

生 物 問 題

(試験時間 11 : 30 ~ 13 : 00)

受験についての注意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはならない。
2. この問題冊子は 26 ページある。
3. 試験中に問題冊子のページの脱落等に気付いた場合は、手をあげて監督者に知らせること。
4. 解答用紙に受験番号を記入し、マーク欄にマークすること。また、氏名とふりがなを記入すること。
5. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、汚したりしないこと。
6. 解答用紙への記入には必ず **HB の黒鉛筆** または **シャープペンシル (HB, 0.5 mm 芯以上)** を用いること。他の筆記用具を用いると、正確に読み取れない場合がある。
7. マーク式の解答にあたっては、解答用紙の該当する箇所を 例
右に示す例に従ってぬりつぶすこと。
例えば 2 にマークするときは、次のように
①●③とする。

良	不良
●	● ⊗ ●
8. 一度記入したマークを消す場合には、消しゴムできれいに消すこと。
×をつけても消したことにはならない。また消しゴムのくずを完全に取り除いておくこと。
9. 解答がマーク式でないものについては、指定の箇所に解答を記入すること。
10. 解答用紙の指定された場所以外には何も書いてはならない。
11. 計算には問題冊子の余白を使用すること。
12. 辞書機能、計算機能をもつものを使用してはならない。
13. 携帯電話の電源は切っておくこと。身につけたり机上に置いたりしてはならない。
14. この問題冊子は試験終了後持ち帰ること。

1 細胞接着に関する以下の文章 [I] と [II] を読み、問1～6に答えなさい (解答欄 ア～キ, A).

[I] 細胞膜の膜タンパク質のはたらきの1つに、細胞どうしが結合する細胞接着がある。細胞接着により、細胞間の情報や物質の交換が可能である。動物の細胞接着の種類は大きく分けて (ア) 結合, (イ) 結合, (ウ) 結合がある。(ア) 結合は、細胞内にある (A) 細胞骨格につながったタンパク質どうしによる細胞の結合である。(イ) 結合においては、隣り合った細胞の細胞膜が小さな分子も通れないほどしっかりと結合している。(ウ) 結合は、中空の膜タンパク質が隣接した細胞をつなぐことで、(B) 低分子の物質が直接移動できる結合である。

問1 文中の (ア)～(ウ) にあてはまる最も適切な語を、次の①～⑧からそれぞれ1つずつ選び、解答欄 ア～ウ にマークしなさい。

- | | | |
|--------|----------|------|
| ① 固定 | ② フィラメント | ③ 接触 |
| ④ ギャップ | ⑤ 付着 | ⑥ 密着 |
| ⑦ 圧縮 | ⑧ 凝集 | |

問2 下線部 (A) に関して、(ア) 結合において必要となる細胞骨格の名称1つを、解答欄 A に記しなさい。

問3 下線部 (B) に関して、(ウ) 結合で移動することができない物質を、次の①～⑧から2つ選び、解答欄 エ にマークしなさい。

- | | | |
|------------|---------|---------|
| ① チューブリン | ② グルコース | ③ メチオニン |
| ④ カルシウムイオン | ⑤ システイン | ⑥ ミオシン |
| ⑦ ナトリウムイオン | ⑧ ピルビン酸 | |

[II] イモリの初期神経胚から予定表皮域と予定神経域を切り取って (C) トリプシンで処理したところ、予定表皮域と予定神経域の細胞塊がバラバラとなり個々の細胞となった。その後、トリプシンを除去し、これらの細胞を混ぜ合わせて培養したところ、予定神経域由来の神経板の細胞どうしが集まり神経管を形成し、これを包み込むように予定表皮域の細胞が外側に集まった。このように同種の細胞を接着させるタンパク質の1つがカドヘリンである。カドヘリンには、多くの種類があり、同じ型のカドヘリンをもつ細胞どうしが強く接着する。また、カドヘリン

が機能するためには、カドヘリンが (D)あるイオンと結合することが必要となる。神経細胞には主に N 型カドヘリンがあり、ほぼすべての表皮細胞には E 型カドヘリンがある。イモリの発生過程において、(E)神経板を形成する細胞では神経胚の時期にカドヘリンの発現量が変化する。その結果、神経管を形成する細胞は、表皮から離れて集まることで神経管を形成する。

問4 下線部 (C) に関して、細胞がバラバラになった理由として最も適切なものを、次の①～⑥から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① トリプシン処理によって、細胞膜の脂質が酸化したから。
- ② トリプシン処理によって、細胞膜の脂質が分解したから。
- ③ トリプシン処理によって、細胞膜の脂質の流動性が低下したから。
- ④ トリプシン処理によって、細胞膜のタンパク質が酸化したから。
- ⑤ トリプシン処理によって、細胞膜のタンパク質が分解したから。
- ⑥ トリプシン処理によって、細胞膜のタンパク質の流動性が低下したから。

問5 下線部 (D) に関して、このイオンとして最も適切なものを、次の①～⑧から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。なお、このイオンは筋小胞体に豊富に存在するイオンである。

- ① ナトリウムイオン ② 鉄イオン ③ マグネシウムイオン
- ④ 亜鉛イオン ⑤ カルシウムイオン ⑥ 銅イオン
- ⑦ カリウムイオン ⑧ マンガンイオン

問6 下線部 (E) に関して、N 型および E 型カドヘリンの発現量の変化の説明として適切なものを、次の①～④から 2つ 選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① N 型カドヘリンの発現量は減少する。
- ② N 型カドヘリンの発現量は増加する。
- ③ E 型カドヘリンの発現量は減少する。
- ④ E 型カドヘリンの発現量は増加する。

2 バイオテクノロジーに関する以下の文章 [I] ~ [IV] を読み、問 1 ~ 12 に答えなさい (解答欄 [ア] ~ [サ], [B] ~ [D]).

