

令和5年 理工学群 総合型選抜

生 物 $\frac{1}{9}$

I 次の文章を読み、問いに答えよ。

DNAとRNAは、いずれも多数のヌクレオチドが鎖状につながった物質である。1つのヌクレオチドは、(1)に塩基と(2)が結合したものであり、ヌクレオチドの鎖における塩基の並び方は(3)と呼ばれる。また、塩基には^(ア) 特定の塩基どうしが結合して塩基対を作る性質があり、DNAではヌクレオチドの2本の鎖が(4)構造を形成する。生物の形質を決める遺伝情報は、DNAの(3)に保存されており、この^(イ) 遺伝情報を基にタンパク質が作られる。そのために、^(ウ) DNAの遺伝情報はRNAに写し取られる。RNAのヌクレオチドは、(1)がリボースである点や、塩基としてチミンの代わりに(5)が使われる点において、DNAのヌクレオチドとは異なっている。

問1 上の文章の()に適切な語句を入れよ。

問2 下線部(ア)に関して、シトシンと対を作る塩基は何か。また、このような特定の塩基の間の関係性のことを何というか。

問3 下線部(イ)に関して、タンパク質はアミノ酸が鎖状につながった物質である。あるタンパク質が300個のアミノ酸できている場合、そのタンパク質のアミノ酸を指定する遺伝子は最低限でも何個の塩基対がつながってできていると考えられるか。

問4 下線部(ウ)の反応のことを何というか。また、その時に作られるRNAは特に何とよばれるか。

問5 450個の塩基対でできたあるDNAにおいて、そのDNAに含まれる全塩基中のチミンの数の割合は30%であった。このDNAにはシトシンは何個含まれるか。

令和5年 理工学群 総合型選抜

生 物 $\frac{2}{9}$

Ⅱ 次の文章を読み、問いに答えよ。

ある地域に生息しているすべての生物とその地域の非生物的環境とを1つのまとまりとして見たものを(1)系という。(1)系の中で、(2)から有機物を合成する植物や藻類などの独立栄養生物は(3)と呼ばれる。一方、他の生物を食べてそれを自己のエネルギー源として利用する動物のような従属栄養生物は(4)と呼ばれる。また、(4)のうち動植物の遺体や排出物を分解することで栄養分を得ている菌類や細菌のような生物は特に(5)と呼ばれる。多くの生物は、非生物的環境から様々な影響を受けているが、(ア) 生物も非生物的環境に影響を与えている。(1)系内に存在する生物は、(イ) 食う-食われるの関係によってつながっており、いくつかの栄養段階に分けられる。

問1 上の文章の()に適切な語句を入れよ。

問2 下線部(ア)の例として適当でないものを、次の文①～⑥の中からすべて選んで答えよ。

- ① ミミズが土壌中の有機物を食べて粒状の糞をすると、土壌の水はけが良くなる。
- ② マングローブが発達すると、その内部の水の流れが弱くなる。
- ③ 植物プランクトンが異常に増殖すると、水の濁りが増して水底に届く光が減る。
- ④ 樹木が生育すると、その下は暗くなり一日の温度変化も小さくなる。
- ⑤ キーストーン種がいなくなると、生物の種数や個体数が変化する。
- ⑥ 野生化したヤギの食害により、森林が裸地となって表土が流出しやすくなる。

問3 下線部(イ)に関して、1種類の生物が2種類以上の生物を食べたり、2種類以上の生物に食べられたりして、つながりが直線的ではなく複雑になっているその関係性の全体を何というか。

