金沢大学

2019 年度　前期日程　生物

1 次の動物細胞に関する文を読んで，問 1〜3 に答えなさい。

人間の身体は，約 37 兆個の細胞から構成されている。体を構成している細胞 (体細胞) では，必要に応じて細胞が分裂することにより新しい細胞が誕生する。細胞分裂には体細胞が増えるときの体細胞分裂と，生殖細胞が生じるときの (ア) がある。体細胞分裂では (イ) 期に核 DNA が複製され，(ウ) 期に核 DNA が娘細胞に均等に分配される。(ウ) 期では，染色体が赤道面に並び，両極に移動し，①細胞質が 2 つに分けられる。細胞分裂が終わってから次の分裂が終了するまでを (エ) という。

正常な体細胞には寿命があり，老化し不用となった細胞や異常が生じた細胞は自ら死滅するようになっている。細胞が自ら死滅する現象を (オ) とよぶ。正常な体細胞は分裂と消失が調節されているため，各臓器の大きさや細胞数に大きな変化は生じないしくみになっている。しかし，このような多細胞生物の体を維持するためのしくみから逸脱した細胞が誕生してしまうことがある。がん細胞はこのような細胞の 1 つであり，継続して増殖することを特徴の 1 つとする。

DNA は化学的に安定な化合物であるが，放射線や化学物質により損傷を受けることで DNA の塩基配列が変化することがある。このような DNA の塩基配列の変化を突然変異といい，細胞の形質が変化することがある。がん細胞は，正常な細胞の特定の遺伝子に変異が蓄積することにより誕生する。特定の遺伝子には，細胞の増殖を進行させる役割を果たす遺伝子と細胞の増殖を停止させる役割をする遺伝子がある。この 2 種類の遺伝子に変異が蓄積することが，がん細胞の誕生に重要であることが明らかにされてきた。

ヒトの遺伝子 R はがん細胞の誕生にかかわる遺伝子の 1 つである。この遺伝子はイントロンを含んでいない。図は，ヒト遺伝子 R を含むセンス鎖の塩基配列を示している。ただし，61〜420 番目の塩基配列は省略されている。図中の四角で囲まれた配列は転写後の開始コドンを，下線部は終止コドンを示している。あるがん細胞と正常細胞から DNA を抽出し，②PCR(ポリメラーゼ連鎖反応) 法によって遺伝子 R を増幅し，転写後の開始コドンから終止コドンまでの塩基配列を決定した。正常細胞由来の遺伝子 R の塩基配列は，図の配列と完全に一致した。一方，がん細胞由来の遺伝子 R の塩基配列は，32 番目と 55 番目の塩基が異なっていた。

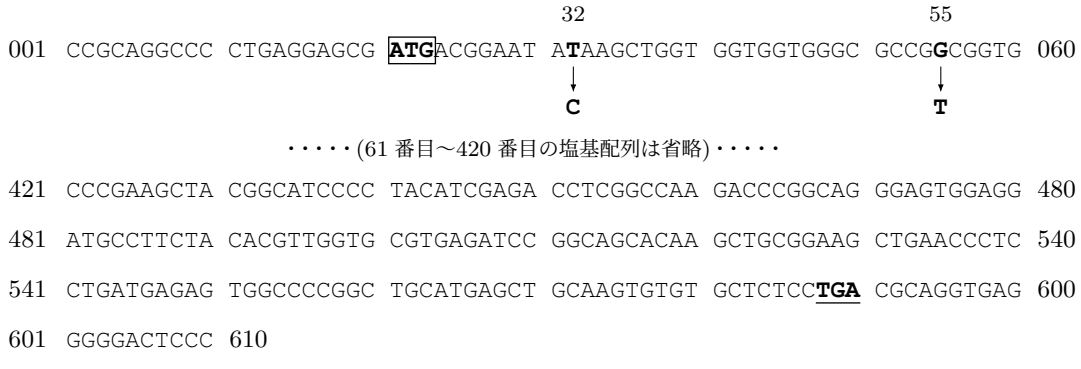

図　ヒト遺伝子 R の塩基配列

問 1. (ア)〜(オ) にあてはまる適当な語を入れなさい。

問 2. 下線部①に関与する主な細胞骨格の名称とその細胞骨格が下線部①以外に関わる動物細胞での機能を 1 つ答えなさい。

問 3. ヒト遺伝子 R について，(1)〜(7) に答えなさい。

(1) 図に示す遺伝子 R を含む 610 塩基のセンス鎖 DNA には，塩基 T が 110 個ある。このセンス鎖 DNA と相補的なアンチセンス鎖 DNA からなる 2 本鎖 DNA の塩基 G ＋ C の含有率は 60% である。遺伝子 R を含む 610 塩基のセンス鎖 DNA 中の塩基 A の個数を答えなさい。

