

生 物

〈受験学部・学科〉

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 遺伝情報の発現に関する以下の[1]と[2]の文を読み、問1～6に答えよ。(25点)

[1] DNAの塩基配列に存在する遺伝情報は、遺伝子が発現する過程において、^①RNAに転写された後、タンパク質へと翻訳される。真核生物のDNAは、核内で[A]に巻き付いたヌクレオソームとして存在する。ヌクレオソームは折りたたまれて、[B]という高次構造を形成する。[B]が密に折りたたまれた状態では転写が始まらないが、[B]がほどけた部分では、^②RNAポリメラーゼが[C]とともにプロモーターに結合できるようになり、遺伝子の転写が開始される。その際、二本鎖DNAのうち鋳型となる[D]鎖の塩基配列をもとに、RNAが合成される。

真核生物の遺伝子の塩基配列には、タンパク質へと翻訳されない[E]と翻訳される[F]の領域がある。転写によって合成されたmRNA前駆体は、[E]の領域が除かれ、[F]の領域がつながれるスプライシングの過程を経て、成熟したmRNAとなる。

一方、原核生物では、複数の機能をもつ複数の遺伝子が隣り合って存在し、オペロンとよばれる転写単位を構成する場合がある。その例として、大腸菌の^③ラクトースオペロンがある。

問1 文中の[A]～[F]にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～12から一つずつ選んでマークせよ。

- | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----------|
| 1. センス | 2. エキソン | 3. オペレーター | 4. アンチセンス |
| 5. 基本転写因子 | 6. リボソーム | 7. クロマチン | 8. パフ |
| 9. ヒストン | 10. リプレッサー | 11. イントロン | 12. ゲノム |

問2 下線部①について、RNA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

1～4から一つ選んでマークせよ。

1. リン酸，デオキシリボース，塩基によって構成される。
2. 構成する塩基は，アデニン，グアシン，チミン，シトシンである。
3. mRNA は，タンパク質と結合してリボソームを構成する。
4. tRNA は，アミノ酸をリボソームに運搬する。

問3 下線部②について、RNA ポリメラーゼによる転写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から一つ選んでマークせよ。

1. RNA ポリメラーゼは，複製開始点を認識して結合する。
2. 転写の終了を意味する終止コドン RNA ポリメラーゼが認識して，RNA 合成を終了する。
3. RNA を合成する際に，プライマーを必要とする。
4. RNA は自身の3' 末端から5' 末端に向けて合成される。
5. 転写の際に鋳型となる DNA 鎖のアデニンには，RNA のウラシルが結合する。

問4 下線部③について、ラクトースオペロン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から一つ選んでマークせよ。

1. ラクトースがないとき，オペレーターにリプレッサーが結合している。
2. リプレッサーがオペレーターに結合していると，RNA ポリメラーゼがプロモーターに結合できないため3種類の酵素遺伝子の転写が始まらない。
3. ラクトースがあるときには，プロモーターにラクトースの代謝産物が結合することで，リプレッサーが結合できなくなる。
4. グルコースが十分に存在する場合は，ラクトースオペロンの転写は抑制される。
5. ラクトースはラクトースオペロンの産物である酵素によって，グルコースとガラクトースに分解される。

[2] ある遺伝子を含む DNA 断片を取り出し，別の DNA につないで細胞に導入することを 遺④
伝子組換えという。遺伝子組換えには，DNA 断片の切断，連結，さらに細胞導入のための技
 術が必要となる。[G] で目的の遺伝子を含む DNA 断片とプラスミドを切断し，両者を混合
 すると，塩基どうしは [H] 結合を形成する。さらに [I] を用いることで同じ突出末端部分を
 連結できる。