令和5年 理工学群 総合型選抜

生 物 $\frac{3}{9}$

Ⅲ 次の文章を読み、問いに答えよ。

タンパク質を構成するアミノ酸は、1つの炭素原子に(1)基, (2)基, (3)原子, 側鎖と呼ばれる分子群からなる。生物が利用するアミノ酸は(4)種あり, それぞれの側鎖の化学的性質が異なっている。そのうち, ヒトの生体内では合成できず, 外界から栄養素として摂取する必要があるアミノ酸は(5)アミノ酸と呼ばれる。(ア)あるアミノ酸の(1)基と別のアミノ酸の(2)基から水分子が脱離してできた結合を(6)結合という。(2)基を側鎖に持つアミノ酸は, 酸性アミノ酸と呼ばれ, 細胞質中では, (7)の電荷を帯びやすい。システインの側鎖には硫黄(S)が含まれている。そのため, 近接したシステインどうしは, (8)結合を形成することがあり, タンパク質の高次構造の形成に関与する。

タンパク質を(9)や強い酸や強いアルカリの溶液にさらすと立体構造が破壊され, 多くの場合, 元の構造には戻らない。この現象をタンパク質の(10)という。(10)により, タンパク質がその正常な機能を失うことを(11)という。タンパク質の立体構造が損なわれるような条件下では(12)と呼ばれる一群のタンパク質が大量に細胞質に現れる。このタンパク質は, ポリペプチドの凝集しやすい部分に結合して正常な折りたたみを補助するなどはたらきをする。

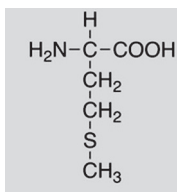
タンパク質の二次構造には(13)構造と(14)構造があるが, (13)構造は, 1本のポリペプチドがよじれた円筒形の構造で, 少し離れたアミノ酸間で(15)結合が規則的に生じることによって作られる。酵素が特定の物質のみに働きかける性質を(16)というが, これは主として, タンパク質の立体構造によって決定される。

問1 上の文章の()に適切な語句を入れよ。

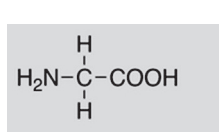
問2 下線部(ア)に関して, 4個のアミノ酸が結合して生じる化合物は, 理論上, 何種類あるか。

問3 下記の構造式はメチオニン, グリシン, セリンを示す。メチオニン, グリシン, セリンがこの順で結合して生じる化合物の化学構造式を書け。

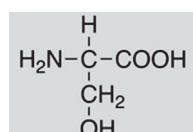
メチオニン



グリシン



セリン



令和5年 理工学群 総合型選抜

生 物 $\frac{4}{9}$

IV 次の文章を読み、問いに答えよ。

ヒトを含む哺乳類の成体には、組織・器官の役割に応じて数百種もの細胞が存在する。(ア) これは、胚の発生にともない、細胞がそれぞれ異なった機能や形態を持つように変化した結果である。例えば、ヒトの血液中に存在する細胞を観察すると、有形成分としては、大別して赤血球、白血球、(1) がみられる。(1) は、血液凝固に関わる。

赤血球は、酸素の運搬に特化した細胞であり、細胞中にはヘモグロビンというタンパク質が大量に含まれている。(イ) ヘモグロビンは、肺胞のような酸素濃度が高く二酸化炭素濃度が低いところでは酸素と結合して酸素ヘモグロビンとなり、筋肉の組織などの酸素濃度が低く二酸化炭素濃度が高いところでは、酸素を離して元のヘモグロビンに戻る性質がある。

(ウ) 白血球には、複数の種類があり、全体として生体防御に関わる。

血液を含む体液は体内で循環している。心臓と血管をあわせて (2)、リンパ管やリンパ節をあわせて (3) といい、両方をあわせて (4) という。(エ) ヒトの場合は、血液は心臓の4つの部屋の働きで体内をめぐっている。

血液の液体成分は、水、タンパク質、グルコース、無機塩類などを含んでいる。(オ) 血液中のグルコース濃度は、ホルモンの働きで一定の範囲になるように保たれている。何らかの理由でこの調節に異常が生じると、グルコース濃度が一定の範囲を上回るようになる。この病態は (5) と呼ばれる。

問1 上の文章の()に適切な語句を入れよ。

問2 下線部(ア)に関して、細胞はどのような仕組みで、固有の機能や形態を持つようになるか、次の用語をすべて用いて簡潔に説明せよ。

ゲノム、発現、すい臓の細胞、赤血球になる細胞、インスリン遺伝子、グロビン遺伝子(ヘモグロビンを構成するグロビタンパク質の遺伝子のこと)

