

I ~ **VI** の解答は,

すべて解答用紙の所定の欄に記入しなさい.

I

次の文章を読み、下の問に答えなさい。【配点 21】

真核細胞内には細胞小器官と呼ばれるさまざまな構造体が見られ、これらはそれぞれ独自の働きをもっている。以下に、代表的な細胞小器官の構造について列挙する。

A. 核

最外層は核膜と呼ばれ、と呼ばれる多数の孔がある。核膜の一部は、小胞体の膜につながっている。核の内部には、一般に光学顕微鏡で観察できる 1～数個のがある。

B. ミトコンドリア

粒状または糸状の形をしている。内部に向かって突出している内膜部分をといい、内膜に囲まれた内部をという。

C. 葉緑体

植物細胞にある細胞小器官で、内部にと呼ばれる扁平な袋状構造をもつ。が積み重なってと呼ばれる構造をつくっている。の膜には、緑色の、橙色の、黄色のキサントフィルなどの色素が含まれている。以外の部分はと呼ばれる。

D. 小胞体

袋状または管状の構造をもち、一部は核膜の外膜とつながっている。リボソームが小胞体の表面に付着した領域を粗面小胞体といい、リボソームが付着していない領域を小胞体という。

E. ゴルジ体

数層に重なる扁平な袋状構造と、その周りに散在する球状の小胞からなる。

F. リソソーム

生体膜でできた小胞で、ゴルジ体から生じる構造体である。

問 1 文中の **a** ～ **j** に入る最も適切な語句は何か。

問 2 文中の A～F の細胞小器官のうち、2 枚の生体膜からなるものをすべて選び、記号で答えなさい。

問 3 次の①～⑦の働きや特徴は、文中の A～F の細胞小器官のどれに当てはまるか。それぞれについて A～F から一つ選び、記号で答えなさい。

- ① ホルモンや酵素などを分泌する細胞でよく発達している
- ② 多量のエネルギーを使う筋肉などに多く見られ、分裂して数が増える
- ③ 細胞内で生じた不要物や古い細胞小器官を分解する働きに関与している
- ④ エネルギーを利用して二酸化炭素を有機物に変換する
- ⑤ カルシウムを蓄え、細胞内のカルシウム濃度の調節に関与している
- ⑥ 受け取ったタンパク質を細胞外や別の細胞小器官へ運ぶ
- ⑦ 染色体 DNA の複製と、RNA 合成が行われる

問 4 細胞小器官の成分や働きを調べるために、細胞を破碎して細胞小器官やそれ以外の構造体などを分ける細胞分画法という技術が用いられる。等張なスクロース溶液で細胞破碎液をつくり、遠心力をかけて上澄みと沈殿に分け、その上澄みをさらに強い遠心力をかけて遠心分離を行う。これを繰り返して目的とする細胞小器官や構造体を分けていく。植物についてこの細胞分画法を行うと、どの順番で沈殿として分離できるか。次の①～⑥のうちから一つ選び、記号で答えなさい。

- ① 葉緑体 → 核 → リボソーム → ミトコンドリア
- ② 葉緑体 → ミトコンドリア → 核 → リボソーム
- ③ 葉緑体 → 核 → ミトコンドリア → リボソーム
- ④ 核 → ミトコンドリア → 葉緑体 → リボソーム
- ⑤ 核 → 葉緑体 → ミトコンドリア → リボソーム
- ⑥ 核 → 葉緑体 → リボソーム → ミトコンドリア

II

次の文章を読み、下の問に答えなさい。【配点 17】

DNA は糖であるデオキシリボースにリン酸と塩基が結合した **a** と呼ばれる構成単位が鎖状に多数結合した高分子化合物である。塩基にはアデニン、チミン、グアニンおよびシトシンの 4 種類があり、この塩基の並び方（塩基配列）は生物によって決まっており、生物がもつさまざまな形質を現すための遺伝情報になっている。

体細胞分裂では、分裂前に母細胞がもつ DNA と同じものがもう 1 組合成される。これを DNA の複製という。細胞周期の間期の **b** 期に DNA は合成され、その後 **c** 期に核分裂と細胞質分裂が起こる。**b** 期と **c** 期の間を **d** 期といい、この時期の 1 細胞あたりの DNA 量は細胞分裂を行っていない G_0 期の 1 細胞あたりの DNA 量の **e** 倍になる。

