

生 物 $\frac{1}{10}$

I 次の問1—4の文章中の()に適切な用語を入れよ。

- 問1 植物が1日の昼の長さや夜の長さの変化に応じる性質を(1)という。アサガオは夏から秋に花芽を形成する(2)である。一方、トマトやトウモロコシなど花芽形成に日長が関与しない植物を(3)という。(2)において、花芽形成に必要な連続した暗期の長さを(4)という。また花芽形成には温度が影響する場合があることが知られている。秋まきコムギを春にまくと、発芽して成長しても花芽を形成しないが、発芽後に低温処理を行うと花芽形成が促進される。このような現象を(5)という。
- 問2 個体発生と進化の関係を唱えた説としては、(1)の(2)説がある。この説における(3)発生とは、ある生物種における進化過程で生まれた形態や機能の変化を指す。魚類や両生類の幼生では体内で生じたアンモニアをそのまま排出し、両生類の成体では(4)として、成長した鳥類では(5)として排出する。このような代謝物の変化が、両生類や鳥類の個体発生過程において認められるのは、この好例である。
- 問3 適応免疫は生体内に侵入した異物を非自己と認識して排除する働きであり、(1)と(2)という2つのしくみが働く。抗体は(1)にかかわるタンパク質で、(3)においてつくられる。抗体には、それがつくられた(3)ごとに立体構造の異なる(4)があり、(4)を介して各抗体は特定の異物に結合する。一方(2)はおもに非自己の認識に働き、(3)ではなく(5)がかかわる。
- 問4 突然変異のうち、染色体の構造が変化するようなものは染色体突然変異と呼ばれ、染色体の一部がなくなる(1)、一部が繰り返す(2)、同じ染色体の中で一部分の向きが反転する(3)、他の染色体の一部がつながる(4)がある。また、染色体の数自体が変化することもある。染色体の数は生物種によって決まっており、これを基本数という。染色体数が基本数の整数倍であるような個体を(5)といい、基本数の整数倍と異なる個体を(6)という。

II 次の問いに答えよ。

問1 以下の文章を読み、(1) — (6) に当てはまる適切な用語を入れよ。

ある生物の特定の遺伝子を含む DNA を別の遺伝子の DNA とつなぐなどの手法で新しい遺伝子の組み合わせをつくる技術を遺伝子 (1) 技術という。この際、特定の DNA 配列を認識する (2) 酵素で切断し、得られた DNA 断片を DNA (3) という酵素で連結するという手法がよく用いられる。このようにしてつくられた DNA を (1) DNA という。大腸菌などに目的の遺伝子を導入し増やすためには、ベクター (運び屋) と呼ばれる DNA が用いられる。ベクターとして、(4) と呼ばれる、染色体とは独立に存在して増殖する小さな環状の DNA などが用いられる。植物の遺伝子 (1) では、土壌細菌である (5) がしばしば用いられる。このような操作で得た DNA などの外来遺伝子が導入され、その (1) 遺伝子が体内で発現するようになった生物を (6) 生物という。

問2 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

AさんはPCR法(ポリメラーゼ連鎖反応法)を用いて、あるDNAを増幅することにした。そこで同じ反応液を2つ調製し、以下の異なる2つの条件a, bでそれぞれPCR処理を行った。

条件a: 94℃→55℃→72℃というサイクルを30回繰り返した。

条件b: 94℃→72℃→55℃というサイクルを30回繰り返した。

PCR処理が終わった後、処理液を寒天ゲルのくぼみ(ウェル)に注入し、電気泳動法にて解析した。図1はその結果を模式的に示したものである。①には、DNAサイズマーカーとして、長さが2500, 1000, 500, 250塩基対のDNAの混合物を、②には条件aの処理液を、③には条件bの処理液を、それぞれ注入した。