(2) 遺伝子 R がコードするタンパク質 R の推定分子量を求めなさい。ただし，アミノ酸の 1 個の平均分子量を 110 とする。

(3) 下線部②の PCR 法による増幅のために適当なプライマーを，下の (a)〜(d) から 2 つ選びなさい。

(a) 5′-CCGCAGGCCCCTGAGGAGCG-3′

(b) 5′-CGCAGGTGAGGGGGACTCCC-3′

(c) 5′-CGCTCCTCAGGGGCCTGCGG-3′

(d) 5′-GGGAGTCCCCCTCACCTGCG-3′

(4) がん細胞では 32 番目の塩基 T が C に変異していた。表を参考にして，正常細胞とがん細胞のタンパク質 R の 4 番目のアミノ酸名をそれぞれ記入しなさい。

表　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 フェニルアラニン	UCC セリン	UAC チロシン	UGC システイン	C	
		UUA ロイシン	UCA セリン	UAA 終止	UGA 終止	A	
		UUG ロイシン	UCG セリン	UAG 終止	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 ロイシン	CCC プロリン	CAC ヒスチジン	CGC アルギニン	C	
		CUA ロイシン	CCA プロリン	CAA グルタミン	CGA アルギニン	A	
		CUG ロイシン	CCG プロリン	CAG グルタミン	CGG アルギニン	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 イソロイシン	ACC トレオニン	AAC アスパラギン	AGC セリン	C	
		AUA イソロイシン	ACA トレオニン	AAA リシン	AGA アルギニン	A	
		AUG メチオニン	ACG トレオニン	AAG リシン	AGG アルギニン	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 バリン	GCC アラニン	GAC アスパラギン酸	GGC グリシン	C	
		GUA バリン	GCA アラニン	GAA グルタミン酸	GGA グリシン	A	
		GUG バリン	GCG アラニン	GAG グルタミン酸	GGG グリシン	G	

(5) がん細胞では 55 番目の塩基 G が T に変異していた。表を参考にして，正常細胞とがん細胞のタンパク質 R の 12 番目のアミノ酸名をそれぞれ記入しなさい。

(6) がん細胞由来の遺伝子 R に生じていた 2 つの突然変異のうち，細胞のがん化に関わっていたと考えられる変異を，下の (a)〜(c) から 1 つ選びなさい。

(a) 32 番目の塩基 T の変異

(b) 55 番目の塩基 G の変異

(c) 32 番目の塩基 T と 55 番目の塩基 G の変異の両方

(7) 正常なタンパク質 R は，あるシグナルを受けて活性型となり，そのシグナルがなくなれば不活性型に戻る。しかし，がん細胞由来の遺伝子 R に生じた変異によって変異したタンパク質 R は，シグナルの有無にかかわ

らず恒常的に活性型であることがわかった。遺伝子 R は細胞増殖の進行と停止のどちらの役割を果たしていると考えられるか，理由とともに答えなさい。（解答欄　13×3 cm）

2 次の文を読んで，問 1〜6 に答えなさい。

神経系を構成する基本単位は（ ア ）とよばれる細胞で，核のある細胞体と，そこから伸びる普通 1 本の長い突起である軸索と多数の枝分かれした短い突起である（ イ ）からなる。軸索の長さは，ヒトの場合は 1 m にも達するものがある。軸索には髄鞘をもつものと，もたないものがあり，前者は（ ウ ）神経繊維，後者は（ エ ）神経繊維とよばれる。情報は（ イ ）で集められ，①軸索を伝わって運ばれ，隣の細胞との接続部分である（ オ ）で次の細胞に情報が伝えられる。

