

次の  ~  の解答として、それぞれ最も適切なものを一つ選び、解答欄にマークしなさい。  
 なお、特に指示がある場合には、それに従って答えなさい。

〔I〕 生体物質と細胞に関する次の記述について問1～問4に答えなさい。なお、同じ記号には同じものが入る。

細胞を構成する基本的な物質はタンパク質、炭水化物、脂質、 などの有機物や  などの無機物である。 は動物細胞を構成する物質の1%を占める。タンパク質、炭水化物、脂質、 は生体内で基本単位(構成単位)が多数連結した形で存在し、種類によって基本単位を構成する元素は異なる。脂質は生体内で重要な  を貯蔵する物質として働いているだけでなく、生体膜の主成分となっている。生体膜にはさまざまなタンパク質がモザイク状に分布しており、これらのタンパク質は生体膜を介した物質の出入りなどに働く。また、真核生物の細胞はさまざまな形をしており、これらの構造は細胞骨格と呼ばれるタンパク質によって制御されている。

問1 ア・イ・ウに入るものはどれか。ア  ・イ  ・ウ

- ① 核 酸    ② セルロース    ③ ビタミン    ④ ポリペプチド    ⑤ 遺伝情報  
 ⑥ 塩 類    ⑦ ホルモン    ⑧ グリコーゲン    ⑨ エネルギー    ⑩ 酵 素

問2 下線部 a に関して、タンパク質の基本単位にのみ含まれる構成元素はどれか。

- ① 炭 素    ② 水 素    ③ 酸 素    ④ 窒 素    ⑤ 硫 黄  
 ⑥ ケイ素    ⑦ リ ン    ⑧ ナトリウム

問3 下線部bに関する正しい記述はどれか。答えは<解答群>の中から選びなさい。 5

- A 厚さが5～6 nm で、リン脂質の疎水性部分が向き合った二重層になっている。
- B リン脂質は生体膜中を自由に移動することができる。
- C 細胞内の小胞と細胞膜の融合による細胞外への物質の分泌をエキソサイトーシスという。

問4 下線部cに関する正しい記述はどれか。答えは<解答群>の中から選びなさい。 6

- A 微小管はチューブリンが多数結合して管状構造になったものである。
- B 中間径フィラメントは細胞膜直下に存在し、物質輸送の役割を担う。
- C アクチンフィラメントはアクチンからなる2本の鎖がらせん状に巻き付いてできている。

<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

〔Ⅱ〕 膜輸送タンパク質に関する次の記述について問1～問3に答えなさい。

生体膜を貫通して物質の輸送に関係する膜タンパク質は、膜輸送タンパク質と呼ばれ、チャネルや輸送体などが存在する。チャネル<sub>a</sub>は、生体膜を貫通する小さな孔<sup>あな</sup>を形成し、その多くは開閉式になっている。チャネルのタンパク質の立体構造が変化して孔が開くと、イオンなどが濃度の高い方から低い方へと移動する。例えば筋肉では、筋小胞体に存在するチャネルが開いて **ア** が放出されることで、筋収縮が引き起こされる。輸送体は、特定の物質が結合すると立体構造が変化して物質を輸送する。

輸送体のなかには、ATP などのエネルギーを用いて濃度勾配に逆らった輸送をするポンプの働きをもつものがある。動物細胞では、ナトリウムポンプの働きにより、細胞内の **イ** 濃度は細胞外よりも低く、**ウ** 濃度は細胞外よりも高く維持されている。小腸におけるグルコースの輸送では、**エ** の **オ** 側の細胞膜に偏在する輸送体が、濃度勾配に逆らってグルコースを輸送する。

問1 ア・イ・ウに入るものはどれか。ア **7** ・イ **8** ・ウ **9**

- |             |             |             |            |            |
|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
| ① $H^+$     | ② $Na^+$    | ③ $Mg^{2+}$ | ④ $Cl^-$   | ⑤ $K^+$    |
| ⑥ $Ca^{2+}$ | ⑦ $Fe^{2+}$ | ⑧ $NH_4^+$  | ⑨ $NO_2^-$ | ⑩ $NO_3^-$ |

問2 エ・オに入る正しい組合せはどれか。 **10**

- | エ      | オ    |
|--------|------|
| ① 上皮細胞 | 腸管内壁 |
| ② 上皮細胞 | 基底膜  |
| ③ 結合組織 | 腸管内壁 |
| ④ 結合組織 | 基底膜  |