DNA の塩基配列を RNA に写し取ることを **f** という。DNA との構造上の違いとして、RNA を構成する糖はリボースであり、また、RNA と DNA の塩基の種類を比べると、RNA では DNA のチミンの代わりにウラシルが含まれている。また、mRNA の塩基配列にもとづいてタンパク質が合成される過程を **g** という。

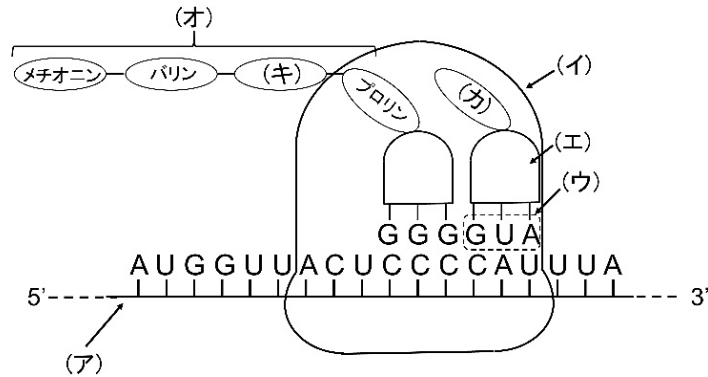
問 1 文中の **a** ～ **g** に入る最も適切な語句または数字は何か。

問 2 DNA の複製では、2 本の両方の鎖が鋳型となる。開裂した部分で新たに合成される DNA 鎖は、一方は開裂が進む方向と同じ向きに連続的に合成されるのに対し、他方では開裂が進む方向とは逆向きに不連続に合成される。このとき、(1) 連続的に合成される鎖を何というか。(2) 不連続に合成される鎖を何というか。(3) 不連続に合成される鎖は、短い DNA 鎖が次々に連結されることにより合成される。この短い DNA 鎖を何というか。

問3 下図は真核細胞の細胞質でタンパク質合成が行われている状態を示す。

(1) 下図の(ア)～(エ)に入る最も適切な用語は何か。次の①～⑧のうちからそれぞれ選び、記号で答えなさい。ただし、点線で囲んだ(ウ)は(エ)の一部である。

- ① リボソーム ② mRNA ③ アンチコドン ④ コドン
 ⑤ タンパク質 ⑥ DNA鎖 ⑦ tRNA ⑧ ヒストン



(2) (オ)ではアミノ酸どうしが共有結合でつながれている。このようなアミノ酸どうしの結合を何というか。

(3) (カ)と(キ)に入るアミノ酸はそれぞれ何か。下図の遺伝暗号表を参考にして答えなさい。(カ)は(エ)に結合している。

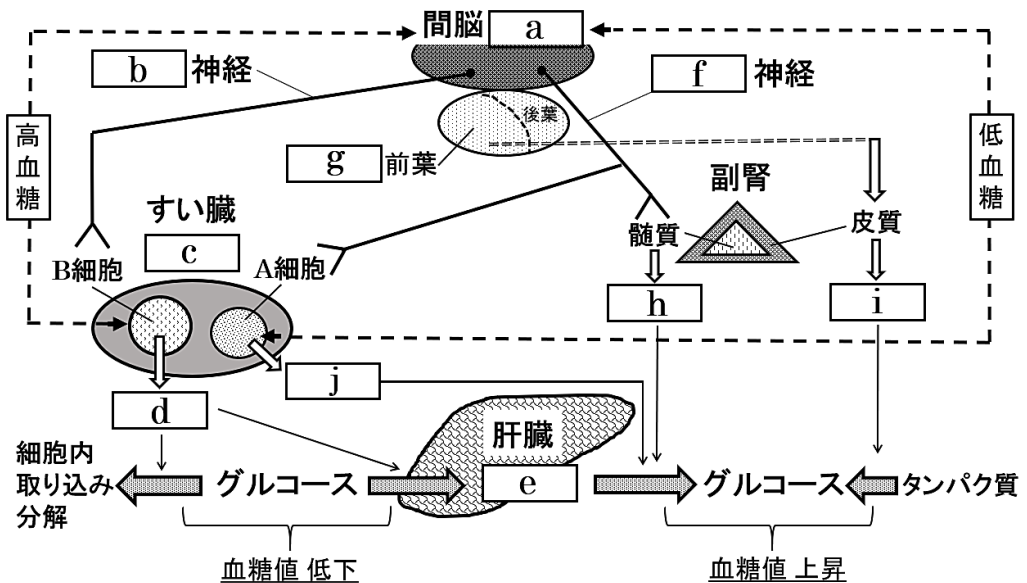
		2番目の塩基									
		U		C		A		G			
1番目の塩基	U	UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U	
		UUC		UCC		UAC		UGC		C	
		UUA	ロイシン	UCA		終止コドン	UGA	終止コドン	A		
		UUG		UCG			UGG		トリプトファン	G	
	C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン		CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U
		CUC		CCC			CAC		CGC		C
		CUA		CCA		CAA	CGA	A			
		CUG		CCG		CAG	CGG	G			
	A	AUU	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		ACC		AAC		AGC		C	
		AUA		ACA		AAA	リシン	AGA	アルギニン	A	
		AUG		ACG		AAG		AGG		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		GCC		GAC		GGC		C		
	GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA		A		
	GUG		GCG		GAG		GGG		G		

