

問題・解答 用紙番号	36
---------------	----

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	3科目型と2科目型の併願受験者
理工学部, 薬学部, 看護学部, 農学部【理系型】	
2科目型 受験者	
理工学部(生命科学科), 看護学部, 農学部【理系型】	

問題は100点満点で作成しています。

I DNA の複製と増幅に関する以下の[1]～[2]の文を読み、問1～6に答えよ。(25点)

- [1] 遺伝子の本体がDNAであると認められ、^①DNAの二重らせん構造モデルが提唱されると、続いてDNAの複製のしくみを明らかにする研究がなされた。メセルソンとスタールは、¹⁴Nとその安定同位元素である¹⁵N(¹⁴Nより質量が大きい)を使って、DNAの複製のしくみに関する研究を行った。大腸菌を、¹⁵Nを窒素源とする培地で何世代も培養し、DNAに含まれるほとんどすべての窒素を¹⁵Nに置き換えた。その後、この大腸菌を¹⁴Nのみを含む培地で数世代にわたり培養を行った。その間、世代ごとに大腸菌からDNAを回収し、塩化セシウム密度勾配遠心法を用いて解析を行った。密度勾配法では遠心力と拡散の平衡により塩化セシウムの密度勾配ができる。DNAは、遠心管内でDNAの密度と溶液の密度が一致する部位で単一の層を形成する。これを適当な染色法で染めると、**図1**のようにDNAがバンドとして検出される。バンドの位置はDNAに含まれる同位体の量の違いを、バンドの太さはDNAの量の違いを示している。

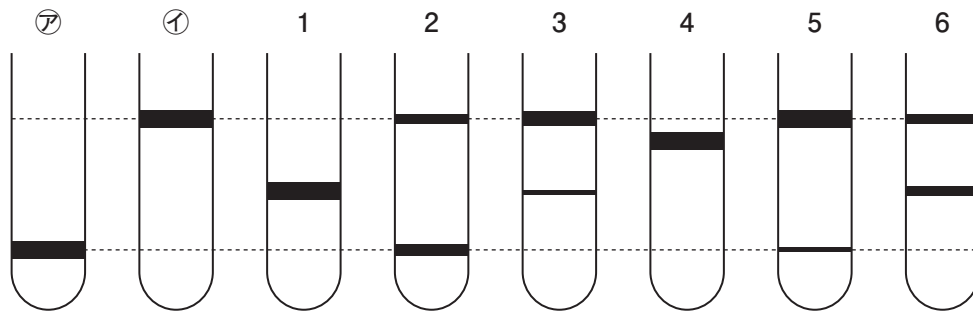


図 1

なお、DNA の複製に関して、当初、以下の三つの仮説が考えられていた。

仮説 A. 分散的複製説：親世代の DNA が断片化すると共に、同様な DNA 断片が新たに合成され、それらが組み合わさって完全な DNA 鎖ができていく。

仮説 B. 半保存的複製説：2 本鎖 DNA がほどけ、それぞれの DNA 鎖に対して相補的な DNA 鎖が合成されていく。

仮説 C. 保存的複製説：DNA の 2 本鎖は常に保存され、子世代の DNA 鎖が新たに合成されていく。

問 1 図 1 の㉗のバンドは ^{15}N のみをもつ DNA 層の位置を、㉘のバンドは ^{14}N のみをもつ DNA 層の位置を示している。DNA に含まれるほとんどすべての窒素を ^{15}N に置き換えた大腸菌を、図 2 に示すように ^{14}N のみを含む培地で 3 回目の複製まで培養して DNA を得た。この DNA を塩化セシウム密度勾配遠心法で分離すると、どのような結果になるか。A~C のそれぞれの仮説にあてはめて推定し、それぞれの結果として最も適当なものを図 1 の 1~6 から一つずつ選んでマークせよ。ただし、複製途中の DNA は、この実験結果には含まれないものとする。また、A の分散的複製説において、親世代の DNA の断片化は均一に行われるものとする。