問5 文中の [G] ～ [I] にあてはまる語句はどれか。最も適当な組み合わせを1～12から一つ
 選んでマークせよ。

選択肢	[G]	[H]	[I]
1	DNA リガーゼ	水素	DNA ヘリカーゼ
2	DNA リガーゼ	水素	制限酵素
3	DNA ヘリカーゼ	水素	DNA リガーゼ
4	DNA ヘリカーゼ	水素	制限酵素
5	制限酵素	水素	DNA リガーゼ
6	制限酵素	水素	DNA ヘリカーゼ
7	DNA リガーゼ	ペプチド	DNA ヘリカーゼ
8	DNA リガーゼ	ペプチド	制限酵素
9	DNA ヘリカーゼ	ペプチド	DNA リガーゼ
10	DNA ヘリカーゼ	ペプチド	制限酵素
11	制限酵素	ペプチド	DNA リガーゼ
12	制限酵素	ペプチド	DNA ヘリカーゼ

問6 下線部④について、以下のa～eのうち、遺伝子組換えに関する記述として誤っているものはどれか。最も適当な組み合わせを1～10から一つ選んでマークせよ。

- a. プラスミドを大腸菌に導入することで、目的の遺伝子を増やすことができる。
- b. ベクターとなるプラスミドは、一般的に直鎖状のDNAである。
- c. アグロバクテリウムという細菌に目的の遺伝子を組み込んだプラスミドを導入し、植物への遺伝子導入を行う技術がある。
- d. 大腸菌で発現するプロモーターと遺伝子を連結したプラスミドを用いることで、目的のタンパク質を大量に合成できる。
- e. ゲノム編集は、多数の塩基配列を高速に読む技術である。

- | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 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) |

Ⅱ 植物の環境応答に関する以下の[1]と[2]の文を読み、問1～7に答えよ。(25点)

[1] 野生の植物の開花時期は、種ごとに毎年ほぼ一定である。このことは、季節の移り変わりとともに変化する環境要因が花芽の形成に関係することを示している。そのような環境要因には、温度や日長などが考えられる。

植物は、日長への反応によって短日植物と長日植物と①中性植物に分けられる。短日植物とは、花芽の形成に連続する一定時間よりも[A]を必要とする植物のことである。イネや[B]は、短日植物であることが知られている。これらの多くは、日本では7～8月に花芽を形成する。

古くから、光の影響を受けて植物の開花を誘導する②フロリゲンが存在すると考えられてきた。多くの研究者の努力にもかかわらず、フロリゲンの実体は長らく不明のままであったが、今世紀初頭に、③シロイヌナズナの突然変異体の解析などから、*FT* (*Flowering Locus T*) 遺伝子がコードするタンパク質が開花を誘導するはたらきをもつことが明らかとなった。長日植物であるシロイヌナズナを短日条件で育成した後に開花条件下に置くと、まもなく *FT* タンパク質の合成が盛んになり、やがて茎頂分裂組織へと移行した *FT* タンパク質は、受容体タンパク質と結合して、花芽の形成に関わる様々な遺伝子の発現 (mRNA の転写) を誘導する。

問1 文中の [A] にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～4から一つ選んでマークせよ。

1. 長い暗期 2. 短い暗期 3. 長い明期 4. 短い明期

問2 文中の [B] にあてはまる植物はどれか。最も適当なものを1～5から一つ選んでマークせよ。

1. アサガオ 2. コムギ 3. ホウレンソウ 4. ダイコン 5. トマト

問3 下線部①について、中性植物の定義として正しいものはどれか。最も適当なものを1～4から一つ選んでマークせよ。

1. 花芽形成には、1日に連続する約12時間の暗期が必要な植物。
2. 花芽形成には、1日に合計で約12時間の暗期が必要な植物。
3. 花芽形成には、1日に一定の光量が必要な植物。
4. 花芽形成に日長が影響しない植物。

問4 下線部②について、以下のa～eのうち、フロリゲンに関する記述として正しいものはどれか。最も適当な組み合わせを1～10から一つ選んでマークせよ。

- a. 日長に関係なく、葉で合成される。
- b. 主に根で合成される。
- c. 合成された器官から、師管を通して茎頂へと移行する。
- d. 短日植物でも合成される。
- e. 茎頂におけるフロリゲンの受容体は、フォトトロピンである。

