

平成 28 年度 入学 試験 問題

理 科

	ページ
物 理	1～14
化 学	15～27
生 物	28～50
地 学	51～58

注 意 事 項

試験開始後、選択した科目の問題冊子及び解答用紙のページを確かめ、落丁、乱丁あるいは印刷が不鮮明なものがあれば新しいものと交換するので挙手すること。

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子を開かないこと。
2. 解答は、必ず解答用紙の指定されたところに記入すること。
3. 解答する数字、文字、記号等は明瞭に書くこと。
4. 解答用紙は持ち出さないこと。

生 物

1 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

イモリやカエルなどの両生類においては、発生の過程で、受精卵が2細胞期胚→4細胞期胚→8細胞期胚→16細胞期胚→桑実胚→胞胚→原腸胚→胚→胚→幼生→成体へと変化する。細胞や細胞の集団が特定の形や働きをもつように変化することをといい、これらの過程で様々な器官が形成される。各発生段階で割球または胚の一部の組織片を分離して培養した場合、それらには多様なが観察される。胚の各領域が正常発生によって、将来どのような組織や器官になるかを予定運命という。

一方、実験操作により、の過程で獲得した細胞の特徴が失われることがある。例えば成熟したイモリの眼から、水晶体を取り除くと、水晶体と接していた虹彩の細胞はその色素を失い、盛んに増殖する。この細胞塊に網膜がとして作用し、新たな水晶体を誘導する。

問1 文章中の～にあてはまる語句を記せ。

問2 文章中の下線部と同じような現象が起きる実験操作を、次の(ア)～(オ)からすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) ヒトのiPS細胞を作製する。
- (イ) マウスのES細胞をマウスの胞胚腔に注入する。
- (ウ) ニワトリ胚の体節をウズラ胚の同じ部位で置き換える。
- (エ) ニンジンの根からカルスを作製する。
- (オ) 酸素の少ない条件で酵母菌を培養する。

問 3 イモリの 2 細胞期における予定運命について以下の実験を行った。

- (1) 図 1 のように、点線で示した卵剖面で 2 個の細胞(細胞 A と細胞 B とする)に分離して培養した。細胞 A と細胞 B はそれぞれどうなるか。次の(ア)~(エ)から 1 つずつ選び、記号で答えよ。
- (ア) 正常な構造をもつ胚になる。
 - (イ) 頭部と背側部を欠損する細胞の塊になる。
 - (ウ) 尾部と腹側部を欠損する胚になる。
 - (エ) 右側または左側の構造を欠損する胚になる。

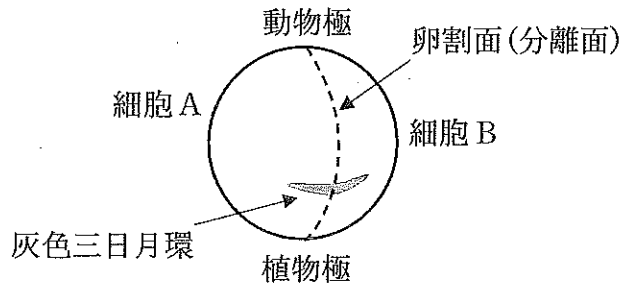


図 1

- (2) 図 2 のように、2 細胞期に入る直前の受精卵を強くしぼり、灰色三日月環が入る細胞 C と入らない細胞 D を作って、培養した。細胞 C と細胞 D はそれぞれどうなるか。次の(ア)~(エ)から 1 つずつ選び、記号で答えよ。
- (ア) 正常な構造をもつ胚になる。
 - (イ) 頭部と背側部を欠損する細胞の塊になる。
 - (ウ) 尾部と腹側部を欠損する胚になる。
 - (エ) 右側または左側の構造を欠損する胚になる。

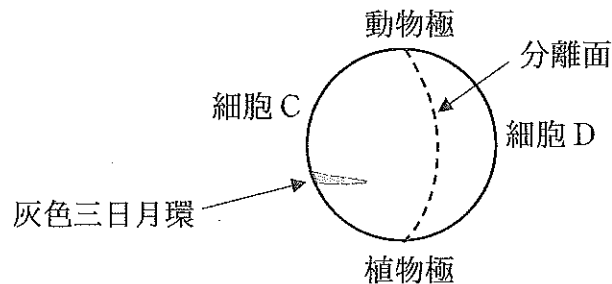


図 2

問 4 アフリカツメガエルの胞胚(図 3)および初期原腸胚(図 4)の動物極側の領域(A, E), 植物極側の領域(D), それらに挟まれた赤道付近の領域(B, C, F, G)をそれぞれ図中の点線に沿って切り出して培養し, どのような組織ができてくるかを観察した。ただし, それぞれ領域 C と領域 G の側で精子が進入したことがわかっている。

