

生 物 $\frac{1}{12}$

I 次の文章を読み、問いに答えよ。

真核生物における遺伝子発現は、核内の DNA に含まれる遺伝情報が^(ア) (1) の前駆体分子に写し取られる (2) の過程から始まる。(2) の反応は、(3) という酵素によって進められる。遺伝子はゲノムを構成する DNA の一部分だけにあり、DNA には、^(イ) (2) の開始点と終了点が存在する。(2) の開始点のそばには (4) と呼ばれる DNA 領域が存在し、^(ウ) 複数のタンパク質が結合する。(3) はそのタンパク質を認識して DNA に結合し、(2) を開始する。多くの場合、さらに (5) と呼ばれるさまざまなタンパク質が (4) から離れた DNA 領域に結合し、(3) と複合体を形成して (2) の開始を選択的に調節する。このようにして合成された (1) 前駆体は、次に、^(エ) タンパク質のアミノ酸配列情報を含まない部分がそこから除去されて、^(オ) タンパク質のアミノ酸配列情報を含む部分だけが^(カ) つながる加工反応を受ける。この過程は (6) と呼ばれる。その後、完成した (1) は、(7) を通って核内から核外に移動する。そして、細胞質基質において^(キ) タンパク質の合成に用いられる。この過程は (8) と呼ばれる。これらの過程を経て、真核生物の遺伝子発現は起こる。

問1 空欄 (1) ~ (8) に当てはまる適切な語句を入れよ。

問2 下線部 (ア) に関して、この分子のヌクレオチドを構成する糖の名称を答えよ。

問3 下線部 (イ) に関して、図1に (2) の反応を模式的に示す。(2) の反応の開始点に該当する部位を A ~ C から選び、答えよ。

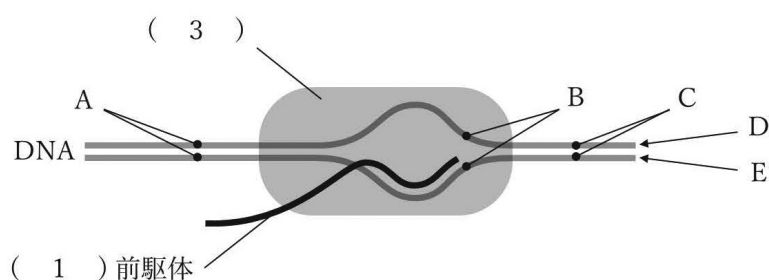


図1

問4 図1で示される (2) の反応で、センス鎖とアンチセンス鎖に該当する DNA をそれぞれ D, E から選び、答えよ。なお、この領域には、遺伝子は1つだけ存在するものとする。

問5 下線部 (ウ) に関して、これらのタンパク質は、さまざまな遺伝子の (2) の反応に共通して働くことが知られている。これらのタンパク質はまとめて何と呼ばれるか。

生 物 $\frac{2}{12}$

- 問6 下線部(エ)と(オ)に関して、DNAの塩基配列において、それぞれに相当する領域は何と呼ばれるか。
- 問7 下線部(カ)に関して、隣り合った(オ)どうしではなく、特定の(オ)どうしが選択的につながる加工反応が起こる場合もある。5つの(オ)を含む(1)前駆体に関して、全ての可能な組み合わせの加工反応を考えた場合、この1種類の前駆体から何種類のタンパク質が合成できると計算されるか。ただし、加工反応後の(1)には、開始コドンのある最初の(オ)と、終止コドンのある最後の(オ)が、必ず含まれるものとする。また、(オ)の前後は入れ替わらないものとする。
- 問8 下線部(キ)に関して、細胞質基質において(8)の反応の場となる構造体の名称を答えよ。

Ⅱ 次の文章を読み、問いに答えよ。

骨格筋は、(1) が束状に集まって構成され、その両端は腱によって骨とつながっている。(1) の中には、(ア) 多数の細長い糸状の構造体が束状に集まってできた (2) が見られる。それぞれの (2) は、内部に (イ) Ca²⁺を蓄えた袋状の (3) で包まれている。(ウ) 骨格筋の収縮を促す指令は、(4) を通じて (1) へと伝えられる。1回の指令では骨格筋は十分に収縮せず、収縮の大きさも小さいが、(エ) 高頻度で指令を受けて連続的に収縮することで、十分に大きな収縮となる。このような収縮のことを (5) という。