[I] 制限酵素は、通常、4 ~ 8 塩基からなる特定の塩基配列を認識し、その部分で DNA の 2 本鎖を切断する。例えば、Sau3AI は、5' 末端側から GATC の順番で並ぶ 4 塩基の配列を認識する制限酵素である。制限酵素が認識する塩基配列の多くは、DNA の 2 本鎖の塩基配列が同一で、並び方が互いに反対の関係になっているという特徴がある。このような配列を回文配列という。

問 1 制限酵素 EcoRI は、5' GAATTC 3' の 6 塩基回文配列を認識し、G と A の間を切断する。このときにできる切り口の塩基配列のうち 1 本鎖の突出部の塩基配列を解答欄 [B] に、解答例のように記しなさい。なお解答例は、1 本鎖の突出部が 6 塩基の場合であり、N は A, G, C, T のいずれかの塩基を示している。

解答例：

B
5' NNNNNN 3'

問 2 A, T, C, G が同じ割合で含まれる DNA 配列を、EcoRI で切断した場合にできる断片の平均的な長さに最も近い数値を、次の①~⑧から 1 つ選び、解答欄 [ア] にマークしなさい。

- | | | | |
|-------|---------|---------|---------|
| ① 25 | ② 40 | ③ 160 | ④ 250 |
| ⑤ 400 | ⑥ 1,600 | ⑦ 2,500 | ⑧ 4,000 |

問 3 細菌における制限酵素の役割について最も適切なものを、次の①~⑤から 1 つ選び、解答欄 [イ] にマークしなさい。

- ① ウイルス遺伝子がコードするタンパク質を分解して破壊する。
- ② ウイルスなどに由来する外来 DNA を切断して、ウイルス増殖を抑制する。
- ③ 細胞外に分泌されて、ウイルスの細菌への接着を阻害する。
- ④ RNA ポリメラーゼの活性を制限して、ウイルス遺伝子の転写を抑制する。
- ⑤ 細菌の周囲環境が低栄養状態になったときに分裂速度を抑える。

[II] 図1はヒトの体内ではたらくSタンパク質を大腸菌に産生させる過程を、模式的に表したものである。図中の(1)は大腸菌にみられる環状DNAで、この操作ではSタンパク質遺伝子を運ぶベクターとして使われている。Sタンパク質遺伝子配列の切り出しに使ったものと同じ制限酵素で(1)を切断すれば、その切り口の塩基配列は遺伝子断片の切り口と相補的になる。したがって、(2)という酵素の存在下でそれらのDNAを混ぜると、互いにつながり合わせることができる。つながり合わせたDNAを^(A)大腸菌に取り込ませると、Sタンパク質を大量に生産することができる。ただし、Sタンパク質遺伝子にイントロンはないものとする。

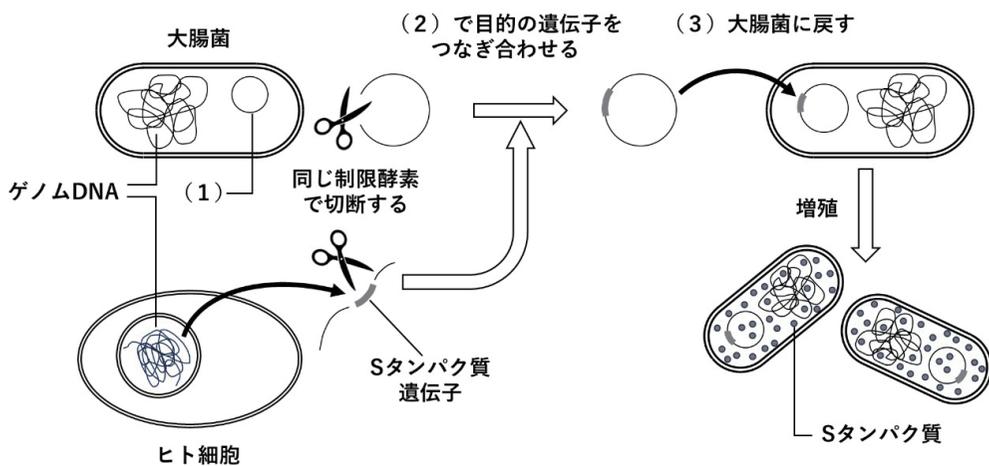


図1 大腸菌にSタンパク質を産生させる過程の模式図

問4 本文中の(1)と(2)にあてはまる適切な語を、解答欄Cに解答例のように記しなさい。

解答例：

C	(1) アミノ酸 (2) ペプチド
---	----------------------

問5 下線部(A)のように、細胞に別の種や系統の細胞の遺伝子が入ることにより、その遺伝子が発現することを何というか、解答欄Dに記しなさい。

問6 (1)の性質を表す説明として誤っているものを、次の①～⑤から2つ選び、解答欄 ウ にマークしなさい。

- ① 比較的短い1本鎖の環状DNAである。
- ② 哺乳類の細胞には本来、存在しない。
- ③ 大腸菌の培養液に加えると、きわめて高い確率で取り込まれる。
- ④ 植物など別の生物種の細胞にも取り込ませることができる。
- ⑤ (1)を取り込んだ大腸菌を選び出すために、薬剤耐性遺伝子が組み込まれていることが多い。

[Ⅲ] ポリメラーゼ連鎖反応法 (PCR法) は、試験管内で目的のDNA断片を何十万倍にも増やす技術である。増幅したいDNA配列を含む鋳型DNA、プライマー (鋳型DNAの一部と相補的な配列をもつ短いDNA断片)、(B)DNAポリメラーゼ (この酵素は72℃で最も効率よくはたらく)、4種類のヌクレオチドを含む反応液を加熱すると、塩基どうしの弱い結合が切れて2本鎖DNAは2本の1本鎖に分かれる。この状態から徐々に温度を(3)と、プライマーが、1本鎖に分かれたDNAの相補的な配列に結合する。ここから温度を(4)とDNAポリメラーゼがプライマーの末端から、鋳型に相補的なDNAを複製する(図2)。このサイクルを30回ほど繰り返すと、プライマーにはさまれた領域のDNAが大量に増幅される。

