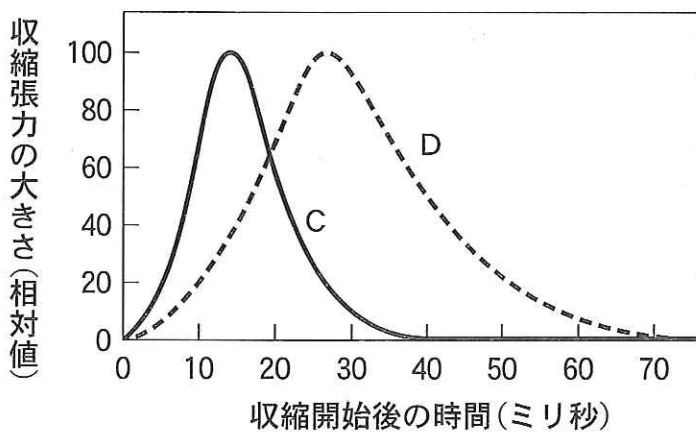


図3 収縮張力の変化