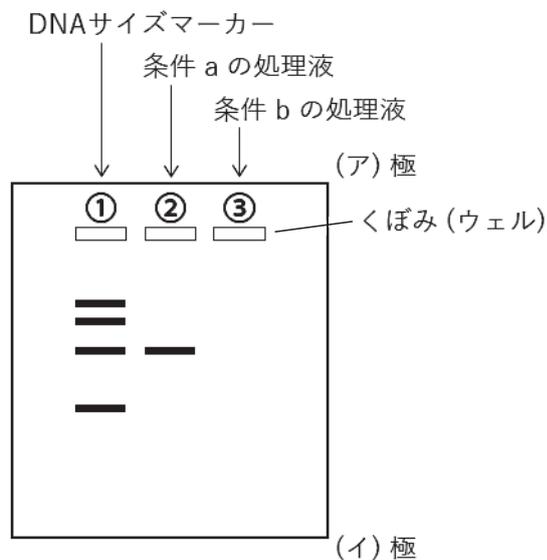


図1

生 物 $\frac{3}{10}$

- (1) この電気泳動では、寒天ゲルのどちら側が+極側で、どちら側が-極側であったか。解答欄(ア)(イ)にそれぞれ記入せよ。
- (2) 図1でDNAがくぼみから(イ)極に向かって移動する理由を説明せよ。
- (3) ②で増幅したDNAの長さはおおよそ何塩基対だったか、解答欄に記入せよ。
- (4) PCR法では、ごく微量のDNAを寒天ゲルで目に見えるレベルの量まで、比較的短時間で効率よく増幅することができる。その理由を、DNAの増幅のされ方に注目して説明せよ。
- (5) PCR法では、熱水噴出孔などに生息する細菌などから取り出したDNAポリメラーゼが使われる。その理由を説明せよ。
- (6) ②では、増幅したDNAのバンドが見られたが、③では、DNAのバンドが見られなかった。その理由を、各温度段階で起こっている現象に注目して説明せよ。なお、寒天ゲルへの注入など、反応液の取り扱いに問題はなかったものとする。

Ⅲ ヒトのホルモンの一種であるインスリン遺伝子の成熟した mRNA の塩基配列が図 2 に示されている。図 2 の四角で囲まれた塩基配列から翻訳が開始されることがわかっている。また、遺伝暗号表を図 3 に示した。図 4 は、インスリン mRNA の翻訳過程の模式図である。図 4 において、①、②、③は tRNA を、また X、Y、Z は tRNA がリボソームに運んだアミノ酸を示す。以下の問いに答えよ。

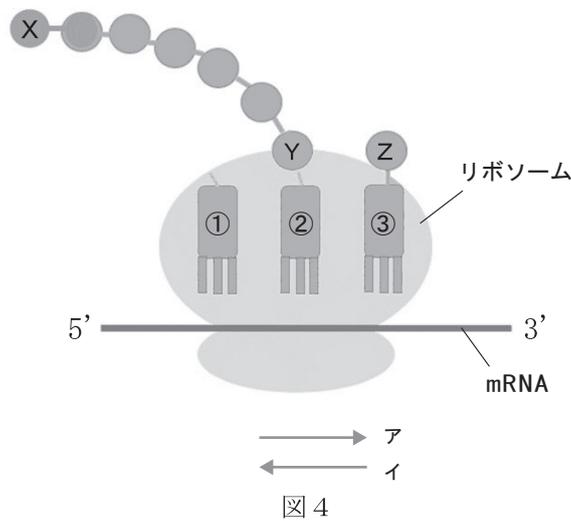
AGCCCUCCAGGACAGGCUGCAUCAGAAGAGGCCAUCAAGCAGAUACUGUCCUUCUGCC**AUG**
 GCCCUGUGGAUGCGCCUCCUGCCCCUGCUGGCGCUGCUGGCCUCUGGGGACCUGACCCAGC
 CGCAGCCUUUGUGAACCAACACCUUGUGCGGCUCACACCUGGUGGAAGCUCUCUACCUAGUGU
 GCGGGGAACGAGGCUUCUUCUACACACCCAAGACCCGCCGGGAGGCAGAGGACCUGCAGGUG
 GGGCAGGUGGAGCUGGGCGGGGGCCUUGUGCAGGCAGCCUGCAGCCCUUGGCCUUGGAGGG
 AAGCGUGGCAUUGUGGAACAAUGCUGUACCAGCAUCUGCUGUCCUGCAGCCUCUACCAGC
 UGGAGAACUACUGCAACUAGACGCAGCCGCAGGCAGCCCCACACCCGCCGCCUCCUGCACC
 GAGAGAGAUGGAAUAAAGCCCUUGAACCAGCAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

