

問題・解答
用紙番号

35

の解答用紙に解答しなさい。

生 物

〈受験学部・学科〉

3科目型 受験者

理工学部(生命科学科), 看護学部, 農学部【理系科目型】

2科目型 受験者

理工学部(生命科学科), 看護学部,
農学部(農業生産学科・応用生物科学科・食品栄養学科)

問題は100点満点で作成しています。

I 骨格筋に関する以下の[1]～[2]の文を読み、問1～5に答えよ。(25点)

[1] 脊椎動物の骨格筋は、筋繊維とよばれる多核の細胞が集まったもので、多数の筋原繊維が束になって詰まっている。筋原繊維には、細いアクチンフィラメントと太いミオシンフィラメントが交互に規則正しく配列し、**A** という基本構造を繰り返している。この繰り返しを顕微鏡で観察すると、明るくみえる明帯と暗くみえる暗帯が縞模様としてみられる。このような縞模様がみられる脊椎動物の骨格筋は **B** ともよばれる。

骨格筋が収縮するための指令は脳や脊髄を出発点とし、**C** に制御されている。活動電位が神経と骨格筋の接合部のシナプスに到達すると興奮の伝達が行われ、筋繊維にも活動電位が発生する。シナプスで神経伝達物質として神経末端から分泌されている **D** は、ナトリウムイオンなどを通過させるイオンチャネルを開かせて、筋繊維の興奮を引き起こす。筋繊維が興奮するとカルシウムイオンが放出され、筋収縮が起こる。

筋繊維は、ATPが **E** へ分解されるときエネルギーを使って収縮するが、筋繊維内のATPは数秒間の筋収縮でなくなる程度しか含まれていない。骨格筋には **F** という形でエネルギーが蓄えられており、ATPが必要になると即座に **F** が分解されて **E** からATPが再合成される。

(2) 骨格筋の収縮に関する記述として、a～dのうち正しいものはどれか。最も適当な組み合わせを1～6から選んでマークせよ。

- a. ミオシンフィラメントを構成するミオシンは、モータータンパク質である。
- b. 筋小胞体は、筋原繊維を取り囲むように分布している。
- c. 神経から伝わった興奮は最初に筋小胞体に伝わり、さらにT管を通じて筋繊維の細胞膜全体に伝わる。
- d. 収縮が長時間続くと、解糖によって二酸化炭素が蓄積する。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| 1. (a, b) | 2. (a, c) | 3. (a, d) |
| 4. (b, c) | 5. (b, d) | 6. (c, d) |

問3 下線部②について、カルシウムイオンと筋収縮に関する記述として、誤っているものはどれか。最も適当なものを1～4から選んでマークせよ。

- 1. 筋原繊維内のカルシウムイオン濃度が低いときは、ミオシン頭部がアクチンに結合することを妨げるため、骨格筋は弛緩している。
- 2. 筋小胞体の内部には、多量のカルシウムイオンが蓄えられている。
- 3. カルシウムイオンがトロポミオシンに結合すると、トロポニンの立体構造が変わる。
- 4. 神経からの興奮伝達がなくなると、カルシウムイオンは能動輸送によって筋小胞体に取り込まれる。

[2] 実験動物の神経筋標本の神経に電気刺激を1回与えると、骨格筋では単収縮^③が引き起こされる。また、単収縮が終わらないうちに次の刺激を与えることを繰り返すと強縮^④が引き起こされる。

問4 下線部③について、図2は骨格筋の単収縮曲線を示したものである。図2の中の「ア」および「イ」にあてはまる語句として、最も適当な組み合わせを1～4から選んでマークせよ。