III

次の文章を読み、下の問に答えなさい。【配点 18】

ヒトの血糖値(血中グルコース濃度)の調節は、下図のように自律神経系とホルモンによって行われている。食後などに血糖値が上昇すると、間脳の **a** が感知して、**b** 神経を通してすい臓の **c** の B 細胞を刺激する。また、B 細胞は直接血糖値の上昇を感知する。これらの刺激によって、B 細胞から **d** が分泌される。**d** は、脂肪組織や筋肉でのグルコースの取り込みと分解、肝臓や筋肉での **e** の合成を促進する。

一方、血糖値が低い場合は、**a** から **f** 神経や **g** 前葉に指令がいく。この結果、副腎髄質からは **h** が、副腎皮質からは **i** がそれぞれ分泌される。また、**f** 神経や血液の直接刺激によって、**c** の A 細胞からは **j** が分泌される。**h** や **j** は、**e** をグルコースに分解する反応を促進する。また、**i** はタンパク質からグルコースを合成する反応を促進する。



問1 文中および図中の **a** ～ **j** に入る最も適切な語句は何か。

問2 血糖値の高低に応じて、自律神経系とホルモンが共同で働き、適切な血糖値が維持される。(1) このように体内環境を一定に保とうとする性質を何というか。また、(2) 最終産物や最終的な働きの効果が、前の段階に戻って作用を及ぼすことを何というか。

問3 糖尿病は、慢性的に血糖値が高くなる病気である。

(1) 糖尿病はI型とII型に分類される。次の①～⑥のうち、I型およびII型糖尿病にそれぞれ当てはまるものをすべて選び、記号で答えなさい。

- ① 標的細胞の **d** に対する反応性が低下する
- ② 標的細胞の **d** に対する反応性が上昇する
- ③ 日本人の糖尿病患者の大多数を占める
- ④ **d** 投与が必要な患者がいる
- ⑤ すい臓の **c** のA細胞が破壊される
- ⑥ すい臓の **c** のB細胞が破壊される

(2) 糖尿病患者では尿中にグルコースが排出されることがある。その理由を簡潔に述べなさい。

IV

次の文章を読み、下の問に答えなさい。【配点 13】

病気によって、腎臓や肝臓などの臓器の働きが著しく損なわれた場合、他人の臓器を移植することがある。しかし、移植した他人の臓器は排除されることが多い。これは、移植された臓器や組織を異物として認識し、免疫反応が起こるからである。ヒトのほとんどの細胞表面には主要組織適合抗原（MHC 抗原）と呼ばれるタンパク質が存在している。MHC 抗原は、極めて多くの種類があり、同じ両親から生まれた子供どうし以外で同じ MHC 抗原をもつヒトを見つけることは非常に難しい。移植された臓器の MHC 抗原が患者のものと異なっている場合、移植臓器は患者の体内で異物として認識され、その結果、排除される。異物を排除することを示す実験として以下の実験を行った。なお実験には純系の X 系統と Y 系統の成熟マウスを用いた。また、MHC 抗原は遺伝子として親から子へ受け継がれる。

