

# 生 物

医学部・応用生物科学部

## 問 題 冊 子

### 注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 問題冊子は 16 ページで、医学部は解答用紙 3 枚・白紙 1 枚、応用生物科学部は解答用紙 5 枚・白紙 3 枚である。乱丁、落丁、印刷不鮮明の箇所などがある場合は、ただちに試験監督者に申し出ること。
3. 受験番号は、解答用紙のそれぞれ指定の欄すべてに必ず記入すること。
4. 解答は、解答用紙の指定箇所に記入すること。
5. 問題は 5 題ある。応用生物科学部の受験生は 5 題すべてに解答すること。医学部の受験生は問題 1 , 2 , 3 に解答すること。
6. 解答用紙は持ち帰らないこと。
7. 問題冊子と白紙は持ち帰ること。
8. 大問ごとに、満点に対する配点の比率（％）を表示してある。

1 次の文章を読み、問1～4に答えよ。(配点比率 医：35%，応生：20%)

細胞内でグルコースを分解してエネルギーを得る過程は、大きく分けて3つの段階からなる。最初の段階は、グルコースから炭素3個を含む化合物に至る反応経路で解糖系とよばれる。この段階には様々な酵素が関与しているが、フルクトース6-リン酸がフルクトース1,6-二リン酸<sup>①</sup>に変化する反応は、ホスホフルクトキナーゼという酵素によって促進されている。この酵素はアロステリック酵素であり、解糖系全体の反応速度調節に重要な役割を果たしている。また、解糖系は酸素を必要としない反応であり、ある種の組織や細胞では、この段階のみでエネルギーを得<sup>②</sup>ている。急激な運動時の骨格筋は、この一例である。また、微生物の中には無酸素環境で解糖系とほぼ同じ代謝系を用いるものがあるが、この働きは  とよばれる。

酸素が利用できる場合には、グルコース分解の第2段階が進行する。すなわち、炭素3個を含む化合物に由来するアセチル基がアセチル CoA という物質を介して、 回路へと入っていく。この回路は、ミトコンドリアのマトリックスに存在している。この回路を1周する間にアセチル基が分解され、炭素原子は  として放出される。また、数カ所の脱水素反応により、還元型補酵素が生成する。生じた還元型補酵素は、第3段階である電子伝達系で利用される。

電子伝達系はミトコンドリアの内膜に存在しており、還元型補酵素に由来する電子は反応系内<sup>③</sup>を次々に受け渡されていき、最終的に  に受容され水ができる。この過程で、内膜を介して水素イオンの濃度勾配が形成される。その結果、水素イオンは濃度勾配に従って高濃度側から低濃度側に移動しようとし、この移動力を利用してATP合成酵素がATPを合成する。

問1.  ～  に適切な語を入れよ。

問2. 図1は、下線部①のホスホフルクトキナーゼについて、その反応速度に及ぼすフルクトース6-リン酸濃度の影響を示している。曲線Aは低濃度のATP存在下で、曲線Bは高濃度のATP存在下で測定した結果である。以下の問いに答えよ。

- (1) 曲線Aと曲線Bの比較から、高濃度のATPは酵素活性を阻害していることがわかる。その理由として、どのようなことが考えられるか。アロステリック効果に基づく説明として適切なものを次から1つ選び、記号で答えよ。
- (a) 酵素中の活性部位にATPが結合して、酵素活性を阻害するため。
  - (b) ATPがフルクトース6-リン酸と結合して、フルクトース6-リン酸の濃度を下げため。
  - (c) 酵素中の活性部位とは別の部位にATPが結合して、酵素活性を阻害するため。
  - (d) ATPは逆方向の反応であるフルクトース1,6-二リン酸からフルクトース6-リン酸への変化を促進するため。

- (2) ATPは解糖系の最終産物の1つといえるが、このATPによってホスホフルクトキナーゼ活性が抑制されることは解糖系全体の速度調節に重要である。こうした調節機構をなんというか。その名称を記せ。
- (3) 図1の曲線A上の部分アとイについて、その説明として適切なものを次の中から全て選び、記号で答えよ。
- (a) アの部分では、基質濃度が増加しても酵素-基質複合体の量は、ほとんど変わらない。
  - (b) イの部分では、基質濃度が増加しても酵素-基質複合体の量は、ほとんど変わらない。
  - (c) アの部分では、基質濃度が増加すると酵素-基質複合体の量は、大きく変化する。
  - (d) イの部分では、基質濃度が増加すると酵素-基質複合体の量は、大きく変化する。
  - (e) アの部分では、酵素に結合していない基質は、ほとんど存在しない。
  - (f) イの部分では、酵素に結合していない基質は、ほとんど存在しない。
  - (g) アの部分では、酵素に結合していない基質は、多量に存在している。
  - (h) イの部分では、酵素に結合していない基質は、多量に存在している。
- (4) ホスホフルクトキナーゼの酵素活性が曲線Bのように変化する場合には、どのような活性調節が可能となるか。「スイッチ」という語を用いて、60字以内で記せ。