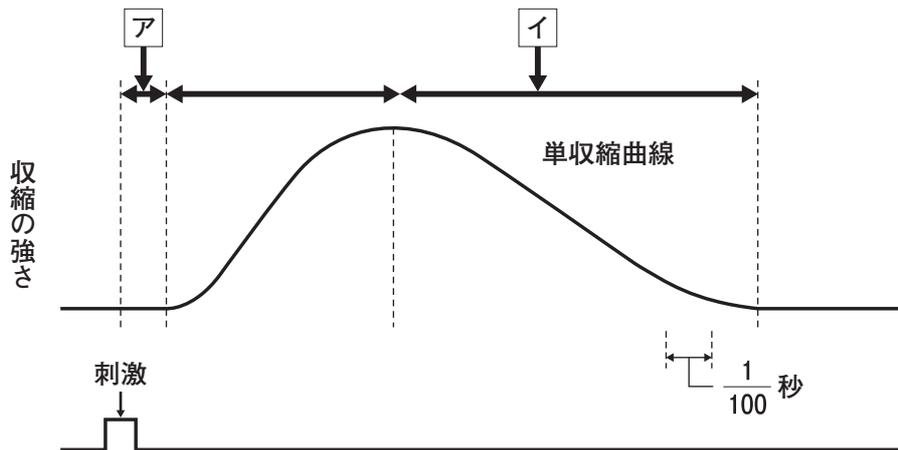


図2 骨格筋の単収縮曲線

選択肢	ア	イ
1	伝達期	収縮期
2	伝達期	弛緩期
3	潜伏期	収縮期
4	潜伏期	弛緩期

問5 下線部④について、強縮に関する記述として、1～4のうち誤っているものはどれか。最も適当なものを1～4から選んでマークせよ。

1. 骨格筋では一般的に、強縮の方が単収縮より収縮時間が長い。
2. 骨格筋に関わる運動は一般的に、強縮によって引き起こされるものが多い。
3. 強縮は、毎秒1回程度の刺激で引き起こされる。
4. 不完全強縮は、ギザギザした収縮曲線として示される。

Ⅱ 生物の体内環境に関する以下の文を読み、問1～5に答えよ。(25点)

生物は地球上の様々な環境下で生きている。動物には体外の環境が変化しても体内環境を一定に保とうとする性質があり、これを [A] という。動物が [A] を示すのは、体外や体内の環境変化に合わせて適切に反応するしくみがあるからで、自律神経系や内分泌系がこの [A] にかかわっている。[A] の一つとして、① ヒトは体温を一定に保つ性質をもっている。

脊椎動物の神経系は、中枢神経系と末梢神経系により構成され、中枢神経系は脳と [B] から構成されている。自律神経系は末梢神経系に属する神経系で、② 交感神経と副交感神経がある。交感神経が活性化すると、一般的に緊張が高まって活発に活動するのに適した状態になる。一方、副交感神経が活動すると、リラックスした状態になる。

③ 心臓は自律神経系の支配を受け、一定のリズムで自動的に拍動する。これは [C] 心房にある [D] が周期的に興奮するためであり、[D] はペースメーカーともよばれる。内分泌腺でつくられる ④ ホルモンは、体液中に分泌されて [E] 循環によって全身をめぐる、特定の組織や器官にはたらきかける。

問1 文中の [A] ～ [E] にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～10から選んでマークせよ。

- | | | | | |
|---------|-------|-------|-------|------------------------------|
| 1. リンパ液 | 2. 血液 | 3. 左 | 4. 右 | 5. 恒常性 |
| 6. 恒温性 | 7. 脊髄 | 8. 脊椎 | 9. 延髄 | 10. 洞房結節 ^{どうぼうけっせつ} |

問2 下線部①について、体温を一定に保つ性質に関する記述として誤っているものはどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

1. 体温が低くなると、交感神経のはたらきで皮膚の血管の血流を抑え、放熱を抑制する。
2. からだの深部の温度が高くなると交感神経のはたらき、汗腺からの発汗を促進する。
3. チロキシンやアドレナリンなどにより、肝臓等の代謝活動が促され、熱産生量が増加する。
4. 中脳にある視床下部には体温調節のはたらきがある。
5. 筋収縮によって発熱が促される。

問3 下線部②について、ヒトの瞳孔、心臓、消化管における交感神経のはたらきとして正しい組み合わせはどれか。最も適当なものを1～6から選んでマークせよ。

選択肢	瞳孔	心臓の拍動	消化管の運動
1	拡大	促進	促進
2	拡大	促進	抑制
3	拡大	抑制	抑制
4	縮小	抑制	抑制
5	縮小	抑制	促進
6	縮小	促進	促進

問4 下線部③について、心臓の構造と循環に関する記述として誤っているものはどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

1. 心臓には左心房、左心室、右心房、右心室がある。
2. 肺動脈には静脈血が流れている。
3. 左心室から肺循環を除く全身に血液が送られる。
4. 肺で酸素を取り込んだ血液は、肺動脈を通過して心臓へ送られる。
5. 全身から心臓に戻る血液は、まず心臓の右心房に入る。