図 2

1番目の塩基	2番目の塩基				3番目の塩基
	U	C	A	G	
U	フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	U
	フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	C
	ロイシン	セリン	(終止)	(終止)	A
	ロイシン	セリン	(終止)	トリプトファン	G
C	ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン	U
	ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン	C
	ロイシン	プロリン	グルタミン	アルギニン	A
	ロイシン	プロリン	グルタミン	アルギニン	G
A	イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン	U
	イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン	C
	イソロイシン	トレオニン	リシン	アルギニン	A
	メチオニン(開始)	トレオニン	リシン	アルギニン	G
G	バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	U
	バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	C
	バリン	アラニン	グルタミン酸	グリシン	A
	バリン	アラニン	グルタミン酸	グリシン	G

図 3

生 物 $\frac{5}{10}$

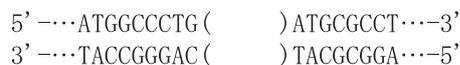


問 1 以下の文章の (1) — (4) に適切な用語を入れよ。

mRNA において翻訳の開始される塩基配列から順に、連続する 3 塩基ごとに区切られた (1) はコドンと呼ばれる。このコドン上に特定の amino 酸を結合した様々な tRNA がリボソームにランダムに接近する。tRNA がもつ (2) とコドンの間で、安定な水素結合が成立すると、つくられつつあるペプチド鎖が伸びる。産物であるタンパク質は、隣り合う amino 酸の (3) と (4) がペプチド結合を形成することでつくられた高分子である。

問 2 図 2 のインスリン mRNA において、四角で囲まれたコドンを 1 番目として 5 番目に指定される amino 酸を答えよ。

問 3 このインスリン遺伝子に 1 塩基の突然変異が起きた結果、4 番目の amino 酸がセリンに変異していることがわかった。変異を起こしたインスリン遺伝子の塩基配列の一部が下記に示されている。() に必要な塩基配列を埋めて、変異したインスリン遺伝子の塩基配列にせよ。



問 4 図 4 の X, Y, Z に相当する amino 酸を答えよ。

問 5 ①で示される tRNA に対応している mRNA のコドンを答えよ。

問 6 図 4 において、リボソームが動く方向を示している矢印の記号を答えよ。また、合成されつつあるペプチド鎖に 1 amino 酸が付加されるごとにリボソームは何塩基分動くかを答えよ。

問 7 終止コドンと安定な水素結合を形成できる tRNA は通常、細胞内には存在しない。しかし、まれに tRNA 遺伝子の変異により、終止コドンと安定な水素結合を形成できる tRNA が細胞内に出現することがある。この場合、つくられるタンパク質とその機能にはどのような影響があると考えられるかを答えよ。

生 物 $\frac{6}{10}$

IV 酵母を用いて次のような実験を行った。その実験結果に関する以下の問いに答えよ。

(ア) 事前に煮沸して気体を追い出した 10% グルコース水溶液 50mL を (イ) 酵母 2g と静かに混合し、それを図 5 のような器具に盲管部に泡が入らないように静かに注ぎ入れた。そしてそれを 10°C、35°C、60°C の 3 つの異なる温度の水槽に入れ、時間経過に従って盲管部にたまってくる気体の量をそれぞれの温度で計測した。その結果、図 6 のようなグラフを得た。なお、図 6 のグラフの直線は得られたデータの近似線となっている。