軸索内ではタンパク質の合成はほとんど行われないため，必要なタンパク質は細胞体で合成された後，運ばれてくる必要がある。軸索内部の物質の輸送は軸索輸送とよばれている。②軸索輸送の速度としては，速いもの (5〜40 cm/日) と遅いもの (0.8 cm 以下／日) があり，輸送の方向としては，細胞体から軸索末端への方向 (順行性輸送) とその逆の方向 (逆行性輸送) がある。これらの輸送は，主に③微小管の上を移動するキネシンやダイニンなどの（ カ ）タンパク質の働きによって行われている。

軸索輸送の初期の研究では，④放射性同位元素で標識したアミノ酸などの前駆物質を細胞体に与え，その後合成されたタンパク質やそれを含む小胞が軸索内を移動する動きを放射線検出器で追っていく方法や，⑤軸索の一か所を結紮し(注) 流れを止め，そのまわりに蓄積する物質を測定する，などの方法が用いられた。

その後，軸索輸送を利用した標識方法が開発され，神経ネットワークの解析に用いられるようになった。順行性標識物質は，細胞体で取り込まれた後に順行性輸送で軸索の末端まで運ばれるもので，逆行性標識物質は，軸索で取り込まれた後に逆行性輸送で細胞体にまで運ばれるものである。これらの標識物質が神経系のどこに分布するのかを可視化することで，神経ネットワークの解析が可能となっている。

(注) 結紮（けっさつ）とは，管状のものをしばって，管内の物質の流れを止める手技のこと。

問 1. （ ア ）〜（ カ ）にあてはまる適当な語を入れなさい。

問 2. 下線部①に関し，(1)〜(4) に答えなさい。

(1) 軸索内では情報は興奮伝導という形で伝わるが，興奮とは何が発生することか，答えなさい。

(2) 興奮が起こるために必要なチャネルは何か，答えなさい。

(3) 次の細胞に情報を送る化学物質は何とよばれているか，答えなさい。

(4) 次の細胞に情報を送る化学物質の代表的なものを 1 つ答えなさい。

問 3. 下線部③に関し，(1) と (2) に答えなさい。

(1) 微小管を構成しているタンパク質の名称を答えなさい。

(2) 微小管の上をキネシンやダイニンが移動するためにはエネルギーが必要である。そのエネルギーは何を分解して得ているか，答えなさい。

問 4. 下線部④の方法を用い，軸索輸送の速度を調べるために行った実験の一例を以下に示す。図は，ある大きな魚の嗅覚受容細胞 (嗅細胞) の細胞体を含む嗅粘膜を放射性同位元素で標識したロイシンの溶液に短時間浸し，7 時間後および 10 時間後の嗅神経への移出を計測したものである。このグラフより輸送速度 (cm/日) を求めなさい。また，下線部②の分類のどの輸送をみていると考えられるか，理由とともに答えなさい。(解答欄 14.5×3 cm)

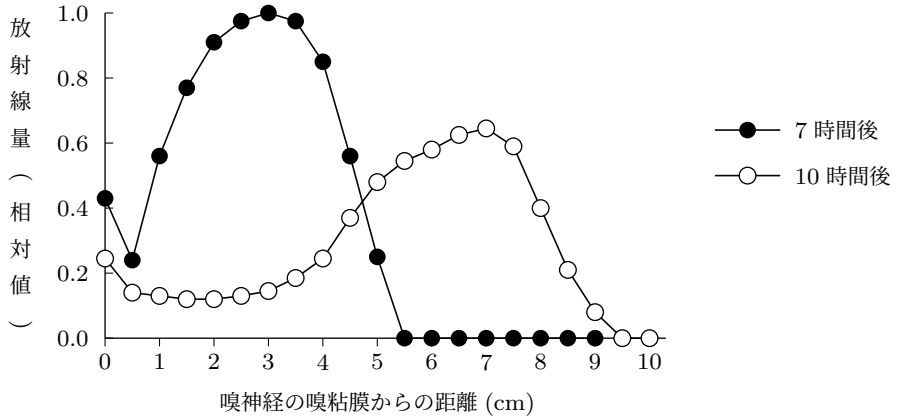

図　嗅神経における標識物質の分布

問 5. 下線部⑤の方法を用い，キネシンの役割を調べるために行った実験の一例を以下に示す。表は，マウスの足の神経を結紮し，数時間後に神経を取り出し，結紮部位の両側 0.2 mm の範囲のキネシンの分布を，電子顕微鏡写真を用いて調べた結果である。表の数値は，キネシンに特異的に結合する抗体を使って，その存在が顕微鏡写真上に黒い点として見えるようにし，その点の数を数え平均をとったものである。数が多いほどたくさんのキネシンが分布していることを表している。