問1 空欄 (1) ~ (5) に当てはまる適切な語句を入れよ。

問2 下線部 (ア) に関して、顕微鏡を使って (2) を観察すると、多数の細長い糸状の構造体は、模式的に図2のように示された。図2中に示された細い糸状構造体と太い糸状構造体は、それぞれ何と呼ばれるか。

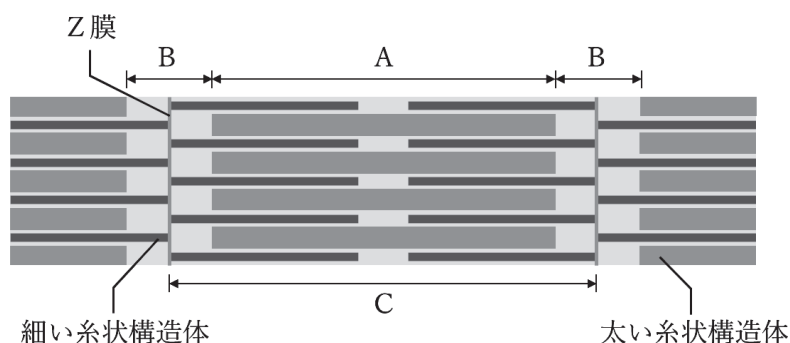


図2

問3 (2) では、図2中のAとBの縞が交互に観察される。AとBはそれぞれ何と呼ばれるか。また、このような縞模様が見られることから、骨格筋は何と呼ばれるか。

問4 (2) は、図2のCが単位構造となって直線的に繰り返されている。Cは何と呼ばれるか。

問5 図2中のA~Cのうち、筋収縮のときに長さが変化するものはどれか。全て答えよ。

問6 下線部 (イ) に関して、蓄えられた Ca²⁺は、筋収縮のためにどのように働くのか。「トロポニン」と「ATP」という語句を用いて、しくみを説明せよ。

問7 下線部 (ウ) に関して、収縮を促す指令はどこで生じるか。下の選択肢から正しいものを選び、記号で答えよ。

- 【選択肢】 (a) 効果器 (b) 受容器 (c) 中枢神経系 (d) 末梢神経系

生 物 $\frac{4}{12}$

問8 下線部(エ)に関して、興奮を伝達するための(4)と(1)の間の接続部位は、何と呼ばれるか。また、このときに(4)と(1)の間で情報を伝えるために用いられる物質はまとめて何と呼ばれるか。それぞれ答えよ。

生 物 $\frac{6}{12}$

問7 図3には、エネルギーの流れは示されていない。生態系に取り込まれたエネルギーはどのように移動するか、下記の語句を全て使用して、説明せよ。

【語句】 太陽 光 熱 循環

IV 次の文章を読み、問いに答えよ。

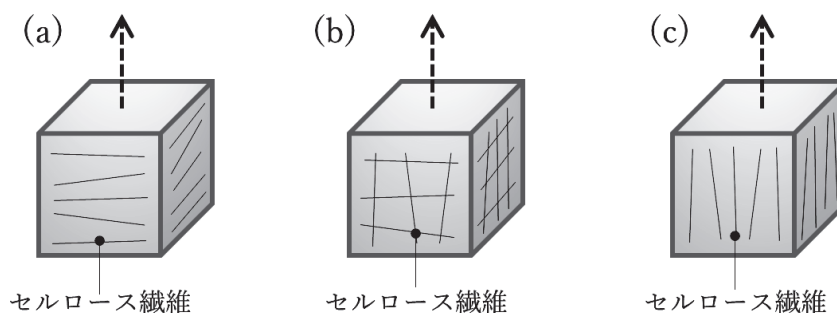
私たちが主食としている米は、草本植物であるイネの種子である。(ア) 収穫後の種子は適した環境条件になるまで発芽しないが、イネの種子は一定の温度条件のもとで吸水すると(イ) 発芽する。その後、(ウ) 根や葉が伸長し、成長していく。根から吸収された水が葉に送られ、葉は気孔から取り込んだ二酸化炭素を、光エネルギーを利用して固定していく。根が水不足を感知したときには、(エ) 葉の気孔は閉じられ、二酸化炭素の取り込みも抑制される。根や葉が大きくなって条件が揃うまでは花を付けずに成長を続けるが、(オ) 環境条件が揃うことでイネは穂(花の集合体)を形成し、(カ) 開花して受粉すると結実する。