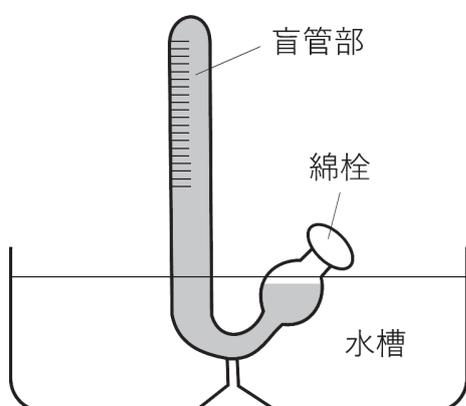


図 5

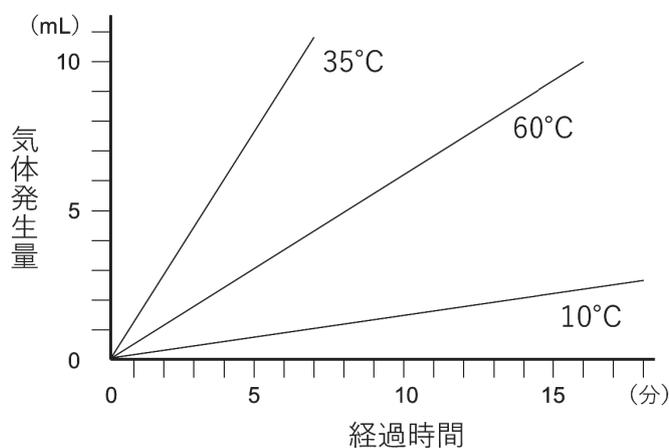


図 6

- 問 1 盲管部にたまった気体の名称を答えよ。
- 問 2 問 1 の気体が生じる反応で同時に生成された物質の名称を答えよ。
- 問 3 酵母が起こすこのような反応の名称を答えよ。
- 問 4 図 6 のグラフの傾きが 10°C と 35°C の間で異なる理由と 35°C と 60°C の間で異なる理由をそれぞれ 50 字以内で説明せよ。
- 問 5 このような酵母の反応は酸素の存在下では抑制される。この現象は何と呼ばれるか。
- 問 6 下線部 (ア) に関して、グルコース水溶液を煮沸しないと実験の結果は図 6 のグラフとは異なるものになる。その理由を 80 字以内で説明せよ。

生 物 $\frac{7}{10}$

問7 下線部(イ)に関して、酵母の代わりに、酵母をすり鉢とすりこぎで完全に粉砕して調製したしぼり汁をグルコース水溶液と混合しても、35℃で気体が発生した。しかし、混合の前にしぼり汁を煮沸すると、気体が発生しなかった。また、混合の前にしぼり汁を半透膜であるセロハンの袋に包み、図7のように水を張ったビーカーに沈めてしばらく置いた後、そのセロハンの袋から取り出したしぼり汁を反応に用いると、気体が発生しなかった。しかし、セロハンの袋から取り出したしぼり汁とセロハンの袋を入れていたビーカーの水を同時にグルコース水溶液と混合すると、気体が発生した。では、煮沸したしぼり汁と図7の処理をしたセロハンの袋から取り出したしぼり汁を同時にグルコース水溶液と混合した場合には、気体は発生するか。予測される結果に○をつけよ。また、そのように考える理由を説明せよ。

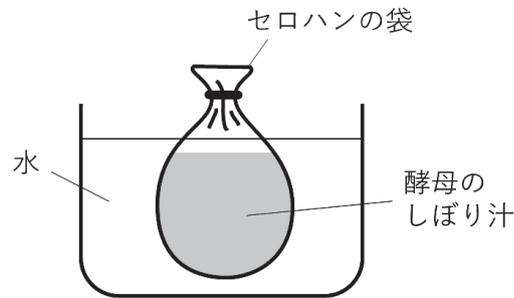


図7

大問Vと大問VIは選択問題である。いずれか一方を解答すること。
 解答用紙も大問V用と大問VI用の2種類があるので、間違えないように注意すること。

V 下記の文章を読んで設問に答えよ。

私達がよく目にするシダ植物の植物体は孢子体と呼ばれ、その細胞の核相は $2n$ である。シダ植物ではこの他に幅1cm程度の植物体があり、その細胞の核相は n である。この小さな植物体において、卵と精子が形成される。このようなシダ植物の生活環を図解したものが図8である。

真核生物で単細胞の緑藻であるクラミドモナスでは、豊富に栄養分がある環境下で増殖する細胞の核相は n である。クラミドモナスには性があり、性の違いを mt^+ と mt^- で表す。生育環境に十分な栄養があれば、肥大化した栄養増殖細胞(母細胞)内に内生孢子と呼ばれる複数の細胞が生じ、やがて母細胞の細胞壁が溶解することによって放出される。外部環境が悪くなると遺伝子発現の変化が起きて、栄養増殖していた細胞は mt^+ 細胞と mt^- 細胞として合体し、 $2n$ の細胞となる。この $2n$ の細胞内部で減数分裂が行われる。その結果生じた n 細胞は外部環境に栄養が十分あり、かつ適度な光があれば外部に放出される。これを図解したのが図9である。

