

理 科

科目：生物基礎・生物

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題用紙を開いてはいけません。
2. 問題用紙は表紙を含めて6枚、解答用紙は5枚です。
試験開始の合図があってから確かめなさい。
3. 解答用紙に受験番号を記入しなさい。ただし、氏名を書いてはいけません。
4. 文字などの印刷に不鮮明なところがあった場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
5. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。ただし、「総得点欄」「採点欄」「得点欄」に記入してはいけません。また、裏面を使用してはいけません。
6. 問題用紙の余白は、下書きとして利用してかまいません。
7. 配付された問題用紙、下書用紙は持ち帰りなさい。

問題用紙

(生物基礎・生物)

問題 1

次の文章を読んで、問 1～問 6 に答えよ。

DNA の複製では、二重らせん構造がほどかれた後、(a) 1 本鎖になった鋳型ヌクレオチド鎖に相補的な塩基を持つヌクレオチドが結合する。隣り合ったヌクレオチドどうしは、DNA ポリメラーゼのはたらきによって 5'末端から 3'末端の方向へ次々と連結されていく。この際、連続的に合成されるヌクレオチド鎖を (ア) 鎖とよぶ。それに対して、(イ) 鎖は、(ウ) とよばれる短いヌクレオチド鎖が断続的に合成された後に、それらが連結することで合成される。

DNA の一方の鎖が鋳型となり、これと相補的な塩基配列をもつ RNA のヌクレオチド鎖 (mRNA ; 伝令 RNA) が合成される過程を (エ) とよぶ。このとき、鋳型となる DNA 鎖は 3'末端から 5'末端へ読み取られ、mRNA は 5'末端から 3'末端へと合成される。真核生物では、合成された mRNA 前駆体から (オ) に対応する部分が除かれ、(カ) に対応する部分が連結されることで mRNA が合成される。除かれる部分が異なることで 1 つの遺伝子から複数種類の mRNA がつくられることを (キ) とよぶ。合成された mRNA の情報をもとに、リボソームにおいてポリペプチドが合成される。これを (ク) とよぶ。このとき、mRNA の塩基 3 つの並び (コドン) が 1 つのアミノ酸を指定する。例えば、AUG はメチオニンを指定するとともに、(ク) の開始に対応する開始コドンとしてはたらく。また、UGA, UAA, UAG の 3 つには対応するアミノ酸がなく、そこで (ク) が終了するため、終止コドンとよばれる。

特定の遺伝子を含む DNA 断片を得る操作をクローニングとよぶ。クローニングでは、同一の塩基配列をもつ DNA 断片を増幅させることができるポリメラーゼ連鎖反応 (PCR) 法を利用することがある。PCR 法には、鋳型となる DNA 断片の他に耐熱性の DNA ポリメラーゼ、(b) 短い 1 本鎖 DNA (プライマー)、各塩基に対応した 4 種類のヌクレオチドが必要である。これらを含む反応液を調製し、(c) 95°C への加熱、50°C～60°C への冷却、72°C への加熱を繰り返すことで目的の DNA 断片を増幅させることができる。得られた DNA 断片をもつ大腸菌を得る場合は、プラスミドとよばれる小さな環状の DNA をベクター (運び屋) として利用する。例えば、蛍光タンパク質の遺伝子 G を大腸菌に移入する場合は、(d) 遺伝子 G を含む DNA とプラスミドを同一の (ケ) で切断し、それらを (コ) という酵素で連結する。得られたプラスミドを取り込ませることで遺伝子 G をもつ大腸菌がつけられる。

問 1 文章中の (ア)～(コ) にあてはまる語を答えよ。

問 2 下線部 (a) の塩基の相補性を支える結合を答えよ。

問 3 次の DNA 断片には、あるペプチドに相当する塩基配列が含まれている。そのペプチドに相当する mRNA の塩基配列を開始コドンから終止コドンまで記載せよ。