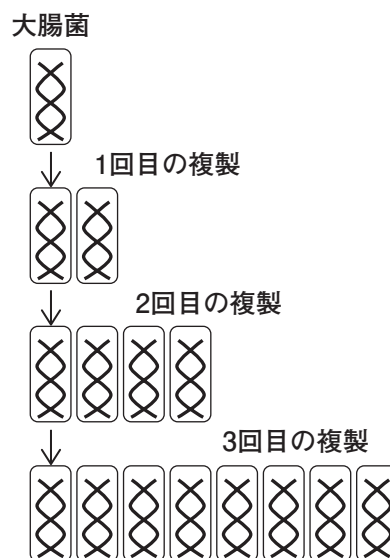


図 2

問2 下線部①について、DNAの構造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. DNAはリボースという糖、リン酸および塩基から構成されるヌクレオチドからなる。
2. ヌクレオチドどうしは、塩基が隣接するヌクレオチドのリン酸と結合することで鎖状の構造をしている。
3. 二重らせん構造をとる2本のヌクレオチド鎖は、互いの塩基どうしが水素結合で結びついている。
4. 塩基間の結合の強さは、いずれの塩基の組み合わせでも同じである。

[2] PCR法（ポリメラーゼ連鎖反応法）は、特定のDNA領域を増幅する方法である。PCR法に必要なものは、鋳型DNA、プライマー（化学合成した1本鎖DNAで、鋳型DNAの相補鎖を合成するときの起点となる）、耐熱性DNAポリメラーゼおよび4種類のヌクレオチド（A、T、G、C）である。この反応は、（1）熱変性による鋳型DNAの解離、（2）1本鎖となった鋳型DNAとプライマーの結合、（3）プライマーを出発点としたDNAの伸長、からなる
③ （1）～（3）のステップを1サイクルとして、数サイクル～数十サイクル繰り返すことで、
④ 短時間に多量のDNA断片を増幅できる。

問3 下線部②について、次の記述のうち誤っているものはどれか。最も適当なものを1～4から一つ選んでマークせよ。

1. PCR法で用いられるDNAポリメラーゼは、高温の環境下で生育する耐熱性細菌から見つかった。
2. 2本鎖DNAを1本鎖DNAに解離するときの温度は、約95℃である。
3. PCR法は医療現場において、ヒトのウイルス感染検査にも応用されている。
4. PCR法におけるDNA断片の伸長反応は、通常30℃以下で行われる。

問4 下線部③について、図3の2本鎖DNAを鋳型とし、四角で囲んだDNA領域に対応するプライマーを化学合成してPCR法を行う場合、必要な2種類のプライマーはa～eのどれか。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。

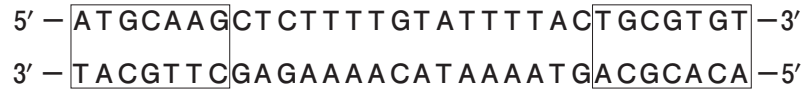


図3

- a. 5' -ATGCAAG-3' b. 5' -TACGTTTC-3'
 c. 5' -TGCGTGT-3' d. 5' -TGTGCGT-3'
 e. 5' -ACACGCA-3'

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④について、PCR法を5サイクル行くと、理論上、DNA断片は何倍に増幅されるか。最も適当なものを1～5から一つ選んでマークせよ。

1. 10倍 2. 16倍 3. 25倍 4. 32倍 5. 50倍

問6 PCR法によって増幅したDNA断片の長さを識別する手法として、アガロースゲルを用いた電気泳動法がある。電気泳動法に関する以下の記述のうち、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. アガロースゲル中では、DNA断片が長いほど泳動中の移動速度が速い。
 b. DNA断片は水溶液中で負に荷電するため、電圧をかけると陽極へ移動する。
 c. 目的のDNA断片の長さを推定するためには、長さがわかっているDNA断片を同時に1種類泳動しておけばよい。
 d. 電気泳動法に用いる緩衝液は、泳動中の急激な温度変化を防ぐためのものである。
 e. 泳動後にDNA断片を染色して複数のバンドが検出された場合、複数の異なる長さのDNA断片が混在していることを示している。

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)

Ⅱ 生態系に関する以下の[1]～[2]の文を読み、問1～7に答えよ。(25点)

[1] 生態系は、ある一定地域で生活する同じ生物種の個体の集まりである個体群と、それによって構成される生物群集、および温度や土壌などの [A] からなる。一定の空間あたりの個体数を ① 個体群密度 という。個体群密度が高くなると、限られた食物や生活空間などの資源をめぐって個体間の種内競争が激しくなる。個体群密度の変化は、産卵数や死亡率、形態の変化以外にも、生理、行動などを顕著に変化させることがある。個体群密度に応じて、同一種の形態や行動に違いや変化が生じることを [B] という。個体群密度が [C] ときの状態を孤独相、[D] ときの状態を群生相という。② 個体群の大きさや個体群密度を推定する方法として、[E] 動物や、植物の個体数の推定には区画法が用いられる。また [F] 動物の個体数の推定には、標識再捕法が用いられる。