下書き用(60字)

					5						10						15						20

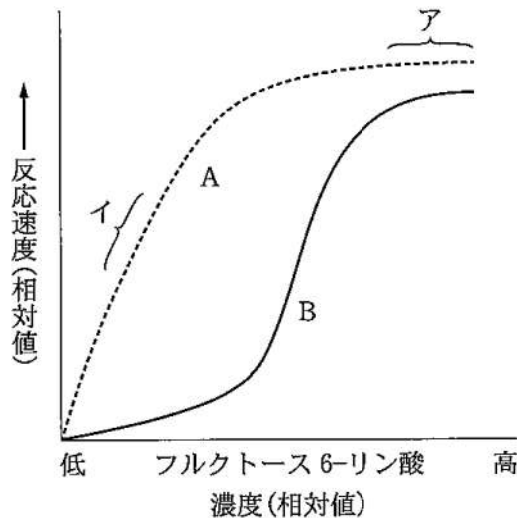


図1 ホスホフルクトキナーゼ活性へのフルクトース6-リン酸濃度の影響

- 問 3. 下線部②の例として、アザラシのような潜水性海産哺乳類の潜水時のエネルギー代謝が知られている。潜水時には酸素が不足するため、それに適応した代謝が行われる。図2はアザラシの潜水時と浮上時の血中グルコースおよびその代謝産物の濃度を示したグラフである。ここで、血中の物質濃度は組織での代謝を反映しているものとして、以下の問いに答えよ。
- (1) 図2の代謝産物は、酸素が不足する場合のグルコースの最終代謝産物である。その名称を記せ。
  - (2) アザラシは潜水時に活発な運動をしており浮上時には休息しているものとすれば、このアザラシが潜水しているのはどの時期か。図中の記号a~cから1つ選び答えよ。ただし、グルコースから血中代謝産物の生成までには時間的遅れがあることを考慮すること。
  - (3) 図2の代謝産物が生成する反応について、最終反応に関わる基質の名称を記せ。

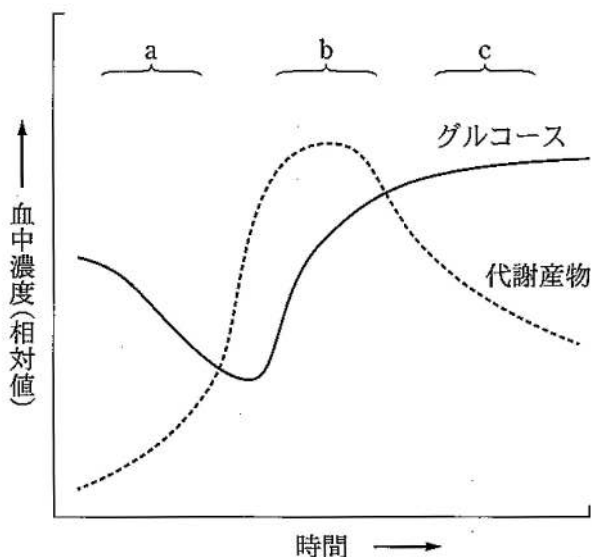


図2 アザラシの潜水時と浮上時の血中グルコースおよびその代謝産物の濃度

- 問 4. 下線部③の電子伝達系の働きを調べるために、分離・精製したラット（ドブネズミ）肝臓のミトコンドリアを用いて実験を行った。図3は外気から密閉された容器にミトコンドリアとリン酸を含む反応液を入れ、反応液中の溶存酸素を測定した結果である。図の矢印の位置では、反応液にそれぞれの物質が加えられたとして、以下の問いに答えよ。
- (1) コハク酸やADPは、ミトコンドリアのどの位置で反応したと考えられるか。次の中から適切なものを1つ選び、記号で答えよ。
    - (a) 外膜の細胞質に接する表面
    - (b) 内膜の外膜側に位置する表面
    - (c) 内膜のマトリックス側に位置する表面
    - (d) 内膜から離れた位置のマトリックス

