

生 物

1 次の文を読み、下の問に答えよ。

肝臓はヒトの体内で最大の臓器であり、恒常性の維持に重要な役割を果たしている。肝臓には、 と肝動脈から血液が供給される。血液成分の約(ア)%を占める血しょうは、肝臓内の毛細血管にすき間があるため、その一部は肝細胞と接している。肝細胞の表面には、小腸粘膜上皮細胞でも見られる微柔毛が多数でている。肝臓から分泌される^(A) は、十二指腸に排出され、脂肪を乳化し吸収を助けている。消化管内のブドウ糖やアミノ酸は、 を介して肝臓へ運ばれる。肝臓はブドウ糖から を合成して貯蔵し、血糖値の調節を行う。健康な人では、血しょう 100 ml 中に約(イ)mg のブドウ糖が含まれるが、ブドウ糖は尿中に排出されない。血糖値が上昇した場合、すい臓の内分泌部がある^(B) のβ細胞(B細胞)からインスリンが分泌され、肝臓での^(C) 合成が促進される。

(1) 上の文の(ア)、(イ)に当てはまる適切な数値を、下記の{ }内からそれぞれ選び、記号で答えよ。

(ア) : { (a) 25 (b) 40 (c) 55 (d) 70 (e) 90 }

(イ) : { (a) 0.1 (b) 1 (c) 10 (d) 100 (e) 1000 }

(2) 上の文の ~ に適切な語句を記入せよ。

(3) 下線(A)について、小腸粘膜上皮細胞でも見られるように、肝細胞において微柔毛が発達している理由を簡潔に説明せよ。

(4) 下線(B)について、ブドウ糖の腎臓内における動きを簡潔に説明せよ。

(5) 糖尿病を治療するために、下線(C)のインスリンは注射で使用され、口からは投与されない。その理由として、どのようなことが考えられるか述べよ。

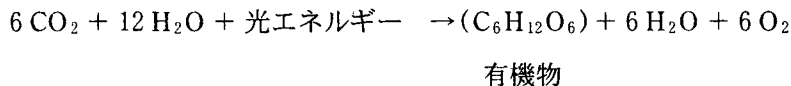
2 次の文を読み、下の問に答えよ。

緑色植物は葉緑体という細胞小器官で光エネルギーを吸収して、二酸化炭素と水とからブドウ糖などの有機物を合成している。光合成細菌は [1] という色素をもち、光エネルギーを用いて光合成を行う。

緑色植物の葉緑体の内部には [2] とよばれる平たい円盤状の小胞が層状になって多数存在している。また、葉緑体内部を満たしている基質は [3] とよばれ、糖を合成する酵素が含まれている。

葉緑体内で行われる複雑な光化学反応で [4] が分解され [5] が生じるとともに、還元物質[H]とATPが生成される。そして葉緑体中のカルビン・ベンソン回路で還元物質[H]とATPを用いて気孔から取り入れられた二酸化炭素からブドウ糖などの有機物が合成される。

なお、光合成の全体の反応式は次のとおりである。



- (1) 文中の [] の中に適切な用語を記入せよ。
- (2) 仮に大気中の酸素と二酸化炭素の含有量をそれぞれ 21 %、0.03 % とし、二酸化炭素の含有量が 0.03 % から 0.06 % に増加したとすると、酸素の含有量はどのように変化するか。ただし、大気中の二酸化炭素の増加は有機物(ブドウ糖)の酸化のみによって生じたものとする。

原子量 H = 1, C = 12, O = 16 とし、小数第 2 位まで求めよ。

- (3) 光合成細菌名を一つあげ、その光合成について下の【 】内の用語を少なくとも 1 回は用いて記述せよ。

【還元物質[H]、酸素、有機物】

- (4) 可視光の中で光合成に有効な波長の光は何か。二つ記せ。
- (5) 気孔から取り入れられた二酸化炭素 1 モルはカルビン・ベンソン回路のある中間物質に取り込まれる。このことについて正しいものを下の 1 ~ 6 の中から 1 つ選び番号で答えよ。

