

生物学（90分）

（応用生物学課程）

〔注意事項〕

1. 監督者の指示があるまで、この問題用紙と解答用紙を開いてはいけません。
2. 問題は、7ページからなっています。また、解答用紙は3枚、下書用紙は2枚あります。監督者から解答開始の合図があったら、問題用紙、解答用紙、下書用紙を確認し、落丁・乱丁および印刷の不鮮明な箇所などがあれば、手をあげて監督者に知らせなさい。
3. 解答用紙には、受験番号を記入する欄がそれぞれ2箇所ずつあります。監督者の指示に従って、すべての解答用紙（合計3枚）の受験番号欄（合計6箇所）に受験番号を必ず記入しなさい。
4. この問題用紙の白紙と余白は、適宜下書きに使用してよろしい。
5. 解答は、必ず解答用紙の指定された場所（問題番号や設問の番号・記号などが対応する解答欄の中）に記入しなさい。なお、指定された場所以外や、裏面への解答は採点対象外です。また、解答や受験番号が判読不能の場合にも、採点対象外になります。
6. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
7. この問題用紙と下書用紙は、持ち帰りなさい。

問題訂正

1. 科目等名 生物学

2. 訂正箇所及び訂正内容

Ⅱ

問 4. 問題文

誤：～、タンパク質の立体構想到～

正：～、タンパク質の立体構造に～

I 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

(配点率 30%)

DNA からタンパク質合成装置へ情報を伝達するメッセンジャーRNA (mRNA) は、染色体 DNA の鋳型鎖から転写によってつくられる。この際、RNA ポリメラーゼは、①DNA の 2 本鎖のうち的一方の鋳型鎖 DNA に②相補的な RNA ヌクレオチドを、(ア) 結合により連結し、合成鎖を伸長する。真核生物には主に 3 種類の RNA ポリメラーゼが存在し、その中で mRNA を合成する酵素は RNA ポリメラーゼ II と呼ばれ、③他の種類の RNA ポリメラーゼとは異なる役割を持つ。

DNA 鎖中の特定の塩基配列が転写の開始と終結の目印となっている。転写開始の目印となる塩基配列は④プロモーターとして知られる。細菌では、鋳型鎖 DNA の (イ) と呼ばれる配列が転写を終結させるシグナルとなる。真核細胞では、⑤ポリ A 付加シグナルまで転写が進むと、その後転写は終結し、ポリ A テールが転写産物に付加される。5' 部分にもキャップ構造が付加される。また、⑥mRNA が完成するまでにスプライシングも受ける。

真核生物のゲノム DNA は核の中にあり、タンパク質と結合して染色体を形成している。細胞周期の (ウ) 期には、染色体は核の中に広がっており、大部分がヒストンと結合して (エ) という粒状構造を形成している。(エ) がつながったクロマチン繊維の DNA からは、容易に RNA ポリメラーゼ II が転写を開始できないが、⑦細胞外からの働きかけにより転写が可能な状態がつくられる。また、発生過程では受精卵は細胞外からの指令を受け様々な細胞へと分化するが、分化した細胞ではそれぞれ発現する遺伝子が異なる。同じゲノムを持ちながら、細胞の種類や状態によって特定の遺伝子だけを選んで働かせる仕組みのことを (オ) という。

問1. (ア) ～ (オ) に適切な語句を答えなさい。

問2. 下線部①に関連して、転写される DNA 配列の一部を以下に図示した。この部分の鋳型鎖の DNA 配列を、アルファベットを用いて答えなさい。さらに、この部分の鋳型鎖をもとにつくられる RNA 配列をアルファベット表記で答えなさい（解答欄中の 5', 3'の向きに従って解答すること）。

RNA ポリメラーゼの進む方向→

5'-----AATGCGCTATATC-----3'

3'-----TTACGCGATATAG-----5'

問3. 下線部②に関連し、核酸どうしの結合についての記述として誤っているものを以下の中から1つ選び、記号で答えなさい。

1. ヌクレオチド間での相補的な結合の強さは全て同じである。
2. ヌクレオチド間の相補的な結合は熱で解消される。
3. ヌクレオチド間の相補的な結合は、塩基の共有電子の分布の偏りに起因している。
4. tRNA のアンチコドンが mRNA の対応するコドンに結合する。

