

〔Ⅰ〕 次の文章を読んで設問に答えなさい。

地球上の生物は、染色体がむき出しで存在する細胞からなる [a] 生物と、染色体を格納する小器官を持つ細胞からなる [b] 生物に分類することができる。これらの生物が持つ DNA は、二重らせん構造をしており、塩基、リン酸、糖から構成されるヌクレオチドと呼ばれる単位の繰り返しでできている。塩基には 4 種類があるが、各ヌクレオチドにはそのいずれかの塩基が含まれている。そして、アデニンと [c]、グアニンと [d] が相補的に対をなす性質は、遺伝情報を読み出しする仕組みなどとして機能している。<sup>①</sup> DNA から伝令 RNA (mRNA) が合成される段階を [e] と呼ぶ。次いで、mRNA の塩基配列が翻訳されてタンパク質となる。[a] 生物では DNA の一部から合成された mRNA に、そのまま [f] が結合してタンパク質合成が行われる。一方、[b] 生物では、DNA の一部から未成熟な mRNA が合成される。そして、[g] という過程によってイントロンの切り出しが [h] 内で行われる。この様にしてできた成熟型の mRNA は、[i] に送られて翻訳が行われる。ヒトの場合、約 [②] 万の遺伝子がゲノムに含まれており、必要に応じて遺伝子発現制御が行われている。ヒトのような [b] 生物の細胞内では、DNA はヒストンというタンパク質と結合してヌクレオソームを形成している。[e] に必要な基本 [e] 因子や RNA ポリメラーゼは、ヌクレオソームが折りたたまれて強固なクロマチン構造をとっている DNA には結合できない。しかし、ヒストンの修飾（アセチル化など）が起こり DNA との結合が弱くなると、クロマチン構造の緩んだ領域の遺伝子を読み出される。読み出される遺伝子上流に位置し、基本 [e] 因子や RNA ポリメラーゼの複合体が結合し、[e] の開始を決定する領域を [j] と呼ぶ。

遺伝子の概念が、具体的な遺伝の法則を伴って確立したのは 19 世紀のことである。メンデルは、エンドウの種子に、形が丸いもの（丸型）とシワのもの（シワ型）があることに着目した。このように対をなす形質のことを対立形質という。<sup>③</sup> メンデルは、自家受精で純系のエンドウを確立し、形質ごとの遺伝子を想定して、優性の法則、分離の法則、独立の法則などを発見した。

遺伝情報の発現の仕組みが解明されたことで、人間社会に役立つ遺伝子操作技術が発展した。例えば、遺伝子进行操作するためには、DNA を切断する酵素と、連結する酵素が必要である。切断に利用されるものが特異的な配列を認識して切断できる [k] であり、連結に利用されるものが複製でも使われている [l] である。目的の遺伝子を増やす方法には、大腸菌などの細胞を使う方法と、<sup>④</sup> 試験管内で酵素の連鎖反応を使う方法がある。 生物の DNA を操作するためには、ゲノム DNA の配列を知る必要がある。20 世紀の終わり頃から様々な生物の全遺伝子配列を決めるプロジェクトが次々に行われ、大規模な情報を利用する生物学の幕開けとなった。

問 1 上の文章の空欄 [a] ～ [l] に当てはまる語句を書きなさい。

問 2 下線部 ① に関する以下の設問に答えなさい。

(1) 遺伝情報は、DNA → RNA → タンパク質の順に一方方向に伝達されるが、この流れをなんと呼ぶか、適当な語句を書きなさい。

(2) このような一連の流れの中で DNA, RNA やタンパク質の果たす役割, 状態や性質に関する説明としてもっとも不適切と考えられるものを以下の選択肢 (ア)～(オ)の中から1つ選び, 記号を答えなさい。

[選択肢]

- (ア) DNA は情報を格納, 保持する役割を果たし, 次世代へと同じ情報を継承するために使われる。
- (イ) RNA は DNA を断片化, 破壊しながら情報を自分にコピーし, コピーした情報を細胞外へと運搬するために使われる。
- (ウ) 酵素と呼ばれるタンパク質は触媒として作用し, 外部から取り入れた物質の代謝に関与している。
- (エ) 情報を格納する DNA は, 細胞分裂にあたって複製される。一方, 多くの RNA やタンパク質は, 必要な時に随時合成される。
- (オ) RNA は, DNA の一部を鋳型として一本鎖の形で合成される。