- (2) 図3で加えられたADPは、反応液中のミトコンドリアでATP合成に使われる。図から酸素1分子の消費によって生成するATPの分子数を計算しなさい。ただし、図中のnmol ( $=10^{-9}$  mol) は、物質量の単位であり、分子数に比例する。また図中に示すように、ADPは150 nmolと300 nmolが別々に加えられたものとする。
- (3) DNP (2, 4-ジニトロフェノール) は、ミトコンドリア内膜の水素イオン透過性を増大させる。図3でDNPを加えてからのミトコンドリアではどのようなことが起こっているか。次の中から適切なものを1つ選び、記号で答えよ。
- (a) 電子伝達系が停止している。
  - (b) ATPのミトコンドリア外への輸送が停止している。
  - (c) 電子伝達系が活発に働いている。
  - (d) ATP合成が活発に行われている。
  - (e) ATPの分解が進行してADPが生成している。
- (4) KCN (シアン化カリウム) を加えると図3に示されているような結果となった。KCNはどのような作用を及ぼしたか。「電子伝達系」、「酸素消費」の2語を用いて30字以内で記せ。

下書き用 (30字)

5					10					15					20				

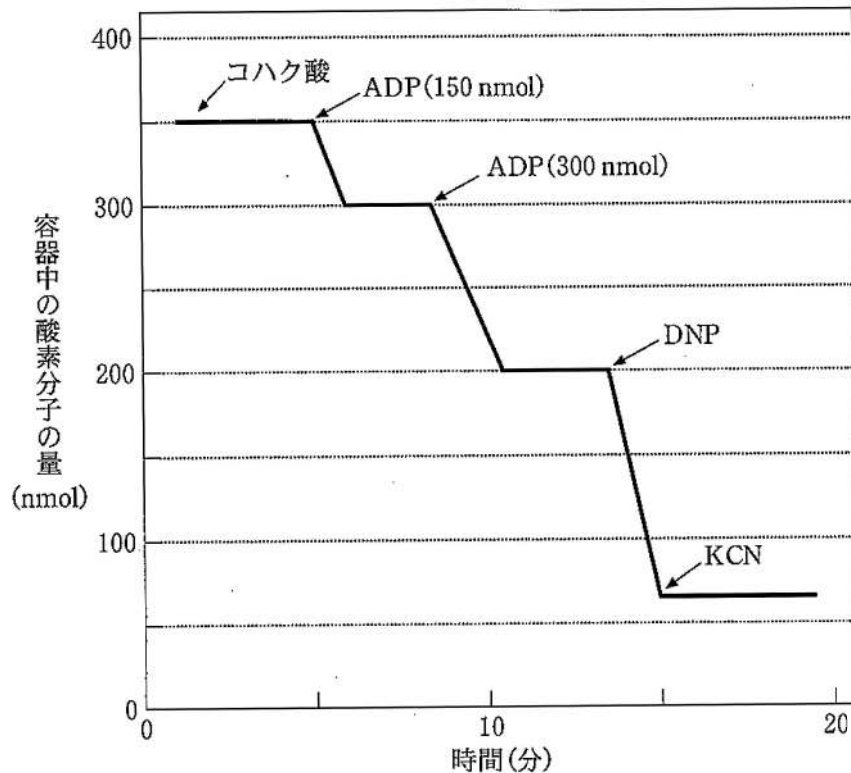


図3 ラット肝臓ミトコンドリアの酸素消費

2 次の文章を読み、問1～6に答えよ。(配点比率 医：35%，応生：20%)

メンデルは、様々な形質を持つ系統のエンドウを用いて交配実験を繰り返し行い、形質の遺伝に規則性があることを発見した。1865年に発表された「植物雑種に関する研究」では、種子の形や茎の高さなど、エンドウの7つの形質に関して、交配実験の結果が示されている。メンデルが発見した規則性は、優性の法則、分離の法則、独立の法則の3つにまとめることができる。分離の法則と独立の法則は減数分裂における染色体の分配様式に基づくことが後に示された。