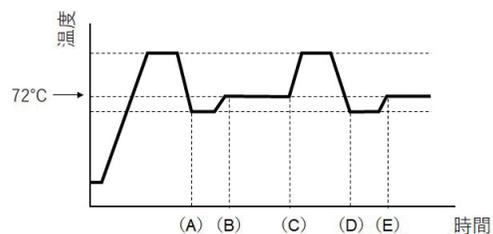


図2 PCR法における反応液の温度変化を示すグラフ

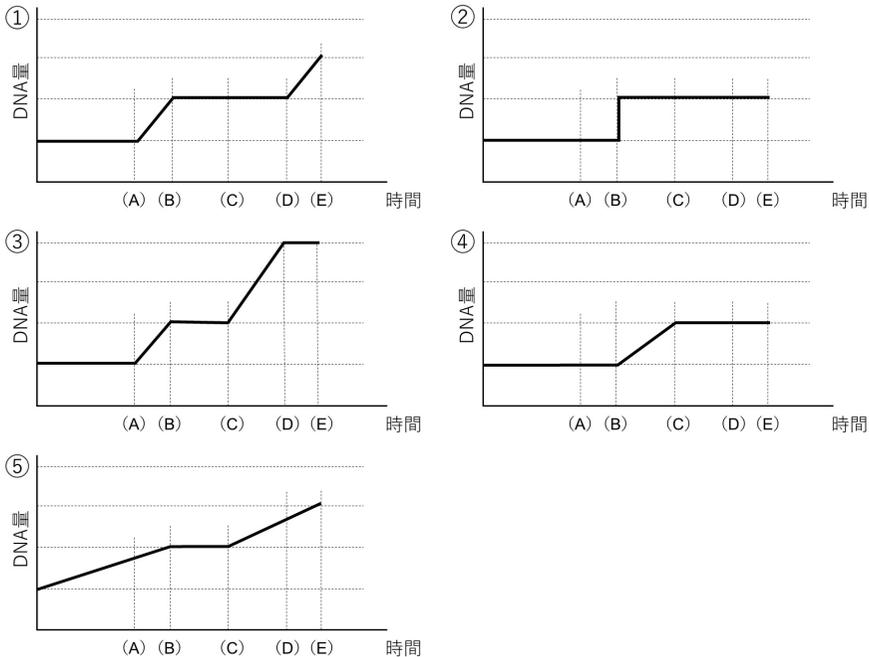
問7 PCRで一般的に用いられている下線部(B)のDNAポリメラーゼの性質として最も適切なものを、次の①～④から1つ選び、解答欄 エ にマークしなさい。

- ① pHが大きく変化しても活性を失わない。
- ② 塩濃度が大きく変化しても活性を失わない。
- ③ 高温に加熱しても活性を失わない。
- ④ 凍結と融解を繰り返しても活性を失わない。

問8 本文中の(3)と(4)に当てはまる語の組み合わせとして正しいものを、次の①～④から1つ選び、解答欄 **オ** にマークしなさい。

	(3)	(4)
①	上げる	上げる
②	上げる	下げる
③	下げる	上げる
④	下げる	下げる

問9 図2の(A)～(E)までの時点におけるDNA量(相対値)の変動を表すグラフとして最も適切なものを、次の①～⑤から1つ選び、解答欄 **カ** にマークしなさい。



問10 はじめのDNA量を1としたとき、PCRを10サイクル繰り返したときのDNA量に最も近い数値を次の①～⑥から1つ選び、解答欄 **キ** にマークしなさい。ただし、100%の効率で増幅が起こるものとする。

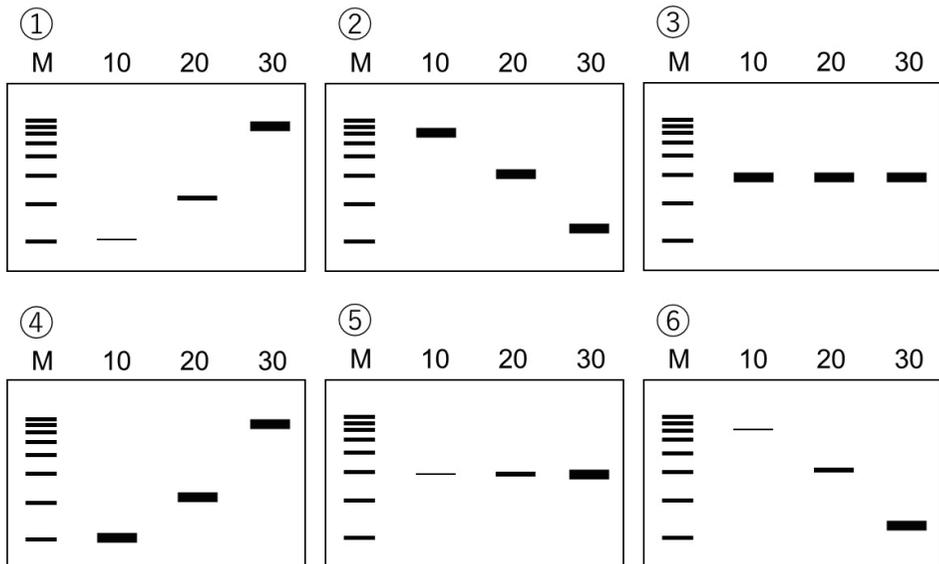
- ① 10
- ② 100
- ③ 1,000
- ④ 10,000
- ⑤ 100,000
- ⑥ 1,000,000

[IV] 水溶液中の DNA はリン酸基が (ク) に帯電しており，電圧をかけると DNA は (ケ) 電極に向かう性質をもつ．アガロースなどのゲルは細かな編み目の構造をしており，大きな分子ほど，一定の時間で移動できる距離は (コ) なる．この性質を利用して，長さの異なる DNA をゲルの中で分けることができる．

問 11 本文中の (ク) ~ (コ) にあてはまる最も適切な語を次の①~④からそれぞれ 1 つずつ選び，解答欄 ク ~ コ にマークしなさい．ただし同じものを何回選んでもよい．

- ① プラス ② マイナス ③ 長く ④ 短く

問 12 PCR を 10 サイクル，20 サイクル，30 サイクル増幅した DNA 断片と，長さの分かっているマーカー DNA をアガロースゲルで電気泳動し，適切な時間で泳動を止めて，ゲルを DNA 染色液で染めた．このとき検出されるバンドのパターンに最も近いものを，次の①~⑥から 1 つ選び，解答欄 サ にマークしなさい．ただし，M はマーカー DNA，10，20，30 はそれぞれ 10 サイクル，20 サイクル，30 サイクル増幅させたサンプルを表し，バンドの太さは DNA 量を表すものとする．



3 ショウジョウバエの発生に関する以下の文章を読み、問1～6に答えなさい
(解答欄 ア～ケ, E)。

ショウジョウバエの初期発生において、未受精卵の中に存在する母親由来の mRNA が体軸の決定を制御することが知られている。このような mRNA やタンパク質の遺伝子は、(1) と呼ばれている。(1) の中には、ショウジョウバエ胚の前後軸決定に関与するものがあり、ショウジョウバエの卵の ^(A) 前端には (2) 遺伝子の mRNA が存在し、^(B) 後端にはナノス遺伝子の mRNA が存在する。受精後の翻訳にともない、(2) タンパク質とナノスタンパク質の濃度勾配が形成されることで、胚の前後軸が決定される。(2) タンパク質やナノスタンパク質は調節タンパク質であり、胞胚期以降にその濃度にしたがって (ア) 遺伝子が発現する。(ア) 遺伝子は大きく3つに分類されており、(1) のはたらきにより発現する (イ) 遺伝子、(イ) 遺伝子のはたらきによって発現する (ウ) 遺伝子、(ウ) 遺伝子のはたらきによって発現する (エ) 遺伝子がある。胚に体節が形成されると、それぞれの体節で (オ) 遺伝子が発現し、(オ) 遺伝子の産物は調節タンパク質としてはたらくことで、体節ごとに決まった構造が形成される。