問4. 下線部③に関連して、真核生物の RNA ポリメラーゼ III が合成する RNA について3種類答えなさい。

問5. 下線部④に関連して、プロモーターから始まる転写が進行していく過程についての記述として誤っているものを以下の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- A. RNA ポリメラーゼが転写開始時に鋳型鎖 DNA の二重螺旋を巻き戻す。
- B. 転写の開始にプライマーが必要である。
- C. RNA ヌクレオチドの二リン酸の解離と分解で得られるエネルギーでヌクレオチド鎖は伸長される。
- D. RNA ポリメラーゼが転写しつつ鋳型鎖 DNA の下流に進むと、転写が終了した部分の DNA 鎖はすぐに二重螺旋を形成する。

問6. 下線部⑤にある真核細胞のポリ A 付加シグナルとなる一般的な RNA 配列を答えなさい。また、5'キャップとポリ A テールの付加は mRNA にどのような効果をもたらすのか。2つ簡潔に答えなさい。

問7. 下線部⑥に関連して、スプライシング機構についての記述として正しいものを以下の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- A. イントロン-エキソン間の切断には ATP の加水分解によるエネルギーが必要である。
- B. スプライシングの途中の過程で生じるイントロンの投げ輪の末端には1つのリン酸基が付いている。
- C. イントロンの除去には RNA 分子の触媒作用が関わる。
- D. スプライソソームはタンパク質だけでできている。

問8. 下線部⑥にあるスプライシングが関係して、ショウジョウバエのトランスポゾン P 因子の体細胞と生殖細胞における機能の違いが生じる。この機能の違いについて、以下の文言を1回以上使い、100文字以内で説明しなさい。

(トランスポザーゼ・機能型・非機能型)

問9. 下線部⑦に関連して、細胞の転写調節における水溶性と脂溶性のホルモンの間での仕組みの違いを、以下の文言を1回以上使い、100文字以内で説明しなさい。

(細胞質・細胞膜・受容体)

Ⅱ

次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

(配点率 35%)

タンパク質は、さまざまな生体反応に関わる高分子である。タンパク質は、多数のアミノ酸が、(ア)結合により鎖状につながった構造をしている。タンパク質は、特徴的な立体構造を持つ。部分的な立体構造である(イ)や(ウ)は、二次構造と呼ばれる。アミノ酸には、硫黄原子を含むものがあり、硫黄同士が結合することで立体構造を取るのに重要な役割を持つ。この硫黄同士の結合を(エ)結合と呼ぶ。タンパク質の立体構造は、その機能と密接な関係を持つが、温度やpHなどにより立体構造が変化し、その働きを失うことを(オ)と呼ぶ。

一般に、それ自体は変化せず、化学反応を促進させる物質を(カ)と呼ぶ。タンパク質のうち、生体内で(カ)としてはたらくものを酵素と呼ぶ。酵素による化学反応は、さまざまに調節されている。たとえば、反応の最終産物が代謝経路の初期段階の反応を行う酵素にはたらきかけ、代謝経路全体の進行が調節される場合がある。これは(キ)と呼ばれる。

生体膜に存在し、物質やイオンの出入りを担うタンパク質を輸送タンパク質という。輸送タンパク質によって行われる輸送のうち、濃度勾配に従った輸送は(ク)輸送、エネルギーを使い濃度勾配に逆らった輸送は(ケ)輸送といわれる。ナトリウム-カリウム ATPアーゼは、(ケ)輸送を行う代表的な輸送タンパク質であり、細胞膜内外での電位差である(コ)の形成に重要である。

問1. 文章中の(ア)～(コ)にあてはまる適切な語句を答えなさい。(イ)と(ウ)は順不同である。

問2. アミノ酸は、その側鎖によっていくつかの種類に分類される。以下のアミノ酸を、疎水性アミノ酸、親水性アミノ酸、酸性アミノ酸、塩基性アミノ酸に分類しなさい。複数の分類に当てはまる場合には、それぞれの分類に記入しなさい。

バリン	アスパラギン	アルギニン	ロイシン
グルタミン酸	フェニルアラニン	リシン	

問3. 分子量が110のアミノ酸20個でできたタンパク質の分子量を計算し、計算式と分子量をそれぞれ示しなさい。水素分子 (H_2) と酸素分子 (O_2) の分子量をそれぞれ2, 32とする。

問4. 下線部に関して、タンパク質の立体構想に関する記述として、正しいものを以下の文章からすべて選び記号で答えなさい。

- a. タンパク質のアミノ酸の並び方を一次構造と呼ぶが、一次構造はタンパク質の立体構造とは関連がない。
- b. 二次構造の形成には、主としてアミノ酸の側鎖同士の水素結合が重要である。
- c. 立体的に折りたたまれたタンパク質全体の構造を三次構造という。
- d. タンパク質が経過時間とともに形が変わることを四次構造という。
- e. タンパク質の正しい折りたたみを補助するタンパク質をシャペロンという。