表　結紮部位近傍のキネシンの分布

	点の数/μm^2	
	細胞体側	軸索末端側
細胞外	1.5	1.5
髄鞘	0.8	0.7
軸索内	140.2	2.5

この表より，キネシンは順行性と逆行性のどちらの軸索輸送に関与していると考えられるか，答えなさい。また，その理由を「分布」,「結紮部位」,「蓄積」の 3 つの語をすべて用いて答えなさい。(解答欄　14.5×3 cm)

問 6. マウスの脊髄に逆行性標識物質を注入し，十分な時間経過後にマウスの脳を調べると，脳のどの部分に標識物質が存在すると予想されるか，その部位を理由とともに答えなさい。(解答欄　14.5×3.5 cm)

3 問 1 と 2 に答えなさい。

問 1. 次の文を読んで，(1)〜(4) に答えなさい。

植物は一定の環境条件下では，ある成長段階に達するまで茎を伸ばして次々と新しい芽 (葉芽) を形成する。これを (ア) 成長という。短日植物と長日植物では，日長の変化に応じて，茎頂分裂組織に葉芽ではなく花芽が形成され，成長して開花し種子を作る。これを (イ) 成長という。短日植物 X は，日長が 16 時間以上の条件下で育てると花芽を形成しないが，短日処理をすると花芽を形成することがわかっている。①短日処理された葉では，花芽の分化を誘導する (ウ) が作られ，茎頂分裂組織へと伝わり，花芽の分化を誘導すると考えられている。(ア) 成長から (イ) 成長への変換を司る (ウ) の実体については，古くから研究され，様々な物質が候補となっては消えていった。しかしながら，近年のモデル植物を用いた分子生物学的研究から，②長日植物のシロイヌナズナでは，FT とよばれるタンパク質が (ウ) の実体であることが明らかになった。

(1) (ア)〜(ウ) にあてはまる適当な語を入れなさい。

(2) 下線部①に関して，短日植物 X を用いて，図 1 に示す [実験 1]〜[実験 5] を行い，植物個体あるいは穂木の茎頂における花芽形成を観察した。図 1 中の○印は葉を示している。(a)〜(c) に答えなさい。

[実験 1] 植物個体の葉を一枚残して，他の葉をすべて切除し，短日処理を行った。その結果，花芽が形成された。

[実験 2] 植物個体のすべての葉を切除して，短日処理を行った。その結果，花芽は形成されなかった。

[実験 3] 短日処理をしていない台木と短日処理をしていない穂木を接ぎ木した。その結果，穂木に花芽は形成されなかった。

[実験 4] 短日処理をした台木と短日処理をしていない穂木を接ぎ木した。その結果，穂木に花芽が形成された。

[実験 5] 短日処理をした台木と短日処理をしていない穂木を接ぎ木し，穂木の一部に環状除皮を行った。その結果，穂木に花芽は形成されなかった。

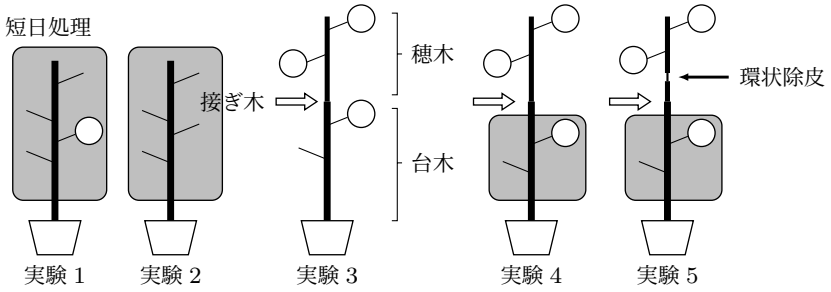

図 1

(a) 実験 1 と実験 2 の比較から，花芽形成についてわかることを答えなさい。

(b) 実験 1 と実験 4 の比較から，花芽形成についてわかることを答えなさい。

(c) 実験 4 と実験 5 の比較から，花芽形成についてわかることを答えなさい。

(3) 下線部②に関して，シロイヌナズナの *FT* 遺伝子が機能欠損した *ft* 変異体，また *FT* 遺伝子を恒常的に発現させた *FT* 恒常発現株を作製した。長日条件下で予想される表現型を，下の (a)〜(d) から 1 つ選びなさい。