問1 本文中の (1) と (2) にあてはまる適切な語を、解答欄 E に解答例のように記しなさい。

解答例：

<input type="checkbox"/> E	(1) アミノ酸
	(2) ペプチド

問2 本文中の (ア) ～ (オ) にあてはまる最も適切な語を、次の①～⑧からそれぞれ1つずつ選び、解答欄 ア～オ にマークしなさい。

- | | | |
|--------------|--------------|---------|
| ① セグメントポラリティ | ② コーデイン | ③ ペアルール |
| ④ ギャップ | ⑤ ソニックヘッジホッグ | ⑥ 分配 |
| ⑦ ホメオティック | ⑧ 分節 | |

問3 下線部 (A) に関して, (2) タンパク質の分布が胚の前後軸の決定に及ぼす影響を調べた実験の結果を図3に示す. なお, グラフ内の太線は胚の前後軸における (2) タンパク質の量を示す.

この結果から考えられる (2) タンパク質の役割として適切なものを, 次の①~⑧から2つ選び, 解答欄 **カ** にマークしなさい.

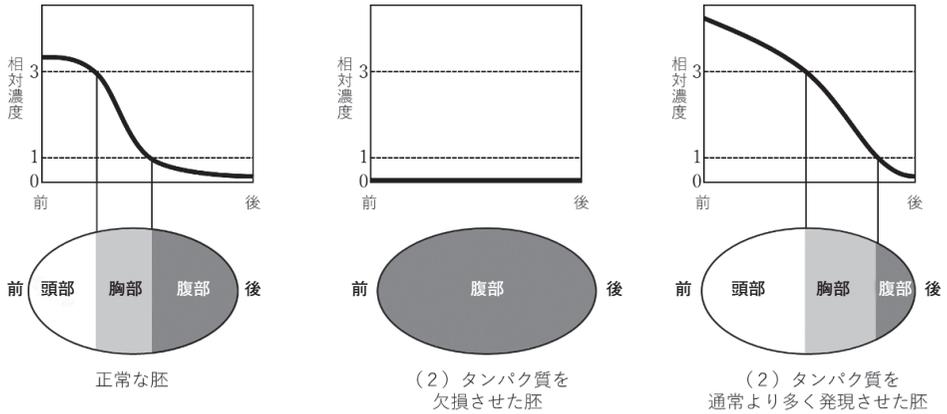


図3 (2) タンパク質の分布が胚の前後軸の決定に及ぼす影響を調べた実験

- ① 頭部形成と胸部形成を促進する.
- ② 頭部形成を抑制し, 胸部形成を促進する.
- ③ 胸部形成と腹部形成を促進する.
- ④ 胸部形成と腹部形成を抑制する.
- ⑤ 相対濃度が3より大きい場合, 胸部形成を促進する.
- ⑥ 相対濃度が1より小さい場合, 腹部形成を抑制する.
- ⑦ 相対濃度が1より小さい場合, 頭部形成を促進する.
- ⑧ 相対濃度が1より大きい場合, 腹部形成を抑制する.

問4 下線部 (B) に関して、ナノスの mRNA は、図4 (a) のグラフのように、胚の後方に偏って存在している。また、ナノスをコードする遺伝子を欠損させた胚は、腹部を形成することができない。一方、(1) から合成される別のタンパク質である H の mRNA は、図4 (a) のように胚形成時に胚全体に存在している。しかし、合成された H タンパク質は、図4 (b) のグラフのように、その分布に偏りが見られる。

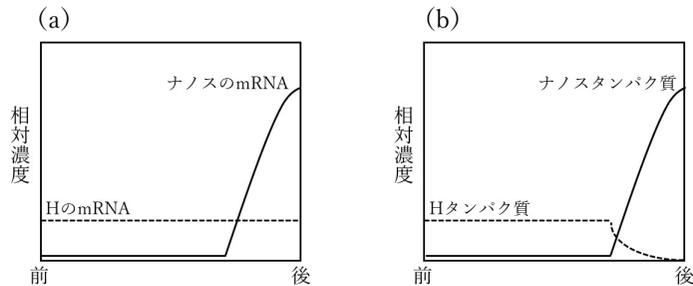


図4 正常な受精卵の前後軸に対する、(a) ナノスおよび H の mRNA の分布、(b) ナノスおよび H タンパク質の分布

H の mRNA の分布と H タンパク質の分布が異なる理由として最も適切なものを、次の①～⑧から 1 つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① H タンパク質は、ナノスの mRNA への転写を促進する。
- ② H タンパク質は、ナノスの mRNA への転写を抑制する。
- ③ H タンパク質は、ナノスの mRNA の翻訳を促進する。
- ④ H タンパク質は、ナノスの mRNA の翻訳を抑制する。
- ⑤ ナノスタンパク質は、H の mRNA への転写を促進する。
- ⑥ ナノスタンパク質は、H の mRNA への転写を抑制する。
- ⑦ ナノスタンパク質は、H の mRNA の翻訳を促進する。
- ⑧ ナノスタンパク質は、H の mRNA の翻訳を抑制する。

問5 本文中の(ウ)遺伝子に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑨から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① 細胞性胞胚期に14本のしま状に発現する。
- ② 細胞性胞胚期に7本のしま状に発現する。
- ③ 細胞性胞胚期に幅広のベルト状に発現する。
- ④ 胚が伸長するところに14本のしま状に発現する。
- ⑤ 胚が伸長するところに7本のしま状に発現する。
- ⑥ 胚が伸長するところに幅広のベルト状に発現する。
- ⑦ 多核性胞胚期に14本のしま状に発現する。
- ⑧ 多核性胞胚期に7本のしま状に発現する。
- ⑨ 多核性胞胚期に幅広のベルト状に発現する。

問6 本文中の(オ)遺伝子に関する記述として適切なものを、次の①～⑤から2つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① 主に細胞質基質ではたらくタンパク質をコードしている。
- ② 突然変異によって、あるからだの領域の性質が別の領域のものにおきかわるような変化を起こすことがある。
- ③ 頭部や胸部の発生にかかわるのは、バイソラックス遺伝子群である。
- ④ 同じようなはたらきをもつ遺伝子はヒトや植物など多くの生物種に存在し、コードするタンパク質には非常によく似た配列が含まれる。
- ⑤ ショウジョウバエにおいては、複数の遺伝子が同じ染色体上で連鎖している。