問3 生物のゲノムに関する以下の設問に答えなさい。

(1) 文中の空欄  に入る数字としてもっとも適当なものを以下の選択肢 (ア)～(オ)の中から1つ選び, 記号で答えなさい。

[選択肢]

- (ア) 1.1      (イ) 2.2      (ウ) 4.0      (エ) 3,000,000      (オ)  $10^{23}$

(2) 生物のゲノムに関する以下の文章を読み, 空欄  ～  にもっとも適当なものを選択肢 (ア)～(カ)の中から1つ選び, 記号で答えなさい。

生物の体の大きさは, 種類により大きく異なる。例えば, 線虫は 1 mm 程度, キイロショウジョウバエは 3 mm 程度, シロイヌナズナは茎の高さが 30 cm 程度である。近年, 様々な生物の全ゲノム配列を決定するプロジェクトが行われ, 塩基配列と総塩基数が解明された。そして, ヒトのゲノムの塩基対数は, 上記生物 (線虫, キイロショウジョウバエとシロイヌナズナ) の塩基数の約  倍の大きさであることが明らかとなった。また, 遺伝子数についても, ヒトと上記生物 (線虫, キイロショウジョウバエとシロイヌナズナ) を比較した場合, 塩基対数と同倍率の大きさを持つのではないかと予想されていた。実際に比較してみると, ヒト, シロイヌナズナと線虫の遺伝子数は, キイロショウジョウバエの遺伝子数の約  倍であることがわかった。この事実は, ゲノムの塩基対数や体の大きさは, 遺伝子数に  ことを示唆している。

[選択肢]

- (ア) 反比例する      (イ) 1.5 ～ 2.0      (ウ)  $1/4 \sim 1/5$       (エ) 依存しない  
(オ) 15～30      (カ) 比例する

問4 下線部③に関する以下の設問に答えなさい。

エンドウの種子には、形が丸型とシワ型のものがあり、それぞれ対立する優性遺伝子  $R$ 、または劣性遺伝子  $r$  で発現する。

(1) 遺伝子型  $Rr$  と遺伝子型  $rr$  を親  $P$  として交雑したら、 $F_1$  では遺伝子型  $Rr$  と  $rr$  が  $1:1$  で生じる。この  $F_1$  を自由に交雑させたら、 $F_2$  はどのような遺伝子型の株がどのような比で生じるか、計算過程を明記し、 $RR:Rr:rr$  の比を約分した整数値で答えなさい。また、表現型について、丸型:シワ型の比を約分した整数値で答えなさい。

(2) 各対立遺伝子をペアでなく個別に考えた時、 $F_2$  における  $R:r$  の割合(遺伝子頻度)を決める仕組みについてまとめた以下の文章について、数式の空白  $\boxed{s}$  ~  $\boxed{v}$  に当てはまる数値または比を約分した整数値で答えなさい。

エンドウの種子の形について、 $F_1$  における対立遺伝子  $R$  の出現頻度は  $p=0.3$ 、 $r$  の出現頻度は  $q=0.7$  とすると、この集団の自由交配によって生じる遺伝子型 ( $RR:Rr:rr$ ) の分離比は  $RR:Rr:rr = \boxed{s} : \boxed{t} : \boxed{u}$

となる。したがって、 $F_2$  における  $R$  と  $r$  の遺伝子頻度は

$R:r = \boxed{v}$

となる。

(3) 丸型の種子100個(あ群)と、シワ型の種子100個(い群)を育て、それぞれ自家受粉させたとする。その結果、あ群では丸型の種子が3000個(う群)、シワ型が1000個(え群)生じた。また、い群からは、シワ型の種子のみ4000個(お群)が生じた。次に、う群から任意に100個の種子を選び、生育して自家受粉させたところ、33本には丸型の種子のみ(か群)が、67本には丸型(き群)とシワ型(く群)の種子が  $3:1$  で生じた。この時、か群、き群、く群の種子における遺伝子型の比 ( $RR:Rr:rr$ ) としてもっとも適切と考えられるものを以下の選択肢(ア)~(オ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