① 最近の研究では、メンデルが研究した7つの形質のうちいくつかの形質について原因遺伝子が突き止められている。例えば、茎の高さに関わる遺伝子は、植物ホルモンの1つであるジベレリンの生合成に関わる酵素の遺伝子であることが1997年に明らかとなった。茎を高くする対立遺伝子  $L$  に対し、茎を低くする対立遺伝子  $l$  ( $L$  は  $l$  に対し優性) はDNAの塩基配列のうちの1塩基がグアニン (G) からアデニン (A) へ変化しており、この遺伝子により作られるタンパク質ではこの変化に伴ってアミノ酸構成が変化していた。② 遺伝子型  $ll$  の植物体に  $GA_1$  (図1参照) を与えると対立遺伝子  $L$  を持つ植物体と同様に茎が伸長するように変化した。③  $GA_{20}$  を与えた場合には変化が見られなかったことから、対立遺伝子  $L$  から作られるタンパク質は  $GA_{20}$  から  $GA_1$  を合成する酵素であるとわかった。対立遺伝子  $l$  により作られる酵素は、対立遺伝子  $L$  により作られる酵素の20分の1しか酵素活性がなかった。

また、茎の高さに関わる別の1対の遺伝子  $N$  と  $n$  ( $N$  は  $n$  に対し優性) も見つかった。この遺伝子もジベレリン生合成に関わっており、図1の物質Aから  $GA_{44}$  の生合成に至るステップの1つの反応を行っている。活性を持たない酵素を作る対立遺伝子  $n$  をホモで持つ遺伝子型  $nn$  の植物体ではこのステップが完全に遮断され、ジベレリン生合成が行われぬ。その結果、遺伝子型  $nn$  の植物体は、遺伝子型が  $NNll$  や  $Nnll$  の植物体よりもさらに茎が低くなる。

さらに、植物体間での接ぎ木実験が行われている。④ 遺伝子型  $nnLL$  を接ぎ穂として接ぎ木する場合、 $nnLL$  を台木とした処理より  $NNLL$  を台木とした処理の方が接ぎ穂の茎が伸長した。この結果から、台木のジベレリンが接ぎ穂に移動すると考えられる。

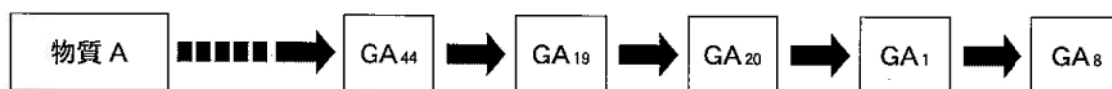


図1 エンドウのジベレリン生合成経路

物質Aからいくつかの中間産物を経て、 $GA_{44}$ が作られ、その後異なる酸化酵素がはたらくと、 $GA_{19}$ 、 $GA_{20}$ 、 $GA_1$ 、 $GA_8$ へと変化する。 $GA_{44}$ 、 $GA_{19}$ 、 $GA_{20}$ 、 $GA_8$ は不活性型ジベレリンで、 $GA_1$ は活性型ジベレリンである。



問 2. 下線部②に関して、この DNA の塩基配列の置換により、茎の高さに関わる遺伝子から転写により作られる mRNA の塩基配列は図 4 のように変化する。その結果、アミノ酸構成が変化した。対立遺伝子 *L* において図 4 の下線のある G を含むコドンが指定している可能性のあるアミノ酸の名称をすべて答えよ。ただし、実際のコドンに対応する塩基配列の区切り位置はわからないものとし、また必要であれば表 1 を参考にせよ。

対立遺伝子 *L*             $\cdots$ CGCGAUGGGUCUCGCCCCGCACACA $\cdots$   
 対立遺伝子 *l*             $\cdots$ CGCGAUGGGUCUCACCCCGCACACA $\cdots$

図 4 茎の高さに関わる遺伝子の mRNA の塩基配列の一部  
 下線部は対立遺伝子 *L* と対立遺伝子 *l* の間で異なる塩基を示す。  
 翻訳は図の左から右へ進んでいくものとする。