4 動物の反応と行動に関する以下の文章 [I] と [II] を読み、問1～9に答えなさい (解答欄 ア～ツ, F)。

[I] ニューロンが刺激を受けて興奮すると、^(A)興奮部と静止部の間で微弱な電流が流れる。この電流が刺激となって隣接部が興奮し、さらに次の隣接部が興奮する。このようにして、興奮が軸索を伝わっていくことを^(B)興奮の伝導という。軸索の末端は神経終末と呼ばれ、狭いすき間を隔ててほかのニューロンや効果器と接している。この部分をシナプスという。興奮が軸索の末端まで伝導すると、末端部の細胞膜にある電位依存性(ア)チャンネルが開き、(ア)イオンが細胞内に流入する。その結果、(イ)がシナプス前膜に融合し、^(C)神経伝達物質がシナプス前膜とシナプス後膜のすき間のシナプス間隙に放出される。これにより、次のニューロンの樹状突起に興奮が伝えられる。これを^(D)興奮の伝達という。

問1 下線部(A)の電流の名称を解答欄 F に記しなさい。

問2 本文中の(ア)と(イ)にあてはまる最も適切な語を、次の①～⑧からそれぞれ1つずつ選び、解答欄 ア, イ にマークしなさい。

- | | | |
|-----------|-------------|-----------|
| ① アセチルコリン | ② カリウム | ③ ナトリウム |
| ④ カルシウム | ⑤ 回収タンパク質 | ⑥ ミトコンドリア |
| ⑦ シナプス小胞 | ⑧ 神経伝達物質受容体 | |

問3 下線部 (B) に関する説明として適切なものを、次の①～④から2つ選び、解答欄 ウ にマークしなさい。

- ① 興奮が終わった直後の部位は、しばらく刺激に反応できない状態（不応期）になるため、興奮は直前に興奮した部位に逆向きに伝わらない。
- ② 有髄神経繊維では、電気的な絶縁体である髄鞘が神経繊維を隙間なく覆っており、電気的な興奮は神経の内側のみを伝わるので、無髄神経繊維に比べはるかに伝導速度が大きい。
- ③ 無髄神経繊維には、ランビエ絞輪があり、イカやミミズなどの巨大神経軸索では、ランビエ絞輪の間隔を広げることにより興奮の伝導速度を大きくしている。
- ④ 軸索を興奮が伝わるためには、活動電位の発生が重要であるが、刺激が弱いときは、活動電位は発生せず、刺激が閾値以上の大きさになると、初めて活動電位が生じ、刺激の強さをそれ以上強くしても活動電位の振幅は変わらない。このような性質を全か無かの法則という。

問4 下線部 (C) に関して、次の文中の (エ) ～ (コ) にあてはまる最も適切な語を、次の①～⑨からそれぞれ1つずつ選び、解答欄 エ ～ コ にマークしなさい。ただし、(エ) と (オ) は順不同とする。

興奮性シナプスでは、(エ) や (オ) が神経伝達物質として使われ、次のニューロンで (カ) が流入し、膜内の電位が (キ) する。抑制性シナプスでは、(ク) が神経伝達物質として使われ、次のニューロンで (ケ) が流入し、膜内の電位が (コ) する。

- | | | |
|-----------------|-----------------|-------------------------|
| ① チロキシン | ② 低下 | ③ ノルアドレナリン |
| ④ Na^+ | ⑤ Cl^- | ⑥ γ -アミノ酪酸(GABA) |
| ⑦ K^+ | ⑧ 上昇 | ⑨ アセチルコリン |

問5 下線部(D)に関する説明として誤っているものを、次の①～⑤から2つ選び、
解答欄 サ にマークしなさい。

- ① シナプス前細胞から放出された神経伝達物質はシナプス後細胞の受容体に結合するとチャンネルが開き、細胞外のイオンが細胞内に流入することにより、膜内の電位が変化する。
- ② シナプス間隙に放出された神経伝達物質は、分解酵素で分解されたり、シナプス前膜に再回収されたりすることで、やがてシナプス間隙から消失する。
- ③ コカインや神経毒のサリンは、神経伝達物質の分解や回収の機構を阻害することにより、過度な興奮や正常な機能の阻害を引き起こす。
- ④ シナプスの可塑的な変化が学習の基盤となっており、シナプス前膜とシナプス後膜が融合することにより、記憶の形成が起こる。
- ⑤ 学習の一種であるアメフラシのえら引込め反射の慣れでは、水管の感覚ニューロンとえらの運動ニューロン間のシナプスにおいて、繰り返し刺激による水管感覚ニューロンからの神経伝達物質の放出量の増大が起こる。

[II] 動物の行動は一般に、^(E)遺伝的にプログラム化された生得的な行動と、生まれ
てからの経験によって変化する行動(学習による行動)とが、複雑に組み合わさっ
て形成されている。生得的な行動の例として、フェロモンを使ったコミュニケーションが知られている。^(F)カイコガのオスは、性フェロモンを受容するとはげ
しく羽ばたきながらメスに近づいて交尾をする。この一連の行動は(シ)と呼ば
れ、メスが尾部から分泌する性フェロモンによって起こることが知られている。
また、学習の例として、2つの異なる出来事の関連性を学習することを連合学習
といい、^(G)古典的条件づけがよく知られている。イヌに肉片を与えると唾液の
分泌が起こる。ところが、肉片を見せる直前にいつもベルを鳴らすようにすると、
イヌはやがてベルの音だけでも唾液を分泌するようになる。本来の刺激((ス))
によって引き起こされるある行動が、もともと無関係だった刺激((セ))と結び
ついて学習される。

問6 本文中の(シ)～(セ)にあてはまる最も適切な語を、次の①～⑦からそれぞ
れ1つずつ選び、解答欄 シ ～ セ にマークしなさい。

- ① 音源定位 ② 円形ダンス ③ 婚礼ダンス
- ④ オペラント条件づけ ⑤ 条件刺激 ⑥ 無条件刺激
- ⑦ 鋭敏化

問7 下線部(E)に関して、生得的な行動と考えられる例として適切なものを、次の①～⑤から2つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① キンカチョウの幼鳥は、同種の成鳥のさえずりを手本として、自分のさえずりを修正する。
- ② レバーを押すと餌が出てくる装置のある箱にラットを入れ、しばらくしてラットが餌を得るためにレバーを押すようになる。
- ③ ショウジョウバエの求愛行動は、ある行動の要素が相手の次の行動の要素を引き出すかぎ刺激となり、こうした反応が一定の順序で連鎖して起こることによって進んでいく。
- ④ 慣れを起こしたアメフラシの尾部に電気ショックを与えると、水管の接触刺激によるえら引っ込め反射が回復する。
- ⑤ 巣に戻ったミツバチが円形ダンスや8の字ダンスにより、えさ場の位置をなかまに伝える。