【実験 1】 X 系統のマウスに X 系統のマウスの皮膚を移植すると生着したが、X 系統のマウスに Y 系統のマウスの皮膚を移植すると、移植した皮膚は 10 日後に脱落した。

【実験 2】 X 系統のヌードマウスに Y 系統のマウスの皮膚を移植すると生着した。なお、ヌードマウスとは、生まれつき胸腺がないマウスである。

【実験 3】 X 系統のマウスの胸腺を移植した X 系統のヌードマウスに、Y 系統のマウスの皮膚を移植すると、移植した皮膚は 10 日後に脱落した。移植された皮膚を排除したマウスには、X 系統の成熟した T 細胞が多数存在した。

問 1 下線部のような反応を何というか。

問 2 実験 1 および実験 2 から判断して、移植された皮膚の排除に直接的に働いた細胞は何か。

問3 実験2では移植した皮膚が生着したが、実験3では脱落した。実験3で移植した皮膚が脱落した理由を簡潔に述べなさい。

問4 (1) X 系統のマウスと Y 系統のマウスの間に生まれたマウスの皮膚を、X 系統の成熟マウスに移植した場合、移植した皮膚は 10 日後にどうなったか。また (2) X 系統のマウスの皮膚を、X 系統のマウスと Y 系統のマウスの間に生まれた成熟マウスに移植した場合、移植した皮膚は 10 日後にどうなったか。次の①～④のうちから一つ選び、記号で答えなさい。

	(1)	(2)
①	脱落した	脱落した
②	脱落した	生着した
③	生着した	脱落した
④	生着した	生着した

問5 実験1で移植した皮膚が脱落したマウスに、再度 Y 系統のマウスの皮膚を移植すると移植した皮膚はどうなったか。次の①～④のうちから一つ選び、記号で答えなさい。また、その理由を簡潔に述べなさい。

- ① 生着した
- ② 2 度目の移植の 5 日後に脱落した
- ③ 2 度目の移植の 10 日後に脱落した
- ④ 2 度目の移植の 20 日後に脱落した

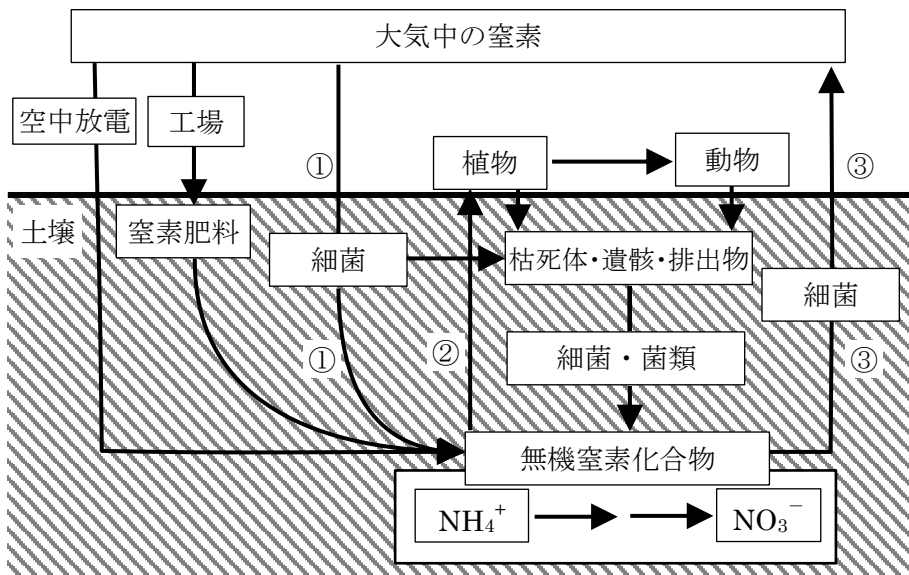
問6 ヒトにおいて、同じ両親から生まれた子供どうしの MHC 抗原が一致する確率は何%か。ただし、複数存在する MHC 抗原遺伝子の間で組換えは起こらないものとする。