表 1 遺伝暗号表

		2 番目の塩基				
		ウラシル (U)	シトシン (C)	アデニン (A)	グアニン (G)	
1 番目の塩基	U	UUU フェニルアラニン	UCU セリン	UAU チロシン	UGU システイン	U
		UUC フェニルアラニン	UCC セリン	UAC チロシン	UGC システイン	C
		UUA ロイシン	UCA セリン	UAA 終止	UGA 終止	A
		UUG ロイシン	UCG セリン	UAG 終止	UGG トリプトファン	G
	C	CUU ロイシン	CCU プロリン	CAU ヒスチジン	CGU アルギニン	U
		CUC ロイシン	CCC プロリン	CAC ヒスチジン	CGC アルギニン	C
		CUA ロイシン	CCA プロリン	CAA グルタミン	CGA アルギニン	A
		CUG ロイシン	CCG プロリン	CAG グルタミン	CGG アルギニン	G
	A	AUU イソロイシン	ACU トレオニン	AAU アスパラギン	AGU セリン	U
		AUC イソロイシン	ACC トレオニン	AAC アスパラギン	AGC セリン	C
		AUA イソロイシン	ACA トレオニン	AAA リシン	AGA アルギニン	A
		AUG メチオニン, 開始	ACG トレオニン	AAG リシン	AGG アルギニン	G
G	GUU バリン	GCU アラニン	GAU アスパラギン酸	GGU グリシン	U	
	GUC バリン	GCC アラニン	GAC アスパラギン酸	GGC グリシン	C	
	GUA バリン	GCA アラニン	GAA グルタミン酸	GGA グリシン	A	
	GUG バリン	GCG アラニン	GAG グルタミン酸	GGG グリシン	G	

\* 「開始」はタンパク質合成の開始、「終止」はタンパク質合成の終了を意味する。



問 3. DNA 上でトレオニンに指定しているコドンにおいて、1つの塩基が置換を生じるような突然変異が起きるとする。すべての塩基置換が同様の確率で生じると仮定した場合、起きうる突然変異のうち、何%がアミノ酸の変化を伴うと考えられるか。小数点以下第2位を四捨五入し、小数点以下第1位まで記せ。なお、必要であれば表1を参考にせよ。

問 4. 下線部③と同様に、植物体にジベレリンを与える実験を行った。以下の4つの処理を行いその後の茎の伸長を測定し(a)～(d)の4つの比較をしたところ、2つで差がみられた。この2つを(a)～(d)から選び記号で記せ。

【処理1】 遺伝子型 *nnll* の植物体に  $GA_1$  を与えた。

【処理2】 遺伝子型 *nnll* の植物体に  $GA_{20}$  を与えた。

【処理3】 遺伝子型 *nnLL* の植物体に  $GA_1$  を与えた。

【処理4】 遺伝子型 *nnLL* の植物体に  $GA_{20}$  を与えた。

(a) 処理1と処理2

(b) 処理1と処理3

(c) 処理3と処理4

(d) 処理2と処理4

問 5. 下線部④に関して、移動するジベレリンが活性型ジベレリン  $GA_1$  か、それともその前駆体 ( $GA_{44}$ ,  $GA_{19}$ ,  $GA_{20}$  など) かを調べるために、以下のような接ぎ木実験を考えた。以下の実験に用いることのできる植物体の遺伝子型  と  にあてはまるものをすべて記せ。

【実験】 遺伝子型  を接ぎ穂とし、遺伝子型  を台木とした処理と遺伝子型  を台木とした処理で接ぎ穂の茎の伸長を比較する。下線部④の結果と合わせてみると、後者の接ぎ穂が前者より伸長した場合  $GA_1$  の前駆体が移動すると考えられ、差がなかった場合は  $GA_1$  が移動すると考えられる。

問 6. 遺伝子型が *NNLL*, *NnLL*, *NNLl*, *NnLl* の植物体はすべて茎が高い。これらを親(胚珠親)とし、遺伝子型が *nnLL* の植物体と *NNll* の植物体を掛け合わせてできた雑種第1代を親(花粉親)として掛け合わせた。交配によりできた種子を発芽させて育てた植物体の茎の高さについて、*NNLL* と同程度の植物体の数(X), *nnLL* と同程度の植物体の数(Y), *NNll* と同程度の植物体の数(Z)の比は、親(胚珠親)の遺伝子型ごとにどのようになると期待されるか。簡単な整数比で答えよ。なお、*N(n)*, *L(l)* は異なる染色体上にあるものとする。

3 次の文章を読み、問 1～6 に答えよ。(配点比率 医：30%，応生：20%)