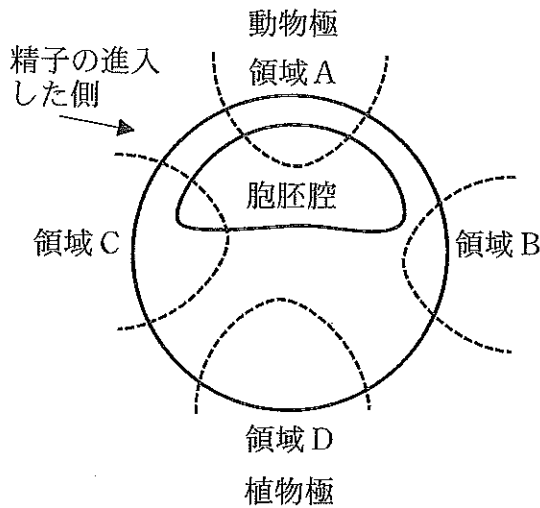


図 3 胞胚

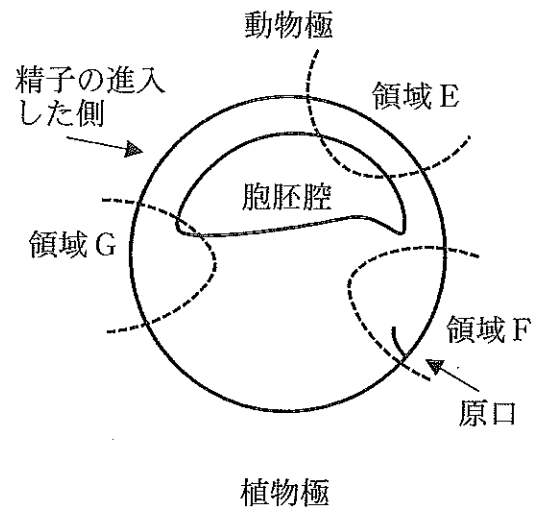


図 4 初期原腸胚

- | | | | |
|------------------|--------|--------|----------------|
| (ア) 眼 | (イ) 神経 | (ウ) 表皮 | (エ) 脊索と筋肉(骨格筋) |
| (オ) 卵黄を含む大きな細胞の塊 | | | |

(1) 領域 A, 領域 B, 領域 C, 領域 D それぞれの組織片を単独で培養したところ, 互いに異なる組織が観察された。領域 C には血球が観察されたが, 領域 A, 領域 B, 領域 D にはそれぞれ上記の四角内の語群の(ア)~(オ)のいずれが含まれるようになるか。1 つずつ選び, 記号で答えよ。

(2) 領域 A と領域 D を, 図 5 のように互いに接触するように組み合わせて培養した場合, 領域 A には, 領域 A の単独培養で観察されない新たな組織が認められる。その組織を上記の四角内の語群の(ア)~(オ)からすべて選び, 記号で答えよ。

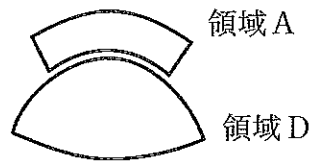


図 5

- (3) 領域 E と領域 F を、図 6 のように互いに接触するように組み合わせて培養した場合、領域 E には、領域 E の単独培養で観察されない新たな組織が認められる。その組織を前ページの四角内の語群の(ア)~(オ)からすべて選び、記号で答えよ。

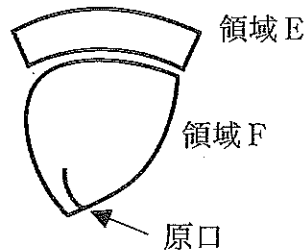


図 6

- (4) 領域 G 単独の培養では、血球が観察された。一方、領域 G と領域 F を図 7 のように組み合わせて培養した場合、領域 G から筋肉(骨格筋)が形成された。両方の間に小さな孔をもつフィルターを挟んで、互いの細胞が接触することのないようにして、領域 G と領域 F を組み合わせて培養しても、この結果は変わらなかった。これらからどのようなことが考察されるか。「領域 F」, 「領域 G」, 「予定運命」という 3 つの語句をすべて使って 30 字以内で述べよ。