選択肢	か群	き群	く群
(ア)	$RR:Rr:rr=0:1:0$	$RR:Rr:rr=1:2:1$	$RR:Rr:rr=0:0:1$
(イ)	$RR:Rr:rr=1:0:0$	$RR:Rr:rr=1:2:0$	$RR:Rr:rr=0:0:1$
(ウ)	$RR:Rr:rr=1:0:0$	$RR:Rr:rr=1:2:1$	$RR:Rr:rr=0:1:0$
(エ)	$RR:Rr:rr=1:2:0$	$RR:Rr:rr=1:0:1$	$RR:Rr:rr=1:0:0$
(オ)	$RR:Rr:rr=0:1:0$	$RR:Rr:rr=1:0:0$	$RR:Rr:rr=0:0:1$

問 5 下線部④に関して、DNA の特定の領域を増幅させる方法としてポリメラーゼ連鎖反応法がある。以下の文章を読み設問に答えなさい。

ポリメラーゼ連鎖反応法（PCR 法）では、鋳型 DNA を w で一本鎖にする。そして、好熱菌から単離した DNA ポリメラーゼの作用により、プライマーと基質の一部に x を持つヌクレオチド三リン酸を材料にして、DNA 鎖が複製される。この方法で DNA を増やすと、2 つに分かれた鋳型 DNA が同様に使われるため、反応を  $n$  回繰り返すと DNA が y 倍に増幅していくことが予測される。PCR 法を応用した例として、微量の鋳型 DNA の量を定量する方法がある。また、<sup>⑤</sup> 基質の一部に z を持つヌクレオチド三リン酸を加えると、酵素がその基質を利用したところで反応が止まる性質を利用して、DNA 配列を読み取る方法も確立されている。

(1) 文中の空欄 w ～ z にもっともよく当てはまる語句または数値を選択肢 (ア) ～ (ク) から選び、記号で答えなさい。ただし、文中の  $n$  は 0 以上の整数とする。

[選択肢]

(ア) デオキシリボース      (イ) 約95℃      (ウ)  $2^n$       (エ)  $2n$       (オ) 37℃  
(カ) ジデオキシリボース      (キ) トポイソメラーゼ      (ク) リボース

(2) 下線部⑤のような原理に基づき DNA 配列を決定する方法を一般的に何というか、その語句を書きなさい。

〔Ⅱ〕多細胞動物は、外界の刺激に対して適切な反応や行動を起こすために、ニューロンと呼ばれる神経細胞を使って情報を処理するしくみが構築されている。以下の文章を読んで設問に答えなさい。

問1 以下の文章の空欄  あ  ～  か  にもっともよくあてはまる語句を以下の選択肢(A)～(N)の中からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

多細胞生物では、耳や目などの  あ  で刺激を受け取り、連絡系となる神経系を経て、  い  に伝わって反応や行動を起こす。多くの動物は、この神経系で単に情報を伝えるだけではなく、情報の統合や整理、判断などを行う  う  が存在する。脊椎動物では神経細胞（ニューロン）が脳と脊髄に集中しており、これらをまとめて  う  神経系という。これら  あ  ,  い  ,  う  に対応するニューロンをそれぞれ  え  ,  お  ,  か  という。

[選択肢]

(A) 運動ニューロン (B) 感覚器（受容器） (C) 興奮性ニューロン (D) 感覚ニューロン  
(E) 介在ニューロン (F) 作動体（効果器） (G) シナプス (H) シュワン細胞  
(I) 自律 (J) 中枢 (K) 末梢 (L) 有髄神経線維 (M) 抑制性ニューロン (N) 連合野

