

令和7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、9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。

生物には、ポリマーとして、核酸、タンパク質、多糖が存在している。核酸には、DNAとRNAがある。DNAとRNAの構成成分である塩基には5種類あり、そのうち3種類はDNAとRNAで共通である。タンパク質は、標準アミノ酸がペプチド結合でつながったポリマーである。タンパク質中のアミノ酸は共有結合による修飾を受けることがある。多糖は、単糖が共有結合でつながったポリマーである。真核生物の貯蔵多糖として、植物にはアミロースとアミロペクチン、動物にはグリコーゲンがある。真核生物の分泌タンパク質や膜タンパク質のほとんどは、グリコシル化されている。

問1. DNAの構造、DNAの変性、アニーリングについて説明しなさい。

問2. 塩基1~6(図1)は、DNAとRNAの構成成分である5種類の塩基に加えて、プリン骨格をもつヒポキサンチンを示している。塩基1~6の中から、DNA中で対合している塩基対の組み合わせ(2通り)を数字で答えなさい。

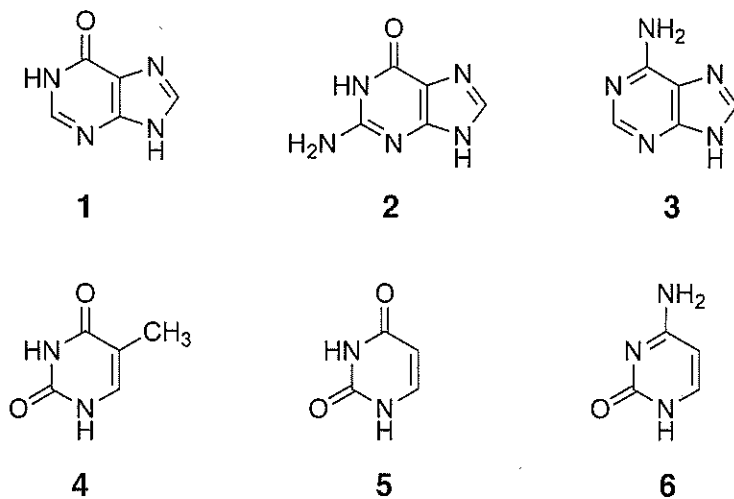


図1 塩基1~6の構造

問3. タンパク質の構成単位である標準アミノ酸は、アミノ基とカルボキシ基に加えて、側鎖を有している。(a)~(e)の性質をもつ標準アミノ酸をそれぞれ答えなさい。なお、一文字表記や三文字表記を用いても良い。

- (a) アミド基をもつ炭素数4個の標準アミノ酸
- (b) カルボキシ基を側鎖にもつ炭素数5個の標準アミノ酸

- (c) チオール基をもつ炭素数 3 個の標準アミノ酸
- (d) イミダゾール基をもつ炭素数 6 個の標準アミノ酸
- (e) メチル基をもつ炭素数 3 個の標準アミノ酸

- 問 4. タンパク質中の特定のアミノ酸に官能基が結合する翻訳後修飾によって、アミノ酸やタンパク質の構造や性質などが変化する。脊椎動物では最も多く存在しているコラーゲンについて、アミノ酸組成、構造、生理的役割、修飾されるアミノ酸、修飾によるアミノ酸の性質の変化を説明しなさい。
- 問 5. アミロースとグリコーゲンの構成成分や構造をそれぞれ説明しなさい。
- 問 6. 真核生物の分泌タンパク質のグリコシル化について、結合する糖鎖の構造、糖鎖が結合するアミノ酸や結合様式、糖鎖修飾が行われる細胞内小器官を挙げて、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。

動物には病原体となり得る様々な異物に対する生体防御システムが備わっている。この機構は非特異的防御システムである(ア)免疫と特異的防御システムである(イ)免疫の2つに大別される。(ア)免疫は病原体の種類を問わずに感染防御の初期に働く生体防御システムで、⁽¹⁾ 貪食細胞、(ウ)細胞、補体、⁽²⁾ リゾチーム、インターフェロン類などが関わっている。一方、(イ)免疫は後天的なもので、病原体に特異的な免疫システムである。すなわち、(ア)免疫を回避し体内に侵入した病原体を特異的に識別し、それらを記憶することで同じ病原体の侵入に対し効果的に排除できる仕組みである。(イ)免疫はさらに(エ)免疫と(オ)免疫とに分けられる。(エ)免疫は(カ)が分化した形質細胞から産生される⁽³⁾ 抗体が中心となり病原体を排除する仕組みである。また、(オ)免疫は免疫細胞の一種である(キ)が抗体などを介さずに病原体を直接攻撃する免疫反応である。

