

令和2年度
神戸大学理学部生物学科 AO 入試
試験問題

小論文

(2019年12月7日実施)

注意事項

- 1) これは問題冊子です。試験監督の指示があるまで、問題冊子を開かないでください。
- 2) 問題は4～9頁目にあります。全問題について解答しなさい。10頁目以降は下書き用紙です。
- 3) 答案用紙（別紙）は、全部で5枚です。
- 4) すべての答案用紙の上部の所定の欄に、受験番号と氏名を必ず記入しなさい。未記入の場合は採点できません。
- 5) 解答はすべて、答案用紙の指定のところに記入しなさい。
- 6) 試験時間は2時間です。
- 7) 試験終了後、答案用紙を回収します。

小論文問題 I

以下の文章を読んで問いに答えなさい。

生体内で様々な機能を担う重要な分子として、タンパク質があげられる。タンパク質は、多数のアミノ酸がペプチド結合を介して鎖状に連結した物質であり、タンパク質の種類が違えば構成するアミノ酸の種類と並び方（配列）も違っている。(1) タンパク質が正常に働くためには、アミノ酸が連なってできたポリペプチドが折りたたまれて、正しい立体構造を取ることが必要である。

酵素は、生体内で起こる様々な化学反応に対して触媒として働くタンパク質の一種であり、化学反応が進行するときに乗り越えなくてはならない活性化エネルギーを減少させる働きをもつ。酵素は、生体内の環境で様々な化学反応が進行することを可能にしており、(2) その働きは温度や pH などの条件によって影響を受ける。酵素の表面には基質と結合して化学反応を触媒する活性部位が存在している。この部位において、側鎖に適切な構造をもつアミノ酸が正しく配置されることは、酵素が正常な活性を発揮するために特に重要である。

あるタンパク質を合成するために連結するアミノ酸の種類と順序に関する情報は、DNA を構成する4種類の塩基（A, C, G, T）の配列として保持されている。DNA 鎖上の3個の塩基の組み合わせにより、アミノ酸の種類が指定される。(3) タンパク質のアミノ酸配列に関する情報を持つ部分の DNA で、ある塩基が別の塩基に置き換わると、指定するアミノ酸が別のアミノ酸に変化してしまう場合がある。

DNA が持つ情報をもとにタンパク質が合成されるためには、まず DNA の塩基配列が RNA の塩基配列として写しとられる必要がある。こうしてできたメッセンジャーRNA (mRNA) はリボソームに運ばれ、その塩基配列の情報をもとにタンパク質が合成される。一方、(4) 細胞の中では mRNA 以外にも様々な RNA が DNA の塩基配列をもとに合成され、独自の機能を果たしている。

問1 下線部（1）について、タンパク質が折りたたまれるときには、ポリペプチド上で離れた場所にある部分同士が接近して結合する必要がある。このような結合には、共有結合によるものとそうでないものがあるが、前者において重要な働きをもつアミノ酸、およびその結合の名称をそれぞれ答えなさい。

問2 下線部（2）について、一般に酵素の活性は反応温度が上がるに従って上昇し、あ

る温度を越えると逆に活性が低下する。このように、高温で酵素の活性が低下する理由を説明しなさい。

問3 下線部(3)について、酵素の活性部位に存在するアミノ酸が別のアミノ酸に置き換わってしまうと、酵素の働きに重大な影響を与える可能性が高い。一方、活性部位とはまったく別の部位のアミノ酸が変化することで、酵素の活性が著しく低下することも少なくない。活性部位とは別の部位のアミノ酸の変化が、酵素の活性に影響を与えうる理由として考えられることを述べなさい。

問4 下線部(4)の一例として、タンパク質の合成に関わる転移 RNA (tRNA) があげられる。一方、RNA の中には、酵素のように化学反応を触媒する働きを持つものも存在している。それに対して、DNA は RNA と似た構造を持つにもかかわらず、触媒作用を持つものは知られていない。このことから、初期の生命体においては RNA が遺伝情報の保持と触媒作用を両方担っていたが、やがて触媒としての機能がタンパク質に移り、さらに遺伝物質としての機能を DNA が担うようになったとする説がある。RNA が酵素のような触媒作用を持ちうる理由を、特に DNA との構造の違いをふまえながら論じなさい。

問5 タンパク質の構造に関する研究の進歩により、既存の酵素のアミノ酸配列を変化させることで、基質特異性、あるいは反応温度や pH などの最適条件が異なる酵素をデザインすることが可能になりつつある。将来的には、まったく新しい性質を持つ酵素を人工的に作り出すことができるようになるかも知れない。あなたならどのような酵素を作ってみたいか、その酵素の応用の可能性を含めて、自由に論じなさい。

小論文問題Ⅱ

細胞の構造と機能に関する以下の文章(1)～(4)を和訳しなさい。

(1) Although organisms on the earth show remarkable diversity, all organisms consist of one or more cells, each of which is surrounded by a thin membrane made of two layers of lipid molecules.