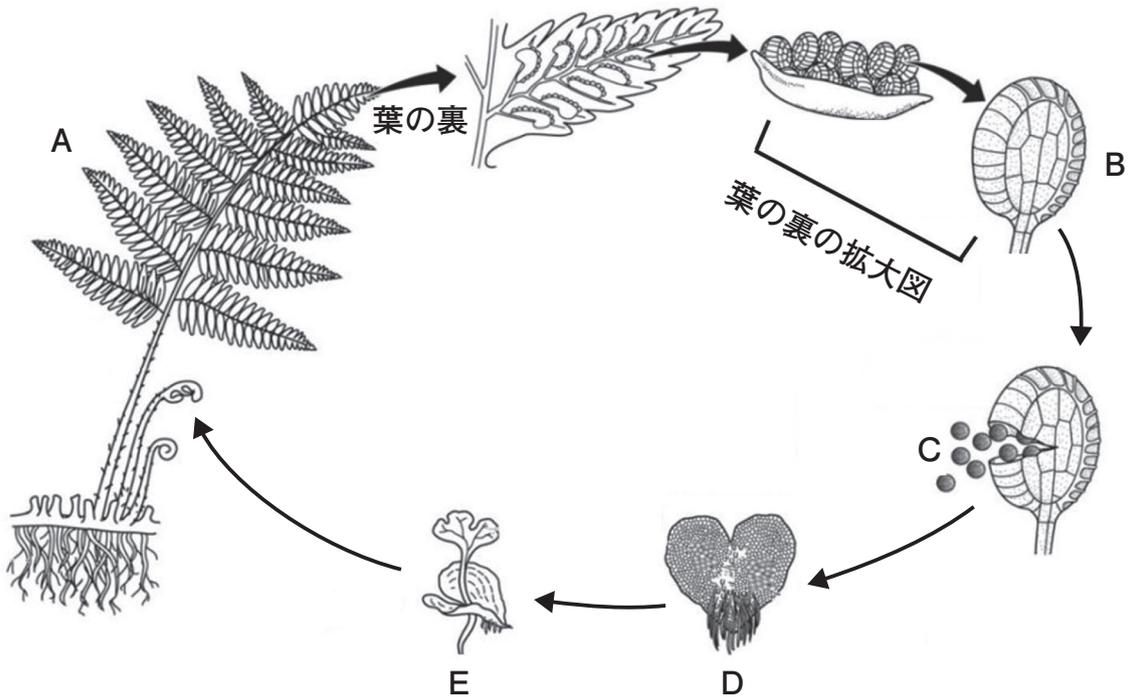


図8

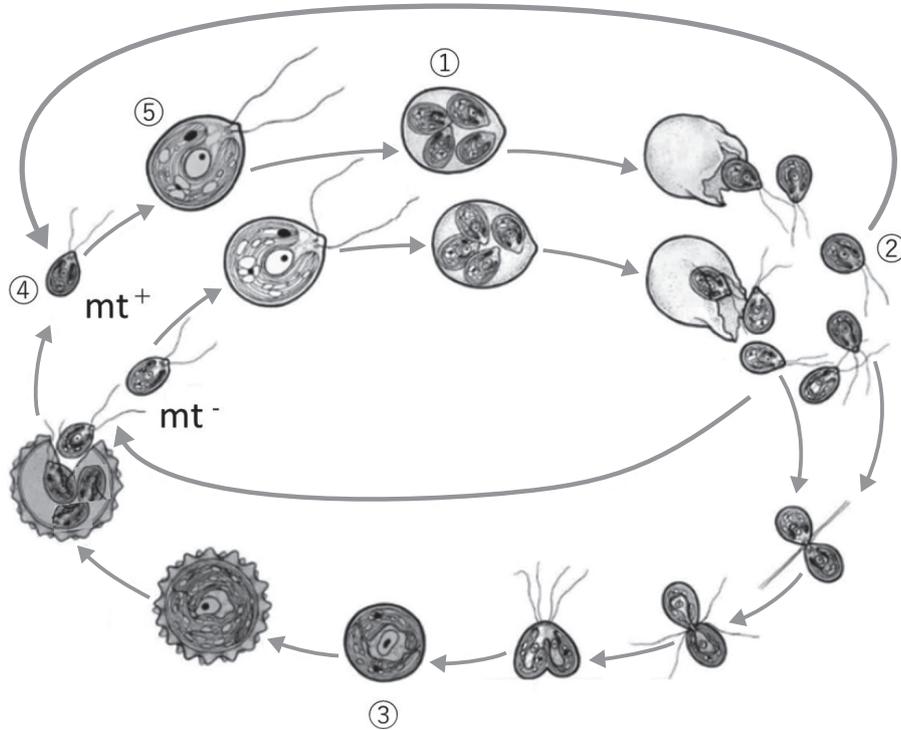


図 9

- 問 1 図 8 において A から D のうち、胞子体を示す記号を 1 つ選び答えよ。
- 問 2 図 8 において B から E のうち、減数分裂が行われるのはどれか。記号を 1 つ選び答えよ。また、その構造の名称を答えよ。
- 問 3 図 9 において①から⑤の細胞のうち、図 8 の C の細胞に相当する細胞はどれか。記号を 1 つ選び答えよ。
- 問 4 図 8 において A から E のうち、卵と精子が形成される器官または個体はどれか。記号を 1 つ選び答えよ。また、そのシダ植物における名称を答えよ。
- 問 5 図 9 において①から⑤の細胞のうち、減数分裂を起こす細胞の記号を全て答えよ。
- 問 6 図 9 の③の細胞に対する名称として正しいものを下記から 1 つ選び、記号で答えよ。
ア. 接合子 イ. 配偶子 ウ. 子実体 エ. 胞子
- 問 7 クラミドモナスなどの核相 n の細胞の方が、 $2n$ の細胞よりも紫外線照射などにより、簡単に新しい形質をもつ突然変異体を得られることが多い。その理由を説明せよ。
- 問 8 クラミドモナスは外的環境が悪くなると、栄養増殖をしていた細胞が mt^+ 細胞と mt^- 細胞として合体することで $2n$ の細胞が形成される。このことは、クラミドモナスがさまざまな環境の中で生き残るために有効であると考えられる。その理由を説明せよ。

生 物 $\frac{10}{10}$

大問Vと大問VIは選択問題である。いずれか一方を解答すること。
解答用紙も大問V用と大問VI用の2種類があるので、間違えないように注意すること。

VI 次の問いに答えよ。

問1 次の文章を読み、問いに答えよ。

生態系を構成している生物には、無機物から有機物を合成することができる(1)と、それらが生産した有機物をさまざまな形で取り込んで生活する(2)がある。(1)である植物が一定面積内で一定期間に生産する有機物の総量を(3)という。(3)から(4)を差し引いたものが(ア)純生産量である。純生産量から被食量と(5)を差し引いたものが植物の成長量となる。