V

次の文章を読み、下の問に答えなさい。【配点 19】

生物体の有機物を構成している炭素のほとんどは、大気中や海水中の **a** である。大気中に含まれる **a** は、太陽の光エネルギーを利用した植物の **b** によって有機物になる。この有機物は、植物や動物の呼吸によって分解され **a** として大気中や水中に放出される。また、植物や動物の枯死体・遺骸・排出物中の有機物は、細菌や菌類などの呼吸によって分解されて再び **a** に戻る。このように炭素は、再利用されながら生態系の中を循環する。近年、石炭や石油など、地中に堆積した植物や動物の枯死体・遺骸が長い年月の間に変成してできた有機物である **c** が人間の活動によって多量に利用されることで、大気中へ放出される **a** の量が増えている。

一方、タンパク質や核酸などに含まれる窒素も生物に不可欠な元素であり、生態系の中を循環している。下図は生態系における窒素の循環を模式的に示した図である。



問 1 文中の **a** ～ **c** に入る最も適切な用語は何か。

問 2 図中の①のように、大気中の窒素が細菌によってアンモニウムイオン(NH_4^+)などの無機窒素化合物に変換される働きを何というか。

問 3 大気中の窒素を無機窒素化合物に変換する細菌の中で、マメ科植物と共生している細菌は何か。

問 4 図中の②のように、植物が無機窒素化合物を土壌から取り込み有機窒素化合物を合成する働きを何というか。

問 5 図中の③のように、硝酸塩などの無機窒素化合物が細菌の働きで窒素ガスになることを何というか。

問 6 (ア)大気, (イ)植物や動物, (ウ)細菌・菌類, (エ)枯死体・遺骸・排出物の四つの区分の間における炭素または窒素の直接のやりとりについて、炭素の循環にあって窒素の循環にないのはどの区分の間のやりとりか。(ア)～(エ)の中から二つ選び、記号で答えなさい。

問 7 土壌中の NH_4^+ は 2 種類の細菌の作用で酸化されて、最終的に NO_3^- に変換される。(1) この過程を何というか。また、(2) この過程に関与する 2 種類の細菌の名称を含め、 NH_4^+ から NO_3^- への変換のされ方について簡潔に説明しなさい。

問 8 下線部のことなどが原因で引き起こされ、環境問題となっている地球規模の現象を何というか。

問 9 生活排水や農地からの肥料が湖沼などの閉鎖性水域に流入し、硝酸塩やリン酸塩などの濃度が高くなる現象を何というか。

VI

次の文章を読み、下の問に答えなさい。【配点 12】

(A) ヘモグロビンは赤血球内に存在するタンパク質であり、肺で酸素と結合して各組織に酸素を供給する役割を担っている。ヘモグロビンは α 鎖 2 本と β 鎖 2 本からなる 4 量体である。 α 鎖と β 鎖はそれぞれ 141 個と 146 個のアミノ酸からなり、(B) α 鎖と β 鎖のアミノ酸配列は 43%一致している。

ヘモグロビンのアミノ酸配列は動物の種類により異なる。多くの動物のヘモグロビン α 鎖のアミノ酸配列が決定され、それらの配列を比較することが可能となった。その結果、種間で異なっているアミノ酸の数(アミノ酸置換数)は、それぞれの生物が共通祖先から分岐してからの時間にはほぼ比例していることが明らかになった。すなわち、ヘモグロビンの α 鎖のアミノ酸配列の変化に要する時間は、生物種にかかわらず、ほぼ一定であった。この一定性は他のタンパク質のアミノ酸配列や DNA の塩基配列でも成り立ち、**a** と呼ばれるようになった。また、**a** を使って、分子系統樹がつけられ、進化の過程を分子レベルで説明できるようになってきた。共通祖先から分かれた後に、それぞれの種が進化する過程で起きた突然変異が蓄積することによって生じた DNA の塩基配列の変化やタンパク質のアミノ酸配列の変化を **b** という。(C) **b** の速度はタンパク質の種類によって異なる。

問 1 文中の **a** と **b** に入る最も適切な用語は何か。

問 2 下線部(A)について、ヘモグロビンに含まれ、酸素と結合する化合物を何と云うか。また、ヘモグロビン以外でこの化合物をもつタンパク質を一つ挙げなさい。

問 3 下線部(B)について、ヘモグロビンの α 鎖と β 鎖が進化の過程でどのように生じたと考えられるか。簡潔に述べなさい。

問 4 下線部(C)について、**b** の速度が遅いタンパク質は一般にどのような特徴をもつか簡潔に述べなさい。