

I ヒトの体の調節に関する問い(問1～問4)に答えよ。(25点)

問1 次の表は、脊椎動物の内分泌腺とそこから分泌されるホルモンを示している。表中の(ア)～(オ)に入れるのに最も適当なものを、下の解答群から選べ。

表 内分泌腺と分泌されるホルモン

内分泌腺	ホルモン
視床下部	(ア)
すい臓	(イ)
副甲状腺	(ウ)
副腎皮質	(エ)
脳下垂体前葉	(オ)

(ア) (イ) (ウ)
(エ) (オ)

<解答群>

- | | | |
|--------------|----------|------------|
| ① アドレナリン | ② グルカゴン | ③ 糖質コルチコイド |
| ④ チロキシン | ⑤ パラトルモン | ⑥ バソプレシン |
| ⑦ 副腎皮質刺激ホルモン | ⑧ 放出ホルモン | |

問2 表中の(ア)～(オ)のホルモンのうち、脂溶性ホルモンはどれか。下の解答群から選べ。

6

問3 表中の(ア)～(オ)のホルモンのうち、直接血糖値を上昇させるホルモンとして適当なものを、次の解答群から2つ選べ。ただし、順序は問わない。

7

8

< 6 ~ 8 の解答群 >

① ア ② イ ③ ウ ④ エ ⑤ オ

問4 自律神経系のはたらきについての次の記述①～⑧のうち、誤っているものを2つ選べ。ただし、順序は問わない。

9

10

- ① 交感神経が優位になると、瞳孔は拡大し、気管支が拡張する。
- ② 交感神経が優位になると、肝臓でのグリコーゲンの分解が促進される。
- ③ 交感神経は、中脳・延髄・脊髄の下端から出て各器官に延びており、副交感神経は、延髄から出て各器官に延びている。
- ④ 心臓の拍動促進には交感神経が、抑制には副交感神経が優位にはたらく。
- ⑤ 延髄で血液中の二酸化炭素濃度の変化が感知されると、自律神経系を介して心臓の拍動が調節される。
- ⑥ 体温が低下した時、アドレナリンが分泌されて、心臓の拍動を速くすることで体温を下降させる。
- ⑦ 副交感神経が優位になると、すい臓からのすい液の分泌や、消化管のぜん動運動は促進される。
- ⑧ 副交感神経は、皮膚の立毛筋や副腎髄質には分布していない。

Ⅱ 次の文章を読んで、下の問い(問1～問3)に答えよ。(25点)

ある区域に生育する植物の集団を [11] という。植物は、個体として自由に動き回ることができないため生息場所をかえることができない。そのため、周辺の^{ア)}環境の影響を強く受け、それぞれの環境に適した植物が生育することになる。その結果、環境ごとに特徴的な [11] が成立することとなり、その外観も多様である。このような [11] の外観を [12] という。[11] 内で個体数が多く、占有している空間が最も広い植物を [13] という。[12] には、[13] の特徴が見られることが多い。[11] は、大きく森林、草原、荒原に分けることができる。

森林の内部では、高木や低木などの枝や葉が層状に分布している。この層状になったものを [14] 構造という。このような [14] 構造が発達した森林では、最も高い位置である [15] に、太陽光が直接当たるために、[15] の樹木は光を十分に利用できる。しかし、ほとんどの光が [15] の葉に吸収されるために下層の樹木では利用できる光は少なくなってしまう、地表付近では、[15] の光の強さの数%程度しか利用できない。

問1 文章中の空欄 [11] ～ [15] に入れるのに最も適当なものを、次の①～⑩から選べ。

- | | | | |
|------|-------|------|-------|
| ① 階層 | ② 極相 | ③ 植生 | ④ 生活形 |
| ⑤ 生態 | ⑥ 先駆種 | ⑦ 相観 | ⑧ 優占種 |
| ⑨ 林冠 | ⑩ 林床 | | |

