

平成 30 年 度

問題冊子

教 科	科 目	ページ数
理 科	生 物	12

試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。

解答の書き方

1. 解答は、すべて別紙解答用紙の所定欄に、はっきりと記入すること。
2. 解答を訂正する場合には、きれいに消してから記入すること。
3. 解答用紙には、解答と選択した選択問題の番号、志望学部及び受験番号のほかは、いっさい記入しないこと。
4. 問題〔4〕、〔5〕は選択問題である。どちらか一方のみを解答すること。両方を解答してはいけない。選択問題〔4〕、〔5〕のうち、選択した問題の番号を解答用紙(その4)の所定の枠内に記入すること。

注 意 事 項

1. 試験開始の合図の後、全ての解答用紙に志望学部及び受験番号を必ず書くこと。
2. 選択科目は、願書に記載したものと違ったものについて答えてはいけない。
3. 下書き用紙は、片面だけ使用すること。
4. 問題の内容についての質問には応じないが、その他の用事があるときは、だまって手をあげて、監督者の指示を受けること。
5. 試験終了時には、解答用紙を必ずページ順に重ね、机上の右側に置くこと。
6. 試験終了後、問題冊子及び下書き用紙は持ち帰ること。

[1] 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えよ。

生物のゲノム中の遺伝情報は、ゲノムDNAを鋳型として [a] によって mRNA^①(伝令RNA)に [b] され、次に mRNA に [b] された遺伝情報は、リボソームの働きによって連続した3つの塩基の並び([c])にしたがってアミノ酸に [d] される。1個の [c] は、1種類のアミノ酸に対応しており、この組み合わせは基本的にバクテリアからヒトまで保存されている。

今、ある植物由来のタンパク質がある。このタンパク質は複数のアミノ酸が [e] 結合により繋がった1本の [f] からできている。このタンパク質は工業的に非常に有用であるが、植物体内に非常に少量しか存在しないため、植物体から精製して使用することは困難である。そこで、この植物由来のタンパク質を大腸菌で生産させる実験を行った。その結果、目的のタンパク質が途中から大腸菌中で正しく作られていないことがわかった。そこで、原因を調べるために大腸菌が作ったタンパク質を精製し、そのタンパク質のアミノ酸配列の一部を解析した結果、図1のようになり、塩基配列の中で途中から異なるアミノ酸が作られていることが判明した。なお、図2は、この植物から単離したタンパク質の mRNA 配列のうち、図1で示した領域の一部に該当する。

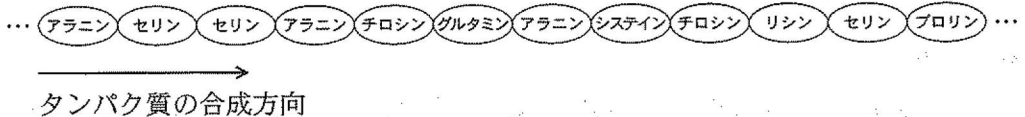


図1 大腸菌が作り出したタンパク質の一部の領域のアミノ酸配列

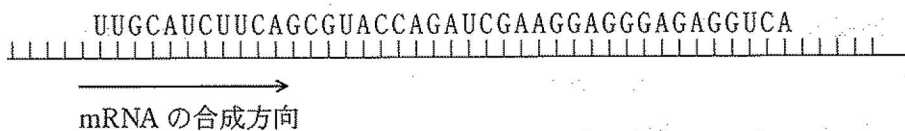


図2 植物から単離した正常なタンパク質の一部に対応する領域の mRNA の塩基配列

問 1 文章中の下線部①の「ゲノム」とは何か 25 字以内で説明せよ。

問 2 文章中の a ~ f に最も適切な語句を記入せよ。

問 3 文章中の下線部②の具体的な操作方法を 150 字以内で説明せよ。

問 4 次の表のうち、(g)のメチオニンを指定する AUG は、mRNA である働きをすることがある。その名称と働きについて答えよ。なお、働きについては、30 字以内で説明せよ。

表 mRNA の遺伝暗号表

		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	3 番 目 の 塩 基	
		UUC		UCC			UAC		UGC	C		
		UUA	ロイシン	UCA			UAA	(h)	UGA	(h)		A
		UUG				UCG		UAG		UGG		トリプトファン
	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	グルタミン	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	メチオニン (g)	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			

問 5 問 4 の表のうち、(h)の UAA, UAG, UGA の 3 種類は、特定のアミノ酸を指定しないが、ある働きをする。その名称と働きについて答えよ。なお、働きについては、20 字以内で説明せよ。