5'- AATTTTATCTGCCCCATAACATCA -3'

3'- TTAAAATAGACGGGGTATTGTAGT -5'

問題用紙

(生物基礎・生物)

問4 PCR法における下線部 (b) の役割を30文字程度で答えよ。

問5 下線部 (c) では2本鎖DNAにどのような変化が生じるか30文字程度で答えよ。

問6 下線部 (d) の操作に用いる遺伝子 G を含む DNA 断片とプラスミドをそれぞれ図1と図2に示す。図2の白矢印は矢印方向の遺伝子発現を担うプロモーターを示している。また、プラスミドにはそのプロモーターのはたらきを調節するタンパク質 R の遺伝子が存在しており、大腸菌内では常にタンパク質 R を発現しているものとする。図中の①～④はそれぞれ異なる (ケ) の切断部位を示す。(1), (2) の問いに答えよ。

(1) 大腸菌で蛍光タンパク質を発現させることができるプラスミドを作製するためには、①～④のどの部位を切断し連結する必要があるか、2つ答えよ。ただし、①～④の切断は、それぞれ異なる塩基配列の突出部分を形成するものとする。

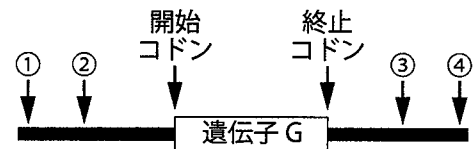


図1

(2) 以下の情報から、図2の白矢印で示すプロモーターのはたらきはタンパク質 R と化合物 X によってどのように調節されていると考えられるか。50文字程度で答えよ。

- 1) 作製したプラスミドをもつ大腸菌は、化合物 X の存在下で蛍光を発するが、化合物 X の非存在下では蛍光を発しない。
- 2) プラスミドからタンパク質 R の遺伝子を取り除いたところ、化合物 X の有無にかかわらず上記の大腸菌は蛍光を発した。

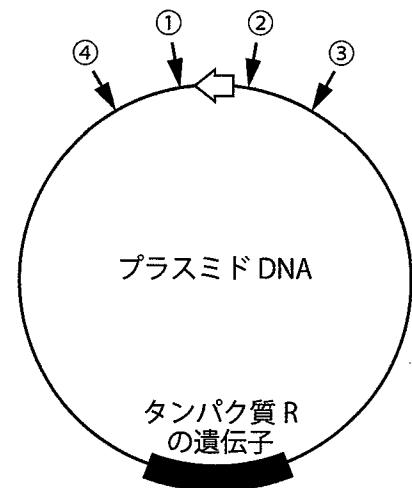


図2

問題用紙

(生物基礎・生物)

問題 2

次の文章を読んで、問 1～問 6 に答えよ。

植物の光合成は葉緑体で行われる。葉緑体には (ア) とよばれる膜胞があり、それらの積み重なった構造を (イ)、(ア) 以外の部位を (ウ) とよぶ。(ア) の膜上には (a) 光化学系I, 光化学系II, 電子伝達系, ATP 合成酵素がある。

植物の光合成には、光エネルギーの吸収、水の分解、ATP の合成、二酸化炭素の固定の 4 つの過程がある。二酸化炭素の固定は (ウ) で行われる。二酸化炭素は (エ) と結合することで取り込まれ、多段階の反応を経て (エ) を再生産する (b) 回路状の反応系を通して有機物が合成される。

原核生物にも光合成を行うものがある。(オ) は植物とよく似た光合成を行うが、緑色硫黄細菌の光合成では水ではなく (カ) の分解を行うことで、電子伝達系に送られる電子を得ている。

光エネルギーではなく無機物を酸化するときの化学エネルギーを用いて炭酸同化を行う原核生物を (キ) とよぶ。(ク) 菌はアンモニウムイオンを (ク) イオンに、(ケ) 菌は (ク) イオンを (ケ) イオンに酸化することでエネルギーを得ている。