問3 下線部(イ)に関して、次の問いに答えよ。

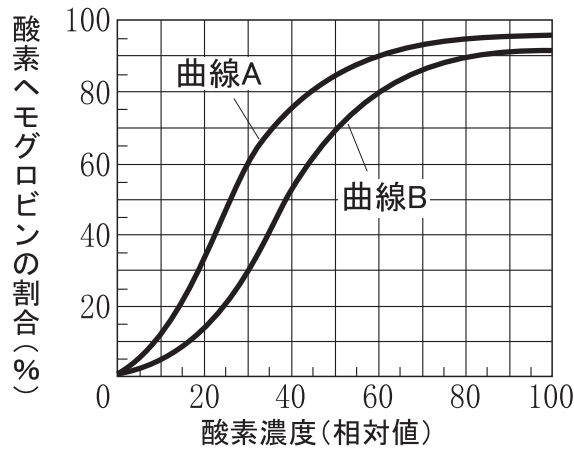


図 1

- (a) 図 1 は、ヒトの血液中のヘモグロビンが酸素と結合する割合を示したグラフである。2本の曲線(AとB)は、二酸化炭素濃度(相対値)が40、または70の血液での酸素解離曲線である。二酸化炭素濃度が40の血液での酸素解離曲線は、曲線Aと曲線Bのどちらか。
- (b) 肺胞の酸素濃度を100、二酸化炭素濃度を40とする。この時、肺胞では、すべてのヘモグロビンのうち、何%が酸素ヘモグロビンになっているか。整数で答えよ。
- (c) ある組織における酸素濃度を30、二酸化炭素濃度を70とする。この時、組織では、すべてのヘモグロビンのうち、何%が酸素ヘモグロビンになっているか。整数で答えよ。
- (d) この組織において、血液中に含まれる酸素ヘモグロビンのうち、何%が酸素を解離したか。整数で答えよ。ただし、肺からこの組織に至るまでに酸素ヘモグロビンの酸素の解離はないものとする。
- (e) ヒトを含めた哺乳類の胎児は、胎盤を通してしか酸素を受け取ることができないので、成体とは異なるヘモグロビンを用いることで、この問題を解決している。胎児のヘモグロビンの酸素解離曲線がどのようになっていれば、母体の血液から酸素を効率よく受け取ることができるだろうか。予想される酸素解離曲線を、図2中に記入せよ。ただし、両曲線の二酸化炭素濃度は同じとする。

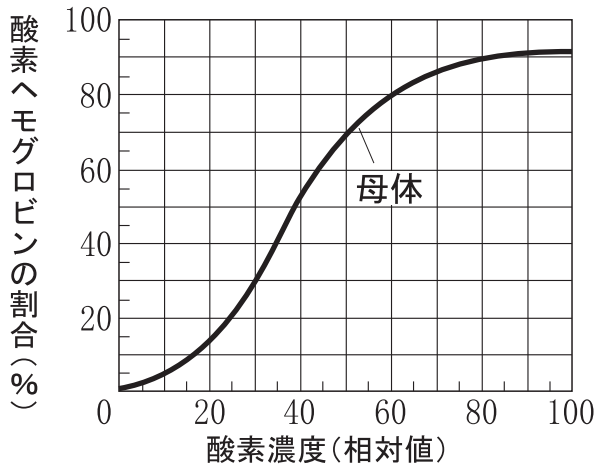


図 2

問 4 下線部 (ウ) に関して、白血球の生体防御における働き方を、次の語句をすべて用いて簡潔に説明せよ。

B細胞, ヘルパーT細胞, 樹状細胞, マクロファージ, 食作用, 抗体

問 5 下線部 (エ) に関して、図 3 にヒトの心臓および肺を正面 (腹側) から見た模式図を示す。血液が流れる向きを、図中の 4 つの口の中に矢印 (←または→) で示せ。

