

生 物 1/7

I 次の問1~4の文章中の()に適切な用語を入れよ。

- 問1 ヒトの血液中の血糖濃度は1日を通じてほぼ一定に保たれている。血糖濃度が低いときは、脳下垂体からの司令により、副腎髄質からアドレナリン、副腎皮質から(1), 脳下垂体前葉からは成長ホルモン、甲状腺からは(2)が分泌される。また、すい臓の(3)からグルカゴンが分泌される。アドレナリンやグルカゴンは肝臓などで(4)の分解を促し、その結果血糖濃度が高まる。血糖濃度が高くなると、すい臓の分泌細胞から(5)が分泌され、グルコースの消費を高める一方で、肝臓や筋肉にグルコースを取り込むように促す。
- 問2 植物の茎の光屈性は、(1)という植物ホルモンの作用によって起こる。(1)は茎の先端でつくられ基部へ移動するが、茎を切り取って上下を逆さまにすると移動は見られない。このような現象を(2)という。これは、細胞膜にある(1)を排出する輸送タンパク質である(3)が(1)の輸送を一方向に制限するためである。植物の組織を取り出して(1)と(4)という植物ホルモンの濃度を適正に調整すると、未分化の細胞塊である(5)を形成する。さらにこれらの植物ホルモンのバランスを変えることによって根や芽を分化させることができる。
- 問3 COVID-19の原因ウイルスは、正式にはSARS-CoV-2と呼ばれ、RNAをゲノムとして持つ。したがって、PCR法を用いてSARS-CoV-2を検出する場合は、いったんDNAへと(1)する必要がある。このとき用いられるのが(1)酵素である。一方、抗原検査においては、ウイルスのタンパク質に対して作製した(2)を用いる。SARS-CoV-2に感染したヒトには、ウイルスのタンパク質に対する(2)が免疫機構の一部として作られる。病原体への感染を防ぐために人為的に(2)をつくらせるために用いる製剤は(3)と呼ばれる。(3)のタンパク質成分、あるいは(3)からつくられたタンパク質成分は、樹状細胞などに取り込まれたあと、その抗原情報が(4)細胞へと伝えられる。(4)細胞は、さらに同一の抗原を取り込んだ(5)細胞を活性化し、成熟した(5)細胞から(2)が産生される。
- 問4 卵や精子などの生殖細胞の合体で新しい個体が生じる生殖を(1)という。生殖細胞は、染色体の本数が母細胞の $2n$ 本から n 本に半減する(2)により生じる。このとき、母細胞ではまず相同染色体どうしが並んで対合した(3)が n 対形成される。また、相同染色体の間で乗換えによって一部の遺伝子が入れ換わる(4)が起こる場合がある。その後、生殖細胞には n 本の染色体が元の染色体の組み合わせとは無関係に分配される。このため、(1)による新しい個体には常に多様な遺伝子の組み合わせが生じる。一方、乗換えが生じず、同じ染色体上の複数の遺伝子が新しい個体に一緒に遺伝する状態は(5)しているという。

生 物 $\frac{2}{7}$

Ⅱ 大腸菌のラクトースオペロンは、培地中に含まれているラクトースを細胞内に取り込んで分解するために必要な酵素をコードしている3つの遺伝子がオペロンを形成していることが知られている。図1は、ラクトースオペロンに含まれる3つの遺伝子と、その上流にある調節遺伝子の配置を図解したものである。以下の問いに答えよ。



図1

- 問1 ラクトースオペロンには、プロモーターとオペレーターが存在する。解答欄の図中にプロモーターの位置を **P** と記入せよ。また、調節遺伝子の産物であるリプレッサーが結合するオペレーターの位置を **O** と記入せよ。
- 問2 ラクトースオペロンが転写されてつくられた mRNA には、いくつの終止コドンが含まれるか。
- 問3 大腸菌では、培地に十分量のラクトースが含まれていない場合、ラクトースオペロンは転写されない。このしくみを説明せよ。
- 問4 ある大腸菌の変異体では、培地にラクトースが含まれていないにもかかわらず、ラクトースを分解する酵素活性を持つことが分かった。この変異体は、どのような変異を持つと考えられるか。
- 問5 ラクトースオペロンが転写されているような大腸菌において、遺伝子A、遺伝子B、遺伝子Cの産物のうち、遺伝子Aでコードされる酵素量が最も多いことがわかった。考えられる理由を答えよ。