問2 文章中の下線部ア)環境の影響に関する記述として誤っているものを、次の①～⑧から2つ選べ。ただし、順序は問わない。

16

17

- ① 環境形成作用とは、生物が環境に影響をおよぼすことである。
- ② 桜前線は、非生物的環境に対する生物の反応を利用したものである。
- ③ カラスがタカに捕食されることは作用の例である。
- ④ 夜間、植物が呼吸をすることは作用の例である。
- ⑤ ミミズが有機物を含んだ土を食べ、団粒構造の土を作ることは環境形成作用の例である。
- ⑥ 森林内では木々によって日陰が形成され、日なたに比較して湿度が高くなっていることは環境形成作用の例である。
- ⑦ 土中の微生物によって腐植土が形成されることは環境形成作用の例である。
- ⑧ 光と水が樹木の成長に影響を与えることは作用の例である。

問3 11 が長い年月をかけて移り変わっていくことを遷移という。伊豆諸島の三宅島(東京都)は、火山活動による溶岩流出のために、たびたび島の一部において 11 が形成されていない裸地が出現した。次の表は、三宅島において、噴火によって裸地が形成された年代が異なる場所で、11 の様子や地表の照度などを調査した結果を示したものである。次の表を見て、以下の問い(1)~(3)に答えよ。

表 三宅島の各地点での調査結果

調査項目	地点 A	地点 B	地点 C
11 の様子	荒原	森林	草原
地表の照度	100 %	10 %	60 %
植物の種類	3 種	50 種	15 種

ただし、地表の照度は、地点 A を 100 % として表している。

(1) 地点 A ~ C の噴火年代を古いものから順に並べたとき、その順序として最も適当なものを、下の解答群から選べ。 18

(2) 地点 A ~ C の土壌の厚さを厚い方から順に並べたとき、その順序として最も適当なものを、次の解答群から選べ。 19

< 18 ・ 19 の解答群 >

- | | |
|----------------------|----------------------|
| ① 地点 A → 地点 B → 地点 C | ② 地点 A → 地点 C → 地点 B |
| ③ 地点 B → 地点 A → 地点 C | ④ 地点 B → 地点 C → 地点 A |
| ⑤ 地点 C → 地点 A → 地点 B | ⑥ 地点 C → 地点 B → 地点 A |

(3) 地点 B と地点 C の植物を比較した次の記述 a～c のうち、正しいものはどれか。最も適当なものを下の解答群から選べ。ただし、地点 B の地表に近いところに生育している陰生植物、地点 C の陽生植物に当たる光の強さは、地点 A を 100% としたとき、それぞれ 10%、60% とする。

20

- a. 地点 B の森林内の地表に近いところで生育している陰生植物の光補償点は、地点 C の陽生植物のものより高い。
- b. 地点 B の森林内の地表に近いところで生育している陰生植物の光飽和点は、地点 C の陽生植物のものより高い。
- c. 地点 B の森林内の地表に近いところで生育している陰生植物の見かけの光合成速度は、地点 C の陽生植物のものより低い。

<解答群>

- | | | |
|-------------|--------------------|---------|
| ① a | ② b | ③ c |
| ④ a と b | ⑤ a と c | ⑥ b と c |
| ⑦ a と b と c | ⑧ a, b, c のいずれでもない | |

Ⅲ 次の文章を読んで、下の問い(問1～問5)に答えよ。(25点)

生命現象は、さまざまな化学反応によって担われている。この化学反応において触媒としてはたらく酵素は、おもに **21** でできている。^{ア)}ある物質には特定の酵素が作用し、反応の結果できたものは、**22** と呼ばれる。**22** にはまた別の酵素が作用して、新たな **22** を生じる場合もあり、酵素により反応が促進される。このようにして、生体内では、^{イ)}複数の化学反応からなる過程であっても円滑に進行する。多くの酵素は細胞内ではたらくているが、^{ウ)}消化酵素のように細胞外に分泌されてはたらくものもある。