1. C_6 化合物 1 モルと反応し C_7 化合物が 1 モル生成する。
2. C_6 化合物 1 モルと反応し C_3 化合物と C_4 化合物がそれぞれ 1 モルずつ生成する。
3. C_5 化合物 1 モルと反応し C_6 化合物が 1 モル生成する。
4. C_5 化合物 1 モルと反応し C_3 化合物が 2 モル生成する。
5. C_4 化合物 1 モルと反応し C_5 化合物が 1 モル生成する。
6. C_3 化合物 1 モルと反応し C_4 化合物が 1 モル生成する。

3 次の文を読み、 1 ～ 10 に最も適切な語句を入れよ。

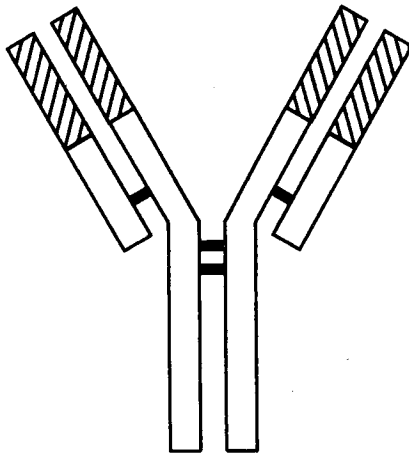
有性生殖を行う大部分の動物の配偶子には一般に2型があり、相対的に大きくて運動性を欠くものを卵、小さくて運動性のあるものを精子とよぶ。配偶子のもとになる細胞を 1 とよび、個体発生の初期に生殖巣の外に形成されるが、ある時期に生殖巣に移動する。卵巣に移動した 1 は 2 となる。 2 は 3 を繰り返して増殖する。個体が成長するにつれて、一部の 2 に 4 が蓄積され 5 となる。 5 は次におこる 6 で、 4 をほとんど含まない 7 と、 4 を多く含む 8 とに分裂する。 8 は 9 で 10 と卵とにさらに分裂する。

4 次の文を読んで、下の問に答えよ。

哺乳類などの生体は外界からの異物に対して自己を守る免疫とよばれる生体防御機構をもつ。実際に生体の免疫機構を医療に応用したものとしては [1] がある。インフルエンザウイルスなどによる伝染病は [1] を接種しておくことによって、感染した場合の症状を軽減することができる。 [1] とは病原性を弱めた菌や無毒化した毒素などのことで、体内に入ると [2] などの食細胞に取り込まれて部分的に分解される。その後、 [2] は [1] 由来の [3] を細胞表面に提示しその情報^aを特定の [4] 細胞に伝える。情報を得た [4] 細胞は、その情報にもとづき特定の [5] 細胞を刺激する。刺激された [5] 細胞の一部は記憶細胞として体内に残るが、それ以外は [3] に対して特異的な抗体を産生する抗体産生細胞へと分化^bする。産生された抗体は、実際にウイルスが侵入してきた場合、ウイルス [3] と結合して無毒化したり、 [2] などの食作用を助けることによりウイルスの排除を促進する。このように抗体^cによって起こる免疫反応のことを [6] 免疫という。一方、抗体の関係しない、移植組織の拒絶などの免疫反応を [7] 免疫という。

- (1) [1] ~ [7] に適切な語句を入れよ。
- (2) 下線 a の現象は細胞内の何という小器官で起こるか。その名称を答えよ。
- (3) 下線 b について、一般的に「細胞の分化」とはどういうことか。具体的な例とともに 100 字以内で説明せよ。

- (4) 下線cの抗体とは下図のような構造をした免疫グロブリン(分子量15万)というタンパク質であるが、その構造上で 3 を認識結合する部分を何と
いうか。その名称を答えよ。



- (5) 細胞生物学において、抗体は特異的に生体分子を認識結合できる点から有用な研究ツールである。実際に特定の分子と特異的な抗体の反応を利用して、特定分子の定量も可能である。今、0.15 mg の特異的な抗体を用いてその認識分子(分子量5万)を反応させたとして、理想的には最大何 mg の認識分子と反応することができるか。その数値を答えよ。なお、認識分子の構造上で抗体に認識される場所は1部分のみとし、また認識分子自体は単量体で存在し複数で会合していないものとする。

5 次の文を読み、下の問に答えよ。

真核生物の体細胞分裂は間期と分裂期に分けられる。図1はタマネギの根端組織で細胞が盛んに分裂している顕微鏡像をスケッチしたものである。細胞分裂に際して染色体DNAが複製されるが、DNAの複製様式には図2に示す3通りの可能性が理論上考えられる。