問1 下線部(ア)に関して、種子は、成熟後に活動を停止する。この状態を何というか。

問2 下線部(イ)に関して、イネの種子が発芽する際には、胚乳の糊粉層から酵素が分泌される。その酵素の名称を答え、発芽における役割を簡潔に説明せよ。

問3 下線部(ウ)に関して、細胞が伸長成長するためには、細胞壁の構造が緩み吸水することで体積を大きくする必要がある。その際に、細胞壁中のセルロース繊維の配列方向によって成長した細胞の形が変わる。細胞が矢印の方向に伸長するために適したセルロース繊維の配列を、下の選択肢(a)～(c)の中から選べ。

【選択肢】



問4 下線部(エ)に関して、気孔を形成する細胞の名称を答えよ。また、気孔が閉じるしくみを、下記の語句を全て使用して、簡潔に説明せよ。

【語句】 浸透圧 膨圧

生 物 $\frac{8}{12}$

問5 下線部(オ)に関して、日本で栽培されているイネの多くは短日植物としての性質を強くもつことが知られている。短日植物の性質を示すイネが花芽形成すると考えられる条件を、図4の(a)～(d)から全て選べ。

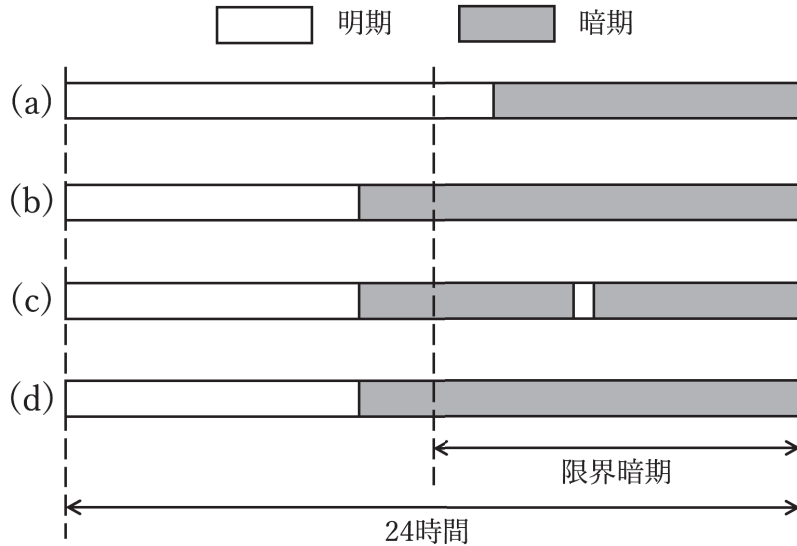


図4

問6 下線部(カ)に関して、重複受精を行い、将来、胚乳になる細胞名を2つ答えよ。

問7 下線部(ア)～(エ)に関して、それぞれの現象を促進・維持する作用をもたらす植物ホルモンの名称として適切なものを1つずつ答えよ。同じ名称を複数回答えてもよい。

問8 植物の環境応答には植物ホルモンの他に、様々な光受容体も関与している。そのうち、青色光受容体の名称を1つ挙げ、その作用について説明せよ。

生 物 $\frac{9}{12}$

V 次の文章を読み、問いに答えよ。

細胞の中では、酵素と呼ばれる、タンパク質を主成分とする物質が働くことで、さまざまな化学反応が効率よく進行する。酵素は、特定の反応について、その(1)を下げることで、反応を起こりやすくする働きをもち、反応前と反応後で特定の物質を変化させるが、酵素自身は変化しない。酵素のような物質は一般に(2)と呼ばれる。酵素の働きにより変化させられる元の物質を(3)といい、変化してできる物質は(4)という。

酵素は、(3)と結合する部分である(5)をもつ。(5)の構造は酵素により異なっているため、この構造に合致する物質のみが結合できる。このような酵素の性質は(6)と呼ばれる。(ア) 酵素反応は、(3)とよく似た構造をもつ物質で阻害されることがある。このような現象を(7)阻害という。一方、(イ) (3)とは異なる物質が、酵素の(5)とは異なる部分に結合し、阻害作用を引き起こすこともある。このような現象は(8)阻害という。

一般に、化学反応は、温度が高いほど反応速度が上昇する。酵素反応においても温度の上昇に伴って、反応速度は上昇するが、一定の温度を超えると、急に反応速度が低下する。酵素の反応速度が最も大きくなる温度を、(9)という。多くの酵素は、60°C以上の高温では活性を失う。このような(ウ) 外的条件により酵素が活性を失うことを(10)という。

酵素には、化学反応を進行させるうえで、(11)と呼ばれる低分子の有機物を必要とするものがある。(エ) NADP⁺や FAD はそのような物質の例であり、酸化型や還元型に変換されて、エネルギーの移動に関わる。ここでやり取りされるエネルギーは、最終的に ATP の合成などに利用される。