問2 次の文章を読んで、以下の設問に答えなさい。

これまで一度損傷した <sup>①</sup>脊髄は再生しないと考えられていた。しかし、近年の技術の進歩により、脊髄損傷した部分に神経幹細胞を移植すると回復できる事例が報告されはじめている。ところが、損傷した部分に神経幹細胞を移植する際、治療効果が期待できる移植可能な期間は短く、受傷後2～4週間と限られている。したがって、受傷してから患者由来の人工多能性幹細胞(iPS細胞)を作成している時間的な余裕はない。そこで、神経幹細胞へ誘導された凍結保存細胞をあらかじめ準備しておき、脊髄損傷の治療に用いる方法が考案された。

2016年に慶應義塾大学医学部の研究グループは、脊髄が損傷したサルやコモンマーモセットにiPS細胞由来の神経幹細胞を移植する例を報告した。この研究者等は、移植した細胞をオリゴデンドロサイト前駆細胞に効率的に分化誘導する技術を開発し、移植したマウス損傷脊髄内で生着<sup>\*1</sup>できることを示した。移植した細胞はニューロン、アストロサイトに加え、成熟したオリゴデンドロサイトに分化していることが確認された。<sup>②</sup>オリゴデンドロサイトは残存軸索を再髄鞘化しており、運動機能回復に寄与したことが考えられた。この方法は他家移植<sup>\*2</sup>ではあるが、免疫拒絶反応が低い人の細胞を用いることで実用化が期待されている。

<sup>\*1</sup> 移植した細胞などが定着し、正常な機能を果たしている状態。

<sup>\*2</sup> 他人の細胞を移植すること。一方、自分の細胞を移植することは自家移植という。

(1) 下線部 ① について、以下の設問に答えなさい。

脊髄は、意思とは関係なく無意識に起こる反射がはたらくことが知られている。反射には脊髄反射のほか、延髄反射と中脳反射が知られている。それぞれの反射の例としてもっとも適切なものを選択肢 (a)～(h) の中からそれぞれ2つずつ選び、記号で答えなさい。

[選択肢]

(a) 屈筋反射 (b) 唾液分泌 (c) 血管収縮 (d) せき・くしゃみ (e) 姿勢保持の反射  
(f) 膝蓋腱反射 (g) ホルモン分泌 (h) 瞳孔反射

(2) 中枢神経系でニューロンよりも数多く存在し、ニューロンのはたらきを助ける細胞を何と  
いうか書きなさい。

(3) 下線部 ② について、以下の設問に答えなさい。

神経幹細胞を移植することで脊髄の機能が回復する理由の1つに、移植した神経幹細胞がオリゴデンドロサイトへ分化して神経の再髄鞘化に寄与する、という機構が提案されている。軸索はシュワン細胞（もしくはオリゴデンドロサイト）からできた神経鞘で覆われており、神経鞘が何重にも巻きついて髄鞘ができています。髄鞘がニューロンにあることで興奮の伝導速度が大きくなるが、この現象の名称を書きなさい。また、髄鞘がこの伝導速度が大きくなることにどのように寄与しているか、そのしくみを2行以内で書きなさい。

問3 ニューロンの興奮の伝達について、以下の設問に答えなさい。

(1) 軸索の先端部分には、シナプスと呼ばれるニューロンの興奮を伝える部位がある。興奮が軸索の末端に伝わるとシナプス小胞から神経伝達物質が分泌され、次のニューロンに興奮が伝わるということが知られている。このシナプスで観察されるような小胞が細胞膜と融合して小胞内の物質を細胞外へ放出する分泌の機構を一般的に何と  
いうか、その語句を書きなさい。

(2) 興奮の伝達および神経伝達物質に関する説明としてもっとも不適切と考えられるものを以下の  
選択肢 (a)～(e) の中から1つ選び、記号で答えなさい。

[選択肢]

(a) 神経繊維の細胞膜の電位は、静止状態において膜の外側は正に帯電し、内部は負に帯電している。  
(b) 軸索の一部が興奮すると膜電位が反転し、隣接した静止状態の部分と電位差が生まれる。この電位差によって流れる局所的な電流が活動電位である。  
(c) 活動電位がシナプス前膜まで到達すると電位依存性チャネルが開き、 $\text{Ca}^{2+}$  が細胞内に流入する。 $\text{Ca}^{2+}$  の流入によってシナプス小胞が膜と融合し、内部の神経伝達物質がシナプス間隙に放出される。