問1 文中の [A] ～ [F] にあてはる語句はどれか。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. あまり移動しない | 2. 相変異 | 3. 行動範囲が広い | 4. 生物的な環境 |
| 5. 非生物的環境 | 6. 高い | 7. 低い | 8. 生育環境 |
| 9. 一定である | 10. 変動する | 11. 恒温 | 12. 変温 |

問2 下線部①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から一つ選んでマークせよ。

- a. 自然界では、個体群密度の変化にともなって、個体群を構成する個体の発育が変化することがある。
- b. 単位面積あたりの最終的な植物の個体群全体の収量（重さ）は、個体群密度の大きさによって変化する。
- c. 個体群密度の上昇によって、個体の成長が抑制される現象を、アリー効果という。
- d. 群れをつくることは個体に利益があるが、一方で不利益もある。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| 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、トノサマバツタの個体群密度の変化による次のア～エの特徴と、孤独相、群生相の型との関係について、最も適当な組み合わせを1～8から一つ選んでマークせよ。

- ア. 集合性がない
- イ. 移動性が高い
- ウ. 後肢が長い
- エ. 体長に対して前翅（まえばね）が長い

選択肢	ア	イ	ウ	エ
1	孤独相	群生相	孤独相	孤独相
2	孤独相	孤独相	群生相	孤独相
3	孤独相	群生相	孤独相	群生相
4	孤独相	孤独相	群生相	群生相
5	群生相	群生相	群生相	孤独相
6	群生相	群生相	孤独相	孤独相
7	群生相	孤独相	群生相	群生相
8	群生相	孤独相	孤独相	群生相

問4 下線部③について、以下の(1)～(2)の問いに答えよ。

- (1) ある植物種の生育区域において、この生育区域の区画 10 m^2 あたりの、この植物種の個体数は28個体であった。この生育区域の面積が $1,850 \text{ m}^2$ であるとき、この生育区域における植物の全個体数の区画法による推定数としてあてはまる整数を0～9から選んでマークせよ。全個体数の推定数は、 個体である。ただし、千の位の数字が存在しないときは、千の位に0（ゼロ）をマークせよ。

(2) ある池のフナの子の全個体数を調べた。投網を使ってフナを98個体捕獲し、それぞれに標識をつけてその場で放流した。3日後、投網を使って144個体のフナを捕獲したところ、18個体に標識が認められた。この結果から、この池の標識再捕法による全個体数の推定数としてあてはまる整数を0～9から選んでマークせよ。全個体数の推定数は、 個体である。ただし、百の位の数字が存在しないときは、百の位に0(ゼロ)をマークせよ。

[2] 生態系では、主に植物や藻類によって ① 光合成が行われ、無機物から有機物が合成されている。これら植物などの生物を生産者といい、生産者が生産した有機物を直接または間接的に取り込んで、栄養源とする生物を消費者とよぶ。消費者には、植物を食べる植物食性動物や、その植物食性動物を食べる動物食性動物がいる。このように生態系を構成する生物には、② 捕食と被食の関係がみられ、一連の鎖のようにつながっている。このつながりを という。実際には、自然界に生息する生物は極めて多く、直接的なつながりではなく、相互につながった複雑な関係になっており、それらの関係の全体を とよぶ。このように、生物群集を構成している個体群どうしは、互いに様々な関係をもっており、被食と捕食の関係のほかに、資源を奪い合う などがある。また、 の結果、一方の種が同じ場所で共存できなくなり、その空間からいなくなることがあり、この現象を という。

問5 次の設問(1)および(2)に答えよ。

(1) 文中の ～ 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. 栄養段階 | 2. 種間競争 | 3. 物質循環 | 4. 物質生産 |
| 5. 食物網 | 6. 食物連鎖 | 7. 生態的地位 | 8. 競争的排除 |

(2) 下線部①のような生産者による過程を何とよぶか。最も適当な語句を(1)の選択肢1～8から一つ選んでマークせよ。

問6 下線部①を代表とするはたらきの名称として最も適当な語句を1～5から一つ選んでマークせよ。

- | | | | | |
|---------|-------|-------|-------|-------|
| 1. 窒素固定 | 2. 脱窒 | 3. 異化 | 4. 呼吸 | 5. 同化 |
|---------|-------|-------|-------|-------|

