

生 物

(注意) 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

1 遺伝情報に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

DNAには遺伝子としての情報が保存されており、その情報をもとに必要なに応じてタンパク質が合成される。タンパク質は20種類のアミノ酸が並んでできており、その並び方によって異なったりはたらくをする。タンパク質の種類は非常に多く、例えば大腸菌は約4,000種類、ヒトは約10万種類のタンパク質をもっている。細胞や組織が機能を発揮するためには、いろいろな物質が必要であるが、タンパク質はそれらの物質を作るときに酵素としてはたらくなど、生体内で重要な役割を担っている。遺伝子が実際にはたらくことを「する」という。遺伝子がすると、その遺伝子をもつ情報に従ってタンパク質が作られる。

DNAの塩基配列は、まず_amRNAという分子の塩基配列に写し取られる。この過程をとよぶ。次にmRNAの塩基配列はタンパク質のアミノ酸配列に変換される。この過程をとよぶ。このようなDNA→mRNA→タンパク質の一方向の遺伝情報の流れのことをという。の過程では、mRNAの_b3つの塩基の並び(コドン)が1つのアミノ酸を指定する。その際に、それぞれのコドンに対応した特定のアミノ酸が運ばれてくる。アミノ酸を運ぶのはとよばれる分子である。運ばれてきたアミノ酸はのはたらくにより互いにつながれていく。

問1 文章中の～に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑧の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- | | | | |
|------|-------|------|------|
| ① 進化 | ② 活性化 | ③ 発現 | ④ 起動 |
| ⑤ 発動 | ⑥ 翻訳 | ⑦ 転移 | ⑧ 転写 |

問2 文章中のに当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- | | | |
|--------|------------|-----------|
| ① 進化理論 | ② 遺伝セオリー | ③ 遺伝メカニズム |
| ④ 生物規則 | ⑤ セントラルドグマ | |

問3 文章中のに当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- | | | | | |
|--------|--------|---------|--------|--------|
| ① iRNA | ② cDNA | ③ mtDNA | ④ tRNA | ⑤ dNTP |
|--------|--------|---------|--------|--------|

問4 文章中の Ⅲ に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

カ

- ① 小胞体 ② ゴルジ体 ③ ミトコンドリア
④ 液胞 ⑤ リボソーム

問5 文章中の下線部 a に関する説明として誤っているものを、次の①～③の中から一つ選べ。

キ

- ① 含まれる糖はデオキシリボースである。
② 塩基のうち A (アデニン), G (グアニン), C (シトシン) は DNA と共通であるが, T (チミン) の代わりに U (ウラシル) が含まれている。
③ ふつうは一本鎖として存在する。

問6 下線部 b に関して、コドンが 64 通りあるのに対し、アミノ酸が 20 種類であることとの関連性を正しく説明している文章を、次の①～④の中から二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

ク ,

ケ

- ① コドンのいくつかは終止コドンであり、それらに対応するアミノ酸はない。
② いくつかのコドンは重複して同種のアミノ酸に対応している。
③ 限定された 20 種類以外のコドンを使用する生物はいない。
④ mRNA が合成される際に、全てが限定された 20 種類のコドンに変換される。

2 呼吸に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

呼吸は、解糖系、クエン酸回路、電子伝達系という3つの過程からなる。

解糖系

解糖系では、炭水化物などの呼吸基質が、細胞質基質に存在する酵素群によって、ア にまで分解される。この過程では反応に酸素は必要としない。呼吸基質の代表例としてグルコースが挙げられる。グルコースの分解過程では、ATPの分解を伴うリン酸化反応と、ATPの合成を伴う脱リン酸化反応が起こる。グルコース1分子あたり、A 分子のATPを消費してB 分子のATPを生じるので、差し引きC 分子のATPが作られることになる。解糖系の途中には酸化還元反応があり、脱水素酵素のはたらきによって化合物から水素と電子が奪われ、補酵素である NAD^+ に渡され、 NADH が生成する。この過程では、2分子の H_2O の放出がある。

問1 文章中のア に当てはまる物質の名称として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選べ。

- ① エタノール ② ピルビン酸 ③ 乳酸 ④ アミノ酸

ア

問2 文章中のA ～ C に入る数字の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選べ。

イ

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| ① | 1 | 2 | 1 |
| ② | 2 | 4 | 2 |
| ③ | 3 | 6 | 3 |
| ④ | 4 | 6 | 2 |