- ① 保存的複製：複製後の2つの二本鎖DNAの内、片方の二本鎖DNAはもとの鎖の二本、もう片方のDNAは新たに合成された鎖の二本からなる。
- ② 半保存的複製：複製後の2つの二本鎖DNAは、それぞれもとの鎖と新たに合成された鎖からなる。
- ③ 分散的複製：複製後の2つの二本鎖DNAの鎖はもとの鎖と新たに合成された鎖が等量ずつ混ざっている。

複製に際しDNAの本来の塩基対が他の塩基対に変わると、タンパク質を構成している本来のアミノ酸が別のアミノ酸に変化した異常タンパク質が形成されることがある。大腸菌の野生株は30℃でも42℃でも増殖できるが、30℃では増殖できるが42℃では増殖できない大腸菌株を作ることができる。このような菌株を温度感受性株という。ある温度感受性株の染色体DNAの塩基配列を調べ、野生株と比較したところ、DNA複製酵素の遺伝子の1カ所に塩基の変化がみられた。このDNA複製酵素の最初の(アミノ基の付いている)アミノ酸の情報を担う3個の塩基配列の最初の塩基を1番目とすると、温度感受性株では400番目の塩基が変化していた。野生株と温度感受性株のDNA複製酵素遺伝子からの伝令RNAについて397番目から402番目までの塩基配列を図3に示している。

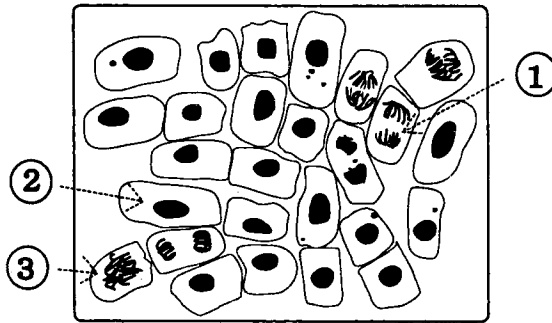


図 1. タマネギ根端組織の顕微鏡像のスケッチ

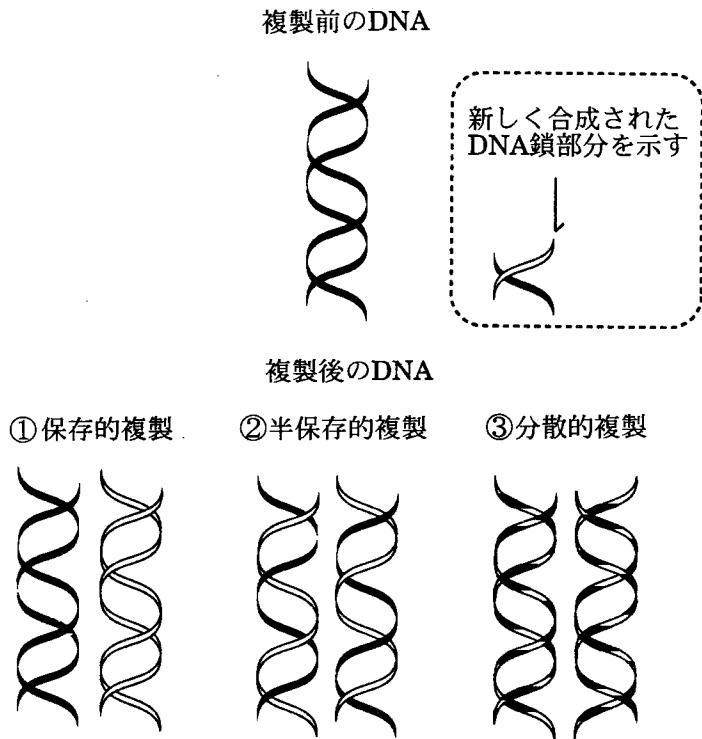


図 2. DNA の複製様式に関する 3 つのモデル

塩基の番号	397	398	399	400	401	402
野生株の塩基配列	--G-----G-----C-----G-----G-----A--					
温度感受性株の塩基配列	--G-----G-----C-----A-----G-----A--					

