

生 物

第1問 細胞のつくりとはたらきに関する次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。

真核細胞と原核細胞では、細胞の大きさや細胞内部の構造は大きく異なっているが、両者とも細胞膜に包まれている。真核細胞で発達している細胞小器官の膜も同じ構造をしており、これらをまとめて生体膜という。生体膜は、膜内外の物質の輸送、細胞間の情報伝達など重要なはたらきをしている。さらにそれらの情報をもとに、遺伝子発現が調節され、様々なタンパク質が合成される。病原体から身体を守る免疫機構でも、多くのタンパク質が機能している。

問1 生体膜について、真核細胞の細胞膜は、の二重膜からできており、の部分を外側に、の部分どうしを内側に向けた構造をしている。～にあてはまる語はどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。

| | ア | イ | ウ |
|---|-------|-----|-----|
| a | タンパク質 | 親水性 | 疎水性 |
| b | タンパク質 | 疎水性 | 親水性 |
| c | アミノ酸 | 親水性 | 疎水性 |
| d | リン脂質 | 親水性 | 疎水性 |
| e | リン脂質 | 疎水性 | 親水性 |

問2 生体膜における一般的な物質の輸送に関する記述として、正しいのはどれか。次のa～eのうちから一つ選べ。 **2**

- a グルコースはチャネルにより細胞膜を通過する。
- b 動物の細胞内は、細胞外よりナトリウムイオンの濃度が高い。
- c カルシウムイオンは、担体（運搬体タンパク質）により細胞膜を通過する。
- d チャネルにおいて、濃度勾配にしたがって物質が輸送されるしくみを能動輸送という。
- e 腎臓の集合管上皮の細胞膜にはアクアポリンという水分子を通すチャネルがある。

問3 細胞膜の一部が陥入して、細胞外の物質を取り込むはたらきはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **3**

- a 拡散
- b 能動輸送
- c 受動輸送
- d エンドサイトーシス
- e エキソサイトーシス

問4 細胞から分泌されるタンパク質が合成され、細胞外に放出されるまでの記述として、誤っているものはどれか。次のa～eのうちから一つ選べ。 **4**

- a タンパク質は滑面小胞体表面で合成される。
- b 小胞は細胞膜と融合し、タンパク質は細胞外へ放出される。
- c 合成されたタンパク質は、膜タンパク質を通過して小胞体へ入る。
- d 小胞体の一部がタンパク質を包んだ小胞として分離し、ゴルジ体へ運ばれる。
- e ゴルジ体で修飾されたタンパク質は、ゴルジ体から分離した後、細胞膜へ移動する。

問5 免疫に関わるタンパク質の記述として、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **5**

- a Toll 様受容体は主に適応免疫に関与する。
- b 主要組織適合遺伝子複合体 (MHC) は、ミトコンドリア外膜にも存在する。
- c 主要組織適合遺伝子複合体 (MHC) は、TCR (T細胞受容体) に認識される。
- d ウイルスに感染した細胞は、ウイルスの増殖を促進するサイトカインを分泌する。
- e 免疫グロブリンは、H鎖、L鎖の2種類のポリペプチドが1組結合した構造をもつ。

第2問 動物の生殖と発生に関する次の文章を読み、下の問い（問1～6）に答えよ。

多細胞生物の多くは、①減数分裂によって②生殖細胞を形成し、有性生殖によって子孫を残す。動物の有性生殖では、生殖細胞が③受精し、その後の個体発生につながる。個体発生については、卵割から外胚葉・④中胚葉・内胚葉の分化、形態形成運動など、古くから⑤ウニやカエルをモデル生物として研究が進められてきた。分子生物学の発展に伴い、様々な動物における多くの発生現象を⑥遺伝子やその産物であるタンパク質の機能によって理解することができるようになった。

問1 下線部①の減数分裂に関する記述として、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **6**

- a 染色体の部分的な交換を組換えという。
- b 複相から単相への変化は第二分裂で起こる。
- c 二価染色体には2分子のDNAが含まれている。
- d 第一分裂後の細胞とG₁期の体細胞のDNAは等量存在する。
- e 第一分裂の終了時に核膜は形成されないまま、第二分裂へ移行する。

問2 下線部②・③の生殖細胞の形成と受精に関する記述として、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **7**

- a 卵原細胞や精原細胞は、体細胞分裂をくり返して増殖する。
- b 減数分裂により、1個の一次卵母細胞から4個の卵がつくられる。
- c 卵と精子は、雌雄によって異なった性質の始原生殖細胞から生じる。
- d ウニの受精では、先体反応により精子の細胞膜と卵の受精膜が融合する。
- e 1個の卵へ1個の精子のみが受精できるようにするしくみを表層反応という。