生 物 $\frac{3}{7}$

Ⅲ 表1は、ウシ、イヌ、ヒト、カモノハシ、コイ、ウサギのヘモグロビン α 鎖のアミノ酸配列を相互に比較して、2種の生物の間で異なるアミノ酸の数を表す。また図2は、4種の生物が共通の祖先から分岐した地質時代と変遷を示している。以下の問いに答えよ。

	ウシ	イヌ	ヒト	カモノハシ	コイ
ウサギ	25	26	25	49	71
コイ	65	67	68	75	
カモノハシ	43	42	37		
ヒト	17	23			
イヌ	28				

表 1

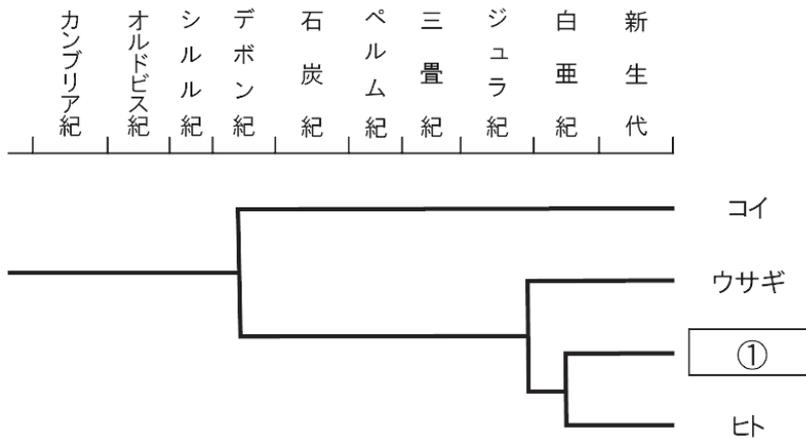


図 2

問 1 各種生物の DNA の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列は、共通の祖先から分かれた後に、それぞれの種で突然変異が起こったことによって種間で違いがみられる。このような生物種ごとに生じる DNA やタンパク質の変異の蓄積は何と呼ばれるか。また、変異の時間あたりの蓄積量は生物種にかかわらず一定であるとする考え方は何と呼ばれるか。

生 物 $\frac{4}{7}$

- 問2 突然変異には自然選択を受けるものと受けないものが存在する。以下のなかで自然選択を受けない突然変異はどれか。1つ選び、記号で答えよ。
- ア. 生物の生存や繁殖にとって有害な突然変異
 - イ. 生物の生存や繁殖にとって有益な突然変異
 - ウ. 遺伝子の mRNA のコドンの同義置換を引き起こす突然変異
 - エ. 外的要因が集団内の遺伝子頻度に影響する突然変異
- 問3 自然選択を受けない突然変異であっても、世代を超えて遺伝子が受け継がれる際に、集団における遺伝子頻度が変化する場合がある。このような集団内での偶然による遺伝子頻度の変化のことを何というか。また、どのような働きが偶然による遺伝子頻度の変化を増大させるかを簡潔に説明せよ。
- 問4 図2の に当てはまる生物は何か。表1を参考にして、ウシ、イヌ、カモノハシのなかから適切なものを答えよ。
- 問5 クックソニアは陸上に最初に進出した植物として化石が確認されている最古の植物であるが、図2のどの地質時代に出現したと考えられるか。
- 問6 ヒトとコイの祖先が分岐したのは4.0億年前といわれている。表1の結果で考えると、ヒトとウシの祖先、ヒトとカモノハシの祖先が分岐したのは、それぞれ何億年前と算出されるか。有効数字2桁で答えよ。また、そのように計算できる理由を説明せよ。
- 問7 表1で示すようなアミノ酸配列の変化は、タンパク質ごとに程度が異なり、フィブリンペプチドはヘモグロビン α 鎖の7.15倍、シトクロムcはヘモグロビン α 鎖の0.24倍、ヒストンはヘモグロビン α 鎖の0.01倍程度の変化を示す。どのタンパク質においてもアミノ酸配列の変化の原因が突然変異であるにもかかわらず、変化の程度がタンパク質ごとに異なる理由は何かを80字以内で説明せよ。
- 問8 共通の祖先をもつ生物群が、さまざまな環境に適応した形態や機能をもつようになり、多くの種に分かれる現象は何と呼ばれるか。また個別に進化した異なる生物が、類似した環境下では似た形質や機能をもつようになる現象は何と呼ばれるか。