(d) 神経伝達物質の1つであるドーパミンは軸索末端から放出後に自然に加水分解されてシナプスから除去される。一方、コカインはドーパミンの代わりに働いてニューロンを繰り返し興奮させ、一時的に強い快感をもたらす。

(e) 脳内麻薬の一種であるエンドルフィン、身体にとって過酷な状況になると分泌され、痛みや苦痛を和らげる作用がある。またランナーズハイの高揚感を与える物質としても知られている。

(3) 図1は、複数のニューロンが連結した状態を模式的に示したものである。図中の太矢印の部分に刺激を与えた場合、活動電位が観察されと考えられる部位をA～Eの中からすべて選び、記号で答えなさい。ただし太矢印に与える刺激は、隣接するニューロンに活動電位を発生させることができる十分な強さがあるものとする。

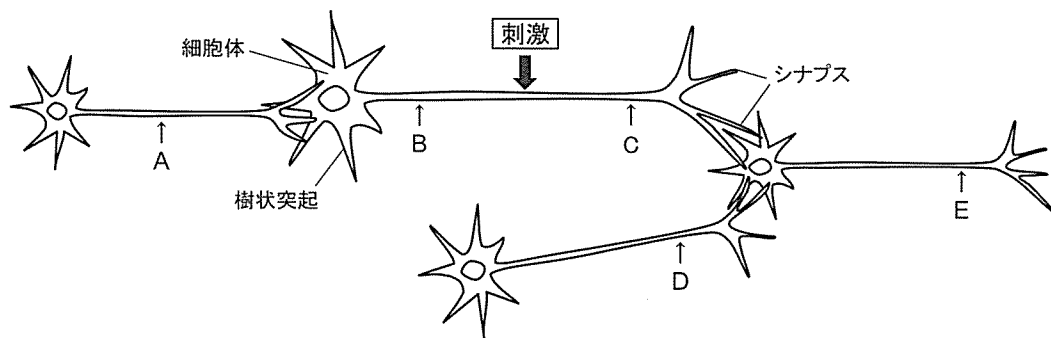


図1 ニューロンが連結した模式図

(4) ニューロンにおける「伝導」と「伝達」の違いを2行以内で書きなさい。

問 4 腕の運動神経を調べるため、図 2 に示す方法で神経伝導検査をおこなった。電気により神経を刺激し、誘発筋電図を測定する方法である。以下の設問に答えなさい。

被験者の親指の付け根 A に測定用電極および手首 B に刺激電極を装着した。電極 A と手首 B の距離は 50 mm であった。手首 B に電気刺激を与えたところ、刺激した 3.8 ミリ秒後に電極 A で活動電位が観察された。また、電極 A から 310 mm 離れた肘 C に装着した電極から刺激を与えたところ、9.0 ミリ秒後に電極 A で活動電位が観察された。

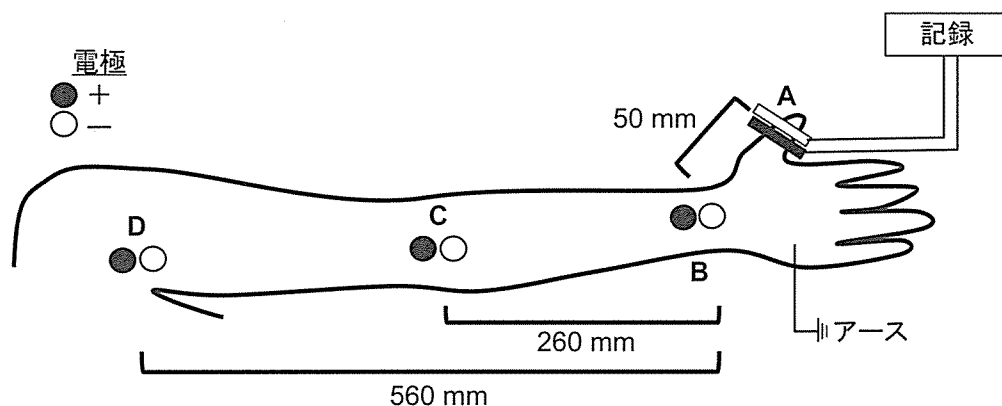


図 2 神経伝導検査の模式図

- (1) この神経の興奮の伝導速度 (m/秒) を計算し、導出した式とともに書きなさい。
- (2) 仮に電極 A から 610 mm 離れた脇の下 D に電気刺激を行ったとすると、何ミリ秒後に電極 A で活動電位が観察されると予想できるか。問 4 の (1) で算出した値を用いて計算しなさい。