問3 下線部 a による物質輸送の例として正しいものはどれか。答えは<解答群>の中から選びなさい。

11

- A 腎臓における水分子の再吸収
- B シナプス前細胞における  $\text{Ca}^{2+}$  の流入
- C シナプス後細胞における  $\text{Na}^{+}$  の流入

<解答群>

- ① A
- ② B
- ③ C
- ④ AとB
- ⑤ BとC
- ⑥ AとC
- ⑦ AとBとC

〔III〕 翻訳に関する次の記述について問1～問4に答えなさい。

翻訳では mRNA の塩基 3 つの並び(トリプレット)が、1 つのアミノ酸を指定する。このトリプレットはコドンと呼ばれ全部で  種類からなり、 種類のアミノ酸に対応する。

コラーナらは 2 塩基～3 塩基が繰り返される人工的に合成した RNA (人工 RNA) を使い、コドンの解読を行った。これらの研究をもとに、次の実験からコドンを読み解くことにした。このとき、翻訳は以下に示す人工 RNA 配列の左から右へ進むものとし、翻訳の開始点は最初の 3 つの塩基のうちから選ばれるものとする。

【実験 1】 ACACACACACACACACACACA の 21 塩基の人工 RNA から、ヒスチジンとトレオニンが交互に連結したポリペプチドが合成された。

【実験 2】 CAACAACAACAACAACAACA の 21 塩基の人工 RNA から、アスパラギンのみ、グルタミン酸のみ、トレオニンのみからなる 3 種類のポリペプチドが合成された。この時、グルタミン酸により構成されるポリペプチドはアスパラギンによるポリペプチドよりも長かった。

【実験 3】 ACACAACAAACAACAACAACA の 21 塩基の人工 RNA から、2 種類のアミノ酸によって構成される 2 種類のポリペプチド、およびリシンを含む 4 種類のアミノ酸によって構成される 1 種類のポリペプチドが合成された。

問 1 アは   種類、イは   種類である。  ,   に当てはまる数字を解答欄にマークしなさい。

問 2 下線部 a の過程にかかわるものとして間違っただけはどれか。

- ① RNA ポリメラーゼ      ② リボソーム      ③ tRNA      ④ アミノ酸  
⑤ 終結因子      ⑥ mRNA

問 3 【実験 2】 でアスパラギンにより構成されるポリペプチド鎖は  個のアミノ酸が連結したものである。 に当てはまる数字を解答欄にマークしなさい。

問 4 【実験 1】 ～ 【実験 3】 より、リシンを指定するコドンとして正しいものはどれか。

- ① ACA      ② CAA      ③ AAC      ④ ACC      ⑤ CCA  
⑥ CAC      ⑦ AAA      ⑧ CCC

〔IV〕 花の構造に関する次の記述について問1～問4に答えなさい。

キク科植物の多くは、小さな花(小花)が多数集まって1つの大きな花のように見える集合花を形成する。ヒマワリやガーベラでは周辺部分に舌状に伸びた花弁をもつ舌状花が、中央部に筒状の花弁をもつ筒状花が位置している。集合花では、茎の先端に多数の茎頂分裂組織<sup>a</sup>が生じ、それぞれが1つの小花へと分化する。このとき、ホメオティック遺伝子<sup>b</sup>の発現の違いが、個々の花が舌状花になるか筒状花になるかを決定していると考えられている。この遺伝子の発現<sup>c</sup>の違いを引き起こしているのは、オーキシンの濃度の違いであるという説がある。つまり、茎頂分裂組織ではオーキシンの濃度が時間の経過とともに変化し、ホメオティック遺伝子の発現を調節していると考えられている。

問1 下線部aに関する正しい記述はどれか。 19

- ① 種子が発芽したばかりの段階では存在しない。
- ② 細胞分裂が活発な未分化の組織である。
- ③ 減数分裂が起こる。
- ④ 植物において細胞分裂が起こる唯一の組織である。

問2 下線部bに関する間違った記述はどれか。 20

- ① シロイヌナズナでは花の器官の分化にかかわる。
- ② ショウジョウバエでは体節ごとの特有の器官形成にかかわる。
- ③ 塩基配列はすべての生物で共通している。
- ④ 突然変異によって形態に変化が生じることがある。

問3 下線部cに関する正しい記述はどれか。 21

- ① mRNAの塩基配列は鋳型であるDNAのアンチセンス鎖と同じである。
- ② DNAの塩基配列がmRNAの塩基配列へと写し取られ、その情報をもとにタンパク質がつくられる。
- ③ すべての生物でmRNAのスプライシングが起こる。
- ④ 真核生物ではタンパク質の合成は核内で起こる。