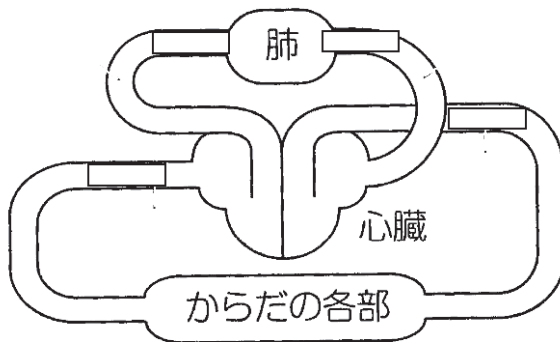


図 3

問 6 下線部 (オ) に関して、血液中のグルコース濃度 (血糖濃度) が上昇した時に、グルコース濃度を低下させることで、一定の範囲に維持する仕組みを、次の語句をすべて用いて簡潔に説明せよ。

すい臓, 肝臓, B細胞, インスリン, グリコーゲン

V 次の問いに答えよ。

問1 次の文章を読み、文章中の()に適切な語句を入れよ。

細胞は生物の基本単位である。生物には、ヒトのようにその体が複数の細胞で構成されている(1)生物と、体が1つの細胞で構成される(2)生物がある。(2)生物のなかには、核を持たない細胞でできている(3)と、核を持つ細胞でできている(4)がある。(1)生物はすべて(4)であり、多くの(1)生物は、体を構成する体細胞と、次世代の子孫を作り出すための特別な細胞である(5)からなる。

問2 図4は、植物細胞を模式的に示したものである。A～Hで示された細胞小器官と細胞の構造体について、その名称を答えよ。

問3 図4のAとBについて、その働きをそれぞれ20字以内で述べよ。

問4 図4のA～Hで示された細胞小器官と細胞の構造体のうち、植物細胞に特徴的なつくりを記号ですべて選び、答えよ。

問5 図4のA～Hで示された細胞小器官と細胞の構造体のうち、DNAを持つものを選び、記号ですべて答えよ。また、その細胞小器官の起源について、DNAを持つことを手がかりとして提唱された考えについて20字以内で述べよ。

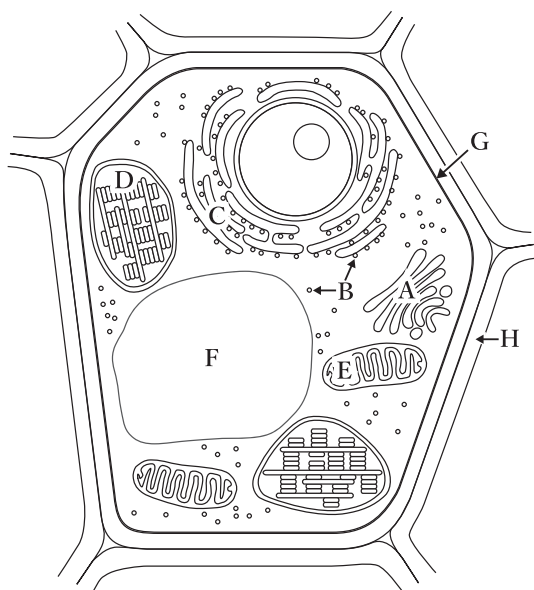


図4

令和5年 理工学群 総合型選抜

生 物 $\frac{8}{9}$

VI 以下の文章を読み、問いに答えよ。

体細胞分裂では、母細胞が分裂して2つの娘細胞を生じる。細胞が分裂を終えてから次の分裂が終わるまでの過程を細胞周期とよび、細胞周期は、細胞の分裂が進行する分裂期(M期)と、その終了から次のM期開始までの間期に分けられる。M期は、染色体の形や分布の状態によって、(ア) 前期・中期・後期・終期に分けられる。間期は、DNA複製がおきるS期と、その前後のG₁期とG₂期に分けられる。

