

令和4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、8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。

1970 年代の中ごろに、(a)ジデオキシ法 (サンガー法) が開発され、膨大な量の塩基配列が決定できるようになった。現在では、原理は同じだが改良され、キャピラリーシーケンサーなどを用いて塩基配列の決定は自動化されている。塩基配列の読み取りは、それぞれの塩基を波長の異なる蛍光色素で標識することで容易になった。

2000 年代にはいると、塩基配列を高速で解読することのできる“次世代シーケンサー”が開発され、実用化される。ヒトの全ゲノム配列の解読を行ったヒトゲノムプロジェクトでは、従来のキャピラリーシーケンサーを用いて、配列情報の決定に 10 年、解析にさらに 3 年かかった。現在では、次世代シーケンサーを使えば、ヒト 5 名分の全ゲノム配列の解析まで、約 10 日間あれば完了できる。

問 1. 下線部 (a) の原理を説明しなさい。ただし、それぞれの塩基を波長の異なる蛍光色素で標識した場合の反応で説明すること。

問 2. DNA 配列を決定するためにはプライマーが必要である。その理由を説明しなさい。

問 3. 下の塩基配列を持った DNA 断片のうち、大文字で表記された部分の塩基配列を決定するため、下線 (1) もしくは (2) の配列の位置にプライマーを設計した。それぞれのプライマーの塩基配列を 5' から 3' の方向で記入しなさい。

5' tgagcaaggg cgaggagctg ttcaccgggg tggtgccat cctggtcgag ctggacggcg
acgtaaacgg ccacaagtgc agcgtgtccg (1) gcgaggggcga gggcgatgcc acctacggca
agctgaccct GAAGTTCATC TGCACCACCG GCAAGCTGCC CGTGCCCTGG CCCACCCTCG
TGACCACCCT GACCTACGGC GTGCAGTGCT TCAGCCGCTA CCCCACCAC ATGAAGCAGC
ATAGAGATAC TCGTGGATTT TGCTTAGTGT TGAGTTTTGT TCTGGTTGTG aactaaaagt
(2) ttatacattt gcaggaaata aatagccttt tgtttaaatc aaaaggtctt acctatgitta
gtgtgaagca ttgatccca aagaactcca aatgcatg aggcatttt 3'

問4. 次の4つの文章(1)～(4)について、内容が適切なものには○を、不適切なものには×を解答用紙に記入しなさい。

(1) 次世代シーケンサーは、主に検出技術が向上したおかげで、高速での塩基配列の決定が可能となったが、その原理は基本的にはジデオキシ法と変わらない。

(2) ジデオキシ法でRNAの配列を決定する場合、必ずしもcDNAに逆転写する必要はない。

(3) ジデオキシ法で染色体の端から端までの配列を読み取りたい場合は、ショットガン法を用いると良い。

(4) ヒトゲノムプロジェクトで決定された配列は、オープンリーディングフレームのみである。

問5. ある遺伝子の塩基配列を決定するため、目的の配列が増幅するようにPCRを行い、PCR産物を鋳型に用いてジデオキシ法で配列を読み取ろうとした。すると、読み取ることのできた蛍光シグナルは強かったが、複数の波長の波形が重なりあっており、塩基配列として決定できなかった。考えられる原因のうち、下の文章(1)～(4)の中から最も不適切なものを一つ選び、解答用紙にその番号を記入しなさい。

(1) PCR産物の精製が不十分で、PCRに用いたプライマーが残っていた。

(2) 配列決定に用いたプライマーが結合できる部位が、PCR産物上に複数箇所あった。

(3) 鋳型に用いたPCR産物の量が足りなかった。

(4) 倍数体の生物由来のDNAを用いてPCRを行ったため、PCR産物に複数種類の配列が含まれていた。

【問題 2】 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

グルコースは解糖によってピルビン酸へ変換される。好氣的条件下ではピルビン酸は物質 A に変換され、嫌氣的条件下では物質 B に還元される。一方、飽和脂肪酸である物質 C は β 酸化によって分解され、8 個の物質 A が生成する。物質 A はクエン酸サイクルによってさらに代謝される。解糖では電子キャリアである物質 D が還元され、クエン酸サイクルと β 酸化では物質 D と別の電子キャリアである物質 E が還元される。還元型の物質 D と還元型の物質 E は電子伝達系へ電子を渡す。電子伝達系と共役して酸化リン酸化が進行する。