問 6 文章中の下線部③について、図1のアミノ酸配列を参考にして、図2の mRNA の塩基配列に従って合成される正常なタンパク質のアミノ酸配列を推定し、最初に違いが生じたのは図1の左から何番目のアミノ酸であったのか答えよ。また、正常ならアミノ酸は何であったのかを答えよ。なお、問4の表を参考にするとともに、図1および図2に示した配列は、全体の一部であることに注意せよ。

$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x} = \infty$ である。これは、 x が 0 に近づくにつれて、 $\frac{1}{x}$ の値が無限大に近づくことを意味する。

例 1.1.1 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x} = \infty$ を示す。

$\epsilon > 0$ を任意に取ると、 $M = \frac{1}{\epsilon}$ とおくと、 $x > M$ のとき、 $\frac{1}{x} > \epsilon$ となる。したがって、 $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x} = 0$ である。

例 1.1.2 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x^2} = \infty$ を示す。

$\epsilon > 0$ を任意に取ると、 $M = \frac{1}{\sqrt{\epsilon}}$ とおくと、 $x > M$ のとき、 $\frac{1}{x^2} > \epsilon$ となる。したがって、 $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x^2} = 0$ である。

例 1.1.3 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x^3} = \infty$ を示す。

$\epsilon > 0$ を任意に取ると、 $M = \frac{1}{\sqrt[3]{\epsilon}}$ とおくと、 $x > M$ のとき、 $\frac{1}{x^3} > \epsilon$ となる。したがって、 $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x^3} = 0$ である。

例 1.1.4 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x^4} = \infty$ を示す。

$\epsilon > 0$ を任意に取ると、 $M = \frac{1}{\sqrt[4]{\epsilon}}$ とおくと、 $x > M$ のとき、 $\frac{1}{x^4} > \epsilon$ となる。したがって、 $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x^4} = 0$ である。

〔2〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

すべての生物は、細胞からできている。細胞は、原核細胞と真核細胞に大きく分けられ、細菌のからだは原核細胞から、植物や動物のからだは真核細胞から①できている。真核細胞は核を持ち、その内部にはクロマチン(染色質)がある。そのクロマチンは細胞分裂期には凝縮して染色体となる。体細胞内の染色体数は生物種によって異なり、ヒトは体細胞内に46本の染色体があるが、そのうち 本は性染色体である。一方、残りの 本は、 とよばれる。②

通常、1本の染色体には多数の遺伝子が存在している。したがって、2組の対立遺伝子に着目して遺伝様式を考える場合、この2組の対立遺伝子が異なる染色体上に存在するかどうかが重要になってくる。例えば、対立遺伝子A, aが別の対立遺伝子B, bと異なる染色体に存在している場合、遺伝子型AaBbの個体から生じる配偶子の遺伝子型の比は、 $AB : Ab : aB : ab =$ となる。一方、対立遺伝子C, cと別の対立遺伝子D, dとが存在し、遺伝子Cとd, cとDがそれぞれ同一の染色体に存在して完全に連鎖している場合、遺伝子型CcDdの個体から生じる配偶子の遺伝子型の比は、 $CD : Cd : cD : cd =$ となる。また、連鎖していても、配偶子が形成される過程で、遺伝子の組換えが起き④て新たな遺伝子の組み合わせが生じることがある。そのとき、生じた全配偶子のうち、遺伝子の組換えを起こした配偶子の割合を という。

問1 下線部①に関連して、細胞膜、リボソーム、葉緑体およびゴルジ体の4つは、通常は次の(A)～(C)のどれにあてはまるか。それぞれについて、適切な記号を1つ選び記入せよ。

- (A) 細菌の細胞、および植物と動物のいずれの体細胞にもある。
- (B) 細菌の細胞にはないが、植物と動物の体細胞にはある。
- (C) 植物の体細胞にはあるが、細菌の細胞や動物の体細胞にはない。

問 2 文中の a ~ f に最も適切な語句、数値または比を記入せよ。

問 3 ヒトでは生まれてくる男女の比は、通常ほぼ 1 : 1 である。その理由を、下線部②の性染色体の観点から 140 字以内で説明せよ。

問 4 下線部③の配偶子の形成に関連して、被子植物では、おしべの中では 1 個の花粉母細胞から 4 個の花粉(花粉粒)が形成されるのに対して、めしべの中では 1 個の胚のう母細胞から 1 個の胚のうしか形成されない。どうしてこのようなことが起こるのか。100 字以内で説明せよ。