(2) Eukaryotic cells contain various organelles, such as the nucleus as a container of genetic information, the mitochondria for energy production, and the Golgi apparatus for secretion of proteins.

(3) Cytoskeletons play important roles in modulating shape and movement of cells, proper spatial arrangement of organelles, and transportation of various components within the cell.

(4) When a cell divides, a set of replicated DNA must be highly condensed and equally separated into two daughter cells in order to ensure stable propagation of genetic information.

eukaryotic cell : 真核細胞

organelle : 細胞小器官

cytoskeleton : 細胞骨格

小論文問題Ⅲ

以下の文章を読んで問いに答えなさい。

陸上植物は、約4億7千万年前までに淡水域で生活していた緑藻シャジクモの仲間から進化したと考えられている。(1) 陸上は、水中に比べて光が豊富であり光合成には適した環境であるが、水分が不足しやすいなど生物の生存にとって不利な環境でもある。陸上植物の祖先は、水中から陸上へと生育範囲を拡大させて適応した。現生の陸上植物の系統については、コケ植物が最初に出現し、ついでシダ植物、そして裸子植物、被子植物が出現したと考えられている。コケ植物は(A)・(B)・(C)の区別がなく、(D)をもたない。シダ植物は、(A)・(B)・(C)が分化し、発達した(D)をもつ。裸子植物と被子植物は、陸上植物の中で最も陸上生活に適応したグループで、種子を形成して内部にある胚を外部の厳しい環境から守っている。裸子植物は胚珠が裸出しているが、被子植物の胚珠は(E)の中にある。陸上植物の祖先にあたる緑藻シャジクモは、生活環のほぼ全てを染色体を1組だけもつ単相(n, 一倍体)で過ごし、受精卵(2n, 二倍体)はすぐに減数分裂して、再び単相で成長する。(2) 一方、全ての陸上植物は、受精卵が体細胞分裂し染色体を2組もつ複相(2n, 二倍体)の多細胞体で過ごす時期をもち、単相と複相の多細胞体が交互に出現する。この現象を(F)という。単相の体は配偶子を形成するので(G)、複相の体は、最終的に減数分裂して胞子を形成するので(H)と呼ばれる。

問1. (A)～(H)にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問2. 下線部(1)について、植物が生活する上で、陸上において水中よりも不利な要因を、水分が不足しがちなこと以外で3つ答えなさい。

問3. 下線部(2)について、シャジクモの仲間から陸上植物が進化し、受精卵が体細胞分裂して多細胞体をつくるようになったことにより、効率よく多くの胞子を形成できるようになったと考えられる。その理由を考え説明しなさい。

問4. 下線部(2)について、コケ植物は生活環の大半を単相で過ごす、シダ植物や種子植物は、生活環の大半を複相で過ごす。生活環の大半を複相で過ごすことの利点について論じなさい。

小論文問題Ⅳ

以下の文章を読んで問いに答えなさい。

種子植物がもつ種子は、生育に適さない環境や季節において、植物ホルモンの一種である（ A ）のはたらきにより休眠した状態にある。休眠を打破するには、一定期間の低温を与えたり、別の植物ホルモンである（ B ）を与えるなどの方法が知られている。休眠を終えた種子に、適当な条件を与えられると、種子は発芽し植物の成長が始まる。種子の中には、温度や水分の条件が適当であっても光が照射されないと発芽しないものがあり、レタスの種子もこのような性質を示す。レタスの種子にいろいろな波長の光を照射して発芽に対する影響を調べた。その実験結果を右の図に示す。

種まきからの時間	結果
暗所	○：発芽した ×：発芽しなかった
青色光	×
赤色光	○
赤色光→遠赤色光	×
赤色光→遠赤色光→赤色光	○
赤色光→遠赤色光→赤色光→遠赤色光	×

B: 青色光 R: 赤色光 FR: 遠赤色光

図 レタスの発芽に対する光の効果

問1. （ A ）と（ B ）にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問2. 下線部について、レタスの種子発芽には光を受容する色素タンパク質のフィトクロムが関係している。図の実験結果から、レタスの種子発芽におけるフィトクロムはどのような性質をもつと考えられるか、論じなさい。

問3. 太陽光に含まれる大部分の赤色光は葉に吸収されるため、植物の葉の下では遠赤色光の割合が高くなることが知られている。下線部にみられるレタスの種子のような光に対する性質は、他の植物と競合する自然環境下において生存に有利に働くことが多い。その理由を考え、論じなさい。

小論文問題 V

以下の文章を英訳しなさい。

- (1) 植物ホルモンは非常に低濃度で生成され、ごく微量で植物の成長と発生に大きな効果を引き起こすことがある。
- (2) 植物に化学的な伝達物質が存在するという考えは、植物の光に対する応答についての一連の古典的な実験から導き出された。