ある哺乳類の細胞の細胞周期について調べるために、次の実験1～3を行った。なお、実験中はどの細胞も細胞周期の長さは同じであり、活発に分裂を行っていたが、実験開始時点では細胞周期のどの時期にいるかは揃っておらず、さまざまであったものとする。

[実験1] 適切な培養液が入った培養皿Aと培養皿Bに、増殖している細胞をそれぞれ 1×10^5 個入れて、37℃に保温し培養した。培養を始めてから20時間後に、培養皿Bにのみ化合物Xを添加した。培養開始後、一定時間おきに細胞数を数えた結果を、図5に示す。20時間までの細胞数は、2つの培養皿で違いはなかった。

[実験2] 培養を始めてから50時間後に、それぞれの培養皿から200個の細胞を取り出し、細胞1個あたりのおおよそのDNA量と細胞数の関係を調べた。その結果を図6に示す。

[実験3] 培養を始めてから50時間後に、それぞれの培養皿から200個の細胞を取り出し、顕微鏡で観察した。培養皿Aの細胞では20個の細胞で凝縮した染色体が観察された。培養皿Bの細胞では200個すべての細胞で凝縮した染色体が観察された。

問1 下線部(ア)で示されたそれぞれの時期について、染色体の形や分布の状態を簡潔に説明せよ。

問2 この実験に用いた細胞の細胞周期は何時間と考えられるか。

問3 実験1で培養皿Bに加えた化合物Xが細胞周期を停止させたのは、細胞周期のG₁期、S期、G₂期、M期のうち、どの時期か。

問4 この実験1～3に用いた細胞の細胞周期の、化合物Xを加えないときのG₁期、S期、G₂期、M期の時間はそれぞれ何時間と考えられるか。

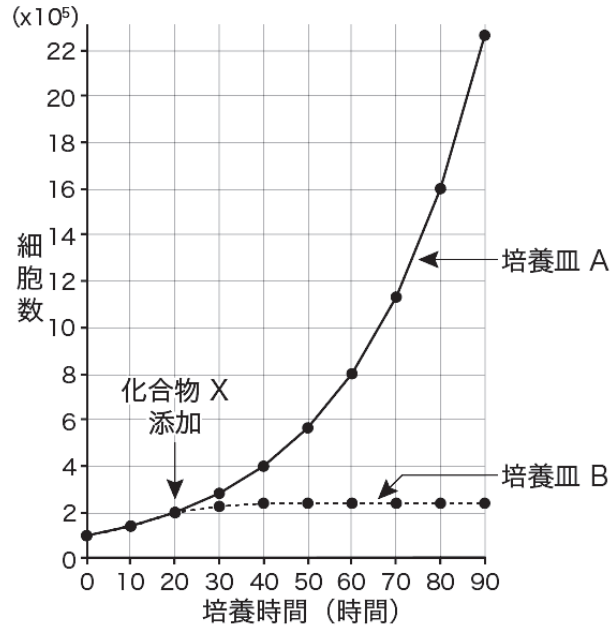


図 5

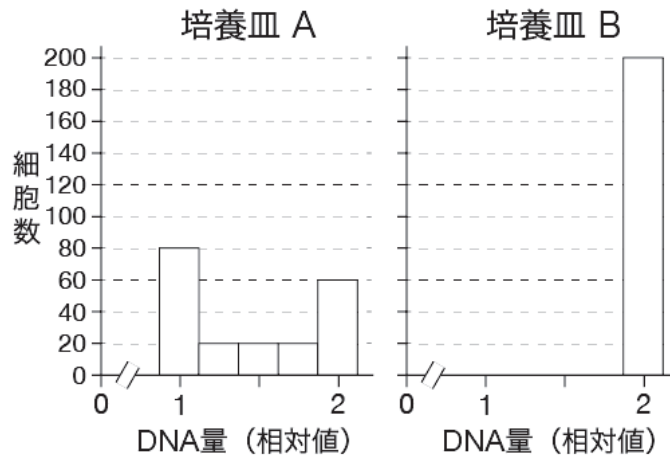


図 6