問1 文章中の空欄 **21** , **22** に入れるのに最も適当なものを、次の①～⑧から選べ。

- | | | |
|------------|------|-------|
| ① 界面活性剤 | ② 核酸 | ③ 基質 |
| ④ 酵素—基質複合体 | ⑤ 脂質 | ⑥ 生成物 |
| ⑦ タンパク質 | ⑧ 糖質 | |

問2 酵素に関する次の記述 a～cのうち、正しいものはどれか。最も適当なものを、下の解答群から選べ。 **23**

- a. カタラーゼは、過酸化水素に作用して、水と二酸化炭素に分解する反応を促進する。
- b. 酵素は、活性化エネルギーを上げることによって、化学反応の進行を促進する。
- c. 1つの化学反応が終了すると酵素は分解されるが、その分解物は次の酵素をつくるために再利用される。

<解答群>

- | | | |
|---------|-------------------|-------|
| ① a | ② b | ③ c |
| ④ aとb | ⑤ aとc | ⑥ bとc |
| ⑦ aとbとc | ⑧ a, b, cのいずれでもない | |

問3 文章中の下線部ア)に関する記述として誤っているものを、次の①～⑥から2つ選べ。ただし、順序は問わない。

24

25

- ① 酵素濃度が一定である場合、ある物質の濃度をいくら高くしても、反応速度はやがて一定になる。
- ② 酵素の活性部位と同じ部位に、特定の他の物質が結合し、立体構造が変化して酵素のはたらきが変わることを、アロステリック効果という。
- ③ 酵素反応に必要な低分子の有機物を補酵素という。
- ④ 最適温度を超えて高温になると、酵素の立体構造が変化し、反応速度が低下する。
- ⑤ どの物質に特定の酵素が作用するかは、酵素の活性部位の立体構造によって決まっている。
- ⑥ 非競争的阻害では、阻害物質の濃度が一定である場合、ある物質の濃度が高いほど反応速度が低下する影響は出にくくなる。

問4 下線部イ)のように生体内で段階的に進行する化学反応のうちの1つに、呼吸がある。呼吸に関する次の文章中の空欄 **26** ~ **29** に入れるのに最も適当なものを、それぞれの解答群から選べ。

呼吸の3つの反応過程のうち、クエン酸回路では、まず解糖系でグルコースが分解されて生じた **26** から炭素のひとつがCO₂として放出され、**27** と還元型補酵素の **28** がつくられる。こうしてできた炭素2個の化合物は、コエンザイム A と結合してアセチル CoA となる。この後、回路を形成しながら、クエン酸が段階的に酸化されていく過程でも同様に **27** と **28** が産生され、CO₂が生じる。CO₂を放出する反応を触媒する酵素を **29** という。

< **26** の解答群 >

- ① オキサロ酢酸 ② コハク酸 ③ ピルビン酸
④ フマル酸 ⑤ リンゴ酸

< **27** ・ **28** の解答群 >

- ① NAD⁺ ② NADH ③ ATP ④ ADP
⑤ FAD ⑥ FADH₂ ⑦ H⁺

< **29** の解答群 >

- ① ATP 合成酵素 ② アロステリック酵素 ③ 脱水素酵素
④ 脱炭酸酵素 ⑤ ルビスコ

問5 文章中の下線部ウ)について、次の図は、消化酵素の反応速度と pH の関係を示したものである。図中(A)～(C)の組み合わせとして、最も適当なものを、下の表の①～⑥から選べ。