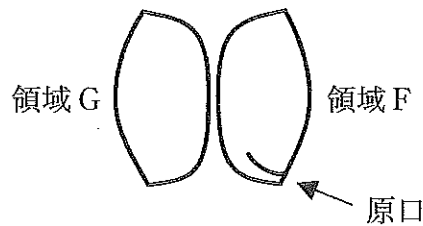


図 7

2 次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

遺伝子の発現は、DNAの塩基配列がRNAポリメラーゼによってRNAへと写しとられることにより始まる。RNAポリメラーゼはDNAの特定の領域に結合し、鋳型となるDNAの塩基配列に相補的な塩基配列をもつRNAの合成を開始する。真核生物では、DNAから写しとられるRNAは、タンパク質をコードする領域とコードしない領域を含んだ状態で合成される。その後、核内でスプライシングなどの修飾を受けて伝令RNA(mRNA)となり、核膜孔から出て細胞質基質へと移動する。細胞質基質にあるリボソームがmRNAのリボソーム結合領域に結合すると、リボソームはmRNA上を最初に出てくる開始コドンまで移動し、そこからmRNAの塩基配列に基づいたアミノ酸がつなぎあわされてタンパク質が合成される。タンパク質の合成途上にアミノ酸をコードしない終止コドンが現れるとタンパク質合成はそこで終結し、合成されたタンパク質がリボソームから遊離する。

問1 文章中の下線部①を何というか記せ。

問2 真核生物では基本転写因子とRNAポリメラーゼが複合体を作った状態で下線部②に結合し、RNAを5'から3'方向に合成する。

(1) RNA合成の際、RNAポリメラーゼはDNAの鋳型鎖(アンチセンス鎖)・非鋳型鎖(センス鎖)のどちらに結合していて、DNA上をどちらの方向に動いてRNAを合成していくのか、30字以内で述べよ。

(2) あるDNAの鋳型鎖の配列の一部が5'-TGATGCAG-3'であったとする。このDNAからRNAポリメラーゼによって写しとられるRNAの塩基配列を、5'末端から記せ。

問 3 文章中の下線部②の名称を記せ。

問 4 下線部③について、以下の問に答えよ。

(1) スプライシングにより取り除かれる部分を何というか。その名称を記せ。

(2) 同じ遺伝子から写しとられた RNA から異なる mRNA ができることがあるが、このようなスプライシングを特に何というか。その名称を記せ。

問 5 下線部④について、以下の問に答えよ。

(1) 下線部④の過程を何というか記せ。

(2) タンパク質におけるアミノ酸どうしの結合の名称を記せ。

問 6 タンパク質合成の過程で利用される RNA のうち、アミノ酸を運ぶ転移 RNA (tRNA) は、運搬するアミノ酸の種類に応じた特定の塩基 3 個の配列をもつ。この tRNA の特定の塩基 3 個の配列のことを何というか。その名称を記せ。

問 7 インスリンは、110個のアミノ酸が連なる前駆体として合成される。下の図1はヒトインスリン前駆体の mRNA の塩基配列(469塩基)である。この塩基配列とその下の遺伝暗号表をもとに、以下の問に答えよ。なお、図1の右端の数字は、行末の塩基番号である。

```

AGCCCUCCAGGACAGGCUGCAUCAGAAGAGGCCAUCAAGCAGAUACUGU    50
CCUUCUGCCAUGGCCUGUGGAUGCGCCUCCUGCCCCUGCUGGCGCUGCU    100
GGCCCUCUGGGGACUGACCCAGCCGCAGCCUUUGUGAACCAACACCUGU    150
GCGGCUCACACCUGGUGGAAGCUCUCUACCUAGUGUGCGGGGAACGAGGC    200
UUCUUCUACACACCCAAGACCCGCCGGGAGGCAGAGGACCUGCAGGUGGG    250
GCAGGUGGAGCUGGGCGGGGGCCCUGGUGCAGGCAGCCUGCAGCCCUUGG    300
CCUGGAGGGGUCCCUGCAGAAGCGUGGCAUUGUGGAACAAUGCUGUACC    350
AGCAUCUGCUCUCCUCUACCAGCUGGAGAACUACUGCAACUAGACGCAGCC    400
CGCAGGCAGCCCCACACCCGCCGCCUCCUGCACCGAGAGAGAUGGAAUAA    450
AGCCCUUGAACAGCAAAA    469
  