IV 次の問いに答えよ。

動物の発生の過程では、(あ) 受精卵はまず卵割により細胞の数を増やしていく。多くの脊椎動物では、数十個の細胞からなる胚は、クワの実に形が似ていることから (1) と呼ばれ、内部に空所をもつ。その後、細胞はさらに分裂を繰り返して内部の空所は大きくなり (2) と呼ばれる胚になる。発生の次の段階では、(い) 胚の表面の特定の領域から細胞が内側に移動する形態形成運動がおこる。この時期の胚を (3) と呼ぶ。この大規模な細胞の再配置によって、3つの大まかな細胞群である、外胚葉、中胚葉、内胚葉ができて上がる。発生が進行するにつれ、しだいに細胞の形や働きに違いが生じて、組織や器官の原基が形成される。さらに組織や器官が完成されていく過程では、細胞が特定の形や働きをもつようになるが、これを (4) という。

このような発生の様々な段階では、細胞群が相互に影響を与え、その結果細胞の性質が徐々に変化し、組織や器官が形成されていく。例えば両生類では、図3に示すような誘導の連鎖が起こることが知られている。[誘導1]は、中胚葉誘導と呼ばれ、その過程で生じる背側の一部の細胞群である原口背唇が神経板の誘導に必要な物質を分泌する[誘導2]。原口背唇の一部は、(5) となり、その背側に隣接する神経管へ働きかける[誘導3]。眼が形成される過程では、網膜の原基である眼胞および(6) が表皮に働きかけることで[誘導4]、表皮から(7) が形成される。同時に逆向きの誘導が起こることも知られている[誘導5]。(7) は、さらに表皮に働きかけることで[誘導6]、(8) が形成される。

発生の過程では、特定の時期にある細胞群が自発的に死ぬことで、組織や器官の形成が進むことが知られている。例えば多くの動物の手足の先では、まず扇型のような形ができ、そこから指の間にある細胞が細胞死を起こして消失し、指が形成される。(う) このような発生過程におけるプログラムされた細胞の除去は (9) と呼ばれる細胞死により行われる。

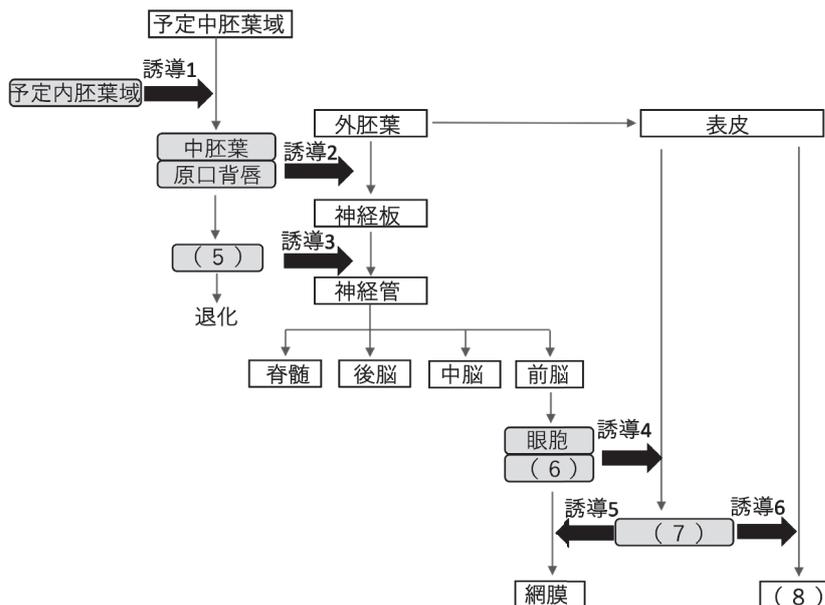


図 3

生 物 $\frac{6}{7}$

問1 上の文章と図3中の()に適切な用語を入れよ。

問2 [誘導1] および[誘導2]と最も関連が深い分泌タンパク質の名称として正しいものを下記から1つずつ選び、記号で答えよ。

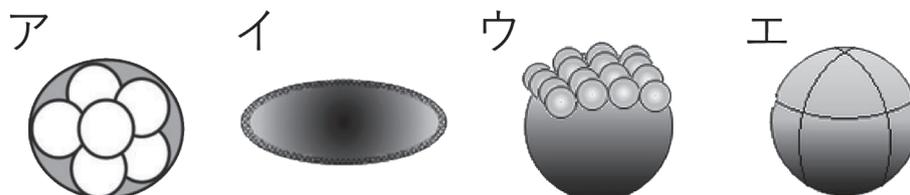
ア. ソニックヘッジホッグ イ. コーディン ウ. BMP エ. ノーダル オ. β カテニン