問 1. 物質 A~E に当てはまる適切な語句を答えなさい。

問 2. グルコースが解糖によってピルビン酸へ変換される経路において行われる基質レベルのリン酸化反応を 2 つ挙げ、酵素反応を説明しなさい。

問 3. β 酸化では 4 つの連続した酵素反応によって $C_{\alpha}-C_{\beta}$ 結合が切断される。これらの酵素反応を説明しなさい。

問 4. クエン酸サイクルで行われる脱水素反応を 2 つ挙げ、酵素反応を説明しなさい。

問 5. 電子伝達系に関与する複合体と可動性電子キャリアを挙げ、還元型の電子キャリアから電子が伝達されるしくみを説明しなさい。

問 6. 電子伝達系と共役している酸化リン酸化のしくみを説明しなさい。

【問題3】 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

動物において抗体は生体防御反応に不可欠で、細菌やウイルスなどの感染から我々の体を守っている。抗体産生は標的となる抗原によって活性化を受けた（ア）細胞から合成される。1種類の（ア）細胞から産生された抗体は、同一のエピトープを認識して結合するので（イ）と呼ばれる。一方、免疫動物の血清から得られた抗体は、複数のエピトープを認識するので（ウ）と呼ばれる。抗体はY字型をした分子で、（エ）と（オ）それぞれ2本ずつから成る4本のポリペプチド鎖であり、（カ）結合で連結されている。Y字の両腕の先端は（キ）と呼ばれ、それ以外の根元の部分を（ク）と呼ぶ。抗体と抗原との結合は極めて特異的であり、(a)動物が産生できる抗体の種類は数十億に上る。

問1.（ア）～（ク）に適切な語句を記入しなさい

問2. 下線部（a）について、抗体の基本構造は変わらないのに抗体と抗原の結合に膨大な組み合わせを作り出せるのはなぜか。その理由を説明しなさい。

問3.（イ）の作製方法を簡潔に説明しなさい。

【問題4】 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

動物は、筋の働きによって身体を動かしたり、消化管や心臓などを動かしたりすることができる。筋には、骨格筋や心筋のように横縞が見える（ア）筋と横縞がない筋がある。顕微鏡で骨格筋を観察すると、縞模様を構成するサルコメアを確認することができ、サルコメアの（イ）帯には、細いフィラメントが詰まっている。一方、（ウ）帯では、太いフィラメントが整然と並び、その間に細いフィラメントが存在している。細いフィラメントはZ線に付着しており、太いフィラメントは弾性タンパク質である（エ）を介してZ線と連結している。太いフィラメントは（オ）と呼ばれるタンパク質で構成されており、細いフィラメントは（カ）と呼ばれるタンパク質でできている。

骨格筋は運動神経によって収縮が引き起こされる。一方、心筋は（キ）神経によって活動が調整されており、（ク）神経は心臓の拍動を促進し、（ケ）神経は拍動を抑制する。横縞がない（コ）筋は消化管などに存在し、ゆっくりした収縮をおこなう。

問1. 文章中の（ア～コ）に当てはまる用語を答えなさい。

問2. 下線部に関連して、筋収縮に関する次の3つの用語について違いがわかるように説明しなさい。【単収縮、不完全強縮、完全強縮】

問3. 下線部について、筋収縮は筋繊維に活動電位が発生することからはじまる。筋繊維に活動電位が生じてから筋が収縮する一連のプロセスについて、Aを先頭として、以下のB～Lを正しい順番に並べ替えなさい。

- A. 運動神経終末が興奮する。
- B. 筋表面に活動電位が伝播する。
- C. 運動神経終末からアセチルコリンが放出される。
- D. 終板で活動電位が発生する。
- E. トロポニンとトロポミオシンが移動する。
- F. ATPがADPとリン酸に分解される。
- G. 太いフィラメントとATPが結合して細いフィラメントとの結合が解ける。
- H. 太いフィラメントと細いフィラメントが接触し、クロスブリッジを形成する。
- I. 筋小胞体がカルシウムイオンを放出する。
- J. 興奮が横行小管（T管）を伝わる。
- K. カルシウムイオンがトロポニンと結合する。
- L. ミオシンがエネルギーを用いて、滑走を発生させて、ADPを放出する。

【問題5】 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

チャールズ・ダーウィンが1859年11月24日に発表した著書「(ア)」によって生物学は新たな段階に入った。ダーウィンはこの中で、2つの重要な概念を提示した。その1つ目は、「変化を伴う継承」というプロセスで、祖先種が様々な環境に対して異なる適応の蓄積により、多くの子孫種へと多様化したという主張である。⁽¹⁾2つ目は、ある遺伝的特徴をもつ個体が、他の特徴をもつ個体よりもより多く生き残り繁殖するプロセスである。同時期に同じ場所に生息する同種の集団では、世代を重ねることで変化がみられる。このプロセスは集団の中でその環境に適した特徴の頻度増加が引き起こされた結果であり、その際には、どのような表現型が選択されるかにより⁽²⁾3つの様式がある。このうちほとんどの場合で優勢に働きよく適応した集団の変化を妨げるのが安定化選択である。

