

令和 6 年度

京都工芸繊維大学大学院

工芸科学研究科 博士前期課程（修士課程）

応用生物学専攻

入学試験問題（一般入試 第 I 期）

専門科目

注意事項

1. 監督者の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
2. 試験時間は 13 時 00 分から 14 時 30 分までの 90 分です。
3. この冊子の問題は、7 ページからなっています。6 問のうち 4 問を選んで解答しなさい。
4. 解答用紙は 4 枚あります。1 問題につき 1 枚の解答用紙を使用し、答案用紙の科目欄に解答する問題番号を必ず記入しなさい。
5. すべての答案用紙に、志望専攻名と受験番号を必ず記入しなさい。
6. この問題冊子は持ち帰りなさい。

【問題1】 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

核酸、タンパク質、多糖は、いずれも細胞内に存在している高分子であり、ヌクレオチド、アミノ酸、単糖がそれぞれ構成単位である。核酸である RNA は、RNA ポリメラーゼが触媒する酵素反応によって合成される。タンパク質のアミノ酸配列は、リボソームによって延長される。多糖であるグリコーゲンは、ヌクレオチド糖を基質とした酵素反応によって合成される。

- 問1. (a) 標準アミノ酸（プロリンを除く）と (b) リボヌクレオチドの一般的な構造をそれぞれ説明しなさい。
- 問2. (a) RNA、(b) タンパク質、(c) グリコーゲンの構成単位どうしをつなぐ結合を構成単位の官能基を挙げて説明しなさい。
- 問3. (a) RNA 合成反応について基質と生成物を挙げて説明しなさい。(b) この RNA 合成反応が逆行しないしくみを説明しなさい。
- 問4. リボソームがアミノ酸を付加する延長反応は、3 ステップの反応サイクルから構成される。この 3 ステップの反応サイクルを説明しなさい。
- 問5. (a) グリコーゲン合成の基質となるヌクレオチド糖を答えなさい。(b) このヌクレオチド糖が解糖中間体から合成される反応経路を説明しなさい。

【問題 2】 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

<DNA 複製>

細胞内で行われる DNA 複製では、まず二本鎖が (ア) によってほどかれる。その後、(イ) により合成されたプライマーを起点に、DNA ポリメラーゼにより新たな DNA が合成される。DNA 複製が進行する部位である複製フォークの進行方向と同一方向に DNA 合成が進む DNA 鎖を(ウ)、逆方向に DNA 合成が進む DNA 鎖を(エ)という。DNA 合成には 5' → 3' の方向性があるため、(エ)では(オ)と呼ばれる短い DNA 断片が不連続に合成され、のちに連結される。

<遺伝子クローニング>

目的の DNA 配列(特定の遺伝子など)を単離し、任意のベクターに組み換える操作をクローニングという。ベクターとしては、細菌や酵母に由来する環状二本鎖 DNA である(カ)がよく使われている。相補的 DNA (cDNA) クローニングでは、細胞などから mRNA を抽出し、(キ)を用いて cDNA を合成する。次に、cDNA を鋳型に特定の遺伝子に対するプライマーを用いて PCR を行い、目的 DNA 断片を得る。目的 DNA 断片とベクターは(ク)で切断し、それぞれの末端を(ケ)により連結する。最終的に、作成した組換え体 DNA を大腸菌などの宿主細胞に導入し、増幅させる。このように、細胞に外部から DNA を導入し遺伝的性質を変化させることを(コ)という。

- 問 1. 文章中の (ア) ~ (コ) に当てはまる適切な語句を答えなさい。
- 問 2. DNA ポリメラーゼの一種である大腸菌 DNA ポリメラーゼ I は、複数の酵素活性を持つ多機能酵素である。その酵素活性を 3 つ答えなさい。
- 問 3. 直鎖状 DNA の複製において (エ) の 5' 末端は複製のたびに少しずつ短くなる。その理由を簡潔に説明しなさい。
- 問 4. 下線部に関して、DNA 複製と PCR で使われるプライマーの違いを説明しなさい。
- 問 5. PCR で使用される DNA ポリメラーゼの特徴を、PCR の原理にも触れながら簡潔に答えなさい。