- 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5 下線部③について、*FT* 遺伝子の発見に用いられたシロイヌナズナの突然変異体は、*FT* 遺伝子の機能を失ったものである。この変異体の性質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1～4から一つ選んでマークせよ。

- 1. 開花時期が通常のシロイヌナズナよりも著しく早い。
- 2. 開花時期が通常のシロイヌナズナと同じくらいだが、種子をつくる能力を欠いている。
- 3. 開花時期が通常のシロイヌナズナと同じくらいだが、開花している期間が短い。
- 4. 開花時期が通常のシロイヌナズナよりも著しく遅い。

[2] 生物が日長に反応する性質を光周性という。光周性についての情報が不明の2種の植物 C と植物 D を、図の三つの日長条件で育成したところ、以下の1～3の結果が得られた。

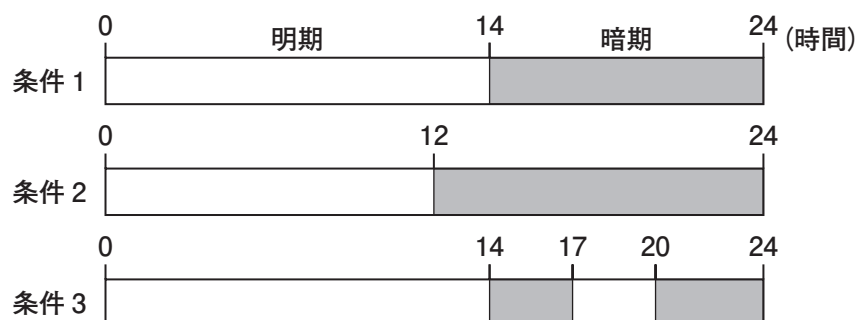


図 日長条件

1. 連続14時間明期，10時間暗期の条件（図の条件1）下での育成で，植物 C と植物 D はともに花芽を形成しなかった。
2. 連続12時間明期，12時間暗期の条件（図の条件2）下での育成で，植物 C は花芽を形成し，植物 D は花芽を形成しなかった。
3. 連続14時間明期，3時間暗期，3時間明期，4時間暗期の条件（図の条件3）下での育成で，植物 C は花芽を形成せず，植物 D は花芽を形成した。

問6 上記の結果から，植物 C と植物 D はそれぞれ短日植物と長日植物のどちらであるか。最も適当な組み合わせを1～4から一つ選んでマークせよ。

選択肢	植物 C	植物 D
1	短日植物	短日植物
2	短日植物	長日植物
3	長日植物	短日植物
4	長日植物	長日植物

問 7 連続15時間明期，9 時間暗期の条件下で育成した場合の，植物 C と植物 D の花芽形成に関する記述として，最も適当な組み合わせを 1 ～ 6 から一つ選んでマークせよ。

選択肢	植物 C	植物 D
1	花芽形成する	花芽形成する
2	花芽形成する	花芽形成しない
3	花芽形成しない	花芽形成する
4	花芽形成しない	花芽形成しない
5	花芽形成する	花芽形成するのかどうか判定できない
6	花芽形成しない	花芽形成するのかどうか判定できない

Ⅲ 生体膜に関する以下の文を読み、問1～5に答えよ。(25点)

細胞、および、真核細胞の核、ミトコンドリア、葉緑体などの多くの細胞小器官では、生体膜^①によって内部と外部が隔てられている。生体膜は、親水性の部分と疎水性の部分をもつ分子である[A]が集まってできている。生体膜において[A]は、安定した状態^②で二層に並んで生体膜を形成している。生体膜の[A]や、そこに埋まったタンパク質^③は、膜内を移動できる。このような構造様式を[B]とよぶ。また、真核生物において分泌小胞は、内部に含まれるタンパク質を、細胞膜との融合を介した[C]により放出する。