クエン酸回路

ピルビン酸がミトコンドリアの中に入り、脱水素酵素によって水素を奪われるとともに、脱炭酸酵素によって二酸化炭素を奪われる。続いて [ウ] と結合し、クエン酸になる。その後、いくつかの反応を経て、 [ウ] が生じる。クエン酸をつくるために消費された [ウ] が今度はクエン酸からつくられるという循環的な反応経路（クエン酸→イソクエン酸→ α -ケトグルタル酸→コハク酸→フマル酸→リンゴ酸→ [ウ] ）となっている。この一連の反応はクエン酸回路とよばれる。クエン酸回路でピルビン酸1分子が完全に分解されると二酸化炭素が合計3分子放出される。一方で、反応に2分子の H_2O が使われる。クエン酸回路で特に重要なのは、大量の還元型補酵素を生成することであり、1分子のピルビン酸から1分子の [エ] と4分子の [オ] が生成される。

問3 文章中の [ウ] ~ [オ] に当てはまる物質の名称として最も適当なものを、次の①~⑧の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- | | | | |
|---------|------------|--------|---------|
| ① フタル酸 | ② オキサロ酢酸 | ③ 乳酸 | ④ 酪酸 |
| ⑤ FADPH | ⑥ $FADH_2$ | ⑦ NADH | ⑧ NADPH |

電子伝達系

電子伝達系は、還元力の [カ] 物質から [キ] 物質に順次電子が伝達される酸化還元反応と、ATPの合成とを結びつけるシステムである。呼吸の電子伝達系は、ミトコンドリアの内膜に存在するタンパク質や補酵素で構成される。解糖系とクエン酸回路で生じた還元型補酵素は、ミトコンドリア内膜に運ばれ、 [ク] と電子を放出する。電子は電子伝達系を構成するタンパク質に次々に受け渡されていき、最後には酸素の還元に使われて [ケ] を生じる。電子が伝達される際には、このエネルギーを用いてミトコンドリアのマトリックス側から、内膜と外膜の間の空間へ [ク] が運ばれる。その結果、内膜を挟んで [ク] の濃度勾配が形成されることになる。そうすると [ク] は濃度の高い膜間の空間から濃度の低いマトリックスに流れこもうとする。この [ク] 流入のエネルギーを利用して電子伝達系のATP合成酵素は [コ] からATPを合成している。呼吸の電子伝達系の反応を改めて眺めると、全体としては還元型補酵素を酸素によって酸化しながら [コ] のリン酸化を行い、ATPをつくっている。このようなATP生産を [サ] とよぶ。

問4 文章中の [カ] ~ [サ] に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①~⑩の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- | | | | |
|-----------|---------|------------|-------|
| ① 酸化的リン酸化 | ② 二酸化炭素 | ③ 水素イオン | ④ AMP |
| ⑤ 還元的リン酸化 | ⑥ 水 | ⑦ ナトリウムイオン | ⑧ ADP |
| ⑨ 強い | ⑩ 弱い | | |

3 次の文章 A・B・Cを読み、以下の問いに答えよ。

A a被子植物の花では、花粉がめしべの柱頭（めしべの先端部）に付着して受粉が成立すると、花粉が発芽して花粉管が伸長する。b花粉管は花柱（子房と柱頭をつなぐ部分）を通って胚珠に到達し、その後、複数のステップを経て受精が成立する。

問1 下線部 a に関して、被子植物の生殖・発生に関する記述として適当なものを、次の①～⑥の中から二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

ア , イ

- ① 精細胞は、花粉管細胞の体細胞分裂によって形成される。
- ② 雄原細胞の核相（染色体の構成）は、 n である。
- ③ 成熟した花粉には、1個の花粉管核と2個の雄原細胞が存在する。
- ④ ある種子の胚乳核（胚乳細胞）の遺伝子型がDDdであれば、その胚の細胞の核の遺伝子型はDdである。
- ⑤ 重複受精の後、3個の反足細胞は合体（融合）して幼根となる。
- ⑥ 胚乳が未成熟な状態で種子が完成する植物では、子葉は栄養を蓄えるために退化し、その代わりに幼芽が発達している。

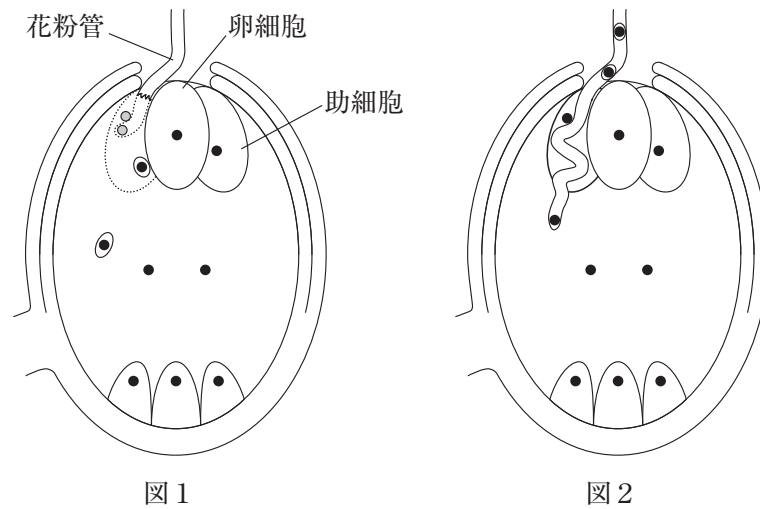
B 文章 A 中の下線部 b に関して、花粉管の伸長と受精に関係する遺伝子のはたらきを調べるため、次の**実験1**・**実験2**を行った。