〔Ⅲ〕 以下の文章を読んで設問に答えなさい。

微生物とは、「ヒトの肉眼では判別できないような小さな生物」という意味の曖昧な言葉である。したがって、微生物には、真正細菌や古細菌のみならず、藻類、粘菌やゾウリムシのような小型の①原生生物などの極めて多岐にわたる生物が含まれる。逆に言えば、大型の多細胞生物以外は、全て微生物と言っても過言ではないかもしれない。微生物は、環境中のあらゆる場所に存在し、我々の暮らしと密接に関係している。例えば、食中毒や感染症を引き起こす病原菌も微生物の一種である。一方で、ヒトの体の表面には常在菌が、腸の中には腸内細菌が存在している。そして、様々な研究によりこれらの微生物は、ヒトの健康維持に役立っていることが明らかとなってきた。

5億年以上前に誕生したと考えられている②ミドリムシは、藻類に属する微生物である。ミドリムシの体は緑色で、植物のように光合成を行うことができる。また、動物のように移動することもできる。1950年代にカルビンとベンソンは、クロレラやミドリムシ等を用いた③光合成の研究を行い、④炭素固定回路を解明した。ミドリムシは光合成を行うことができるので、太陽光と水、二酸化炭素で生育することが可能である。また、高濃度の二酸化炭素の中でも生育できる生存能力の高さを持っており、地球温暖化対策に有効であると期待されている。

動物と植物の両方の性質を持つミドリムシであるが、ユニークな利用方法も検討されている。例えば、ミドリムシは他の微生物と比較して、ビタミン、ミネラル、アミノ酸や脂肪酸等の栄養素を多く含んでいることがわかってきた。そこで、食生活で不足しがちな栄養素を補うサプリメントとしてミドリムシが注目されている。一方、ミドリムシは、光合成によって二酸化炭素を固定して油脂成分を作り出す能力も持っている。生物が生合成した油脂成分はバイオ燃料と呼ばれ、現在その利用が検討されている。中でもミドリムシが作り出した油脂成分は、ジェット燃料に適する性質を持っていることが明らかとなってきた。ミドリムシのような微生物が作り出す⑤バイオ燃料は、燃料として使用したとしても温暖化の防止に効果があると期待されている。

今まで述べてきたように微生物は多様であり、ミドリムシの他にも優れた能力を持つものが数多く存在している。一般的に発酵とは酸素が無い条件下で有機物を分解してATPを合成する過程を言う。また、⑥発酵食品という言葉もあり、これはある食材に微生物を作用させることによって、風味や状態が変化した食品を指す。我々人類は、現在までも微生物の能力をうまく活用して生活してきた。今後は、今まで以上に微生物機能を有効活用して、環境に負荷をかけない生活の実現が求められている。

問1 微生物に関する以下の設問に答えなさい。

- (1) 真正細菌や古細菌に関する説明として不適切と考えられるものを以下の選択肢(あ)～(お)から1つ選び、記号で答えなさい。

[選択肢]

- (あ) 古細菌の細胞内では、染色体はむき出しの状態が存在している。  
(い) 真正細菌の細胞膜を構成する脂質はエーテル型で、古細菌はエステル型である。  
(う) 真正細菌も古細菌も膜に包まれたミトコンドリアなどの細胞小器官は存在しない。  
(え) 古細菌には、超好熱菌や高度好塩菌といった極限環境に生育する微生物が含まれている。  
(お) 古細菌の一種である超好熱菌の酵素は、真正細菌の一種の大腸菌の酵素よりも熱安定性が高い。