【問題3】 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

脊椎動物の胚発生では、受精卵の卵割が進行し、胞胚と呼ばれる時期をすぎると、1) 胚の外側の細胞が内側に入り込み、その後 2) 外胚葉、中胚葉、内胚葉の3つの胚葉が形成される。

20世紀のはじめ、ドイツの実験発生学者ハンス・シュペーマンは、両生類の胚を用いて以下のような実験を行った。

【実験1】 2細胞期の胚を割球ごとに分離したところ、それぞれの割球から完全な胚が形成された。

【実験2】 原腸胚の 3) 原口上唇部と呼ばれる部分を別の原腸胚に移植すると、移植された胚にもう一つの神経組織（脳と脊髄）が形成された。新たに形成された神経組織は移植片ではなく、移植を受けた胚の組織からつくられていた。

【実験3】 原腸胚の将来腹部の上皮になる部分を取り出し、異なる原腸胚の将来口周辺の上皮になる部分に移植した。その結果、4) 移植片は腹部の上皮ではなく、口周辺の上皮になった。

問1. 下線部1)について、この現象はなんと呼ばれるか、答えなさい。

問2. 下線部2)に関して、外胚葉、中胚葉、内胚葉に由来する組織あるいは器官をそれぞれ2つずつ答えなさい。

問3. 発生生物学の実験に両生類の胚が用いられる利点について、少なくとも2つ答えなさい。

問4. 実験1の結果から、胚の運命決定についてどのようなことが考えられるか、答えなさい。

問5. 実験2の結果から、下線部3)はどのような作用を持っていたと考えられるか、答えなさい。

問6. 実験3について、下線部4)の結果になった理由について考えて答えなさい。

【問題4】 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

問1. 筋の構造や機能に関わる以下の文章のうち、正しい記述を2つ選び、記号で答えなさい。

- a. 運動ニューロンの動員の順番はサイズの原理に従うが、全ての動作時に当てはまるものではない。たとえば、電気刺激や素早い動作などでは、速筋線維の運動単位が先に活動に参加することも認められている。
- b. 関節の角度が変われば、手や足で発揮される最大筋力も変化する。肘屈曲力では関節角度が90度よりも屈曲したおよそ70~80度のときに最も大きな力が出る。
- c. 骨格筋を支配する運動ニューロンは、単一で複数の筋線維を支配している。したがって、1つの運動ニューロンが興奮すると、それに属する全ての筋線維は同時に収縮する。1個の運動ニューロンとその支配筋線維群をあわせて運動単位という。
- d. 人体における関節のこの作用によって、外部に発揮される力は筋自体の収縮力より大きくなることが多い。

問2. 神経の構造や機能に関わる以下の文章のうち、正しい記述を2つ選び、記号で答えなさい。

- a. Ia求心性線維はIb求心性線維よりも太い。
- b. 抑制性介在ニューロンは、シナプス結合している次の神経細胞に向かって抑制性の神経伝達物質を放出して次の神経細胞の膜電位を過分極させる。
- c. 骨格筋が引き伸ばされると、その筋が収縮する反射を伸張反射といい、伸張反射の受容器はその筋内にあるゴルジ腱器官である。
- d. 大腿部の伸筋が伸張反射を起こすとき、その拮抗筋である大腿部の屈筋の収縮は反射的に抑制され、膝の伸展が滑らかにおこなえるようになっている。この現象を相反抑制（相反神経支配）という。