30

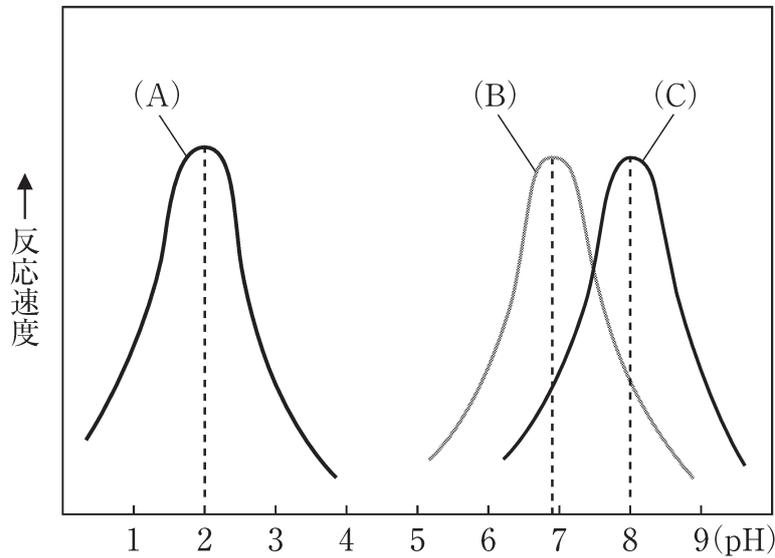


図 酵素の最適 pH

	(A)	(B)	(C)
①	アミラーゼ	トリプシン	ペプシン
②	アミラーゼ	ペプシン	トリプシン
③	トリプシン	アミラーゼ	ペプシン
④	トリプシン	ペプシン	アミラーゼ
⑤	ペプシン	アミラーゼ	トリプシン
⑥	ペプシン	トリプシン	アミラーゼ

IV

次の文章を読んで、下の問い(問1～問6)に答えよ。(25点)

生体内のタンパク質は、DNAの塩基配列に存在する遺伝情報をもとに合成される。遺伝子が発現する過程において、転写では、DNAの塩基配列がRNAの塩基配列として写し取られる。^{ア)}真核細胞では、転写は(あ)において行われ、遺伝子の転写開始部位の近くの(い)とよばれる領域に(う)ポリメラーゼが転写複合体を形成して結合することで開始される。(う)ポリメラーゼはDNAの2本鎖のうち一方の鎖(鋳型鎖)を(え)の方向に移動し、鋳型鎖の塩基と相補的な塩基をRNAのヌクレオチド鎖の(お)末端に次々と付加していく。

真核生物の多くの遺伝子においては、転写により生じたmRNA前駆体はスプライシングを受け、mRNAとなる。^{イ)}翻訳では、mRNAの塩基配列をもとにアミノ酸配列が指定され、タンパク質が合成される。

ヒトを含む多細胞生物の体を構成する細胞は、基本的に同じ遺伝情報をもつが、分化した細胞では細胞によって発現する遺伝子が異なっており、特定の遺伝子のみが発現し、それ以外の遺伝子の発現は抑制されている。

現在では、^{ウ)}遺伝情報や遺伝子の発現に関連するさまざまな技術が開発され、農業や医療など多くの分野で活用されている。

問1 文章中の空欄(あ)～(う)に入れるのに最も適当な組み合わせを、次の表の①～⑧から選べ。

31

	(あ)	(い)	(う)
①	核内	オペレーター	DNA
②	核内	オペレーター	RNA
③	核内	プロモーター	DNA
④	核内	プロモーター	RNA
⑤	細胞質基質	オペレーター	DNA
⑥	細胞質基質	オペレーター	RNA
⑦	細胞質基質	プロモーター	DNA
⑧	細胞質基質	プロモーター	RNA

問2 文章中の空欄(え)と(お)に入れるのに最も適当な組み合わせを、次の表の①～④から選べ。

32

	(え)	(お)
①	3' → 5'	3'
②	3' → 5'	5'
③	5' → 3'	3'
④	5' → 3'	5'

問3 真核細胞における転写やスプライシングに関する次の記述①～⑤のうち、正しいものはどれか。最も適当なものを選べ。

33

- ① (う)ポリメラーゼによる転写の開始には、プライマーが必要である。
- ② 転写の際に鋳型として用いられる DNA 鎖をセンス鎖という。
- ③ DNA の 2 本鎖のうち、どちらが鋳型となるかは遺伝子によって異なる。
- ④ 転写により生じた mRNA 前駆体は、細胞質基質においてスプライシングを受ける。
- ⑤ 選択的スプライシングでは、除去されるイントロンと除去されないイントロンの組み合わせの違いによって、同じ mRNA 前駆体から 2 種類以上の RNA が合成される。