```

図1 ヒトインスリン前駆体遺伝子の mRNA 配列

遺伝暗号表

		2 番目の塩基					
		U	C	A	G		
1 番目の塩基	U	フェニルアラニン フェニルアラニン ロイシン ロイシン	セリン セリン セリン セリン	チロシン チロシン (終止) (終止)	システイン システイン (終止) トリプトファン	U C A G	3 番目の塩基
	C	ロイシン ロイシン ロイシン ロイシン	プロリン プロリン プロリン プロリン	ヒスチジン ヒスチジン グルタミン グルタミン	アルギニン アルギニン アルギニン アルギニン	U C A G	
	A	イソロイシン イソロイシン イソロイシン メチオニン(開始)	トレオニン トレオニン トレオニン トレオニン	アスパラギン アスパラギン リシン リシン	セリン セリン アルギニン アルギニン	U C A G	
	G	バリン バリン バリン バリン	アラニン アラニン アラニン アラニン	アスパラギン酸 アスパラギン酸 グルタミン酸 グルタミン酸	グリシン グリシン グリシン グリシン	U C A G	

- (1) インスリン前駆体の開始コドンから数えて4番目のアミノ酸はトリプトファンである。では、2番目、5番目、および9番目となるアミノ酸はそれぞれ何か、記せ。
- (2) 図1の下線で示した UGA 配列はインスリン前駆体遺伝子の終止コドンとして機能していない。ある変異により、この UGA 配列が終止コドンとして機能し、インスリン前駆体が正しく合成されなくなったとする。その変異として適切なものを次の(ア)~(エ)から1つ選び、記号で答えよ。
- (ア) 8番目のアミノ酸のコドン CUG が CUAG となった1塩基挿入変異
 - (イ) 11番目のアミノ酸のコドン CUG が CU となった1塩基欠失変異
 - (ウ) 13番目のアミノ酸のコドン CUG が AUG となった1塩基置換変異
 - (エ) 11番目のアミノ酸のコドン CUG が UUG となった1塩基置換変異
- (3) インスリン前駆体は、細胞質基質で合成が始まった後、別の細胞小器官へ移動して合成をすすめ、合成後に修飾を受けてインスリンとなり細胞外へ分泌される。インスリン前駆体が合成され、インスリンとして細胞膜から分泌されるまでの経路として適切なものを次の(ア)~(オ)から1つ選び、記号で答えよ。
- (ア) 細胞質基質→粗面小胞体→ゴルジ体→分泌顆粒→細胞膜
 - (イ) 細胞質基質→滑面小胞体→粗面小胞体→ゴルジ体→細胞膜
 - (ウ) 細胞質基質→粗面小胞体→分泌顆粒→ゴルジ体→細胞膜
 - (エ) 細胞質基質→ゴルジ体→分泌顆粒→滑面小胞体→細胞膜
 - (オ) 細胞質基質→ゴルジ体→滑面小胞体→分泌顆粒→細胞膜