問 5 下線部④のような遺伝子の組換えは、いつどのような仕組みで起こるのか。60 字以内で説明せよ。

〔3〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

植物は外界からの様々な刺激を受容し、これに^①応答する仕組みを備えている。環境の変化に対する植物の動きを伴う応答は主に屈性と傾性に分けられる。これらの多くは植物体の部分的な成長 の差によって生じる成長運動と細胞の が変化することによって起こる 運動に依存する。

植物が行う環境への応答は、からだの一部の成長を促進したり、抑制したりすることで調節される。このような成長の調節は、植物体内で作られる微量で細胞の成長や生理的機能を調節する植物ホルモンによって引き起こされる。

植物の屈性と密接に関係する植物ホルモンにオーキシンがある。マカラスムギの幼葉鞘に^②一方向から光を当てると、オーキシンが 側から 側へと輸送される。そして 側の伸長成長を促進することで幼葉鞘は光の方向へ屈曲する。

オーキシンは茎頂分裂組織などで多く作られ、茎の 側から 側へ方向性をもって移動する。これを と言い、オーキシンによる屈性は に依存している。植物細胞の細胞膜にはオーキシンの取り込み輸送体と の2種類の輸送タンパク質が存在する。オーキシン が細胞の 側に集中して存在しているため、細胞を通過するオーキシンは、茎の 側から 側へ向かって する。

植物の根の分裂組織は で覆われている。 は組織を保護しているだけでなく、 屈性において重要な役割を果たしている。 の細胞にある という細胞小器官の一種は細胞内で 方向に移動する。この現象によって は の位置から 方向を しているのではないかと考えられている。

問1 下線部①について、屈性と傾性はどのような植物の性質か、それぞれ30字以内で説明せよ。

問2 文中の ～ に適切な語句を記せ。

〔選択問題〕

〔4〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～8)に答えよ。

人体の水分量は年齢・性別による違いがあり、成人では約60%である。ある食品メーカーの報告によると、体重60kgの日本人成人男性で1日の水の排出量は約2,500mL、内訳は尿1,400mL、糞便100mL、 500mL、呼吸による水分の消失500mLであった。したがって、1日に2,500mL程度の水の補給が必要となり、飲料水から1,200mL、食物から1,000mLが摂取され、残りは体内の炭水化物、アミノ酸、脂肪などの栄養成分の異化^①によって生じる水300mLが利用されていた。このように、人体は排出量と摂取量を調節しながら体内の水バランスを整えている。この水分量の調整を行っている人体の主な器官がである。すべての血液は、循環の過程でを通過し、血液の中の不要物を多量の水(1日に約170L)とともにろ過し、グルコースのような有用成分^②と水を再吸収し、残った不要物と過剰な水を尿としてぼうこうへ送る。成人で健康な人の平均的な1日の排尿量は約1～1.5Lで、水分の補給が少なければ尿をして排出を減らし、体内の水分量を保っている。

体内の水は細胞内に存在する細胞内液と細胞の周囲を取り囲む細胞外液(体液)^③に分けられる。細胞内液は、体内水分量の約3分の2を占めていて、残りの3分の1が細胞外液となる。このように、体内では細胞内に最も多くの水が蓄えられている。そして、細胞内の水は核や細胞小器官を除いたに多く存在して、細胞の基礎的代謝に役立っている。

問1 文章にある～に適切な語句を入れよ。

問2 体内環境の維持に水はどのような役割を果たしているか。2つ挙げて、それぞれ25字以内で説明せよ。

問 3 下線部①の異化に関与している細胞小器官は何か。また、酸素を用いた異化作用によってATPを合成する働きを何というか記せ。

問 4 下線部②の有用な成分について、グルコース以外に具体例を2つ記せ。

問 5 下線部③の細胞外液(体液)について、血液以外に何があるか2つ記せ。

問 6 マラソン大会で気温が高かったため水分補給に努めたが、競技後にも過剰に水を摂取してしまった。補給した飲料水は市販の天然水で、病気の症状を引き起こす量ではなかった。この後、体内でどのような変化が起こると予想されるか。以下の問いに答えよ。