(2)のなかで、植物を直接食べる動物を(6)といい、さらに(6)を食べる動物がいる。食う・食われるの関係が一連に続くことを(7)という。しかし実際には、生態系にはさまざまな生物が含まれるので、1種類の生物だけを1種類の生物が捕食するわけではなく、複数の生物間で食う・食われるの関係にある。このような複雑な関係を(8)という。

(2)のなかで、植物や動物の遺体や排泄物などを分解して栄養分を得るのは、菌類や細菌などの分解者である。動植物の遺体に含まれるタンパク質は、菌類や細菌によって分解され、アンモニウムイオンを生じる。アンモニウムイオンは微生物による(9)という作用によって、硝酸イオンに変換される。このように、微生物による分解によってつくられた窒素を含むイオンを植物が利用する関係にあるが、植物の中には微生物との共生によって窒素を含むイオンを取り込むしくみをもつものもある。(イ)マメ科の植物の根には微生物との共生によってつくられた特別な構造が見られる。

- (1) 文章中の(1) - (9)に適切な用語を入れよ。
- (2) 下線部(ア)に関連し、日本の森林では、林齢が50年を超えると純生産量が徐々に減少する。その理由を80字以内で説明せよ。
- (3) 下線部(イ)に関連し、マメ科の植物の根に微生物との共生によってつくられる特別な構造の名称を答えよ。また、その共生関係を100字以内で説明せよ。

問2 次の文章中の(1) - (5)に適切な用語を入れよ。

個体群は、環境条件が整えば個体数を増やす。横軸に時間、縦軸に個体数をとり、個体群の個体数が増加する過程を表したグラフを(1)という。個体群密度が高くなると、餌などの資源をめぐる個体間の(2)が激しくなり、出生率の低下や死亡率の増加によって(1)が変化する。このように個体群密度が個体の性質に変化を生じさせることを(3)という。ワタリバツタのなかまのように、個体群密度が低い時と高い時で形態や行動に著しい違いが生じることを(4)といい、個体群密度が高い時に出現する型を(5)という。

< 問題訂正 >

理科「生物」

33 ページ 問 3

(誤) … 図 8 の C の細胞に相当する細胞はどれか。

(正) … 図 8 の C の細胞と核相が異なる細胞はどれか。