昆虫では、あるモデルに似せることで捕食者から逃れることに役立つ適応として(イ)が知られている。害虫を防除するために農薬として殺虫剤を作物に散布すると、いつのまにか殺虫剤に対する抵抗性をもつ個体の頻度が増大する。このことは、⁽³⁾農薬が害虫に殺虫剤抵抗性を引き起こしたようにみえるが、それは誤りである。

通常、生命の歴史は化石の記録によって明らかのように大きな変化を伴うもので、生物多様性を生み出している。新種の形成は、1つの種が2つ以上の種に進化する時に起こる。これを(ウ)と呼び、この繰り返しにより生命の多様性が増大する。種を他の集団との交雑を妨げるものとして(エ)があり、接合子(受精卵)の形成の前後で分けることができる。このような種概念は、(オ)生殖する生物のみに適用できる。

多様な生物を分類して進化関係を体系的に決定する上で種の認識、命名、分類を行う分類学は大変重要である。種に学名をつけることは、分類学の重要な役割で、今日のシステムはスウェーデンの植物学者(カ)による種の(キ)と種をより広範囲な群へと分類する段階的 분류法からなる。分類の目標は、種の進化の歴史である系統に反映することである。また、分類は化石の記録や相同構造、DNAやアミノ酸配列の比較に基づくものである。⁽⁴⁾共有祖先に基づく類似性としての相同と(ク)進化に基づく類似性の相似とは区別しなければならない。現在、生物は分子系統学と分岐分類学により、(ケ)と(コ)という2つの原核生物と、真核生物の3つに分類される。真核生物はさらに界に分割されている。

問1. (ア)～(コ)に適切な語句を入れなさい。

問2. 下線(1)のプロセスは何というか答えなさい。

問3. 下線(2)の3つの様式のうち安定化選択以外の2つは何か答えなさい。

問4. 下線(3)の文章がなぜ誤りなのか説明しなさい。

問5. 生物の分類で以下の階級を最も狭いものから最も広範囲なものへと順番に記号で答えなさい。

(a)綱, (b)ドメイン, (c)科, (d)属, (e)界, (f)門, (g)目, (h)種

問6. 下線(4)の相同と相似について、事例を示して説明しなさい。

【問題6】 次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

植物は水や無機養分を吸収する根、光合成の場である葉、葉を支え、根との連絡路となる茎の3つの基本的な器官で構成されている。これらの器官をまとめて（ア）器官とよばれる。⁽¹⁾植物の芽生えでは茎と根の先端部に頂端分裂組織があり、器官を形成する活動が行われている。また、茎や根の先端以外では形成層も分裂組織の一種である。

種子植物は成長が進むと⁽²⁾花器官を分化して受精を経て種子を形成する。花器官のような器官は（イ）器官とよばれる。花を上面から見ると花を構成する器官が（ウ）に位置していて、その配置を示したものを（エ）という。花の構成は外側からがく片、花弁、おしべ、めしべの順に配置されている。植物の花の形成にも（オ）遺伝子とよばれる⁽³⁾3種類の調節遺伝子（A、B、C）が働いていることが明らかになっている。これらはそれぞれ異なる調節タンパク質を合成することによって花の形成に必要な他の遺伝子群のはたらきを制御している。

問1. （ア）から（オ）に入る適切な語句を書きなさい。

問2. 下線部（1）にある頂端分裂組織と形成層は植物体のどのような生長に関与しているかそれぞれ答えなさい。

問3. 下線部（2）は植物のどの器官が特殊化したものか答えなさい。

問4. 被子植物の地上部の形態形成の特徴について以下の語句をすべて用いて答えなさい。語句は複数回用いても構わない。

茎頂分裂組織、葉、頂芽、側芽、1つの単位、繰り返し、茎、芽

問5. 下線部（3）のA遺伝子が欠損した場合、がく片がめしべに、花弁がおしべに変異し、花の構成は外側から順にめしべ→おしべ→おしべ→めしべとなる。B、C遺伝子が欠損した場合はそれぞれのがく片、花弁、おしべ、めしべがどのように変異した花の構成になるか。それぞれの遺伝子が欠損した場合について、花の構成を外側から順に答えなさい。

(以上)