問4 文章中の下線部ア)に関する次の問い(1)~(3)に答えよ。

- (1) 真核生物の染色体の構造に関する下の文章中の(か)~(け)に入れるのに、最も適当な組み合わせを、下の表の①~⑧から選べ。

34

真核生物の染色体では、DNAの大部分が(か)とよばれる(き)に巻きついてヌクレオソームを形成し、さらに折りたたまれて(く)という構造を形成する。(く)の高次構造は均一ではなく、転写の多くは(く)の高次構造が(け)部分で起こる。

	(か)	(き)	(く)	(け)
①	クロマチン	脂質	ヒストン	凝縮した
②	クロマチン	タンパク質	ヒストン	凝縮した
③	クロマチン	脂質	ヒストン	ほどけた
④	クロマチン	タンパク質	ヒストン	ほどけた
⑤	ヒストン	脂質	クロマチン	凝縮した
⑥	ヒストン	タンパク質	クロマチン	凝縮した
⑦	ヒストン	脂質	クロマチン	ほどけた
⑧	ヒストン	タンパク質	クロマチン	ほどけた

(2) 図は真核生物における転写調節の模式図を示している。図中の X と Y について、真核生物では、複数のタンパク質からなる X が(う)ポリメラーゼとともに(い)に結合することで転写を開始する。また、Y に結合した調節タンパク質が X に作用するなどして転写を調節している。図中の X と Y に該当するものの組み合わせとして、最も適当なものはどれか。下の表の①～⑨から選べ。

35

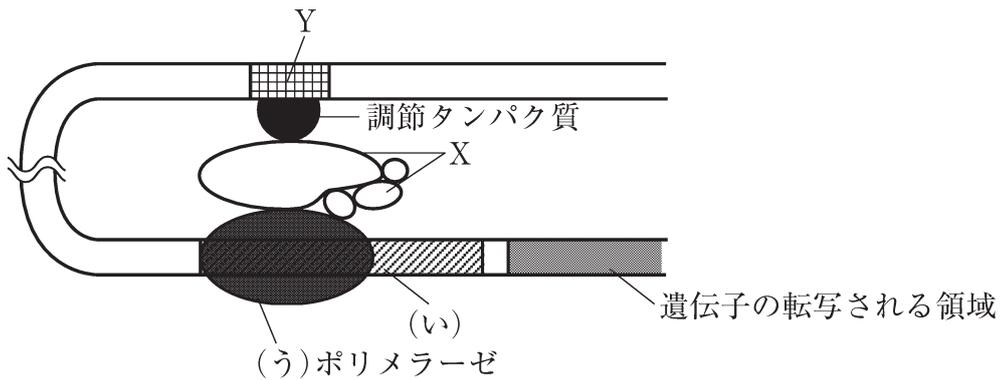


図 真核生物の転写調節の模式図

	X	Y
①	基本転写因子	オペロン
②	基本転写因子	調節遺伝子
③	基本転写因子	転写調節領域
④	リプレッサー	オペロン
⑤	リプレッサー	調節遺伝子
⑥	リプレッサー	転写調節領域
⑦	リボソーム	オペロン
⑧	リボソーム	調節遺伝子
⑨	リボソーム	転写調節領域

(3) 真核生物の転写において、調節タンパク質に関する次の記述①～⑤のうち、正しいものはどれか。最も適当なものを選べ。

36

- ① 調節タンパク質は(2)の図の Y に一度結合すると、そこから離れることはない。
- ② 調節タンパク質はすべて、遺伝子の発現を促進するものを指す。
- ③ 1つの遺伝子は、必ず1つの調節タンパク質によってのみ発現の調節がなされる。
- ④ 1種類の調節タンパク質が複数の遺伝子の転写調節に関わる場合がある。
- ⑤ 調節タンパク質の発現は、他の調節タンパク質によって制御されることはない。