問7 下線部②において、生態系における生産者、一次消費者および分解者にあてはまる生物として最も適切な組み合わせを1～6から一つ選んでマークせよ。

	生産者	一次消費者	分解者
1	カラスノエンドウ	クモ	スズメ
2	ブナ	ウサギ	タカ
3	細菌	ムカデ	モズ
4	トノサマバッタ	シジユウカラ	ミミズ
5	ミミズ	スズメ	イヌワシ
6	イネ	トノサマバッタ	細菌

Ⅲ

植物の発芽や初期生育の制御に関する[1]～[2]の文を読み、問1～5に答えよ。(25点)

[1] 図1のように、プラスチック容器にリンゴ果実と、初期生育に必要な水分を染みこませたろ紙上にブロッコリーの種子を置いたシャーレを用いた実験を行った。

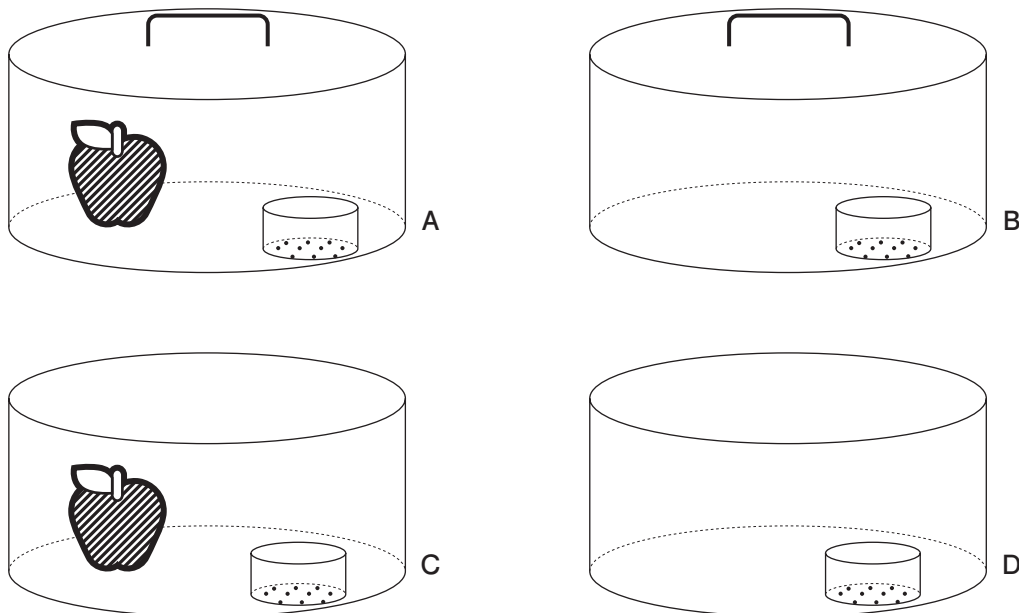


図1 リンゴ果実がブロッコリーの初期生育におよぼす影響の評価
AとBは上部にふたがあるが、CとDは上部にはふたはない。

問1 実験開始5日後、どのシャーレにおいても、発芽したブロッコリーに一定の初期生育が見られた。そのときの茎の(ア)長さ、(イ)太さについて、順番を正しく表したものはどれか。最も適当なものを1～9から一つずつ選んでマークせよ。なお、ふたの有無によらず、種子の呼吸に必要な酸素は得られるものとする。

- | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1. $A > B > C > D$ | 2. $A = B > C = D$ | 3. $A > C > B = D$ |
| 4. $C > A > B = D$ | 5. $B = D > C > A$ | 6. $B = D > A = C$ |
| 7. $C = D > A = B$ | 8. $D > B > C > A$ | 9. $A = B = C = D$ |

問2 上記の実験で、ブロッコリーの初期生育に影響をおよぼした物質名として最も適当なものを1～6から一つ選んでマークせよ。

- | | | |
|-----------|-----------|----------|
| 1. アブシシン酸 | 2. オーキシシン | 3. エタノール |
| 4. ジベレリン | 5. エチレン | 6. 葉酸 |

問3 問2で解答した物質の特徴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. 赤色光と遠赤色光の受容によりそれぞれ違った型になり、発芽の促進に影響する。
- b. 気体として存在する植物ホルモンで、体外に放出されて他の植物にも影響を与える。
- c. イネ苗の伸長成育を促進して正常な生育の苗より著しく草丈が高くなる。
- d. 細胞壁のセルロース繊維の並び方に影響し、細胞表面近くの微小管が並ぶ方向を縦方向に制御することから、細胞壁は横に伸びやすく肥大を促進する。
- e. 果実の成熟に深くかかわっており、生成により細胞壁分解酵素やデンプン分解酵素などの遺伝子の発現を誘導する。