植物群落の種構成は長い年月をかけて変化していく。溶岩上のように  がない場所や、植物体がまったく失われた場所で始まる一次遷移や、山火事のように地上部の植物体が失われても  が存在し、そこに埋もれた種子や焼け残った根茎から植物群落が再生し始める二次遷移が知られている。一次遷移の過程で、溶岩の風化や溶岩上に菌類と藻類の共生体である  やコケ植物が侵入することによって  が形成され始める。次に草原が形成され、しだいに低木林から高木林となる。日本の温帯域では、アカマツなどの陽樹が初期に侵入し、林冠が発達して林床が暗くなると植物群落の下層では、陰樹の幼木や陰生植物のシダ植物が優占するようになる。そのため、次世代の林冠は陰樹で占められ、長期間にわたって、カシやバナなどの陰樹の森林となると考えられてきた。しかしながら、実際の森林では、林冠や林床に生育する植物のすべてが陰生植物となることはない。台風などの攪乱によって林冠木が倒れると、 とよばれる空間が生じ、その林床から陽樹や陰樹の次世代が生育していくからである。植物群落における垂直的な配列の状態を  とよび、とくに森林ではそれが発達する。森林の  を 4 層に区分した場合、上から、高木層、亜高木層、低木層、草本層に分けられる。一方、湖沼のような場所で生じる遷移を湿性遷移とよぶことがある。

このような植物群落を構成する現在の陸上植物の系統関係については、コケ植物からシダ植物、シダ植物から裸子植物、裸子植物から被子植物が進化してきたと考えられている。デボン紀から  にかけては、現在のような裸子植物や被子植物ではなく、シダ植物が大型の森林を作った時代もあった。シダ植物から裸子植物が進化し、種子を持つ植物が栄えるようになった。裸子植物のなかには、イチヨウやソテツのように雄性配偶子が  であり、繁殖に関して祖先種の特徴を残しているものがある。シダ植物、裸子植物、被子植物は、コケ植物とは異なり、 を共通して持っていることから、共通の祖先から進化したとされている。このように進化してきた植物は、大部分が光合成による  同化を行う独立栄養生物であるが、植物の中には葉緑体を持たず寄生することによって生きている  栄養生物もいる。

問 1.  ～  に適切な語を入れよ。

問 2. 下線部①に示した遷移初期に現れる植物の総称を記せ。

問 3. 下線部②の状態を何とよぶか記せ。

問 4. 下線部③に示す湿性遷移について、その遷移の過程を 70 字以内で説明せよ。

下書き用 (70 字)

5					10					15					20				

問 5. 下線部④に関して、種子を持つ植物はどのような環境条件に適応可能となったため、シダ植物より優勢となったか。適応可能となった環境条件とともに、その理由を 45 字以内で記せ。

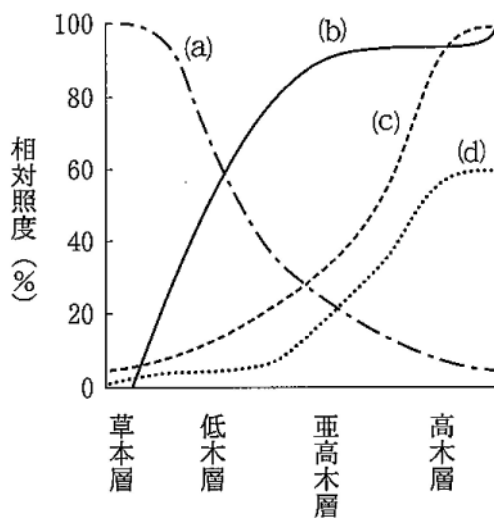
下書き用 (45 字)

5					10					15					20				

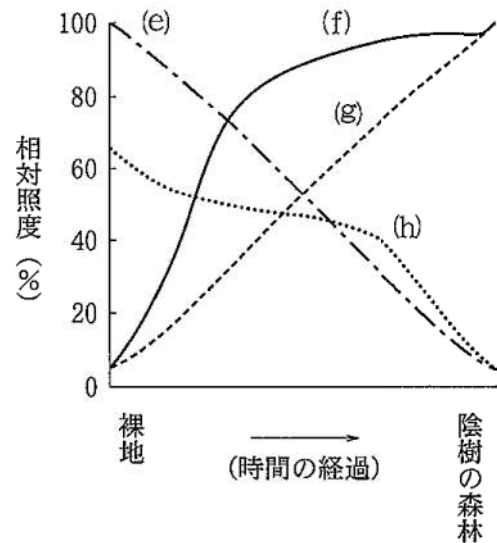
問 6. 以下の文章の変化を表す曲線を各設問の選択肢の図から選び、図中の (a) ~ (h) の記号で答えよ。また、その曲線が適切な理由を簡潔に記せ。

- (1) 林冠が閉鎖した状態の高木層から草本層にかけての森林群落の相対照度の変化
- (2) 裸地から林冠が閉鎖した陰樹の森林にかけての遷移過程での地表の相対照度の変化