細胞や多くの細胞小器官では、生体膜^④を介した物質の出入りが行われている。ただし、すべての物質が生体膜を自由に通過できるわけではなく、膜上の物質輸送に関わるタンパク質によって特定の物質が生体膜を通過する。この性質のことを[D]とよぶ。細胞膜上には、輸送タンパク質以外にも、外部からの刺激を受け取るタンパク質である[E]が存在しており、これを介して細胞外の情報を細胞内部に伝えている。

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1～10から一つずつ選んでマークせよ。

- | | | |
|---------------|-----------|-------------|
| 1. 全透性 | 2. 原形質流動 | 3. 糖質コルチコイド |
| 4. エンドサイトーシス | 5. シグナル物質 | 6. 選択的透過性 |
| 7. 流動モザイクモデル | 8. リン脂質 | 9. 受容体 |
| 10. エキソサイトーシス | | |

問2 下線部①について、以下の(1)と(2)の問いに答えよ。

(1) 生体膜によって隔てられている細胞小器官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から一つ選んでマークせよ。

1. ミトコンドリアは、ATPを合成する。
2. リソソームは、細胞内のタンパク質などの物質の分解にかかわる。
3. ゴルジ体では、翻訳によりタンパク質が合成される。
4. 葉緑体では、有機物が合成される。
5. 発達した液胞は、植物細胞にみられる。

- (2) 真核生物における細胞の構造体の例を、以下のとおりに示した。一重の生体膜をもつ細胞の構造体と、二重の生体膜をもつ細胞の構造体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から一つ選んでマークせよ。

選択肢	一重の生体膜をもつ細胞の構造体	二重の生体膜をもつ細胞の構造体
1	小胞体	液胞
2	核	ゴルジ体
3	ミトコンドリア	核
4	小胞体	ミトコンドリア
5	ゴルジ体	リソソーム
6	液胞	小胞体

- 問3 下線部②について、生体膜の構造や特徴に関する正しい記述はどれか。最も適当なものを1～4から一つ選んでマークせよ。

1. 生体膜の厚さは、5～10 μm ほどである。
2. 構成分子の疎水性の部分が向き合って、二重層を形成している。
3. 構成分子の親水性の部分が外側に向いているため、水分子が通過しやすい。
4. 脂質に溶けやすい物質は、通過しにくい。

- 問4 下線部③について、以下のa～dのうち、生体膜に埋まっているタンパク質として正しいものはどれか。最も適当な組み合わせを1～6から一つ選んでマークせよ。

- a. アクアポリン
- b. インスリン
- c. ATP合成酵素
- d. ダイニン

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

問5 下線部④について、生体膜を通過する物質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から一つ選んでマークせよ。

1. 酸素や二酸化炭素は極性をもつ分子であるため、生体膜を通過できない。
2. ナトリウムイオンチャネルは、ATPを使用してナトリウムイオンを能動的に輸送する。
3. 水分子はポンプによって、能動的に輸送される。
4. グルコースは輸送体によって、生体膜を通過する。
5. 細胞外の抗体は、自由に生体膜を通過できる。

Ⅳ ヒト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)

ヒトは体外の環境が変化しても、^① 体内環境を一定の範囲内に保つしくみがあり、これを [A] という。体内環境におけるイオン、酸素、血糖の濃度や体温などは、さまざまな器官のはたらきによって、意識とは無関係に一定の範囲内に保たれている。例えば体温調節において、体温が下がると体温低下の情報が中枢へ伝えられ、体温を上昇させるような調節がとられる。逆に体温が上昇すると、[B] などによって体温を下げるような応答がとられる。

ヒトには、からだを守る ^② 生体防御 というしくみが備わっている。生体防御のうち、様々な防御をすり抜けて体内に侵入した異物を非自己として認識し、除去するしくみを免疫という。この免疫を利用した医療への応用例として、インフルエンザ、新型コロナウイルスなどに対する [C] を用いた予防接種がある。