(1) 水の過剰摂取によって、一時的に血液の浸透圧はどうなるか記せ。

(2) における水の再吸収に関わる脳下垂体後葉ホルモンの名称を記せ。

(3) 上記(2)のホルモン分泌量は、水の過剰摂取によってどう変化するか記せ。

(4) 上記(3)のホルモン分泌量の変化によって、尿量はどうなるか記せ。

問 7 の中で起こっている、炭水化物(グルコース)の異化に関わる反応を何というか。また、この反応でATP以外に生じる物質3つを記せ。

問 8 グルコース1分子の異化作用において、消費する水、生成する水を考慮して、最終的に増加する水の分子数を記せ。

〔選択問題〕

〔5〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～11)に答えよ。

生物の研究室に進学した大学院生が、これから自分が使うことになる農場を調べていた。農場の中央部分は畑として使用されておりアブラナとソラマメが植えられていた。向かって右側にはイチジクの木が数本植えられていた。農場の左奥にはガラス張りの古びた温室があった。温室の中に入るといろいろな種類の植物が植えられた鉢が置かれていた。まず手前に置かれていたのはランの仲間だ。花がとても変わった形をしている。花びらの形がまるでハチが飛んでいるように見えるラン、距(がくや花弁の一部が袋状や管状に突出した部分)が30 cm ほどもあるランもあった。少し奥に進むとウツボカズラやサラセニアなどの食虫植物があった。さらに奥に進むとそこにはシダ植物の鉢が大量に置いてあった。その中にとっても変わった形のシダ植物があった。ラベルを見てみると、南米のある国から採取されていた。そのラベルは古く、種小名は読めたものの属名は消えていて読めなかった。大学院生はそのシダの形態があまりにも変わっていたため、どのような分類群に近いのかを知りたくなった。そこでこのシダ植物のDNA解析を行うことにした。

大学院生はシダ植物の葉からDNAを抽出した。次に抽出したDNAからPCR法により、葉緑体ゲノム上にある $rbcL$ 遺伝子のDNAを増幅した。そしてサンガーが開発した塩基配列を読む方法により、このシダ植物の $rbcL$ 遺伝子の塩基配列を決定した。この塩基配列をこれまでに調べられた様々なシダ植物種の $rbcL$ 遺伝子の塩基配列と照らし合わせてみると、どの分類群に近いかがわかった。

問1 下線部①のアブラナは長日植物であることが知られている。長日植物について35字以内で説明せよ。

問 2 下線部②のソラマメにはアブラムシがついていた。そのアブラムシをナナホシテントウが捕食していた。ナナホシテントウがアブラムシを捕食するとソラマメはアブラムシからの食害が減少する。この場合のソラマメとナナホシテントウのように直接的には食う食われるの関係がない生物間でみられる影響のことを何と呼ぶか。

問 3 下線部③のイチジクはイチジクコバチと相利共生の関係にある。では相利共生とは何か。25 字以内で説明せよ。

問 4 下線部④のランのように、別の生物種と見分けがつかない色や形になることを何と呼ぶか。

問 5 下線部⑤のランの受粉に関与するある種のは、距の奥にとどくように長い口器をもつ。このように異なる生物の種どうしが、互いの進化に影響を与えながら進化する現象を何と呼ぶか。

問 6 下線部⑥のウツボカズラのなかまとサラセニアのなかまは、どちらもツボのような形態をした葉をもち、その中に液体をためて昆虫を溺死させ、養分を得ている。しかし両分類群のツボのような葉の構造はそれぞれ独立に進化したものである。このように形や働きは似ているが、その発生上の起源が異なる器官を何と呼ぶか。

問 7 下線部⑦と⑧のように、リンネが確立した属名と種小名を併記する学名の記載法をなんと呼ぶか。

問 8 下線部⑨の PCR 法において、高温で生育する細菌から単離された DNA ポリメラーゼが用いられるのはなぜか。その理由を 80 字以内で説明せよ。

問 9 下線部⑩にみられるように、葉緑体は核とは別にゲノムをもつ。では真核生物の細胞において、葉緑体以外で、核とは別に独自のゲノムをもつ細胞小器官はあるか。ある場合はその名称を答えよ。ない場合は「なし」と答えよ。

問10 下線部⑪において、葉緑体はそのゲノムがシアノバクテリアに似ていることから、葉緑体は過去にシアノバクテリアが真核生物の細胞内に入り込んで生きるようになったものだと考えられている。この説をなんと呼ぶか。

問11 下線部⑫の *rbcL* 遺伝子はカルビン・ベンソン回路で働くルビスコという酵素の一部に対応している。カルビン・ベンソン回路の役割を 20 字以内で答えよ。