問 1 文章中の (ア) ～ (ケ) にあてはまる語を答えよ。

問 2 植物の光合成において水の分解が行われるのはどこか、下線部 (a) から選んで答えよ。

問 3 下線部 (b) の回路状の反応系の名称を答えよ。また、この反応系で使われる還元型補酵素の名称を答えよ。

問 4 植物と緑色硫黄細菌の光合成の化学反応式をそれぞれ答えよ。

問 5 呼吸ではミトコンドリアにおいて多くの ATP が合成される。呼吸と光合成での ATP 合成の類似点と相違点をそれぞれ 60 文字程度で答えよ。

問 6 水が蒸散で失われやすい高温乾燥条件において、イネのような C_3 植物の光合成効率は低下するが、トウモロコシのような C_4 植物は効率よく光合成を行うことができる。このような条件において C_4 植物の光合成効率が C_3 植物よりも高い理由を 100 文字程度で答えよ。

問題用紙

(生物基礎・生物)

問題 3

次の文章を読んで、問1～問6に答えよ。

音や光などの外界からの刺激は、耳や眼などの感覚器で受け取られる。それぞれの感覚器には特定の種類の刺激にだけ反応する感覚細胞がある。視覚の場合、眼に入った光は、網膜上にある (ア) と錐体細胞という (a) 2種類の視細胞 で受容する。聴覚の場合、鼓膜の振動が耳小骨で増幅されて、らせん状の (イ) に伝えられ、(イ) の中にある聴細胞の感覚毛がリンパ液の振動によって曲がると聴細胞に興奮が生じる。

感覚細胞の興奮は神経系へと伝えられる。神経系において興奮を伝える役割を担っているのは神経細胞とよばれる細胞である。神経細胞は (ウ) とよばれる。神経細胞には複数の突起があり、1本の長く伸びた突起は (エ)、多数の枝分かれした短い突起は (オ) とよばれる。神経細胞の興奮は一過的な膜電位の変化として (エ) を伝わり、(b) シナプスを介して隣接する細胞へ情報が伝達される。

シナプスで情報を受け取る側の細胞では、細胞膜を貫通して存在するタンパク質によって刺激を受容している。そのようなタンパク質の中には、イオンを選んで通過させる (カ) がある。刺激を受けると (カ) の構造が変化して (c) イオンの通路が開き、イオンが細胞膜の反対側へ移動するようになる。すると、細胞膜の内外の電位が一時的に変化する。膜電位が一定の値を越えると、細胞の興奮が起こる。ただし、(d) 細胞が受け取る刺激がある大きさ以下では興奮が起こらず、それ以上では刺激の大きさによらず同じ大きさの興奮が起こる。刺激の大きさは興奮の頻度として伝えられる。

問1 文章中の (ア) ～ (カ) にあてはまる語を答えよ。

問2 下線部 (a) の2種類の視細胞のはたらきの違いを50文字程度で説明せよ。

問3 下線部 (b) について、シナプスで情報が伝達される向きは一方のみである。それはどのようなしくみによるか50文字程度で説明せよ。

問4 下線部 (c) において、シナプスの情報伝達が興奮性である場合、ナトリウムイオンが細胞膜の反対側へ移動する。このときナトリウムイオンが移動する向きを矢印 (←または→) で答えよ。また、通路が開いたときにナトリウムイオンがその向きに移動する理由を50文字程度で説明せよ。

問5 下線部 (d) のような性質を何というか。

問題用紙

(生物基礎・生物)

問6 下の図は、刺激の大きさを変えながら、刺激を受け取った細胞 A とシナプスでつながった細胞 B の膜電位を調べた実験の模式図である。刺激②あるいは刺激③を受け取ったとき、電極 A で測定した膜電位はそれぞれどのようなようであるか、刺激①の場合をもとに描け。