(a) 野生型と比べて，*ft* 変異体は早咲きの表現型を示し，*FT* 恒常発現株は花芽形成が大幅に遅れる。

(b) 野生型と比べて，*ft* 変異体は花芽形成が大幅に遅れ，*FT* 恒常発現株は花芽形成が見られなくなる。

(c) 野生型と比べて，*ft* 変異体は早咲きの表現型を示し，*FT* 恒常発現株は花芽形成が見られなくなる。

(d) 野生型と比べて，*ft* 変異体は花芽形成が大幅に遅れ，*FT* 恒常発現株は早咲きの表現型を示す。

(4) *ft* 変異体と *FT* 恒常発現株を材料として，接ぎ木を用いた実験を行い，短日条件下でも *FT* タンパク質自身が茎頂に運ばれて花芽の形成を誘導することを示すためには，どのような実験を行えばよいか。その実験内容と予想される結果について説明しなさい。（解答欄　各 13.5×2 cm）

問 2. 次の文を読んで，(1)〜(4) に答えなさい。

花の器官形成は，シロイヌナズナやキンギョソウの突然変異体を用いた研究から多くの知見が得られ，主に 3 つのクラスの調節遺伝子 (クラス A，クラス B，クラス C) により制御されるとする ABC モデルが提唱されている。これらの調節遺伝子が，花の各器官の形成に必要な遺伝子群の発現を制御していることがわかっている。

図 2 は，シロイヌナズナの野生型の花を上から見た模式図で，同心円状に外側から中心に向けて，領域 1 にがく片，領域 2 に花弁，領域 3 におしべ，領域 4 にめしべが配置された構造となっている。各クラスの遺伝子が発現する場所と遺伝子間の相互作用について，次のルールがあることがわかっている。

- 各領域で形成される花器官は，クラス遺伝子の組合せによって決定する。
- クラス A 遺伝子は領域 1 と 2 で，クラス B 遺伝子は領域 2 と 3 で，クラス C 遺伝子は領域 3 と 4 で発現する。
- クラス A 遺伝子とクラス C 遺伝子は，互いに抑制しあっており，どちらか一方の遺伝子の働きが失われると，抑制されていたもう一方の遺伝子が発現する。例えば，クラス C 遺伝子が作用しなくなると，領域 3 と領域 4 においてもクラス A 遺伝子が発現する。

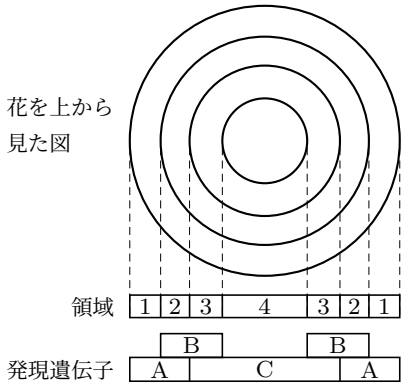

図 2

シロイヌナズナの野生型の花の各領域で発現するクラス遺伝子と形成される器官をまとめると表のようになる。

表

領域	1	2	3	4
器官	がく片	花弁	おしべ	めしべ
遺伝子	A	A＋B	B＋C	C

(1) シロイヌナズナのクラス A 遺伝子の変異体について，表を例として，領域 1 から 4 において発現するクラス遺伝子名と形成される器官名を記入しなさい。

(2) シロイヌナズナのクラス B とクラス C 遺伝子の二重変異体について，領域 1 から 4 において発現するクラス遺伝子名と形成される器官名を記入しなさい。

(3) シロイヌナズナのある変異体は，がく片と花弁からなる八重咲の表現型を示す。どのような変異体か，答えなさい。

(4) シロイヌナズナのクラス A，クラス B，クラス C 遺伝子の三重変異体について，領域 1 から 4 において形成される器官名を記入しなさい。

4 次の文を読んで，問 1〜4 に答えなさい。

地球上の生物が過去にたどってきた進化の道筋を系統という。生物どうしの系統関係は，それぞれの種がもつ形質を比較し，形質の共通性に着目することで推定できる。このとき，祖先から受け継がれてきた旧形質 (祖先形質) と新たに出現した新形質 (子孫形質) を区別する。ある新形質を共有する生物は，共通の祖先に由来すると考える。