生体防御システムの基本は自己と非自己の識別であり、正常状態では動物の免疫システムが自己を攻撃することはない。このことを(ク)という。PD-1などの(ケ)分子は免疫応答を制御する分子で、(ク)の維持において重要な役割を果たしている。一部のがん細胞はPD-1のリガンドである(コ)を発現することで免疫システムから逃避することが知られている。近年、(ケ)阻害剤を用いて、免疫システムががん細胞を攻撃する力を保つことを利用したがん免疫療法が注目されている。

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. 下線部(1)に関して、貪食作用を持つ細胞を5種類答えなさい。

問3. 下線部(2)に関して、リゾチームは何に対しどのような機構で免疫システムとして機能しているか簡潔に答えなさい。

問4. 下線部(3)に関して、抗体はそれぞれ2つの重鎖と軽鎖から成り立っている。重鎖、軽鎖及びそれらをつなぐジスルフィド結合の部位がわかるように抗体の模式図を図示しなさい。

【問題3】次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

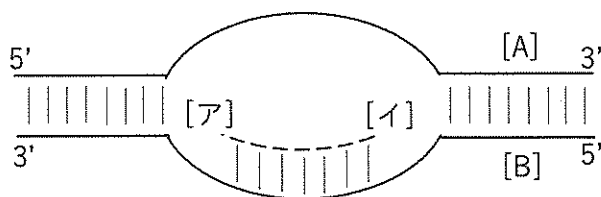
RNAポリメラーゼは、DNAを鋳型にRNA合成を触媒する酵素で、鋳型に沿ってリボヌクレオチド三リン酸どうしを[a]結合でつなぐ。①この反応は、DNA合成と同じく②方向性がある。また、DNAポリメラーゼと共通する性質として、通常RNAポリメラーゼも触媒部位に[b]イオンを含むことが知られる。一方、DNAポリメラーゼとは異なり、RNAポリメラーゼの反応には[c]は必要でない。

真核細胞のRNAポリメラーゼは主に三種類あり、RNAポリメラーゼIは[d]に局在して主に[e]の合成に関わる。RNAポリメラーゼIIとIIIは核質にあり、互いに合成するRNA種が異なる。③RNAポリメラーゼIIによって合成されたmRNAは、[f]を通過して核から④細胞質に運ばれ、翻訳のために使われる。現在では、RNA量を変化させる細胞内の様々な調節機構も働くことがわかっており、⑤こうした機構はバイオテクノロジーでも利用される。

問1. [a] ~ [f] の括弧の中に適切な語句を入れなさい。

問2. 下線部①の反応に用いられるエネルギーは何から得られるのか、説明しなさい。

問3. 下線部②の方向性に関して、二本鎖DNA(実線)がほぐれたその一方のDNAを鋳型にRNA(破線)が転写される様子を以下に模式図としてあらわした。図中で新生RNA(破線)が伸びていく方向は、[ア]または[イ]のどちらの方向か、答えなさい。また、DNA(実線)の鎖[A]または[B]のうちアンチセンス鎖はどちらであるか、答えなさい。ただし、図中の垂直の線は塩基の間の水素結合を示している。



問4. 下線部③のRNAポリメラーゼIIがDNAを鋳型として転写する際の転写基本因子の働きを三つ答えなさい。

問5. 下線部④のようにmRNAが細胞質に運ばれる前の「運び出し準備完了状

態」となるためには、初期転写産物からどのように加工されていなければ
ならないか？簡潔に答えなさい。

問6. 真核細胞内で、効率よくタンパク質が翻訳される細胞質の mRNA はどの
ような状態にあるのか？簡潔に答えなさい。

問7. 下線部⑤の例として、小さい昆虫の個体全体の mRNA をノックダウンさ
せるための二本鎖 RNA を用いた RNAi 技術が進歩しており、個体の機能
開発研究に応用されている。一般的な真核細胞内での RNAi の機構につ
いて簡潔に答えなさい。

【問題4】次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

問1. 次の文の（ア）～（オ）にあてはまる適切な語句を答えなさい。

細胞表層構造の違いから、細菌はグラム染色によって2種類に大別することが可能である。グラム陽性菌の細胞表層構造は、ペプチドと糖から構成される（ア）層が厚く、タイコ酸やリポタイコ酸が含まれている。一方、グラム陰性菌の細胞表層構造は（ア）層が薄く、細胞膜に加えて（イ）を持つ。（イ）には β バレル構造を持つチャンネルタンパク質の（ウ）や、多糖とリピドAと呼ばれる脂質で構成される（エ）が存在する。（エ）はエンドトキシンとして作用し、敗血症性ショックを引き起こすことがある。細胞膜と（イ）に挟まれた領域は（オ）と呼ばれ、細胞質と異なり非還元的な環境である。