問8 下線部(F)に関して、以下のようなカイコガのフェロモン源定位行動の実験を行った。

実験 I

カイコガのオスの正常な個体、両方の触角を切った個体、片方の触角だけを切った個体、両方の眼を塗りつぶした個体を用意し、メスから 15 cm の距離に置いた。正常な個体、両方の眼を塗りつぶした個体はフェロモン源定位行動を発現してメスに定位できた。しかし、両方の触角を切った個体は反応せず、片方の触角を切った個体は同じ方向に回り続けて定位できなかった。

実験 II

カイコガのオスの正常な個体、両方のはねを切った個体、片方のはねを切った個体を用意し、メスから 15 cm の距離に置いた。すべての個体が反応を始めたが、正常な個体のみがメスに定位できた。次に同じ条件でうちわを使ってメスからオスの方に風を送ったところ、すべての個体がメスに定位できた。

実験 I と II のそれぞれで確かめられたこととして適切なものを、次の①～⑥からそれぞれ2つずつ選び、実験 I は解答欄 、実験 II は解答欄 にマークしなさい。

- ① オスがメスに定位するためには、メスの姿を見ることが必要である。
- ② オスは両方の翅の羽ばたきによって空気の流れをつくることにより、メスの方向を感知してメスへと定位することができる。
- ③ メスに定位するためには、視覚ではなく嗅覚の情報が必要である。
- ④ オスはメスのいる方向からの一様な風の流れがあれば、メスに定位できる。
- ⑤ メスに定位するためには、左右の触角に入る情報を比べる必要がある。
- ⑥ はねを切ったショックによってオスはメスに定位できなくなる。

問9 下線部（G）の例として適切なものを、次の①～⑤から2つ選び、解答欄 ツ にマークしなさい。

- ① アリを迷路に入れ、ゴールに餌を置いて繰り返し訓練すると、アリは迷わずにゴールへ向かう経路を学習した。
- ② ある音を聞かせた後に、マウスの肢に電気ショックを与えることを繰り返すと、マウスは音を聞いただけで、すくみなどの恐怖反応を示すようになった。
- ③ アヒルのひながふ化後に最初に目にした動く物体に対して愛着を形成し、そのあとをついていく行動をした。
- ④ ミツバチの触角に砂糖水をつけると、ミツバチは吻を伸ばすが、砂糖水を与える前に匂いを触角にふきかける訓練をすると、匂いだけで吻を伸ばすようになった。
- ⑤ アメフラシの水管に繰り返し刺激を与えると、えら引っ込め反射の程度が小さくなっていき、やがては刺激を与えてもえらを引っ込めなくなった。

5 生物群集と生態系に関する以下の文章 [I] ~ [III] を読み、問1~6に答えなさい (解答欄 ア ~ コ, G, H)。

[I] ある個体群は、同一地域内の異種個体群と関係をもって生活している。異種個体群間では、食物や生活空間、光や水など、共通の資源をめぐる種間競争が起こることがある。生活上の要求が似た種の間で競争が起こり、一方が排除されることを(1)という。また、カエルがバッタを捕えて食べるとき、食べるほうのカエルを捕食者、食べられるほうのバッタを被食者という。このような食う食われるの関係を被食者—捕食者相互関係という。生物群集内では、ある捕食者は他方では被食者にもなり、多くの場合、食う食われるの関係が複雑につながっている。これを(2)という。また、自然界では異種の生物どうしが密接な結びつきを保って生活していることがあり、そのような関係を^(A)共生という。

問1 本文中の(1)と(2)にあてはまる適切な語を、解答欄 G に解答例のように記しなさい。

解答例：

G	(1) 生物群集
	(2) 被食者

問2 下線部(A)に関する記述として最も適切なものを、次の①~④から1つ選び、解答欄 ア にマークしなさい。

- ① 共生している生物が、相手の存在によって互いに利益を受ける場合を相利共生とよび、被子植物と送粉昆虫の関係などがある。
- ② 共生している生物が、一方のみが利益を受けて他方は利益も不利益も受けない場合を寄生とよび、ナマコとその体内を隠れ場所に利用するカクレウオの関係などがある。
- ③ 共生している生物が、一方は利益を受けるもの他方は不利益を受ける場合を片利共生とよび、宿主とヤドリギの関係などがある。
- ④ ウシなどの反芻動物の胃には、植物の繊維質の分解を助ける多くの微生物が共生しており、ウシの食べた物から微生物は栄養を得ている。このウシと微生物の関係は、ウシを宿主、微生物を寄生者とする寄生である。

[II] 動物の1回の産卵（または産子）数は1～数億個と、動物の種類によってさまざまであり、すべての卵や子が成長して親になれるわけではなく、多くの個体が捕食や病気、環境の変化などで親になる前に死亡する。生まれた卵や子、生産された種子が成長するにつれてどれだけ生き残るかを示した図5のようなグラフを（イ）という。(B)いろいろな動物種について調べると、（イ）は図5に示す3つの型（a）、（b）、（c）に大別される。（イ）がどの型になるかは、各動物種の生活のしかた、特に幼齢時の（ウ）の程度と関係が深い。一般に産んだ子に対する（ウ）が発達している動物は晩死型になり、（ウ）がない動物では早死型になる。

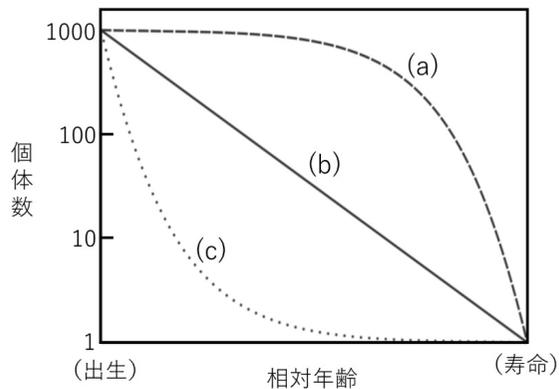


図5

問3 本文中の（イ）と（ウ）にあてはまる最も適切な語を、次の①～⑧からそれぞれ1つずつ選び、解答欄 イ と ウ にマークしなさい。

- | | | |
|--------------|---------|-----------|
| ① 生態的地位(ニッチ) | ② 形質置換 | ③ 年齢ピラミッド |
| ④ 生存曲線 | ⑤ 環境収容力 | ⑥ 成長曲線 |
| ⑦ 生産構造図 | ⑧ 親の保護 | |