問 1. 次の文を読んで，(1) と (2) に答えなさい。

真核生物は 20 億年ほど前に出現した。原核生物と比較したとき，真核生物がもつ新形質の 1 つはミトコンドリアである。①真核生物のミトコンドリアは原始的な好気性細菌に由来すると考えられている。

(1) 下線部①の説を何というか，答えなさい。

(2) この説の根拠を答えなさい。（解答欄　14.5×2 cm）

問 2. 次の文を読んで，(1) と (2) に答えなさい。

光合成をおこなう真核生物の葉緑体は，シアノバクテリアのような原核生物に由来すると考えられている。次ページの表は，葉緑体をもち光合成をする種と光合成色素の関係を示している。表中の＋は，その色素が葉緑体の中に存在することを示している。

表

種	クロロフィル a	クロロフィル b	クロロフィル c
アオサ	＋	＋	
イネ	＋	＋	
コンブ	＋		＋
シャジクモ	＋	＋	
テングサ	＋		
ハネケイソウ	＋		＋
ホンダワラ	＋		＋
ミル	＋	＋	

(1) 葉緑体の起源となったシアノバクテリア様の原核生物がもっていたと考えられる光合成色素をすべてあげ，理由とともに答えなさい。

(2) 光合成色素に基づいて，イネと同じ系統に属すると考えられる種をすべてあげ，その理由を「新形質」，「共通祖先」の 2 つの語を用いて説明しなさい。

問 3. 次の文を読んで，(1)〜(3) に答えなさい。

光合成を行う独立栄養生物の中で，多細胞でおもに陸上で生育する生物は植物とよばれる。図 1 は植物の系統関係を示し，A，B，C は新形質である。

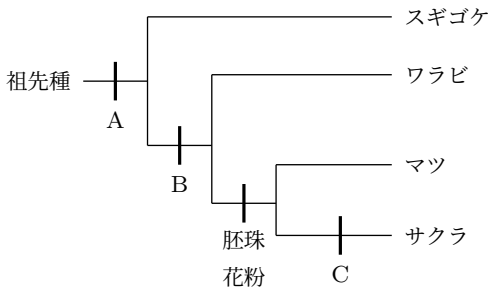

図 1

(1) 植物は，新形質 A により陸上で生活することが可能になった。この形質は何か，名称と働きを答えなさい。

(2) 新形質 B と C は何か，それぞれ答えなさい。

(3) 胚珠と花粉という新しい形質の出現によって，マツやサクラの受精には水を介する必要がなくなった。マツの受精方法を「花粉管」と「精細胞」の 2 つの語を用いて説明しなさい。（解答欄　14.5×2 cm）

問 4. 次の文を読んで，(1)〜(3) に答えなさい。

動物 (後生動物) は多細胞で，運動性のある従属栄養生物である。古くから形態と発生様式が系統分類の基準として用いられてきた。図 2 は，形態と発生様式に基づく動物の古典的な系統樹を示す。三胚葉動物は旧口 (前口) 動物と新口 (後口) 動物に大別される。旧口動物の中で，環形動物と節足動物は体節性を共有するので近縁とされてきた。一方，図 3 は，分子データに基づく系統樹を示す。分子データは，旧口動物を冠輪動物と脱皮動物の 2 つの系統に分けることを提唱している。この場合，環形動物と節足動物は近縁ではない。