(2) 下線部①に関する以下の設問に答えなさい。

原生生物の中で仮足によって運動するものを以下の選択肢(あ)～(か)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

[選択肢]

- (あ) ゾウリムシ      (い) アメーバ      (う) トリパノソーマ  
(え) ツリガネムシ      (お) ミドリムシ      (か) ツノモ

(3) 下線部②に関する以下の設問に答えなさい。

ゾウリムシやミドリムシは、「微生物学の父」とも呼ばれるオランダの科学者が自作の顕微鏡を駆使して発見した。この科学者を以下の選択肢(あ)～(お)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

[選択肢]

- (あ) ガリレオ・ガリレイ      (い) ロバート・フック      (う) ロベルト・コッホ  
(え) アントニ・ファン・レーウェンフック      (お) ルイ・パスツール

問2 光合成に関する以下の文章を読み設問に答えなさい。

(1) 下線部③に関する以下の文章を読み、空欄  あ  ～  く  に適当な語句を書きなさい。

光合成は、光エネルギーを用いて二酸化炭素からデンプンなどの有機物を合成する反応である。植物の場合、光合成は葉の細胞内に存在する  あ  で行われる。 あ  の中には、袋状のチラコイドが発達しており、これが積み重なった  い  と呼ばれる構造が存在する。チラコイドの膜には光合成に必要な光エネルギーを吸収する光合成色素が含まれている。光合成では、光エネルギーを利用して還元型補酵素である  う  と ATP が生成する。これらは  え  内に存在するカルビン・ベンソン回路で CO<sub>2</sub> の固定に用いられる。光化学系Ⅱでは光合成色素の一種である  お  が光エネルギーを吸収して活性型となり、電子を放出する。電子を放出した  お  には、 か  の分解によって生じた電子が補充される。またこの時、酸素と H<sup>+</sup> が放出される。光化学系Ⅱで放出された電子は  き  に伝えられる。この時、 え  側からチラコイド内に H<sup>+</sup> が取り込まれ、チラコイド側の H<sup>+</sup> 濃度が上昇する。チラコイド側の H<sup>+</sup> は、チラコイド膜に存在する ATP 合成酵素を通過して  え  側に移動し、この時 ADP から ATP が合成される。この反応は、光エネルギーがもととなり起こるので、 く  と呼ばれる。光化学系Ⅰでは、電子伝達系を伝わりながらエネルギーを失った電子にエネルギーを与える。そして最終的に還元型補酵素  う  が合成される。

(2) 下線部④に関する以下の設問に答えなさい。

カルビン・ベンソン回路において、二酸化炭素の固定に関与するのはルビスコ（RuBP カルボキシラーゼ／オキシゲナーゼ，RubisCO）と呼ばれる酵素である。しかし、ルビスコの炭酸固定の能力はあまり高くはないことが知られており、反応速度を改善するような様々な研究が行われている。一般的な酵素反応において、単位時間あたりに得られる生成物の量を増加させるためには、どのような方法が有効と考えられるか、次の選択肢（あ）～（お）の中から不適切なものを1つ選び、記号で答えなさい。

[選択肢]

- (あ) 反応系の温度を、ある低い温度からその酵素の最適温度まで上げる。
- (い) 酵素濃度よりも基質濃度が十分に高い条件において酵素濃度を上げる。
- (う) その酵素の最適な値になるように反応系の pH を調整する。
- (え) 基質とよく似た構造で活性部位と非常に強く結合するような化合物を添加する。
- (お) 基質濃度よりも酵素濃度が十分に高い条件において基質濃度を上げる。

問3 下線部⑤に関する以下の設問に答えなさい。

ミドリムシが作り出すバイオ燃料を燃焼しても、なぜ温暖化の防止に効果があるのか、その理由を2行以内で書きなさい。

問4 以下の文章を読み設問に答えなさい。

光合成を行うことができる生物群は、保有する光合成色素の違いにより以下のように分類することができる。ミドリムシとシアノバクテリアは、以下の表のどのグループに含まれるか、グループ（1）～（9）の中からそれぞれ1つ選び、グループ番号で答えなさい。