問3 [誘導2]の現象は、スーパーマンらのイモリ胚を用いた実験で見いだされた。この実験の概略を120字以内で記述せよ。

問4 [誘導4]に関して行われたアフリカツメガエルの実験では、以下のことが観察された。この結果から、[誘導4]に関してどのようなことがわかるか。40字以内で記述せよ。

“アフリカツメガエル胚の眼胞を、本来眼胞ができる場所とは異なる頭部の外胚葉の下に移植すると、外胚葉は誘導を受け、異所的な水晶体の形成がおこった。ところが、胴部の外胚葉の下に移植しても、異所的な水晶体の形成は起こらなかった。”

問5 下線部(あ)に関して、魚類、両生類、哺乳類の卵割の様式を適切に示した図を下記から1つずつ選び、記号で答えよ。



問6 下線部(い)に関して、三胚葉動物には、原口が口になる旧口動物と、反対側に新しく口ができる新口動物の系統がある。次の動物群すべてについて旧口動物か新口動物のいずれかに分類し、記号で答えよ。

ア. 脊椎動物 イ. 棘皮動物 ウ. 節足動物 エ. 原索動物 オ. 軟体動物

問7 下線部(う)に関する記述として、誤っているものを下記から1つ選び、記号で答えよ。

- ア. 成体の小腸上皮細胞の新旧交代にかかわる。
- イ. 核が崩壊してDNAが断片化する。
- ウ. 細胞は膨張し破裂して、周囲の組織に損傷を与える。
- エ. 断片化した細胞は、マクロファージなどにより貪食される。

生 物 7/7

V 次の問いに答えよ。

問1 次の文章を読み、問いに答えよ。

火山からの溶岩流から生じた裸地に最初に侵入する植物を(1)といい、^(あ)ある種の草本植物やコケ植物、地衣類などがあげられる。(1)が草原を形成すると徐々に土壌が形成され、やがて^(い)背の低い樹木が侵入して草本と低木による(2)構造が生じる。低木林を構成する樹種は強い光に適応した(3)が多い。低木林に^(え)背の高い樹種が入り込んで背の高い森林ができ上がっていくと、林床に届く光が少なくなっていく。最終的には^(え)少ない光で育つことができる樹種が林床に侵入し、これらが林冠を形成する森林へと成長する。すると構成する樹木の種類が安定した森林となり、このような状態を(4)と呼ぶ。以上のように、裸地から長い年月をかけて少しずつ植物群が変化することを(5)という。豊かな森林が形成されると、土壌にも(2)構造が見られる。表面の落ち葉などが積層した落葉層の下には有機物が分解した結果生じる黒色の成分を含む(6)の層が見られる。さらにその下には、(7)と呼ばれる岩石が風化してできた、有機物の少ない層が見られる。土壌形成のように、生物が非生物的環境に影響を及ぼす影響のことを(8)という。

[1]文章中の(1) - (8)に適切な用語を入れよ。

[2]次の植物種①-⑤は文章中の下線部(あ)-(え)のどれに対応するか、それぞれ記号で答えよ。

①アカマツ ②スダジイ ③ススキ ④ヤシヤブシ ⑤シラビソ

[3]安定した森林の林床は暗くなるが倒木などにより光が届く場所ができることがある。このような場所を何というか。また、このような場所が森林に与える影響を100字以内で述べよ。

問2 図4にはラッコが存在する生態系の食物網が示されている。

[1]ラッコが消滅するとこの生態系にはどのような変化が起こるか、80字以内で述べよ。

[2]図4のラッコのように生態系のバランスを保つために重要な役割を果たす生物を何とよめるか。

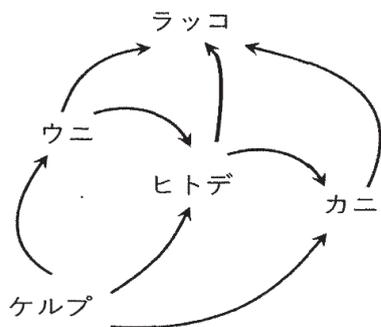


図4