【設問(1)の選択肢】



【設問(2)の選択肢】





問 4. 新しい性質をもった細胞が現れる要因として、細胞間相互作用の他に、もともと卵に蓄積されている物質の作用があげられる。そのことを確かめるために以下の実験を行った（図2 および表2）。受精直後の卵の植物極側に卵が死滅しない程度の紫外線を照射した（図2 A）。正常な未受精卵から、動物極側または植物極側の細胞質を吸い取り（図2 B）、紫外線照射された卵の植物極側に注入した（図2 C）。その後、卵をオタマジャクシになるまで飼育し、光学顕微鏡を用いて卵巣原基内にある始原生殖細胞の数を7個体についてかぞえ表2の結果を得た。以下の問いに答えよ。

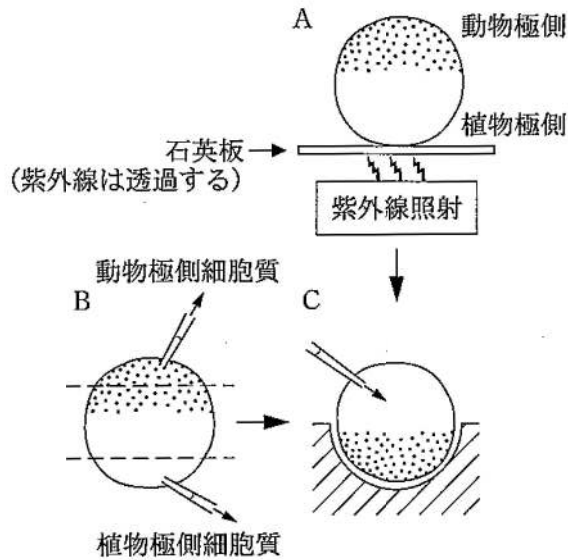


図2 細胞質の移植実験

表2 細胞質移植実験の結果

実験のタイプ	始原生殖細胞の数							7個体の平均値
	各個体の計数値							
無処理	33	47	48	61	67	66	71	56.1
紫外線照射のみ	17	1	27	21	21	5	11	14.7
紫外線照射+動物極側細胞質の注入	8	0	0	0	0	7	0	2.1
紫外線照射+植物極側細胞質の注入	42	29	43	27	37	61	28	38.1
紫外線照射+生理食塩水の注入	5	0	18	0	15	0	0	5.4



5 次の文章を読み、問1～3に答えよ。(配点比率 応生：20%)

血液は、栄養や酸素を運搬する役割と、生体を防御する役割、そして体温や pH など体内環境を維持する役割を担っている。血液は、白血球、赤血球、血小板、および血しょうの4つの成分から構成され、それぞれの成分の役割は異なる。

白血球は、免疫を調節し、生体防御のために働く。白血球は、骨髄球系細胞とリンパ球系細胞の2種類に分類される。リンパ球には、抗体を産生する役割を持った細胞である  と、免疫全体をコントロールする細胞である  などがあり、これらの細胞の相互作用により免疫が制御されている。体内に侵入してきた異物は、抗原として捕捉され、マクロファージなどの抗原提示細胞により、 に受け渡される。 は、提示された抗原を認識した後、抗原に反応する受容体を持った  を活性化させ、抗体を産生させる。産生された抗体は、抗原と結合し、 によって異物を排除する。免疫反応は、そのしくみによって2つに区別することができる。一つは、体液中に存在する抗体を用いて異物を排除するしくみであり、このような免疫を  とよぶ。もう一方は、 によって活性化された細胞が、感染した自己の細胞や異物を直接攻撃し排除する免疫のしくみであり、このような免疫を  とよぶ。

赤血球は、組織に酸素を運搬する働きをしている。赤血球は、 とよばれるタンパク質を多く含み、酸素はこのタンパク質に結合して組織へ輸送される。このタンパク質と酸素の結合には、金属イオンとして  を必要とし、酸素を多く含んだ血液は鮮やかな赤色を呈する。

血小板は、血液を固め、出血を止める役割を果たしている。血小板は、空気に触れるなどの刺激を受けると、トロンピンというタンパク質分解酵素を分泌する。トロンピンは、血しょう中に存在する  というタンパク質を分解し、 を作る。 は、繊維性で不溶性のタンパク質であり、赤血球や白血球と絡まり血餅けつぺいを形成し出血を止める。