問5 文章中の下線部イ)に関する次の問い(1), (2)に答えよ。

- (1) タンパク質の合成では, mRNA の開始コドンに tRNA が結合することで翻訳が開始される。真核細胞において, 開始コドンに対応する tRNA のアンチコドンの塩基配列とその tRNA に結合したアミノ酸に該当するものの組み合わせとして, 最も適当なものはどれか。次の表の①～⑨から選べ。

37

	アンチコドンの塩基配列	アミノ酸
①	3'-AUG-5'	チロシン
②	3'-AUG-5'	トレオニン
③	3'-AUG-5'	メチオニン
④	3'-UAC-5'	チロシン
⑤	3'-UAC-5'	トレオニン
⑥	3'-UAC-5'	メチオニン
⑦	3'-UGA-5'	チロシン
⑧	3'-UGA-5'	トレオニン
⑨	3'-UGA-5'	メチオニン

- (2) 真核生物の翻訳に関する次の記述①～⑤のうち, 正しいものはどれか。最も適当なものを選べ。

38

- ① mRNA のコドンは 64 通りあるが, そのうち 20 通りがアミノ酸を指定している。
- ② 1 つのコドンが複数種類のアミノ酸を指定する場合がある。
- ③ 終止コドンに対応するアンチコドンをもつ tRNA は存在しない。
- ④ tRNA は, 合成途中のポリペプチドにアミノ酸を渡した後も, 翻訳が終了するまで mRNA と結合し続ける。
- ⑤ 1 つの遺伝子において, 転写の終了を待たずに翻訳が開始される。

問6 文章中の下線部ウ)に関する次の問い(1), (2)に答えよ。

- (1) 遺伝情報を解析する際に、特定の DNA 領域を増幅させる方法の1つとして PCR 法(ポリメラーゼ連鎖反応法)がある。PCR 法では3段階に反応温度を変化させて、これを1サイクルとして繰り返すことで目的の塩基配列を増幅させる。PCR 法に関する次の記述①～⑤のうち、正しいものはどれか。最も適当なものを選べ。

39

- ① PCR 法では、増幅させる領域を含む鋳型 DNA、1種類のプライマー、耐熱性の DNA ポリメラーゼ、2種類のヌクレオチドを加えた反応液を準備する。
- ② 2本鎖 DNA を解離させるため、反応液を 80℃に加熱する。
- ③ 反応液の温度を 50～60℃に下げると、プライマーが鋳型 DNA の相補的な配列から解離する。
- ④ 反応液の温度を 72℃に上げると、DNA ポリメラーゼが変性して増幅の反応が停止する。
- ⑤ 目的の塩基配列のみからなる DNA 断片が生じるのは、3サイクル目以降である。

(2) 近年、目的の遺伝子を任意に改変する技術として、CRISPR-Cas9 などを用いたゲノム編集が利用されている。CRISPR-Cas9 やゲノム編集に関する次の記述①～⑤のうち、正しいものはどれか。最も適当なものを選べ。

40

- ① ゲノム編集では、改変したい遺伝子をプラスミドなどのベクターに組み込んで細胞に取り込ませる。
- ② ゲノム編集では、制限酵素とよばれる酵素を用いて目的の mRNA の塩基配列を切断する。
- ③ CRISPR-Cas9 では、標的の塩基配列に相補的なガイド RNA とよばれる特殊な RNA が目的の遺伝子の塩基配列に組み込まれる。
- ④ CRISPR-Cas9 では、標的の塩基配列が切断された後、切断箇所が修復される際に高頻度でヌクレオチドの挿入や欠失が起こることで、目的の遺伝子の機能が破壊される。
- ⑤ ゲノム編集では、目的の遺伝子の機能を破壊することは可能であるが、別の遺伝子を導入したり、別の塩基配列で置換することはできない。