問3 下線部④に関して，次の（1）～（5）のうち中胚葉に由来する構造はどれとどれか。下のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **8**

- (1) 脊索
- (2) 脊髄
- (3) 心臓
- (4) 肝臓
- (5) すい臓

- a (1)と(3) b (1)と(4) c (2)と(3)
- d (2)と(5) e (4)と(5)

問4 下線部⑤のウニやカエルの初期発生に関する記述として，正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **9**

- a カエルでは，原腸形成時に将来の背側となる灰色三日月環が生じる。
- b 卵割によって生じた胞胚腔は，原腸胚で原口と繋がって原腸となる。
- c 第一・第二卵割は，赤道面と直交し動物極と植物極を結ぶ面で起こる。
- d ウニでは，二次間充織細胞が原腸陥入に先立って胚の内部に遊離する。
- e ウニやカエルでは，原口，もしくはその周辺に将来の口が形成される。

問5 下線部⑥について，カエルにおける胚発生の分子機構に関わる記述として，正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **10**

- a 背側オーガナイザーの細胞では， β カテニンの転写が活発に起こる。
- b コーディンはBMPと受容体の結合を阻害し，神経分化を引き起こす。
- c ノーダルは濃度が高いと腹側中胚葉を，低いと背側中胚葉を誘導する。
- d BMPは腹側で最も濃度が高く，腹側の形成に関与する誘導因子である。
- e 卵の植物極側に存在する調節タンパク質によって，外胚葉が誘導される。

問6 下線部⑥について，ショウジョウバエ胚の前後軸に従った分節と体節の構造決定に関わる遺伝子群が機能する順序として，正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 11

- a ビコイド遺伝子・ナノス遺伝子 → セグメントポラリティー遺伝子群 → ギャップ遺伝子群 → ペアルール遺伝子群 → ホメオティック遺伝子群
- b ビコイド遺伝子・ナノス遺伝子 → ギャップ遺伝子群 → ペアルール遺伝子群 → セグメントポラリティー遺伝子群 → ホメオティック遺伝子群
- c ホメオティック遺伝子群 → ペアルール遺伝子群 → ギャップ遺伝子群 → セグメントポラリティー遺伝子群 → ビコイド遺伝子・ナノス遺伝子
- d ホメオティック遺伝子群 → セグメントポラリティー遺伝子群 → ギャップ遺伝子群 → ペアルール遺伝子群 → ビコイド遺伝子・ナノス遺伝子
- e ホメオティック遺伝子群 → ギャップ遺伝子群 → ペアルール遺伝子群 → セグメントポラリティー遺伝子群 → ビコイド遺伝子・ナノス遺伝子

第3問 刺激の受容と興奮の伝導及び伝達に関する次の文章を読み、下の問い（問1～6）に答えよ。

ヒトの受容器にはいろいろなものがあるが、眼には光、耳には音というように、受容器にはそれぞれ受け取ることができる刺激（適刺激）が決まっている。受容器で生じた興奮は、ニューロン（神経細胞）に活動電位を発生させる。活動電位はニューロンの軸索を伝導するが、シナプス部においては、化学物質を介して興奮の伝達が行われている。大脳皮質では刺激に応じた特定の部位がはたらき、それぞれの感覚が生じる。

問1 視覚に関する記述として、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適切なものを一つ選べ。 **12**

- a 錐体細胞は、暗いところでよく反応する。
- b 桿体細胞は3種類あり、色の識別に関係している。
- c 明順応が完遂するまでの時間は、暗順応のそれより長い。
- d 桿体細胞は、視神経が網膜を貫いている部分に密集している。
- e 視物質であるロドプシンは、オプシンと呼ばれるタンパク質にレチナールが結合したものである。

問2 耳の構造と聴覚のメカニズムについて、誤っているのはどれか。次のa～eのうちから一つ選べ。 **13**

- a 鼓膜の面積は、卵円窓の面積より大きい。
- b うずまき管に接しているのは、あぶみ骨である。
- c うずまき管の内部には、リンパ液が満たされている。
- d ユースタキ管（耳管）は、鼻腔に直接つながっている。
- e うずまき管の基底膜の位置によって、音の高低の違いが感知される。

問3 ニューロンの性質と発生する活動電位に関する記述として、正しいのはどれか。

次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 14

- a 静止電位を測定すると、約 -0.6 V を示す。
- b 活動電位の持続時間は、約1秒である。
- c カリウムイオン濃度は、神経細胞の細胞内に比べて細胞外で高い。
- d 活動電位が発生するときには、ナトリウムイオンが細胞外から細胞内に流入する。
- e 活動電位が発生する過程において、細胞膜外を0（ゼロ）とすると、細胞内の電位は常にマイナス（負）である。