問2. ①～⑩の微生物がグラム陽性菌、グラム陰性菌、それ以外 のいずれに該当するか答えなさい。ただし、グラム陽性菌は+、グラム陰性菌は-、それ以外は×を解答欄に記入すること。

- ① *Escherichia coli* ② *Bacillus subtilis* ③ *Lactobacillus casei*
④ *Vibrio cholerae* ⑤ *Salmonella enterica* ⑥ *Bifidobacterium bifidum*
⑦ *Saccharomyces cerevisiae* ⑧ *Aspergillus oryzae*
⑨ *Staphylococcus aureus* ⑩ *Helicobacter pylori*

問3. 次の文の（カ）～（コ）にあてはまる適切な語句を答えなさい。

解糖系では1分子のグルコースから2分子のピルビン酸が生じる。ピルビン酸はミトコンドリアでピルビン酸デヒドロゲナーゼ複合体によって脱炭酸され、（カ）に変換される。（カ）はミトコンドリアや（キ）で行われるベータ酸化によっても産生されるが、いずれの場合も（カ）の産生にはコエンザイムAが必要である。（カ）はTCA回路の主要材料であるほか、マロニルCoAとともに（ク）合成の出発材料として利用される。なお、（ク）は細胞膜の主要成分であり、不飽和結合の有無によって（ケ）と（コ）に分けられる。

問4. ピルビン酸の別名は α -ケトプロピオン酸である。ピルビン酸の構造式を書きなさい。

問5. 酵母によるアルコール発酵で、ピルビン酸からエタノールが産生される過程で生じる物質を3つ答えなさい。

【問題5】 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

問1. 次のホルモンの作用で正しい場合は「正」、間違っている場合は「誤」としてそれぞれ答えなさい。

1. インスリンは、血糖値を低下させる作用がある。
2. バソプレシンは、尿量を減少させる作用がある。
3. 甲状腺ホルモンは、血清コレステロール値を増加させる作用がある。
4. アルドステロンは、ナトリウムの再吸収を抑制する作用がある。

問2. ペプチドホルモンとステロイドホルモンの特徴の大きな違いを簡潔に説明しなさい。

問3. 細胞外の神経伝達物質やホルモンを受容して細胞内に情報を伝えるが、その際Gタンパク質と呼ばれる三量体タンパクを介してシグナル伝達が行われる。Gタンパク質の活性化機構とシグナル伝達カスケードについて説明せよ。

問4. 膜輸送におけるキャリアーは輸送の様式により、対向輸送体（アンチポート）と共輸送体（シンポート）がある。この2つの輸送様式について説明しなさい。

【問題6】植物の光合成の環境応答に関する次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

固着生活を行う陸上植物は環境の影響から逃れることができない。したがって植物は、生存や成長を支える働きである光合成について、環境への適応能力を進化させてきた。特に (a) 光環境に対して、被子植物の葉の形質や光合成には高度な適応がみられる。 一方、植物は光合成を行うために気孔を開く必要があり、そのときに必然的に水蒸気が気孔から出ていってしまうことから、(b) 被子植物の水分環境に対する気孔制御の仕組みにも高度な適応がみられる。

問1. 下線部 (a) について、日当たりがよい場所で生育している、発達した樹冠（葉が茂っている部分）をもつ1本の樹木を想定する。この樹木の樹冠上部の葉（陽葉）を樹冠下部の葉（陰葉）と比較した場合、陽葉の形質はどのようであると考えられるか。下記の1.～5.の5つの形質それぞれについて

(ア) 多い/大きい (イ) 少ない/小さい (ウ) 変化しない
のどれかを選び、記号を記入しなさい。

1. 葉の厚さ
2. 葉面積
3. 葉面積あたりの葉緑体の量
4. 葉面積あたりのクロロフィルの量
5. 葉面積あたりの Rubisco の量

問2. 下線部 (a) について、樹冠上部の葉（陽葉）の葉面積あたりの光合成速度は、樹冠下部の葉（陰葉）と比べてどのようになるか、葉の形質が(1)のような適応を示すことをふまえて説明しなさい。

問3. 下線部 (a) について、光エネルギーが過剰になると光合成系に害が発生する。その害の名称を答えなさい。

また、その害を防ぐためのメカニズムについて、適切なものを次の①～⑤からすべて選び、記号で答えなさい。

- ①気孔を開く
- ②キサントフィルサイクルの駆動
- ③活性酸素除去のための酵素の合成
- ④フロリゲンの合成

⑤クロロフィルの合成

- 問4. 下線部 (b) に関して、気孔が閉じるときにシグナルとなる、根で合成される植物ホルモンの名称を挙げなさい。
- 問5. 下線部 (b) に関して、乾燥に応答して気孔が閉じる仕組みを「カリウムイオン」、「孔辺細胞」、「膨圧」という言葉を使って説明しなさい。

(以上)