問4 下線部（B）に関する記述として最も適切なものを、次の①～④から1つ選び、解答欄 エ にマークしなさい。

- ① 約2億個の卵を産むマンボウは、晩死型の（a）にあたる。
- ② ヒトやサルなどの哺乳類は、各時期での死亡率が一定の（b）の型が多い。
- ③ 産卵数の多い水生無脊椎動物や魚類などは、幼齢時の死亡率が低い早死型の（c）にあたる。
- ④ 幼虫の世話をするワーカーが存在する社会性昆虫のミツバチは、晩死型の（a）になることが多い。

[Ⅲ] 生産者によってつくられた有機物は、生産者の生活に利用されるとともに、各栄養段階の動物などの消費者に移動し、その生活にも利用される。ある時点で、一定面積内に存在する生物体の量を現存量という。一定面積内の生産者が一定期間内に光合成によって生産する有機物の総量を総生産量という。総生産量から生命活動のエネルギーとして利用される量である(オ)を差し引いたものが、生産者の(カ)となる。

生産者では、一定期間のうちには、一次消費者である動物に食べられたり、植物体自身の一部が枯れ落ちたりして失われる。(カ)から、(キ)と(ク)とを差し引いたものが(ケ)となる。

消費者である動物は、栄養段階が1段下位の生物を摂食(捕食)するが、一部は未消化のまま体外に排出される。摂食量(捕食量)から(コ)を差し引いたものを同化量という。

消費者の同化量から(オ)、(キ)、(ク)を引いたものが消費者の(ケ)となる。

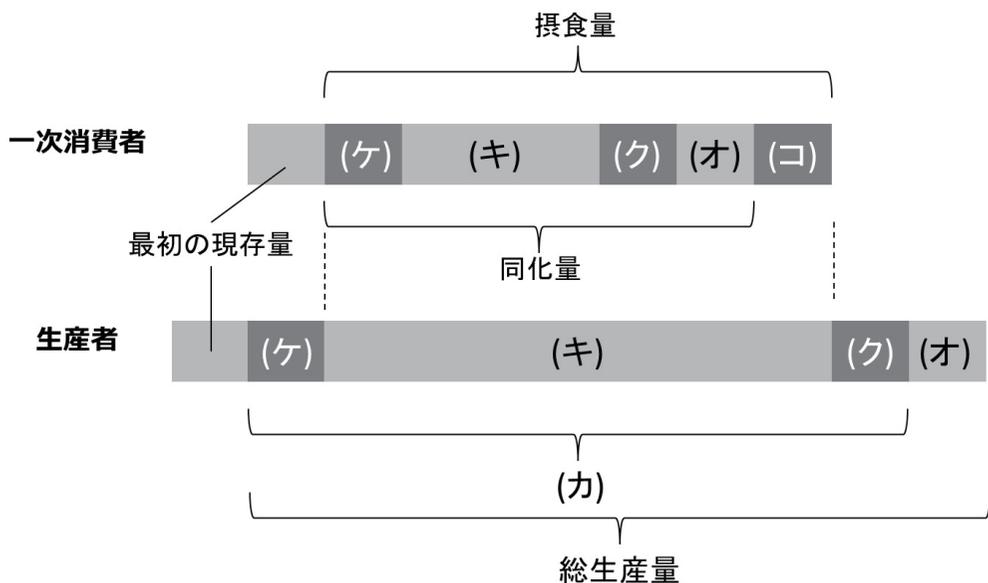


図6 生産者と一次消費者の有機物の収支

問5 本文と図6の(オ)～(コ)にあてはまる最も適切な語を、次の①～⑥からそれぞれ1つずつ選び、解答欄 ～ にマークしなさい。

- | | | |
|----------|-------|--------|
| ① 不消化排出量 | ② 被食量 | ③ 純生産量 |
| ④ 枯死・死滅量 | ⑤ 呼吸量 | ⑥ 成長量 |

問6 表1は、ある湖沼におけるエネルギー量を栄養段階ごとに示したものである。表の(サ)～(ソ)にあてはまる適切な数値を、解答欄 **H** に解答例のように記しなさい(単位は不要)。なお、表1において、一次消費者の不消化排出量は無視できるものとしている。また、エネルギー効率は以下の計算式で表される。

$$\text{生産者のエネルギー効率 (\%)} = \frac{\text{総生産量}}{\text{生態系に入射した太陽光エネルギー量}} \times 100$$

$$\text{一次消費者のエネルギー効率 (\%)} = \frac{\text{一次消費者の同化量}}{\text{生産者の総生産量}} \times 100$$

解答例：

H	(サ) 800
	(シ) 39
	(ス) 0.8
	(セ) 103
	(ソ) 6

栄養段階	総生産量 (同化量)	呼吸量	純生産量	被食量	枯死・ 死滅量	成長量	エネルギー 効率 (%)
太陽光エネルギー	500000*						
生産者	500	100	(サ)	65	10	325	(シ)
一次消費者	(ス)	20	45	14	1	(セ)	(ソ)

表1：湖沼におけるエネルギー収支の例 (単位 J/(cm²・年)) * 入射光のエネルギー

- 6 生命の起源とその陸上への進出に関する以下の文を読み、問1～9に答えなさい
(解答欄 ア～チ)。

今から46億年前に誕生した地球では、生命が出現するまでの間、^(A)単純な分子から生命体の元となる有機物が生成したと考えられる。この過程は(ア)進化と呼ばれる。この有機物を利用することで、まず海洋において原核生物が誕生したとされる。原始地球の気中には O_2 はほとんど存在しておらず、したがって、初期の原核生物は酸素に依存しない代謝系をもっていたと考えられる。現存する生物で酸素を用いないエネルギー生成系を有するものとして、^(B)嫌気性従属栄養細菌や^(C)緑色硫黄細菌が挙げられる。やがて、原始生物の中に酸素発生型の光合成を行うシアノバクテリアが出現し、海水中に多量の O_2 を放出した。 O_2 は最初、(イ)と反応した結果、(ウ)として沈殿し、堆積した。シアノバクテリアの活動の痕跡は、(エ)と呼ばれる層状構造をもつ岩石から発見されている。 O_2 はやがて、海水に蓄積し始め、それに伴い、呼吸によりエネルギーを獲得する好気性従属栄養生物が繁栄した。^(D)細胞内共生説によると、その後、宿主となる細胞に原核生物が共生し、^(E)ミトコンドリアや葉緑体へと進化することで、真核生物が誕生したとされる。特に O_2 発生型の光合成を行う真核生物、つまり^(F)藻類が今から5.4億年以前の先カンブリア時代に出現し、繁栄し始めたのに伴い、古生代のカンブリア紀には大気中の O_2 濃度が増加し、有害な紫外線をさえぎる(オ)層が成層圏に形成された。これにより、生物が海水から陸上へと進出し、繁栄する下地ができた。例えば、植物の場合、古生代ではカンブリア紀以降、温暖で湿潤な(カ)紀にシダ植物が繁栄した。高温、乾燥の時期が続いた中生代では(キ)紀に裸子植物が、さらに寒冷、乾燥の地域が広がった新生代に入ると^(G)被子植物が繁栄した。