問1 空欄(1)～(11)に当てはまる適切な語句を入れよ。

問2 下線部(ア)に関して、このような現象が起きる理由を酵素の構造に着目し、(3)あるいは(3)に入る語句、および(5)あるいは(5)に入る語句を用いて、簡潔に説明せよ。

問3 酵素の反応速度と(3)の濃度について、図5に示したような関係がある場合、下線部(ア)のような阻害物質を反応液に加えると、酵素の反応速度はどうか、解答欄の図中に記入せよ。ただし、反応液中の酵素、加える阻害物質の濃度は一定とする。

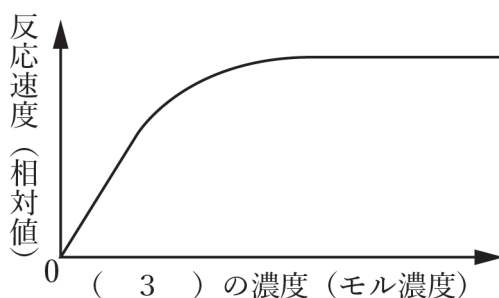


図5

生 物 $\frac{10}{12}$

- 問4 下線部(イ)に関して、このような現象が起きる理由を酵素の構造に着目し、(3)
あるいは(3)に入る語句、および(5)あるいは(5)に入る語句を
用いて、簡潔に説明せよ。
- 問5 下線部(ウ)に関して、このような場合、酵素の全体的な構造はどうなっているか、
20字以内で説明せよ。
- 問6 下線部(エ)に関して、FADについて、その酸化型と還元型をそれぞれ答えよ。
- 問7 下線部(エ)に関して、エネルギーを放出するのは、酸化型から還元型に変化する
ときか、それとも還元型から酸化型に変化するときか、解答欄の正しいものを選び、○
で囲んで示せ。また、エネルギー以外に放出される物質を2つ答えよ。
- 問8 図6は、同一濃度のNADP⁺溶液およびNADPH溶液の吸収スペクトルを示したもの
である。なお、吸光度の数值は、物質の濃度に比例する。NADP⁺とNADPHが混在
する溶液中のNADPH量のみを計測する場合、その溶液の波長340 nmにおける吸光
度を測定することが多い。その理由を説明せよ。

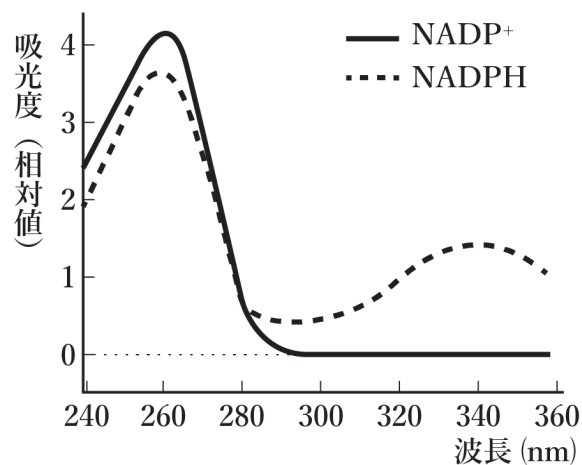


図6

生 物 $\frac{11}{12}$

VI 次の文章を読み、問いに答えよ。

地球上で生物が進化してきた道筋は（ 1 ）と呼ばれる。複数の生物間での（ 1 ）関係を推定するため、近年では、DNA の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列などのデータを比較して、高精度で（ 1 ）関係を推定できるようになった。ある特定の遺伝子の塩基配列やアミノ酸配列を生物間で比較すると、種間で異なる塩基やアミノ酸の数は、種が分かれて（分岐して）からの時間に比例して増加する傾向があるが、(ア) 塩基配列の変化が蓄積する速さは、DNA の領域により異なる。遺伝子領域の DNA の塩基配列が変化した場合、(イ) アミノ酸配列を変化させない場合と、アミノ酸配列の変化を伴う場合がある。このような DNA の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の変化は、（ 2 ）と呼ばれる。(ウ) 特定のタンパク質に着目すると、DNA の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の変化は、時間に対して一定の確率で起こる。このような変化速度の一定性は、（ 3 ）と呼ばれる。一般に、DNA の塩基配列の変化は、自然選択に対し有利でも不利でもないものが多く、このような変化は（ 4 ）と呼ばれる。