図 3. 大腸菌の野生株と温度感受性株の塩基配列

表 1. 遺伝暗号表

塩基配列	アミノ酸	分子量	塩基配列	アミノ酸	分子量
UUU	フェニルアラニン	165	UCU	セリン	105
UUC			UCC		
UUA			UCA		
UUG	ロイシン	131	UCG	プロリン	115
CUU			CCU		
CUC			CCC		
CUA			CCA		
CUG	CCG		ACU	スレオニン	119
AUU	イソロイシン	131	ACC		
AUC			ACA		
AUA			ACG		
AUG	メチオニン	149	GCU	アラニン	89
GUU	バリン	117	GCC		
GUC			GCA		
GUA			GCG		
GUG			UGU	システイン	121
UAU	チロシン	181	UGC		
UAC			UGA	停止	
UAA	停止		UGG	トリプトファン	204
UAG		CGU	アルギニン	174	
CAU	ヒスチジン	155			CGC
CAC	グルタミン	146			CGA
CAA			CGG		
CAG			AGU	セリン	105
AAU	アスパラギン	132	AGC		
AAC	リジン	146	AGA	アルギニン	174
AAA			AGG		
AAG			GGU		
GAU	アスパラギン酸	133	GGC		
GAC	グルタミン酸	147	GGA		
GAA			GGG		
GAG					

- (1) 細胞分裂の間期では、細胞内でどのような変化が起こっているか、40字以内で記述せよ。
- (2) 図1中の①、②、③の細胞は細胞分裂のどの時期にあるか答えよ。
- (3) 大腸菌を ^{15}N の塩化アンモニウム ($^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$)の入った培地で連続培養したのち、 ^{14}N の塩化アンモニウム ($^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$)の入った培地に移して培養した。大腸菌のDNA複製が保存的複製、半保存的複製、および分散的複製を行ったと仮定すると1世代後および2世代後の大腸菌のDNAはどのような重さになるか。解答欄に位置を線で示せ。
- (4) 大腸菌の野生株のDNA複製酵素のアミノ酸配列の中の何というアミノ酸が温度感受性株では何に変化したかを表1に示した遺伝暗号表を利用して答えよ。
- (5) 野生株のDNA複製酵素の分子量は129898である。温度感受性株のDNA複製酵素の分子量を表1に示した遺伝暗号表を利用して計算せよ。
- (6) この温度感受性株から42℃でも増殖できる株(復帰株)が得られた。復帰株のDNA複製酵素のアミノ酸配列は野生株とまったく同じであった。この復帰株のDNA複製酵素遺伝子の塩基配列を調べると397番目から402番目の配列のなかの塩基が2カ所で温度感受性株の配列と異なっていた。復帰株のDNA複製酵素遺伝子の伝令RNAの397番目から402番目までの塩基配列を解答欄に書きなさい。可能性のあるものをすべて答えよ。
- (7) 遺伝子突然変異によるとみられるヒトの遺伝病を2つあげよ。

6 次の文章を読み、下の問に答えよ。

神経細胞は核が存在する [1] と、ここから出る一本の [2] ，および通常複数の [3] からなり、 [4] ともよばれる。感覚の受容に関与し末梢に向かう神経繊維は刺激を感知する [5] に分布している。

[5] は最小のエネルギーの刺激を受け入れられやすく分化した構造をもち、その刺激を [6] といい、反応する刺激の最小値を [7] という。

たとえば、味覚をつかさどる器官では [5] として [8] があり、水や唾液にとけた [9] やイオンの刺激により味覚が生じる。味の種類には甘味、塩味、 [10] ，苦味がある。味覚のうち特に [10] では、反射的に多量の唾液が分泌される。

- (1) [1] ~ [10] に適切な語句を答案用紙に記入せよ。
- (2) [5] は刺激の有無を伝えるばかりでなく、刺激の強弱を神経繊維中を伝導する生体情報に変換する機能を備えている。刺激の強弱はどのように変換されるか 40 字以内で説明せよ。
- (3) 味覚は化学感覚ともよばれる。化学感覚としてはさらにもうひとつの感覚がある。この感覚はなにか答えよ(A)。またそれぞれの感受する刺激の違いを機能をふまえて 40 字以内で述べよ(B)。
- (4) 唾液の分泌中枢は脳のどこにあるか答えよ(A)。また、唾液の分泌を調節する遠心性の神経系を何と呼ぶか(B)。