問 1.  ～  に適切な語を入れよ。

問 2. ヒトなど脊椎動物では、自然免疫と獲得免疫の二重の免疫機構によって生体防御がおこなわれている。自然免疫は、生まれつき備わっている免疫機構であり、単細胞生物から脊椎動物まで広く存在する原始的な免疫である。一方、獲得免疫は、脊椎動物のみが持つ高度な免疫機構であり、生後に抗原刺激を受けることによって、免疫能が獲得されていく。自然免疫と獲得免疫について、(1)～(4)の問いに答えよ。

- (1) 獲得免疫には、自然免疫にはない2つの重要な特徴がある。ワクチンを接種することによって、特定の病原体の感染を長期にわたり予防することは、獲得免疫の持つこれら2つの特徴を医学的に応用したものである。このような獲得免疫の2つの特徴をあげよ。

- (2) 自然免疫の特徴は、細胞の直接的な作用や比較的単純な作用によって生体防御を行うことである。たとえば、食細胞の貪食・消化作用によって病原体を排除したり、細胞が抗菌ペプチドを分泌し細菌の増殖を抑制したりする例がある。一方、獲得免疫には複数の細胞種の相互作用が必要であり、それは、極めて複雑で高度な生体防御機構である。感染防御を行う上で、自然免疫が獲得免疫に比べ有利な点を簡潔に述べよ。
- (3) 多くの単細胞生物も独自の生体防御機構を持っている。例えば、ある種の細菌類は、外来のDNAを特異的に分解する酵素を持っており、生体防御機構として、侵入してくる外来のDNAを切断し排除するために使用している。このような酵素を何とよぶか。
- (4) さまざまな微生物は、他の細菌等の増殖を抑制する物質を生産することにより、自己の生存を有利にする生体防御機構を持っている。我々はこのような物質を医薬品として利用し、感染症の治療のために使用している。このような物質の総称を何というか。

問 3. 図 1 は、赤血球中の酸素を運搬するタンパク質が酸素と結合している割合（酸素飽和度）と、酸素分圧との関係を曲線に示したものであり、このような曲線を酸素解離曲線とよぶ。このタンパク質は、酸素分圧が高い状態では酸素と結合しやすく、酸素分圧が低い状態では酸素と解離しやすい性質を持っているため、酸素解離曲線は、図 1 で示したように S 字型曲線を示す。また、酸素分圧に加え、二酸化炭素分圧もこのタンパク質の性質に影響をおよぼし、二酸化炭素分圧の上昇とともに酸素の解離が促進される。これらの特性により、酸素分圧が高く二酸化炭素分圧が低い肺組織から、酸素分圧が低く二酸化炭素分圧が高い末梢の組織へと、効率よく酸素が運搬される。酸素解離曲線について以下の問いに答えよ。

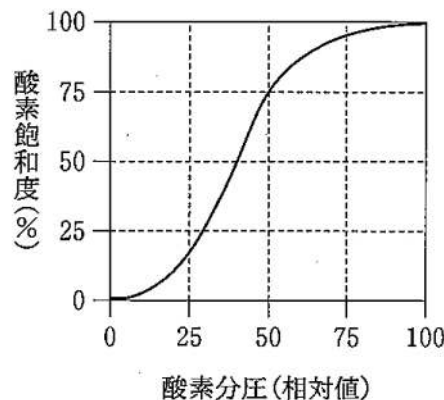


図 1 酸素解離曲線（二酸化炭素分圧が低い場合）

- (1) 運動後の筋肉など、二酸化炭素分圧が高い臓器における酸素解離曲線はどのように変化するか。次頁の選択肢 (a) ~ (e) で示した曲線（破線）の中から最も適切なものを選びその記号を記すとともに、選んだ理由を 50 字以内で述べよ。

下書き用 (50 字)

5					10					15					20				



(2) 空気中に一酸化炭素が存在すると、赤血球による酸素の運搬が著しく阻害され、酸欠による中毒症状を起こす。これは、一酸化炭素が、酸素を運ぶタンパク質の性質を変化させることが原因である。一酸化炭素は、酸素よりも約 250 倍強力にこのタンパク質と結合するとともに、このタンパク質から酸素を解離しにくくする作用を持つ。このタンパク質の 25% が一酸化炭素と結合した場合、酸素解離曲線はどのように変化するか。下記の選択肢 (a) ~ (e) で示した曲線 (破線) の中から最も適切なものを選びその記号を記すとともに、選んだ理由を 70 字以内で述べよ。

下書き用 (70 字)

					5						10						15						20

【問 3 の選択肢】 各グラフの実線で示した酸素解離曲線は、図 1 で示した二酸化炭素分圧が低い組織での酸素解離曲線と同一である。