問3. 脊髄の運動ニューロンにはアルファ運動ニューロンとガンマ運動ニューロンが存在する。それぞれどのようなものを支配しているか、具体的に答えなさい。

問4. 筋の興奮収縮連関について以下の語句を用いて文章で説明しなさい。使用した語句については下線を引くこと。

語句 アクチン、アセチルコリン、カルシウムイオン、トロポニン、トロポミオシン、ミオシン、ADP、ATP、T管（横行小管）、筋小胞体、活動電位

【問題5】 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

神経系は、多数の異なる機能を有する神経細胞から構成されています。神経系は、解剖学的及び機能的役割から中枢神経系と末梢神経系に分類されます。中枢神経系とは、脊椎動物では脳と脊髄のことで、全身から集まる情報を統合し、指令を発します。中枢神経系には、様々な神経伝達物質が存在し、複雑な情報伝達を担っています。

(a) 中枢神経系の神経伝達物質は、アミノ酸類のⅠ型、カテコールアミン、インドールアミン等のⅡ型、ペプチド類のⅢ型に分類されます。神経伝達物質は、イオンチャネルやGタンパク質と連動した**(b) 受容体**に作用し、情報を伝達します。このように、中枢神経系は複雑な神経細胞のネットワークからなるため、血液中の生体物質の影響を受けないように、(c) 血液脳関門と呼ばれる機構が存在しています。一方、末梢神経系の感覚神経系は、体の各部の感覚情報を中枢神経系に伝えます。運動神経系は、中枢神経系から発せられた指令を伝え、運動機能を調整しています。また、(d) 自律神経系は、体温、血圧などのホメオスタシス調節に関与しています。

問1. 下線部 (a) 中枢神経系の神経伝達物質について、Ⅰ～Ⅲ型の特徴を説明しなさい。

問2. 下線部 (b) 中枢神経系の受容体を標的とした医薬品の例を具体的に説明しなさい。

問3. 下線部 (c) 血液脳関門について、どのような機構か説明しなさい。

問4. 下線部 (d) 自律神経系について、自律神経系には、交感神経系と副交感神経がある。それぞれの機能を説明しなさい。

【問題 6】 次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

植物は芽生えした後はその場所から移動することができないため、生育している場所の環境に適応する必要がある。植物は大量に水を必要とすることから、特に水分環境に対しては多彩な適応の仕組みを備えている。

進化の過程における水中から陸上への進出に伴って、(a) 植物の表面からは水が失われやすくなった。また、水を土壌から葉まで輸送する必要が生じた。(b) 植物は水輸送のための組織を備えているが、土壌が乾燥してくると水輸送が滞るようになる。

陸上植物の多くは光合成のために気孔を開いて二酸化炭素を取り込んでおり、その際に気孔から水蒸気の形で水分が失われる。そのため植物は、(c) さまざまな気孔開閉の制御機構を持っている。

問 1. 下線部 (a) について、このような変化に適応するための植物の組織名を一つ挙げ、2 行程度で説明しなさい。

問 2. 下線部 (b) について、水輸送のための組織の名称を 2 つ挙げなさい。また、なぜ水輸送が滞るのかを、輸送されている水に生じている変化をふまえて 3 行程度で説明しなさい。

問 3. 下線部 (c) について、土壌水分が不足する場合の気孔閉鎖にかかわる植物ホルモンの名称を 1 つ挙げなさい。また、気孔閉鎖時には孔辺細胞からイオンの移動が起こる。このうち、もっとも大量に移動するイオンの名称を挙げなさい。

問 4. 植物の光合成には 3 つの型がある。この 3 つの型の名称を挙げなさい。またそのうち、乾燥した環境でもっとも有利な光合成型の名称を挙げ、なぜ乾燥した環境で有利であるのかを、気孔のはたらきに注目して 3 行程度で説明しなさい。

問 5. 植物の組織や細胞小器官の中には、運動することができるものがある。次の (ア) ~ (ウ) の中から、水の移動によって生じる運動を 1 つ選び、その仕組みを 3 行程度で説明しなさい。

(ア) 陸上植物において、強い光を避け、弱い光に対しては集合する葉緑体の運動

(イ) 根の先端にある細胞でアミロプラストが重力方向に移動する運動

(ウ) マメ科植物の葉が夜に下垂する運動

(以上)