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)

[2] 発芽後の植物の生育に関する以下の問いに答えよ。

問4 以下の文章の下線部A～Dには誤った記述が含まれている。それぞれについて、正しい場合は1を、誤っている場合は2をマークせよ。

発芽した植物は、地上部では茎を、地下部では根を伸ばして成長していく。茎の先端には、細胞分裂の活発な ア があり、ここで新たな細胞がつくられ、ア から押し出された細胞は 分裂を継続する。茎の伸長には周辺環境からの刺激が関与しており、植物ホルモンの一つである イ は、細胞壁の構造や性質を変化させ伸長生育を促すが、濃度が高い場合は伸長生育を阻害する。イ は 茎頂から離れた地面に近い葉で合成が盛んに行われる。また、茎の側面に ウ が当たった場合、イ の輸送タンパク質が ウ の 当たっている側に移動し、植物の地上部器官が ウ の当たる方向に屈曲する エ の オ を示す。

問5 問4の文中の ア ～ オ にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを次の1～12から一つずつ選んでマークせよ。

1. 茎頂分裂組織 2. 花芽 3. 新葉 4. 屈性
5. 傾性 6. オーキシシン 7. エチレン 8. 水
9. 風 10. 光 11. 正 12. 負

Ⅳ 神経細胞における情報の伝達と反応に関する次の文を読み、問1～5に答えよ。(25点)

静止状態にあるニューロンの内部では、外部に対して [A] 濃度が低く、 [B] 濃度が高くなっている。細胞膜の内外における [B] の濃度差によって膜電位が発生し、これを ① 静止電位 とよぶ。

ニューロンが刺激を受けると、膜電位は瞬間的に反転し、 ② 短い時間 でもとの状態に戻る。この膜電位の変化を [C] とよび、 [C] が発生することを興奮とよぶ。興奮が起こると、興奮部と隣接する静止部との間に電流が流れ、この電流が隣接部に興奮を生じさせることで、 ③ 軸索に沿って興奮が伝わる。

興奮が軸索末端に伝えられると、電位依存性チャンネルが開き [D] が神経終末内部に流入する。それにより、神経伝達物質がシナプス間隙に放出され、受容体に結合する。その結果、シナプス後細胞で膜電位の変化が引き起こされる。神経伝達物質によりシナプス後細胞に [A] が流入すれば、 [E] が発生する。

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1～8から一つずつ選んでマークせよ。

1. Na^+
2. K^+
3. Ca^{2+}
4. Cl^-
5. 活動電位
6. 跳躍伝導
7. 抑制性シナプス後電位 (IPSP)
8. 興奮性シナプス後電位 (EPSP)

問2 下線部①について、静止電位 (mV) の数値はおよそどれぐらいか。最も適当なものを1～4から一つ選んでマークせよ。

1. 30～60
2. -70～-60
3. -65～30
4. -60～-30

問3 下線部②について、膜電位の変化が生じる時間はおよそ何秒か。最も適当なものを1～4から一つ選んでマークせよ。

1. 0.003
2. 0.03
3. 0.001
4. 0.01

問4 下線部③について、有髄神経繊維と無髄神経繊維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. 有髄神経繊維では、活動電流はランビエ絞輪を伝導する。
2. 無髄神経繊維では、髄鞘が欠落している部分があり、その部分は電気を通しにくい。
3. 興奮は両方向に伝導する。
4. 興奮が終わりつつある部分は、しばらく刺激に反応できない。

問5 図1のようなニューロンに電極を挿入し、軸索に電気刺激を与えることにより興奮させた。軸索Eから繰り返し[E]が発生したとき、シナプス後細胞にどのような膜電位の変化が観察されると考えられるか。最も適当なものを1～4から一つ選んでマークせよ。ただし、図中の縦軸は膜電位、横軸は時間経過、矢印は[E]の発生、破線は閾値を示す。

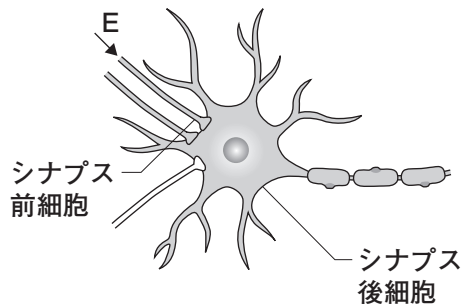


図1 ニューロン図