問5 下線部④について、以下の(1)～(2)の問いに答えよ。

(1) ホルモン分泌に関する記述として正しいものはどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

1. チロキシンは、甲状腺から分泌される。
2. アドレナリンは、副腎皮質から分泌される。
3. 糖質コルチコイドは、副腎髓質ふくじんずいしつから分泌される。
4. バソプレシンは、脳下垂体の前葉から分泌される。
5. グルカゴンは、すい臓のランゲルハンス島とうのB細胞から分泌される。

(2) ホルモンのはたらきに関する記述として誤っているものはどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

1. バソプレシンは、腎臓での水の再吸収を促進する。
2. インスリンは、上昇した血糖濃度をもとに戻すことにかかわる。
3. 成長ホルモンは、体全体の成長を促進する。
4. 鉱質コルチコイドは、血液中のナトリウムとカリウムのイオン濃度を調節する。
5. 低下した血糖濃度をもとに戻すことにかかわるホルモンは、グルカゴンのみである。

Ⅲ 代謝に関する以下の[1]～[2]の文を読み、問1～6に答えよ。(25点)

[1] 生体内では、物質の合成や分解など多くの化学反応が進行している。この生体内での化学反応全体を代謝という。代謝のうち、複雑な物質を単純な物質に分解する過程を [A] といい、単純な物質から複雑な物質を合成する過程を [B] という。代謝の過程にはエネルギーの移動を伴い、その生体内のエネルギーは、^①ATP を介してやりとりされている。

生物は、生命活動を営むためのエネルギーを、^②光合成や呼吸によって獲得している。光合成では、光エネルギーを利用してATPをつくり、ATPのエネルギーを使ってデンプンなどの有機物を合成する。一方、呼吸は、酸素が存在する条件下で、グルコースが [C] と水に分解され、ATPが合成される反応であり、解糖系、[D]回路、[E]系という三つの過程からなる。解糖系は、細胞質基質で行われ、^③呼吸基質のグルコースをピルビン酸にまで分解する。

問1 文中の [A] ～ [E] にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～12から選んでマークせよ。

- | | | | |
|---------|----------|----------|---------------|
| 1. 吸収 | 2. 発酵 | 3. 窒素 | 4. 二酸化炭素 |
| 5. 電子伝達 | 6. 光化学 | 7. 同化 | 8. 異化 |
| 9. 消化 | 10. 酸化還元 | 11. クエン酸 | 12. カルビン・ベンソン |

問2 下線部①について、ATPに関する記述として正しいものはa～eのどれか。最も適当な組み合わせを1～10から選んでマークせよ。

- a. ATP はリボースとアデニンが結合したアデノシンに、三つのリン酸が結合した分子である。
- b. ATP が分解されるとエネルギーが放出され、ADP とリン酸ができる。
- c. アデノシンとリン酸の間の結合は高エネルギーリン酸結合とよばれている。
- d. 酸素のある条件下で、糖の分解により発生するエネルギーのほぼ全てがATPの合成に利用される。
- e. ATPの合成には、グルコースが必須である。

- | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1. (a, b) | 2. (a, c) | 3. (a, d) | 4. (a, e) | 5. (b, c) |
| 6. (b, d) | 7. (b, e) | 8. (c, d) | 9. (c, e) | 10. (d, e) |

問3 下線部②について、以下の(1)～(2)の問いに答えよ。

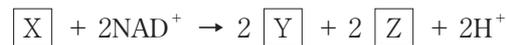
(1) 光合成に関する記述として、正しいものはどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

1. 植物の光合成の場は葉緑体とミトコンドリアである。
2. 光合成のチラコイド膜で起こる反応には、光エネルギーが必要である。
3. 光合成色素は主として葉緑体のストロマに存在している。
4. ATP合成酵素は、光エネルギーを直接利用してATPを合成する。
5. 緑色硫黄細菌は、光合成のさいに酸素を放出する。

(2) 光合成の光化学系Iと光化学系IIに関する記述として、正しいものはどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

1. 光化学系Iが関与する反応で、水が酸素、水素イオン、電子に分解される。
2. 光化学系Iで放出された電子は、電子伝達系を經由して光化学系IIに渡される。
3. 光化学系Iと光化学系IIは、どちらも反応中心にクロロフィルをもつ。
4. シアノバクテリアは、光化学系Iのみで光合成を行う。
5. 光化学系IIが主に関与する反応は、ATPの分解によるADPとリン酸の生成である。

問4 下線部③について、解糖系の化学反応式を以下に示す。 \boxed{X} ～ \boxed{Z} にあてはまるものはどれか。最も適当な組み合わせを選択肢1～6から選んでマークせよ。