実験1 植物 P では、正常な受精に遺伝子 F が必要である。野生型の遺伝子 F と突然変異によって機能を失った対立遺伝子 f とのヘテロ接合体の植物体を自家受粉すると、全ての胚珠のうち約半数しか種子にならなかった。その原因を調べるため、遺伝子型 FF あるいは Ff の個体のめしべに遺伝子型 FF あるいは Ff の個体の花粉を受粉させた時の種子の形成を観察したところ、次の表 1 の結果が得られた。

表 1

| 交配した個体の遺伝子型 (めしべ側 × おしべ側) | 胚珠から種子に なった割合 (%) |
|------------------------------|----------------------|
| FF × FF | 100 |
| FF × Ff | 100 |
| Ff × FF | 50 |
| Ff × Ff | 50 |

実験2 遺伝子型 FF の個体のめしべに遺伝子型 Ff の個体の花粉を受粉させたとき、次の図1のように花粉管の先端と助細胞の一つが破裂している様子が確認された。一方、遺伝子型 Ff の個体のめしべに遺伝子型 Ff の個体の花粉を受粉させたとき、図1のような胚珠のほかにも、図2のように花粉管が胚のう内に侵入している胚珠も観察された。



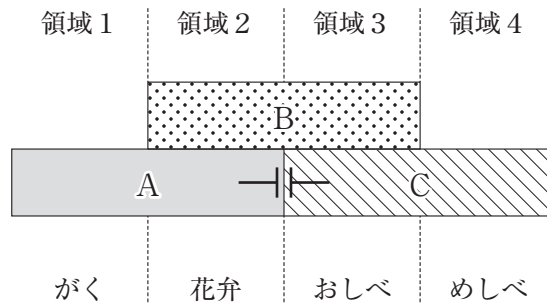
問2 **実験1**・**実験2**から導かれる、遺伝子 F のはたらく場所とはたらきの組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

ウ

| | はたらく場所 | はたらき |
|---|--------|------------------------|
| ① | 花粉管 | 花粉管を胚珠へ向かわせる |
| ② | 花粉管 | 胚のう内に侵入した花粉管を助細胞で破裂させる |
| ③ | 花粉管 | 胚のう内に侵入した花粉管を卵細胞に到達させる |
| ④ | 胚のう | 花粉管を胚珠へ向かわせる |
| ⑤ | 胚のう | 胚のう内に侵入した花粉管を助細胞で破裂させる |
| ⑥ | 胚のう | 胚のう内に侵入した花粉管を卵細胞に到達させる |

C 受精後，植物の受精卵は最終的に種子が形成されて休眠に入る。発芽に必要な条件がそろると，種子は発芽して根，茎，葉などの構造をもつ植物体となり，やがて花芽が分化して花が形成される。

モデル植物であるシロイヌナズナの花は，外側から，がく，花弁，おしべ，めしべの順に配置されている。この花の形づくりには，エ 遺伝子とよばれる調節遺伝子がはたらいっている。花の形態分化に関与する遺伝子群は，A，B，Cの3つのクラスに分類され，花芽となる組織における4つの領域（領域1～領域4）で機能している。このモデルは「cABCモデル」とよばれ，以下の図3のように花器官の形成が成立していると考えられている。このABCモデルは，d変異体を用いた解析などによって証明されており，花の形態形成の基本となっている。



(Aクラス遺伝子とCクラス遺伝子は，互いに拮抗関係にある)

図3

問3 文章C中のエに入る語句として最も適当なものを，次の①～④の中から一つ選べ。

エ

- ① ホメオティック ② ペアルール ③ ギャップ ④ カルテット

問4 文章C中の下線部cについて，ABCモデルを提唱した人物の組合わせとして最も適当なものを，次の①～⑥の中から一つ選べ。

オ

- ① ジャコブとモノー ② ワトソンとクリック
 ③ コーエンとマイエロヴィッツ ④ ビードルとテイタム
 ⑤ メセルセンとスタール ⑥ ハーディーとワインベルグ

問5 文章C中の下線部dについて、おしべが花弁化した変異体である「八重咲き」の花では、どのようなことが起きていると推察されるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