光合成色素 (クロロフィル)	原核生物	真核生物	
		単細胞の藻類	多細胞の藻類
a + b	(グループ1)	(グループ4)	(グループ7)
a + c	(グループ2)	(グループ5)	(グループ8)
a	(グループ3)	(グループ6)	(グループ9)

問5 ゾウリムシや微生物の培養に関する以下の設問に答えなさい。

(1) 近縁種（この場合はゾウリムシ A と B）であっても、ある条件を変えることにより共存できる場合がある。特に、食べ物の種類を変えることで共存できるすみわけを一般的に何というか、書きなさい。

(2) 図3に、ある微生物のアミノ酸の生合成経路を示す。この微生物を用いてアミノ酸の一種であるリジンを大量に生産する目的で、UV 照射により突然変異を誘発した。その結果、目的とするリジンを大量に生産する変異株を取得することに成功した。この変異株を解析したところ、アスパラギン酸 β-セミアルデヒドをホモセリンに変換する酵素 X の機能が失われていることがわかった。野生型の微生物は最少培地では生育できるが、この変異株は最少培地では増殖できなかった。しかし、ホモセリンを加えた最少培地では、この変異体は生育することができた。この様に生育にある種の栄養素（この場合は、ホモセリン）を必要とする株を一般的に何というか、書きなさい。

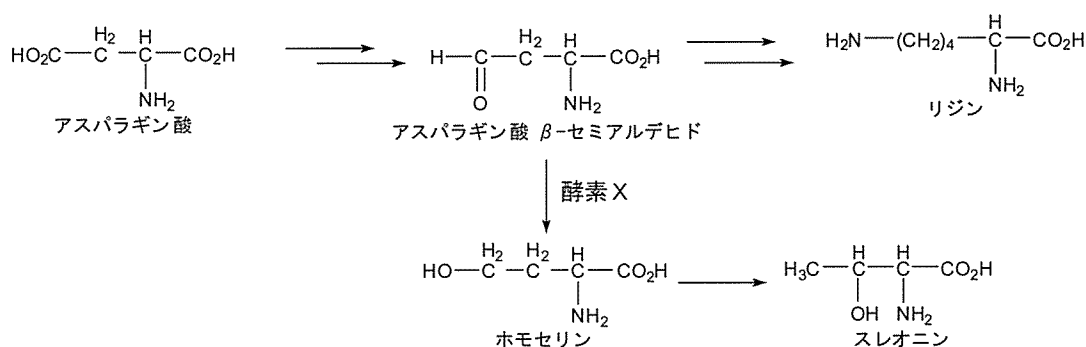


図3 アミノ酸の生合成経路の模式図

(3) ある種の微生物（例えば大腸菌）を最適な条件下で液体培養したとする。一般的な微生物の場合、最初は活発に細胞分裂して増殖する。しかし、細胞数が増加するにつれて増殖速度は徐々に遅くなり、やがて一定の細胞密度となる。この様にある程度の培養時間が経過すると増殖速度が低下し、細胞密度が一定となる理由を2行以内で書きなさい。

問6 環境を人工的にコントロールした空間で植物を計画的に生産する植物工場が注目されている。  
以下の文章を読み設問に答えなさい。

最近、完全人工光型の植物工場が増えており、中でも発光ダイオード(LED)を用いる方法が注目されている。そして、赤色と青色のLEDを植物に照射することで、蛍光灯を用いる場合と比較して同じ光量であっても野菜の生育が促進されるという現象が報告されている。赤色LEDの発光波長は660ナノメートル前後、青色LEDは450ナノメートル前後の鋭いスペクトルを有していることが知られている。赤色と青色のLEDを使用すると、なぜ植物の生育効率が良いのか？発光波長だけに注目し、その理由を「吸収スペクトル」という語句を必ず用いて2行以内で書きなさい。

問7 下線部⑥に関する以下の問いに答えなさい。

以下の選択肢(あ)～(か)の中から発酵食品でないものを1つ選び、記号で答えなさい。

[選択肢]

- (あ) 食パン      (い) 醸造酢      (う) ナタデココ  
(え) 納豆      (お) 木綿豆腐      (か) 味噌