選択肢	X	Y	Z
1	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	CO_2	NADH
2	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	$\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$	NADH
3	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	NADH
4	NADH	CO_2	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
5	NADH	$\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
6	NADH	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

[2] ミトコンドリアと葉緑体は、ATPの合成と深くかかわる細胞小器官で、どちらも複雑な膜構造をもつ。ATP合成酵素は、生体膜に埋め込まれた状態ではたらいている。図はミトコンドリアと葉緑体の構造を単純化したモデルとして表しており、**a**、**c**、**e**、**g**、**i** は生体膜を、**b**、**d**、**f**、**h**、**j** は生体膜に囲まれた部分を示している。

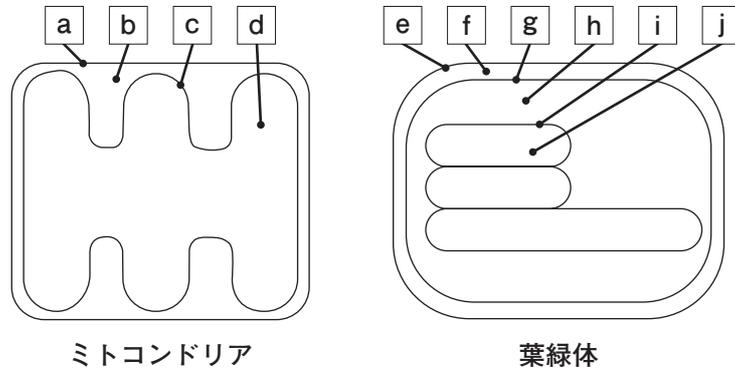


図 ミトコンドリアと葉緑体の構造

問5 図の **a**、**c**、**e**、**g**、**i** のうち、ATP合成酵素が存在する生体膜はどれか。最も適当な組み合わせを1～6から選んでマークせよ。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| 1. (a, e) | 2. (a, g) | 3. (a, i) |
| 4. (c, e) | 5. (c, g) | 6. (c, i) |

問6 図の **b**、**d**、**f**、**h**、**j** のうち、ATPが合成されるときに水素イオンの濃度が他の部分よりも高くなる場所はどこか。最も適当な組み合わせを1～6から選んでマークせよ。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| 1. (b, f) | 2. (b, h) | 3. (b, j) |
| 4. (d, f) | 5. (d, h) | 6. (d, j) |

IV 遺伝情報に関する以下の文を読み、問1～5に答えよ。(25点)

生物を形づくる遺伝情報の本体である DNA の構造が明らかとなったことで、遺伝子を操作する技術が発展し、遺伝子を別の DNA につないで細胞に導入する [A] が可能となった。特定の塩基配列を認識する [B] によって切り出された DNA 断片は、多くの場合、DNA 鎖を連結する酵素である [C] を用いて、[D] とよばれる遺伝子の運び屋に組み込まれ、細胞に導入される。大腸菌に遺伝子を運び込む [D] としてよく使われるのは、比較的小さな環状 2 本鎖の DNA である [E] である。目的の遺伝子を組み込んだ [E] を大腸菌などに導入して培養すると、目的の遺伝子のコピーも増えるため、DNA の増幅技術として利用される。また、組み込んだ遺伝子を大腸菌内で発現させ、その遺伝子情報に基づいたタンパク質を大量につくらせることも可能となった。

一方、生物を用いずに目的とする DNA 断片を増幅する PCR 法 が開発され、増幅された DNA を解析する 電気泳動法 も広く利用されている。PCR 法は少量の DNA 試料からでも同一の DNA 断片を大量に増やすことができるため、DNA 多型などの突然変異 を検出することができる。近年、このような遺伝情報を利用した バイオテクノロジー が発展し、さまざまな分野で応用されている。

問1 文中の [A] ～ [E] にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～12から選んでマークせよ。

- | | | |
|----------------------|--------------|-------------|
| 1. プロモーター | 2. オペレーター | 3. セントラルドグマ |
| 4. 制限酵素 | 5. DNA ヘリカーゼ | 6. DNA リガーゼ |
| 7. β -ガラクトシダーゼ | 8. 遺伝子発現 | 9. 遺伝子組換え |
| 10. プラスミド | 11. ベクター | 12. ゲノム |

問2 下線部①について、PCR 法に関する記述として誤っているものはどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