問5. 酵素が特定の物質とのみ反応をおこなう性質をなんと呼ぶか。適切な語句を答えなさい。

問6. 酵素による化学反応の調節において、「アロステリック効果」とはどのような効果か。「競争的阻害」「非競争的阻害」との関係と合わせて簡潔に説明しなさい。

III

次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

(配点率 35%)

(文章 1)

①初期の植物は水中に存在していたが、その一部がやがて陸上に進出した。現在では陸上植物は②コケ植物、シダ植物、裸子植物、被子植物の4つの主要グループに分けられる。③植物は二酸化炭素と水を使って光合成を行い、酸素を副産物として発生させることにより、地球の大気環境に大きな影響を与えている。

問1. 下線部①に関連して、水中から陸上に進出することで、植物にとってどのような環境が変わったか。適切なものをすべて選び、記号で答えなさい。

- a. 大気中は水中より二酸化炭素の拡散速度が遅いため二酸化炭素が得にくくなった。
- b. 紫外線をより多く受けるようになった。
- c. 乾燥によるストレスを受けにくくなった。
- d. 浮力がなくなることで、植物体に大きな力がかかるようになった。

問2. 陸上進出した後も、植物にとって水は、生命活動を支える働きを持っている。このことには、水分子がもつ「極性」が関わっている。水の分子が極性をもつことは、植物にとってどのような意義があるか、「比熱」という言葉を使って簡潔に説明しなさい。

問3. 植物細胞には見られるが動物細胞には見られない細胞小器官あるいは構造を、次の(ア)～(ク)のうちから2つ選んで記号で答えなさい。また、その細胞小器官あるいは構造が持つ働きについて説明しなさい。

- | | | |
|------------|--------------|-------------|
| (ア) ゴルジ体 | (イ) 小胞体 | (ウ) リボソーム |
| (エ) 原形質連絡 | (オ) ペルオキシソーム | (カ) ミトコンドリア |
| (キ) ギャップ結合 | (ク) 細胞壁 | |

問4. 下線部②の主要グループの中で、精子に鞭毛がないグループを答えなさい。また、精子に鞭毛がないグループとあるグループとでは、受精できる環境にどのような違いがあると考えられるか、簡潔に答えなさい。

問5. 下線部③に関連して、地球の誕生時には大気にほとんど酸素はなかったが、その後植物の光合成の働きにより次第に酸素が蓄積されていったことが分かっている。現在、熱帯雨林は地球全体の光合成の20%以上を担っていることから、酸素の供給源になっていると誤解されることがある。しかし実際は、現在の熱帯雨林は、地球の大気中の酸素増加にはほとんど寄与していないと考えられている。それはなぜか、植物を含む生物の呼吸と、熱帯林における温度との関係に着目し、簡潔に説明しなさい。

(文章2)

植物学を含む生物学は歴史的には、博物学の一部として発展した。博物学の方法論は、観察や観測によるデータを記録する過程で新しい事象や理論を見出す「発見型」である。より新しい方法論として、事象を説明するために仮説を作り、その有効性を検証する「仮説検証型」が確立された。近年は、遺伝子解析などによりビッグデータを得ることが可能になり、仮説を持たずにデータを収集し、そのデータから新たな理論や仮説を構築する「仮説生成型」の研究の重要性が増している。

問6. 文章2に関連して述べた次のA～Fの文章のうち、適切なものをすべて選んで記号で答えなさい。

- A. チャールズ・ダーウィンが南アメリカで行った、多様な植物の採集・観察とその記述は、「発見型」科学の一例である。
- B. 現在では、実験室や温室で栽培実験を行うことが可能なので、直接フィールドに出て行う「発見型」の方法論は植物学において全く必要ない。
- C. 「食虫植物が虫から栄養を得ている理由は、光合成能力がないからである」という仮説が支持されなかった時、その理由として唯一考えられるのは、観察方法が不適切だったことである。
- D. 「仮説検証型」の研究では、仮説を支持するデータに目が行きがちになり、結果の解釈にバイアスが生じるリスクがある。
- E. 植物の乾燥ストレスに関与する遺伝子を調べるため、すべての遺伝子の発現量を解析した。1回で膨大なデータが得られたので、繰り返して解析する必要はない。
- F. 「仮説生成型」の研究では、因果関係がない単なる偶然を、意味がある関係として認識してしまうリスクが高くなる。

(以 上)