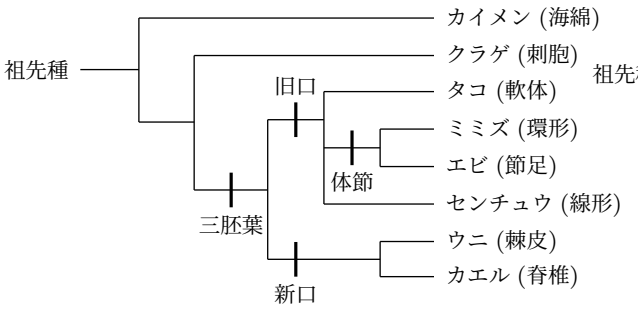

図 2

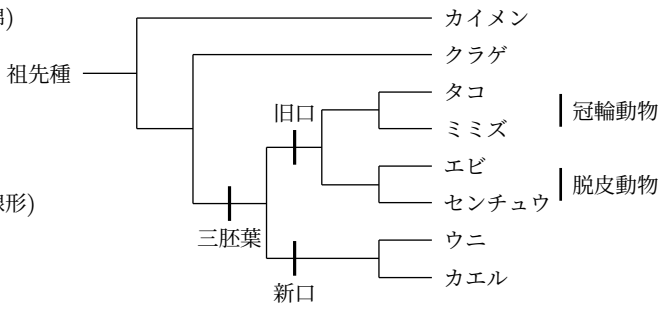

図 3

(1) いずれの系統樹においても，カイメン (海綿動物) とクラゲ (刺胞動物) が基部に位置している。刺胞動物で出現した新形質をすべて，下の (ア)〜(オ) から選びなさい。

(ア) 細胞分化，(イ) 胚葉，(ウ) 神経，(エ) 肛門，(オ) 口

(2) 古典的系統樹では，発生様式の違いによって三胚葉動物を旧口動物と新口動物にわけてきた。新口動物の発生様式を「原腸形成」,「原口」,「口」の 3 つの語をすべて用いて説明しなさい。

(3) 環形動物と節足動物には体節性が見られる。同じ形質が異なる生物に見られるとき，その形質は相同あるいは相似のいずれかである。体節性は，古典的な系統樹では相同な形質，分子データに基づく系統樹では相似な形質と考えられる。その理由をそれぞれ答えなさい。(解答欄　各 13.5×2 cm)

5 問 1 と 2 に答えなさい。

問 1. 次の文を読んで，(1)〜(4) に答えなさい。

個体間で共通の祖先に由来する特定の遺伝子をもつ確率は血縁度とよばれている。次ページの図 1 は，ある二倍体の生物の血縁者間の遺伝子の受け継ぎを示している。遺伝子型 A_1A_2 の母親と遺伝子型 A_3A_4 の父親の子供①は，母親から A_1，A_2 のいずれかを 1/2 の確率で，父親から A_3，A_4 のいずれかを 1/2 の確率で受け継ぐ。そのため，子供①と母親，子供①と父親の間の血縁度は，いずれも 1/2 と計算される。さらにその兄弟あるいは姉妹の子供②も母親から A_1，A_2 のいずれかを 1/2 の確率で受け継いでおり，これら子供①と子供②の間で同じ遺伝子を共有する確率は $1/2\times1/2 = 1/4$ となる。父親由来の A_3，A_4 の場合も同様であり，①子供①と子供②の間の血縁度は $1/4 + 1/4 = 1/2$ と計算される。②この血縁度で表される個体間の関係は，一部の生物で特殊な行動や性質が進化する原因となっている。

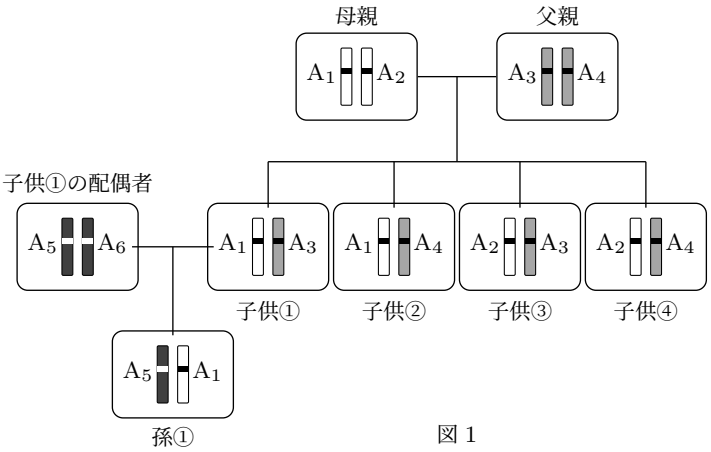

図 1

(1) 図 1 について，以下の個体間の血縁度を答えなさい。

(a) 母親と父親

(b) 子供①と孫①

(c) 母親と孫①

(d) 子供②と孫①

(2) 下線部①について，昆虫類や魚類などで雌が多数の卵を産む種では，1 個体の雌から産まれた兄弟 (姉妹) 間の血縁度は 1/2 より低くなることが多い。血縁度が 1/2 より低くなる理由を述べなさい。(解答欄　14.5×2 cm)