問4 刺激の強さと神経細胞に発生した活動電位の大きさの関係を模式的に表したグラフとして、正しいのはどれか。図1のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 15

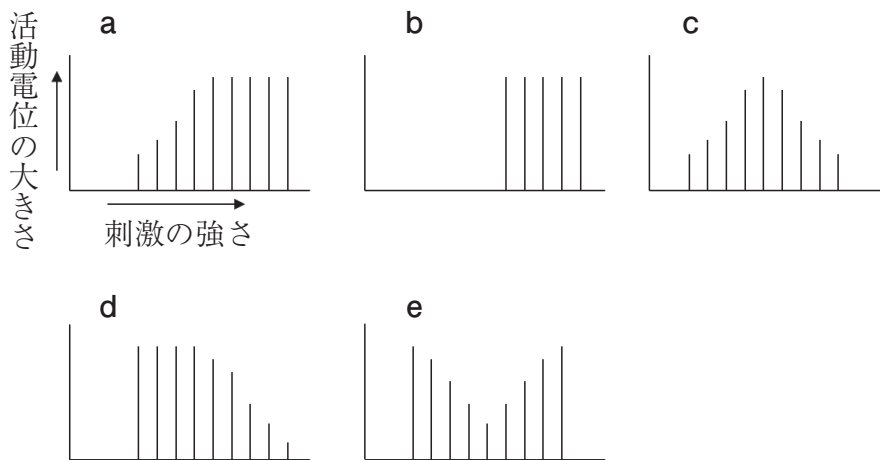


図1 刺激の強さと活動電位の大きさとの関係

問5 神経軸索での活動電位の発生と伝導に関する記述として、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 [16]

- a 伝導速度は、温度の影響を受けない。
- b 興奮時にカリウムイオンが軸索内に流入する。
- c 有髄神経繊維の髄鞘の部分で、局所電流が発生する。
- d 無髄神経繊維のほうが有髄神経繊維に比べ、伝導速度が速い。
- e ランビエ絞輪の部分は、髄鞘の部分に比べて電気抵抗が低い。

問6 シナプスにおける興奮の伝達に関する記述として、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 [17]

- a 軸索の末端と筋肉の間隙は、約0.5 mmである。
- b シナプス小胞は、シナプス後細胞の表面に含まれている。
- c 抑制性シナプス後電位によって、シナプス前細胞の電位が下がる。
- d 神経終末にカリウムイオンが流入することにより、伝達物質が放出される。
- e 興奮性シナプス後電位 (EPSP) が出ても、シナプス後細胞に活動電位が出ないこともある。

第4問 植物ホルモンの作用に関する次の文章を読み、下の問い（問1～6）に答えよ。

K高校の生物部では、マカラスムギの発芽を観察し、幼葉鞘（茎）と根の重力屈性を確認した。重力屈性が起こるしくみを調べるなかで、植物ホルモンであるオーキシンが重力屈性に関係していることを学んだ。そこで、暗所で発芽させ、幼葉鞘を3cm程度に成長させたマカラスムギを用いて、オーキシン濃度とその作用との関係を調べた。

[実験]