問1 空欄（ 1 ）～（ 4 ）に当てはまる適切な語句を入れよ。

問2 下線部（ア）に関して、遺伝子領域と遺伝子ではない領域について、塩基配列の変化が蓄積する速さが速い方はどちらか。また、そのように考えた理由についても説明せよ。

問3 下線部（イ）に関して、DNA の塩基配列が変化してもアミノ酸配列が変化しないことがある理由を説明せよ。

問4 下線部（ウ）に関して、ヒトの近縁種の（ 1 ）関係を調べるため、チンパンジー、ゴリラ、オランウータン、およびニホンザルについて、遺伝子 A から作られるタンパク質 A のアミノ酸配列の違いを調べたところ、アミノ酸配列全体に対する違いの割合は、表 1 に示す結果となった。ヒトの祖先とチンパンジーの祖先が分岐した年代が 700 万年前、チンパンジーの祖先とオランウータンの祖先が分岐した年代が 1400 万年前であったと仮定すると、ヒトとチンパンジーについて、タンパク質 A のアミノ酸配列の違いの割合は何%になると予測されるか。小数第 2 位まで答えよ。

表 1

	チンパンジー	ゴリラ	オランウータン
ゴリラ	0.88%	—	—
オランウータン	1.90%	1.85%	—
ニホンザル	5.15%	5.05%	5.08%

生 物 $\frac{12}{12}$

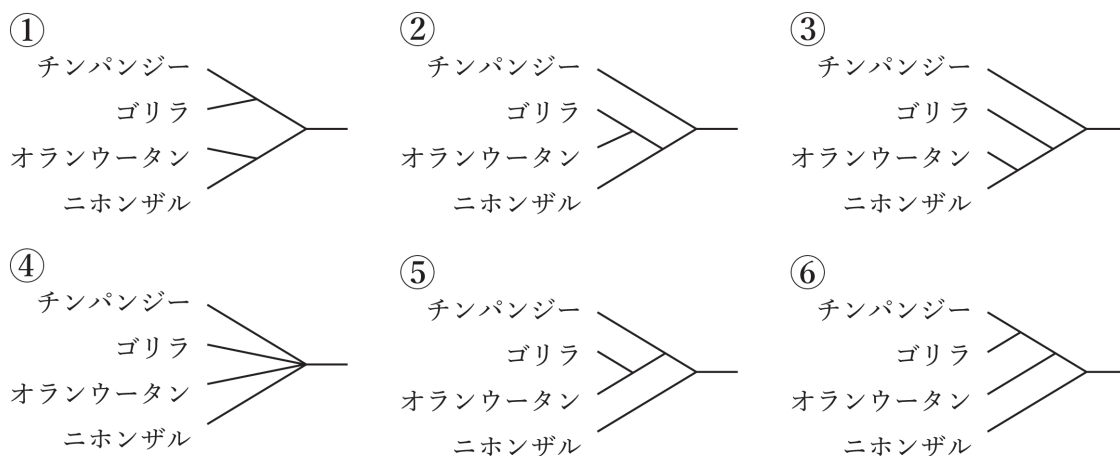
問5 ヒトとチンパンジーのタンパク質 A のアミノ酸配列の違いを実際に調べたところ、問4の予測値よりも小さかった。この理由の考察の1つとして適切なものを下の選択肢から選び、番号で答えよ。

【選択肢】

- ① ヒトでは、別の遺伝子に起きた変異により、タンパク質 A の機能を失っても、生存に影響しにくくなったため。
- ② ヒトでは、別の遺伝子に起きた変異により、タンパク質 A の重要度が上がり、タンパク質 A の変異が生存に影響を与えやすくなったため。
- ③ ヒト、チンパンジーともに、別の遺伝子に起きた変異により、タンパク質 A の機能を失っても、生存に影響しにくくなったため。

問6 下線部（ウ）に関して、表1の結果を用いて、チンパンジー、ゴリラ、オランウータン、およびニホンザルの（ 1 ）関係について考えた場合、どのようになるか。下の選択肢から正しいものを選び、番号で答えよ。

【選択肢】



問7 ヒトは、近縁種とは異なり、直立二足歩行する。直立二足歩行に伴って獲得した特徴を下の選択肢から全て選び、番号で答えよ。

【選択肢】

- ① 手は、親指が他の指と独立に動く拇指（母指）対向性を示す。
- ② 骨盤は幅が広く、上下に短くなっている。
- ③ 目が前方についている。
- ④ 大後頭孔が頭蓋の底面に位置し、真下を向いている。
- ⑤ 脊柱がS字型に湾曲している。