1. PCR とはポリメラーゼ連鎖反応の略語である。
2. 鋳型 DNA, プライマー, 4 種類のヌクレオチド, 耐熱性 DNA ポリメラーゼを混合して、反応させる。
3. DNA を約95℃に加熱すると、塩基対の水素結合が切断され1本鎖になる。
4. 50～60℃の冷却段階でプライマーと1本鎖 DNA が結合し、部分的に2本鎖になる。
5. 約72℃で加熱すると DNA ポリメラーゼによる転写がはじまる。

問3 下線部②について、電気泳動法に関する次の文章の [ア] ~ [ウ] にあてはまる語句はどれか。最も適当な組み合わせを1~8から選んでマークせよ。

電気泳動法とは、DNAを構成するリン酸基が水溶液中で [ア] に帯電する性質を利用して、緩衝液中の2本の電極間にあるゲル内でDNAを分離する手法である。電圧をかけるとDNAは [イ] 極に向かって移動し、長いDNA断片ほど一定時間内に移動する距離が [ウ] 。

選択肢	ア	イ	ウ
1	プラス	プラス	長い
2	プラス	マイナス	長い
3	プラス	プラス	短い
4	プラス	マイナス	短い
5	マイナス	プラス	長い
6	マイナス	マイナス	長い
7	マイナス	プラス	短い
8	マイナス	マイナス	短い

問4 下線部③について、以下の(1)~(2)の問いに答えよ。

(1) DNA多型に関する記述として正しいものはどれか。最も適当なものを1~5から選んでマークせよ。

1. 突然変異によって生じるすべてのDNA多型はタンパク質の機能に直接関係する。
2. 一塩基単位で個体ごとに異なるDNA多型を、一塩基多型という。
3. 細胞分裂における塩基配列の複製過程では、突然変異によるDNA多型が生じることはない。
4. ヒトの病気の発症にDNA多型は関係しない。
5. ヒトではDNA多型はイントロンにしか存在しない。

(2) 図は、イントロンを含まず、開始コドンより始まる遺伝子のセンス鎖の塩基配列の一部である。図の下線部の1塩基が欠失する突然変異が生じた場合に、この変異遺伝子の塩基配列をもとにして最終的に翻訳されるアミノ酸配列の3番目と5番目のアミノ酸は何か。表を参照し、最も適当な組み合わせを1～6から選んでマークせよ。ただし、図の5'と3'は塩基配列の方向を示している。

5' - ATGGTCCGGATACCACGTTATACCACGATTGGG - 3'

図 センス鎖の塩基配列

表 遺伝暗号表

コドンの1番目の塩基	コドンの2番目の塩基				コドンの3番目の塩基
	U	C	A	G	
U	フェニルアラニン (Phe)	セリン (Ser)	チロシン (Tyr)	システイン (Cys)	U
	ロイシン (Leu)		終始コドン	終始コドン	C
C	ロイシン (Leu)	プロリン (Pro)	ヒスチジン (His)	アルギニン (Arg)	A
			グルタミン (Gln)		G
	イソロイシン (Ile)	トレオニン (Thr)	アスパラギン (Asn)	セリン (Ser)	U
			メチオニン (Met)	リシン (Lys)	アルギニン (Arg)
G	バリン (Val)	アラニン (Ala)	アスパラギン酸 (Asp)	グリシン (Gly)	A
			グルタミン酸 (Glu)		G

選択肢	3番目のアミノ酸	5番目のアミノ酸
1	Asp	Thr
2	Arg	His
3	Asn	Tyr
4	Asp	Tyr
5	Arg	Thr
6	Asn	His

問5 下線部④について、バイオテクノロジーに関する記述として正しいものはa～eのどれか。最も適当な組み合わせを1～10から選んでマークせよ。

- a. 遺伝子組換え生物について、自然環境への拡散に対する規制が全くないことが問題である。
- b. 遺伝子組換え技術を使用して、害虫に抵抗性のある農作物が作られている。
- c. 個人の遺伝情報は保護せず、自由に運用されるべきである。
- d. 真核生物のゲノムには同じDNA配列の反復などは少なく、個体間で差が出にくいことから、親子関係や犯罪捜査、食品表示の偽装調査などに利用されている。
- e. インスリンなどの医薬品として用いられるタンパク質は、遺伝子組換え大腸菌などによって大量生産されている。

- 1. (a, b) 2. (a, c) 3. (a, d) 4. (a, e) 5. (b, c)
- 6. (b, d) 7. (b, e) 8. (c, d) 9. (c, e) 10. (d, e)