カ

- ① 花弁とおしべの形成に関わっている A クラス遺伝子が欠損したことによって、領域3であるおしべが花弁化した。
- ② 花弁とおしべの形成に関わっている B クラス遺伝子が欠損したことによって、領域3であるおしべが花弁化した。
- ③ 花弁とおしべの形成に関わっている C クラス遺伝子が欠損したことによって、領域3であるおしべが花弁化した。
- ④ おしべとめしべの形成に関わっている A クラス遺伝子が欠損したことによって、領域3であるおしべが花弁化した。
- ⑤ おしべとめしべの形成に関わっている B クラス遺伝子が欠損したことによって、領域3であるおしべが花弁化した。
- ⑥ おしべとめしべの形成に関わっている C クラス遺伝子が欠損したことによって、領域3であるおしべが花弁化した。

4 次の文章 A・B を読み、以下の問いに答えよ。

A 個体群は、適当な生活空間と食物などがあれば個体数を増やし、個体群密度は高くなる。個体群を構成する個体数を知る方法の一つに標識再捕法がある。これは、捕獲したすべての個体に標識をつけてから放し、しばらく時間をおいて標識された個体が十分に分散した後、再び同様の条件下で捕獲し、捕獲した個体に含まれる標識個体数から全体の個体数を求める方法である。

問1 標識再捕法による個体数の推定は、次の (I) ~ (III) を調べ、以下の式1によって行われる。式1中の a ~ c に当てはまる (I) ~ (III) の組み合わせとして最も適当なものを、以下の①~③の中から一つ選べ。

ア

- (I) 再捕獲された標識個体数
- (II) 最初に捕獲して標識した個体数
- (III) 2度目に捕獲した個体数

$$\text{全体の個体数} = \boxed{X} \times \frac{\boxed{Y}}{\boxed{Z}} \quad \text{式1}$$

| | X | Y | Z |
|---|------|-------|-------|
| ① | (I) | (II) | (III) |
| ② | (I) | (III) | (II) |
| ③ | (II) | (III) | (I) |

問2 個体群と密度効果に関する記述として最も適当なものを、次の①~④の中から一つ選べ。

イ

- ① ある地域で生活するすべての生物種を一つの集団と考え、個体群とよぶ。
- ② 動物では、個体群密度が高くなると、出生率の増大や死亡率の低下がおきる。
- ③ トノサマバッタは、個体群密度が高い状態が数世代続くと相変位を起こし、孤独相となる。
- ④ 一定面積に密度を変えてダイズをまいたときの単位面積当たりの個体群の質量には、最終収量一定の法則が成り立つ。

B 自然界の生物は、病気や捕食、食物不足のため、生まれた子の一部しか親になるまで生き延びることができない。図4の曲線 a, b, c は、それぞれ同時期に生まれた総個体数を 1000 とし、その後の相対生存数の時間経過を示している。

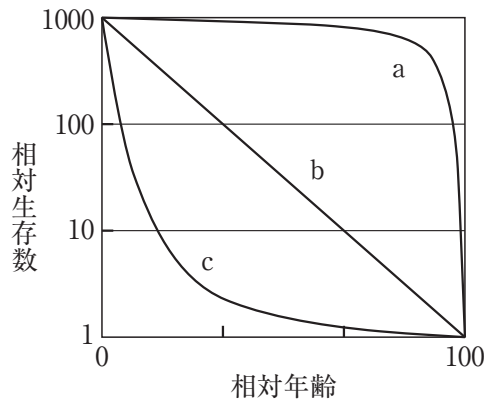


図4

問3 図4のような曲線の名称として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

ウ

- ① 生命曲線 ② 発育曲線 ③ 生存曲線
 ④ 加齢曲線 ⑤ 寿命曲線

問4 図4中の a～c の特徴として、最も適当な (I)～(III) の組合わせを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

- (I) 各時期の死亡率がほぼ一定である。
 (II) 死亡が幼齢期に集中する。
 (III) 死亡が老齢期に集中する。

エ

| | a | b | c |
|---|-------|-------|-------|
| ① | (I) | (II) | (III) |
| ② | (I) | (III) | (II) |
| ③ | (II) | (I) | (III) |
| ④ | (II) | (III) | (I) |
| ⑤ | (III) | (I) | (II) |
| ⑥ | (III) | (II) | (I) |

[問題は次ページに続く]

問5 次の6種の動物のうち、自然界で図4中のbに当てはまるものはいくつあるか。最も適当な数を、次の①～⑦の中から一つ選べ。

オ

- | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|------|------|-----|
| ウマ | トカゲ | カキ | シジュウカラ | ミツバチ | マイワシ | |
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 | ⑥ 6 | ⑦ 0 |