手順① ア の0.1%溶液を調製してオーキシン溶液（A）とした。

手順② オーキシン溶液（A）を用いて濃度の異なるオーキシン溶液（B～G）を作成し、ビーカーに20mLずつ入れて、それぞれビーカーA～Gとした。

A : 1×10^{-1} % , B : 1×10^{-2} % , C : 1×10^{-3} % , D : 1×10^{-4} % ,

E : 1×10^{-5} % , F : 1×10^{-6} % , G : 1×10^{-7} %

手順③ ビーカーに蒸留水を20mL入れ、これをビーカーHとした。

手順④ 採取した40本のマカラスムギの幼葉鞘の先端から5mmの長さを取り除き、そこから1cmの長さをそれぞれ切り取った。

手順⑤ 手順④で切り取った幼葉鞘5本ずつをビーカーA～Hに入れて、アルミ箔で密閉して、暗所に一昼夜置いた。

手順⑥ 24時間後、それぞれのビーカーから幼葉鞘を取り出して長さを測定し、伸長量の平均値とオーキシン濃度との関係をグラフにした（図2）。

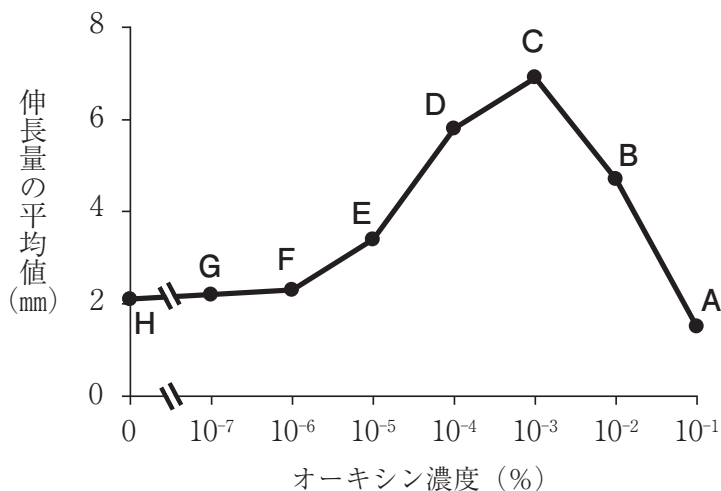


図2 オーキシン濃度と幼葉鞘の伸長量との関係

問1 手順①について、**ア**の物質はどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **18**

- a クエン酸
- b アブシシン酸
- c インドール酢酸
- d 酢酸カーミン
- e ジャスモン酸

問2 手順③について、ビーカーHを用いた理由はどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **19**

- a 蒸留水にオーキシンが含まれないことを確認するために用いた。
- b オーキシン輸送体の作用を確認するための対照実験として用いた。
- c オーキシン濃度の違いによる結果を比較するための対照実験として用いた。
- d オーキシンが伸長成長を抑制する可能性を否定するための実験として用いた。
- e オーキシンがなければ、サイトカイニンの合成が抑制されないことを確認するために用いた。

問3 手順④について、幼葉鞘の先端から5 mmの長さを取り除いた理由はどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **20**

- a 頂芽優勢による幼葉鞘部分の伸長成長の抑制を除外するため。
- b 先端部分で合成されているオーキシンの影響を除外するため。
- c 先端部分を切り取ることで、幼葉鞘の細胞の伸長成長が刺激されるため。
- d 先端部分が曲がっており、伸長量を正確に測定することが困難であるため。
- e 先端部分にあるアミロプラストによるオーキシン分布の変化を除外するため。

問4 手順⑤について、切り取った幼葉鞘の入ったビーカーを一昼夜暗所に置いた理由として、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **21**

- a 光が当たると、オーキシンがサイトカイニンの合成を抑制するため
- b 光を当てないことで、フィトクロムによる伸長成長を促進させるため
- c 光が当たると幼葉鞘の細胞で光合成が起こり、伸長成長が促進されるため
- d 光によりサイトカイニンがオーキシンを分解し、伸長成長が起こらなくなるため
- e 光によりフォトトロピンが刺激を受け、オーキシンの濃度分布に差が生じるため

問5 実験結果(図2)についての考察として、正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 **22**

- a 幼葉鞘の伸長量とオーキシン濃度は比例関係にある。
- b 幼葉鞘の伸長に対するオーキシンの作用には最適濃度がある。
- c 茎と根ではオーキシンに対する感受性が異なることが重力屈性に関係している。
- d 蒸留水でも幼葉鞘が伸長したことから、幼葉鞘の伸長に対するオーキシンの作用は小さい。
- e オーキシン濃度が高くなると幼葉鞘内での極性移動が促進されるが、オーキシン濃度が高くなりすぎると極性移動は抑制される。

問6 図3は、水平に置いたマカラスムギの芽生えである。重力屈性におけるオーキシンの作用に関する記述として、正しいのはどれか。下のa～eのうちから最も適切なものを一つ選べ。 23

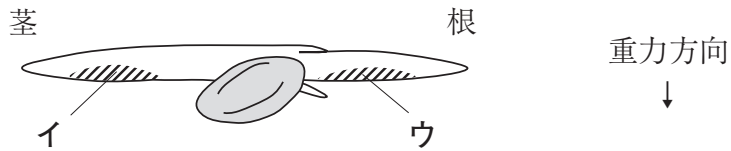


図3 水平に置いたマカラスムギの芽生え

- a 斜線部イの部分はオーキシン濃度が高く、幼葉鞘軸の上方向に成長する。
- b 斜線部イの部分はオーキシン濃度が低く、幼葉鞘軸の上方向の成長が抑制される。
- c 斜線部ウの部分はオーキシン濃度が高く、幼葉鞘軸の上方向に成長する。
- d 斜線部イと斜線部ウの部分はオーキシン濃度が高く、幼葉鞘軸の上方向に成長する。
- e 斜線部イと斜線部ウの部分はオーキシン濃度が低く、幼葉鞘軸の上方向の成長が抑制される。