感染症の原因となる微生物やウイルスを病原体とよび、ヒトは常に病原体の侵入の脅威にさらされている。^③ 血液 には傷口をふさぐしくみが備わっており、出血を防ぎ、病原体が傷口から血管を通して全身に回ってしまう危険性を防いでいる。血液は体液の一部である。^④ 体内の細胞間を満たす液体である体液 には、血液のほかに、[D] およびリンパ液がある。

問1 文中の [A] ～ [D] にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～8から一つずつ選んでマークせよ。

- | | | | |
|---------|--------|-------------|--------|
| 1. 内服薬 | 2. 発汗 | 3. 筋収縮（ふるえ） | 4. 恒温性 |
| 5. ワクチン | 6. 組織液 | 7. ホルモン | 8. 恒常性 |

問2 下線部①について、以下のa～dのうち、体内環境を一定に保つしくみに関する記述として、正しいものはどれか。最も適当な組み合わせを1～6から一つ選んでマークせよ。

- a. 健康なヒトの空腹時の血糖濃度は、通常、血液 100 mL あたり 70～110 mg に保たれている。
- b. 血糖濃度が低下すると、すい臓のランゲルハンス島 B 細胞からグルカゴンが分泌される。
- c. グルカゴンによりグルコースからグリコーゲンへの変換が促され、血糖濃度が上昇する。
- d. 組織液は、細胞に栄養分を供給し、細胞から老廃物を受け取る。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| 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、生体防御に関して、(1)～(3)の問いに答えよ。

- (1) 表は生体防御についてまとめたものである。表中の ア ～ オ にあてはまる語句として、最も適当なものを1～8から一つずつ選んでマークせよ。

表 生体防御

生体防御				
物理的な防御 (注)	化学的な防御 (注)	自然免疫	ア 免疫	
皮膚 イ など	ウ 胃酸 など	好中球 エ NK細胞 (ナチュラルキラー細胞) など	オ 性免疫	体液性免疫

注：物理的な防御，化学的な防御を自然免疫に含める考え方もある

- | | | |
|------------|-------------------------|------------|
| 1. 細胞 | 2. 水 (H ₂ O) | 3. 粘膜 |
| 4. マクロファージ | 5. リゾチーム | 6. 適応 (獲得) |
| 7. 特異的 | 8. 人工 | |

- (2) 物理的・化学的防御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から一つ選んでマークせよ。

1. 気管では、リンパ液の流れによって、異物を肺から口へ向かう方向へと押し出している。
2. 粘膜の表面は、粘液によって覆われ、保護されている。
3. くしゃみやせきは、異物除去に役立っている。
4. 涙には、細菌の細胞壁を分解する酵素が含まれ、殺菌作用がある。

(3) 以下の a～d のうち、免疫に関する記述として正しいものはどれか。最も適当な組み合わせを 1～6 から一つ選んでマークせよ。

- a. キラー T 細胞は、感染細胞を攻撃する。
- b. ヘルパー T 細胞は、B 細胞により活性化されて形質細胞となり、抗体を産生する。
- c. 樹状細胞は、異物を取り込んで分解し、分解物を細胞の表面に提示する。
- d. 抗原は、特定の抗体に特異的に結合し、異物の排除を促進する。

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

問 4 下線部③について、以下の a～d のうち、血液の成分とそ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。最も適当な組み合わせを 1～6 から一つ選んでマークせよ。

- a. 血液には、赤血球、白血球、血小板、血しょうが含まれる。
- b. 血ぺいには、赤血球が含まれる。
- c. 血液が凝固する過程では、傷口にまずフィブリンが生じ、次に血小板が集まることで、血ぺいができる。
- d. 血ぺいは、組織が再生されたのち、食細胞によって排除される。

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

問 5 下線部④について、体液の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 1～4 から一つ選んでマークせよ。

- 1. 体液の循環は、主に血液による循環とリンパ液による循環からなる。
- 2. リンパ液は、血液と合流する。
- 3. 全身を巡った血液は、大静脈から右心房に流れ込む。
- 4. 血液を循環させるはたらきをもつ心臓の拍動は、副交感神経により促進される。