問4 キク科植物の花器官の形成における制御に関する推論として、間違った記述はどれか。2つ選  
ばなさい。 22 ・ 23

- ① オーキシンは単独でホメオティック遺伝子のプロモーターに結合する。
- ② オーキシンはホメオティック遺伝子の発現を促進する。
- ③ ホメオティック遺伝子からは転写調節因子(調節タンパク質)が合成される。
- ④ 茎頂分裂組織においてオーキシンはPINタンパク質によって輸送される。
- ⑤ 舌状花になるか筒状花になるかは、オーキシン合成にかかわる遺伝子のcDNAの量で決まる。

〔V〕 2015 年のノーベル賞に関する次の記述について問 1～問 4 に答えなさい。

2015 年のノーベル生理学・医学賞は、寄生虫感染症の治療に関する発見をした大村智博士、Tu Youyou 博士ら 3 名が受賞した。大村博士は、殺虫物質エバーメクチンを生産する微生物を新たに発見し、ア が確立した二名法に従い、この新種の微生物に *Streptomyces avermitilis* という学名をつけた。学名に含まれる「*Streptomyces*」は イ であり、この微生物の形態的特徴を反映している。エバーメクチンを改良してつくられた駆虫薬は、ヒトや動物に寄生する線形動物や節足動物の駆除に広く使われている。一方、Tu 博士は、ある植物に含まれるアーテミシニンがマラリアの治療に有効であることを発見した。アーテミシニンはヘモグロビン由来の金属イオンと反応して殺虫作用を発揮すると考えられている。

問 1 ア・イに入る正しい組合せはどれか。 24

| ア        | イ   |
|----------|-----|
| ① リンネ    | 科 名 |
| ② リンネ    | 種小名 |
| ③ リンネ    | 属 名 |
| ④ シュペーマン | 科 名 |
| ⑤ シュペーマン | 種小名 |
| ⑥ シュペーマン | 属 名 |
| ⑦ ダーウィン  | 科 名 |
| ⑧ ダーウィン  | 種小名 |
| ⑨ ダーウィン  | 属 名 |

問 2 次に示す生物どうしの関係のうち、下線部 a に当てはまるのはどれか。 25

- ① カブリダニ — コウノシロハダニ
- ② マメ科植物 — 根粒菌
- ③ カクレウオ — ナマコ
- ④ コマユバチ — チョウやガの幼虫
- ⑤ アブラムシ — ア リ

問3 下線部 b に関する正しい記述はどれか。2つ選びなさい。 26 ・ 27

- ① センチュウが含まれる。
- ② 外骨格をもつ。
- ③ 胚発生時の原口がそのまま成体の口になる。
- ④ 環形動物とともに脱皮動物の系統を構成する。
- ⑤ 二胚葉動物である。
- ⑥ 脊索を形成する。

問4 ヒトの下線部 c に関する正しい記述はどれか。2つ選びなさい。 28 ・ 29

- ① ヘムは  $Mg^{2+}$  を含み、酸素と結合する。
- ② 酸素濃度が高いほど酸素と離れやすい。
- ③ ABO 式血液型の決定にかかわる。
- ④ 合計 4 本のポリペプチドにより四次構造がつくられる。
- ⑤ 肝臓で分解されてビリルビンになる。
- ⑥ かま状赤血球をもつ患者では、ヘモグロビン遺伝子の途中で終止コドンが生じている。
- ⑦ 血液凝固因子としてトロンビンの産生に働く。



〔VI〕 ヒトの体内環境の維持に関する次の記述について問1～問4に答えなさい。

体内環境は、運動などの活動や体外環境の変化にともなって変化する。からだにはその変化を感知するしくみがある。感知した情報はさまざまな器官や組織の間で伝達されて、心臓や肝臓<sup>a</sup>、腎臓<sup>b</sup>などの働きが調節される。その結果、体内環境は一定の範囲に保たれる。このような体内環境の調節は自律神経系<sup>c</sup>と内分泌系の2つのしくみによって行われる。例えば運動による二酸化炭素濃度の上昇を感知した  
[ア] の拍動中枢は、自律神経系を通じて心臓の拍動を速くする。また、血糖濃度の上昇を感知した  
[イ] は、インスリンを分泌し、組織へのグルコースの取り込みを促す。