- 問1 本文中の(ア)～(エ)にあてはまる最も適切な語を次の①～⑨からそれぞれ1つずつ選び、解答欄 ア～エ にマークしなさい。

- | | | |
|-----------|------------|------------|
| ① 酸化鉄 | ② 石灰石 | ③ 鉄イオン |
| ④ 炭酸カルシウム | ⑤ 化学 | ⑥ 分子 |
| ⑦ 共 | ⑧ ストロマトライト | ⑨ カルシウムイオン |

問2 本文中の(オ)～(キ)にあてはまる最も適切な語を次の①～⑨からそれぞれ1つずつ選び、解答欄 オ～キ にマークしなさい。

- | | | |
|------------------|-------------------|--------------------|
| ① シルル | ② CO ₂ | ③ ジュラ |
| ④ O ₃ | ⑤ 第四 | ⑥ H ₂ O |
| ⑦ 石炭 | ⑧ オルドビス | ⑨ 石油 |

問3 下線部(A)を実証した実験として最も適切なものを、次の①～⑤から1つを選び、解答欄 ク にマークしなさい。

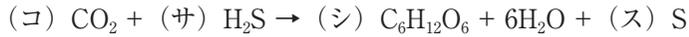
- ① ミラーは、H₂、H₂O、SO₂、CH₄から構成される混合ガスにおいて、高電圧による放電により、アミノ酸が生成することを見出した。
- ② ミラーは、H₂、H₂O、NH₃、CH₄から構成される混合ガスにおいて、高電圧による放電により、アミノ酸が生成することを見出した。
- ③ ミラーは、H₂、H₂O、SO₂、Pから構成される混合ガスにおいて、高電圧による放電により、アミノ酸が生成することを見出した。
- ④ ミラーは、H₂、H₂O、P、NH₃から構成される混合ガスにおいて、高電圧による放電により、アミノ酸が生成することを見出した。
- ⑤ ミラーは、H₂、H₂O、SO₂、NH₃から構成される混合ガスにおいて、高電圧による放電により、アミノ酸が生成することを見出した。

問4 下線部(B)に関して、嫌気性従属栄養細菌に認められる代謝を、次の①～⑥から2つを選び、解答欄 ケ にマークしなさい。

- ① $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_3H_6O_3$
- ② $C_6H_{12}O_6 + 6 H_2O + 6 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 12 H_2O$
- ③ $C_5H_{11}NO_2 + 6 O_2 \rightarrow NH_3 + 5 CO_2 + 4 H_2O$
- ④ $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$
- ⑤ $2 C_{57}H_{110}O_6 + 163 O_2 \rightarrow 114 CO_2 + 110 H_2O$
- ⑥ $CO_2 + 12 H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6 H_2O + 6 O_2$

問5 下線部 (C) の光合成を表した反応式1について、(コ) ~ (ス) にあてはまる最も適切な数字を、次の①~⑧からそれぞれ1つずつ選び、解答欄 ~ にマークしなさい。なお、同じものを何回選んでもよい。

反応式1



- | | | | |
|-----|-----|-----|------|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 |
| ⑤ 5 | ⑥ 6 | ⑦ 8 | ⑧ 12 |

問6 下線部 (D) の細胞内共生説に関する記述として適切なものを、次の①~⑥から 2つ 選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① 好気性細菌の細胞内に別の好気性細菌が共生し、後者がミトコンドリアへと進化した。
- ② 嫌気性細菌の細胞内に好気性細菌が共生し、後者がミトコンドリアへと進化した。
- ③ 好気性細菌の細胞内に嫌気性細菌が共生し、後者がミトコンドリアへと進化した。
- ④ 嫌気性細菌にシアノバクテリアが共生し、後者が葉緑体へと進化した。
- ⑤ 好気性細菌にシアノバクテリアが共生し、後者が葉緑体へと進化した。
- ⑥ 真核細胞にシアノバクテリアが共生し、後者が葉緑体へと進化した。

問7 下線部 (E) のミトコンドリアや葉緑体に関する記述として適切なものを、次の①~⑥から 2つ 選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① ミトコンドリアではクエン酸回路により O_2 が H_2O に変換され、一方、葉緑体ではカルビン・ベンソン回路により H_2O が O_2 に変換される。
- ② ミトコンドリアでは呼吸鎖電子伝達系により O_2 が H_2O に還元され、一方、葉緑体では光合成電子伝達系により H_2O が O_2 に還元される。
- ③ ミトコンドリアと葉緑体では共に、ATP合成酵素によりATPが合成される。
- ④ ミトコンドリアではクエン酸回路により、ATPとNADPHが生成する。
- ⑤ 葉緑体ではカルビン・ベンソン回路により、ATPとNADHが利用され、 CO_2 が固定される。
- ⑥ 葉緑体では、光合成電子伝達系の最終的な電子受容体は NADP^+ である。

問8 下線部 (F) の藻類についてあてはまる種を、次の①～⑥から2つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- | | | |
|--------|----------|---------|
| ① サンゴ | ② ネンジュモ | ③ アオミドロ |
| ④ クロレラ | ⑤ ウメノキゴケ | ⑥ ゾウリムシ |

問9 下線部 (G) に関する記述として適切なものを、次の①～⑥から3つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ① 雌しべにある胚珠は子房の中にあり、そのため乾燥などの環境ストレスに対する耐性が強い。このため、受精や種子形成が効率よく行われる。
- ② 雄しべにある胚珠は子房の中にあり、そのため乾燥などの環境ストレスに対する耐性が強い。このため、受精や種子形成が効率よく行われる。
- ③ 種子が果実に包み込まれているため、動物による種子の散布範囲が広がった。
- ④ 種子が胚珠に包み込まれているため、動物による種子の散布範囲が広がった。
- ⑤ 精細胞は花粉管により運ばれるため、受精時に外界の水を必要としない。
- ⑥ 卵細胞は花粉管により運ばれるため、受精時に外界の水を必要としない。

以下余白