(3) 下線部②について，オナガやヤブカケスなどの数種の鳥類では，巣立った若い個体が親の繁殖を手伝う共同繁殖 (ヘルパー) 個体となることがある。この行動の進化は個体間の血縁度と大きく関係している。この共同

繁殖が進化した理由を述べなさい。（解答欄　14.5×2 cm）

(4) 下線部②について，個体間の血縁関係が原因で進化したと考えられる現象をすべて，下の (a)〜(e) から選びなさい。

(a) 一度に卵を多く産む昆虫では，卵 1 個のサイズが小さくなる。

(b) アリグモ属のクモは，その外部形態がアリに非常によく似ている。

(c) ニホンミツバチでは，働きバチが採餌や巣作りなどの労働を行う。

(d) カッコウは，他種の鳥の巣に産卵し，自分の子をその巣の個体に育てさせる。

(e) ハダカデバネズミでは，1 つの巣で子供を産むのは 1 個体の雌だけである。

問 2. 次の文を読んで，(1)〜(4) に答えなさい。

地球上の様々な環境には多くの生物が生息している。その形態的特徴，生理的特徴，生活様式は種によって異なり，またそれらの種同士は様々な関係をもって生活している。こうした生物多様性には (ア) の多様性，種の多様性，(イ) の多様性の 3 つの段階がある。近年，地球規模でこの 3 つの段階の多様性が失われつつあるが，その原因の 1 つは人為的な影響である。例えば，ある生物種が生息している地域が土地開発によって小さな生息地に分断されると，その個体群は生息地ごとに孤立しやすくなる。孤立した個体群では (ア) の多様性が低下し，①近交弱勢が起きやすくなる。その結果，個体の病気への耐性の低下や死亡率の増加が生じ，個体数は減少する。また，②生息地が小さいと種の多様性も低下しやすい。一方で，③生息地で一定の頻度で起きる攪乱は，種の多様性を促進し，結果的に (イ) の多様性を増加させる。これを (ウ) 説という。

(1) (ア)〜(ウ) にあてはまる適当な語を入れなさい。

(2) 下線部①の現象を下の 3 つの語をすべて用いて説明しなさい。（解答欄　14.5×2.5 cm）
交配，ホモ接合，表現型

(3) 下線部②の理由として考えられるものをすべて，下の (a)〜(d) から選びなさい。

(a) 生息地の面積が小さいと，資源の種類や量が制限されるため。

(b) 生息地の面積が小さいと，新たな種の移入と定着が少なくなるため。

(c) 生息地の面積が小さいと，個体の分布がランダムになるため。

(d) 生息地の面積が小さいと，他種を捕食する種が多くなるため。

(4) 下線部③に関連して，図 2 は，台風によって生じたサンゴ礁の損傷の頻度とそこに生息するサンゴの種数との関係を示したグラフである。サンゴの種数は，サンゴ礁の生物多様性を反映している。このグラフについて，(a)〜(c) に答えなさい。

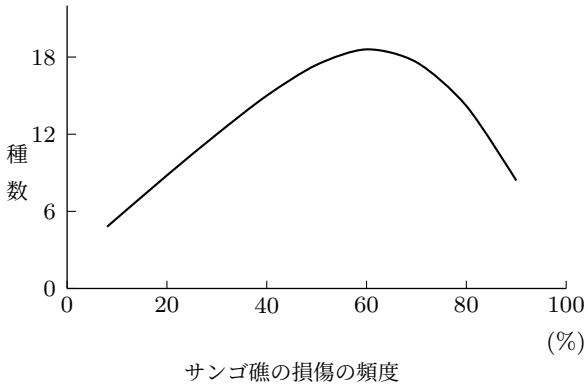

図 2

(a) サンゴ礁の損傷の頻度が高い場合，種数が減少した理由を述べなさい。（解答欄　13.5×2.5 cm）

(b) サンゴ礁の損傷の頻度が低い場合，種数が減少した理由を述べなさい。（解答欄　13.5×2.5 cm）

(c) サンゴ礁の損傷の頻度が 50〜70% の時，種数がもっとも高くなった理由を述べなさい。（解答欄 13.5×2.5 cm）