問1 ア・イに入る正しい組合せはどれか。 30

- | ア     | イ                |
|-------|------------------|
| ① 間 脳 | すい臓のランゲルハンス島のA細胞 |
| ② 延 髄 | すい臓のランゲルハンス島のA細胞 |
| ③ 間 脳 | すい臓のランゲルハンス島のB細胞 |
| ④ 延 髄 | すい臓のランゲルハンス島のB細胞 |
| ⑤ 間 脳 | 視床下部             |
| ⑥ 延 髄 | 視床下部             |

問2 下線部aに関する正しい記述はどれか。 31

- ① 体温が下がると、鉍質コルチコイドによって熱が産生される。
- ② 生成された胆汁が肝静脈を通り小腸に放出される。
- ③ 直径1 cm ほどの肝小葉が集まって構成されている。
- ④ 肝門脈には静脈血が流れる。

問3 下線部bに関する正しい記述はどれか。 32

- ① 通常、ビリルビンが尿中に排出される。
- ② 原尿中のタンパク質は、すべて血液中に戻される。
- ③ 原尿から毛細血管への水分の再吸収は、細尿管と集合管で起こる。
- ④ バソプレシンが細尿管で再吸収する水分量の増加を促す。

問4 下線部cに関する正しい記述はどれか。 33

- ① 体温が上がると、交感神経が働き発汗が促進される。
- ② 体温が下がると、副交感神経が働き皮膚の血管が収縮し、放熱が抑制される。
- ③ 血糖濃度が上がると、交感神経が働きインスリンが分泌され、血糖濃度が下がる。
- ④ 血糖濃度が下がると、副交感神経が働きグルカゴンが分泌され、血糖濃度が上がる。

〔VII〕 生態系のエネルギー収支に関する問1～問4に答えなさい。

下の表1, 2は, 日本のある湖沼における生産者と一次消費者のエネルギー収支を示したものである。

表1 生産者のエネルギー収支

| 総生産量 | 呼吸量 | 純生産量 | 被食量 | 枯死・死滅量 | 成長量 |
|------|-----|------|-----|--------|-----|
| 466  | ア   | 368  | 62  | 12     | 294 |

(単位:  $\text{J}/(\text{cm}^2 \cdot \text{年})$ )

表2 一次消費者のエネルギー収支

| 同化量 | 呼吸量 | 生産量 | 被食量 | 死滅量 | 成長量 | 不消化排出量 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| イ   | ウ   | エ   | オ   | 2   | 23  | 12     |

(単位:  $\text{J}/(\text{cm}^2 \cdot \text{年})$ )

問1 表1中の呼吸量アは   である。  に当てはまる数字を解答欄にマークしなさい。

問2 表2中の同化量イは   である。  に当てはまる数字を解答欄にマークしなさい。

問3 表2中の呼吸量ウが同化量イの30%であるとき, 生産量エは   である。  に当てはまる数字を解答欄にマークしなさい。

問4 表2中の被食量オは   である。  に当てはまる数字を解答欄にマークしなさい。

〔VIII〕 生物の進化に関する問1～問3に答えなさい。答えは＜解答群＞の中から選びなさい。

問1 共進化に関する例として正しい記述はどれか。 42

- a 花に蜜を蓄える植物と、その蜜を吸う鳥が互いに影響を及ぼし合い、花は蜜を細い管の奥の方にため、鳥は蜜を吸うために管状の長い口器をもつようになった。
- b 器官の起源は異なるが、ともに「飛翔<sup>ひしょう</sup>」という機能のために昆虫は翅<sup>はね</sup>を、鳥は翼をもつようになった。
- c 被子植物は昆虫を引きつけるため花に蜜をもち、昆虫は被子植物の花の蜜を利用するようになった。

問2 遺伝的浮動によって生じる現象として正しい記述はどれか。 43

- a 個体数の減少によるびん首効果によってその効果が強まり、集団内の多くの対立遺伝子を消失させる。
- b ある環境のもとで個体間の変異に応じて生存率や繁殖率に差が生じると、有利な変異を集団内に広めるよう作用する。
- c 生物の集団において世代が変わる際、集団が小さくなるほど対立遺伝子の頻度を大きく変化させる。

問3 ハーディ・ワインベルグの法則に関する正しい記述はどれか。 44

- a 工業地帯の排煙の大気汚染により、ガの仲間で暗色型の個体数が増加したことがある。
- b 自由交配が行われ、個体の移出入もなく、突然変異が起こらず自然選択も働かないと仮定した生物の大きな集団では、世代が変わっても集団全体の遺伝子プールの構成が変化しない。
- c 実際の自然集団では成立しない。

＜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

生物おわり