3 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

心臓や血管などからなる循環系は、体液を全身にめぐらせることで安定した体内環境の維持に役立っている。節足動物などの循環系では動脈と静脈の間に [1] は存在しておらず、その循環系は開放血管系と呼ばれる。一方、脊椎動物などの循環系では動脈と静脈の間を [1] がつないでおり、その循環系は閉鎖血管系と呼ばれる。脊椎動物の中で、は虫類と両生類の心臓は2心房1心室^①であり、哺乳類と鳥類の心臓は2心房2心室である。2心房2心室の心臓では右心室から出た血液は肺動脈を^①通って肺に運ばれ、肺では二酸化炭素を放出するとともに、体外から取り入れられた酸素を受け取る。酸素を多く含んだ血液は肺静脈を^①通って左心房に入る。これを [2] 循環と呼ぶ。左心室から出た血液は大動脈を^①通って全身の組織に運ばれ、各組織に酸素を供給するとともに組織で生じた二酸化炭素を受け取る。酸素が少なくなった血液は大静脈を^①通って右心房に入る。これを [3] 循環と呼ぶ。心臓の筋肉は、随意筋として働く骨格筋と同じ [4] から構成されているが、右心房にある [5] の働きによって通常、規則的なリズムで自動的(不随意)に拍動している。血液には酸素や二酸化炭素を運ぶ以外にも、小腸で吸収したグルコースなどの栄養分を肝臓や体の各組織に^②運んだり、各組織の細胞で作られた老廃物を肝臓や腎臓などに^②運んだりする働きがある。ヒトの胎児において二酸化炭素や老廃物などを多く含む血液は、腹部にある大動脈から動脈、そして、さい帯(へその緒)の中にある動脈を^②通って、胎盤へと流れる。胎盤では二酸化炭素の放出と酸素の取り込み、および栄養分や老廃物などの物質交換が^③行われる。胎盤から胎児に戻る酸素や栄養分の豊富な血液は、さい帯中にある静脈、腹部にある大静脈を^③通って右心房へと流れる。

問 1 文章中の 1 ~ 5 にあてはまる語句を記せ。

問 2 下線部①について，2心房2心室の心臓が2心房1心室の心臓と比較して効率的な点を，その理由を含め50字以内で述べよ。

問 3 下線部②について，小腸で吸収した栄養分を肝臓に運ぶための肝臓に直接つながる血管の名称を記せ。

問 4 下線部③に関連して，ヒトの胎児の心臓には右心房と左心房との間の壁である心房中隔に卵円孔と呼ばれる孔(穴)が存在し，血液が通過できる構造になっている。卵円孔は胎児の循環において有利に働いているが，出生後，呼吸の開始により，通常閉じてしまう。胎児の循環において卵円孔があることが有利な点を30字以内で述べよ。

4 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

生物はさまざまな形で互いに関係し合って共存している。例えば、個体間には資源を巡る競争関係があり、それぞれの個体は自身の生存に必要な食物や生息場所、繁殖相手を得るために互いに競い合っている。また、異種の生物間には、競争関係のみならず、共生関係や捕食—被食関係がみられる。捕食—被食関係では、一見すると捕食者が被食者を食い尽くしてしまうように思えるが、自然界ではさまざまな要因によって共存が維持されている。

問1 表1は生物間(生物A—生物B)の関係についてまとめたものである。「相利共生」、「片利共生」、「寄生」、「競争」は表中の(a)~(f)のうちのどれに該当するか、それぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。

表1

生物A 生物B	利益を得る	不利益を得る	どちらでもない
利益を得る	(a)		
不利益を得る	(b)	(d)	
どちらでもない	(c)	(e)	(f)

問 2 動物の中には、「多くの個体が集まって多少とも統一的な行動をとる集団」，すなわち(ア)を形成するものや、「1 個体もしくは数個体が他の個体の侵入を阻んで占有する空間」，すなわち(イ)を形成するものがあり，こうした行動をとることで資源を確保したり，捕食者から逃れたりしている。一般に，(ア)の各個体の捕食者に対する警戒に費やす時間，(ア)内での個体間競争に費やす時間，採餌に費やす時間(警戒と個体間競争に費やす時間を除いた時間)は，(ア)の個体数によって図 1 のように変化する。また，(イ)を形成する個体の(イ)から得られる食物量，(イ)を守る労力量は，(イ)の広さによって図 2 のように変化する。図中の点線は，(ア)の各個体が採餌に費やす時間が最も長くなる(ア)の個体数(最適な個体数)，(イ)の個体の食物量と労力量の差が最も大きくなる(イ)の広さ(最適な広さ)を示している。

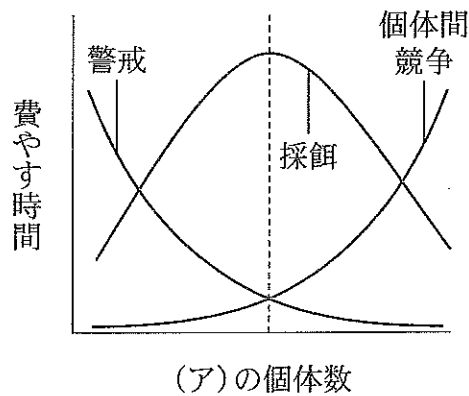


図 1

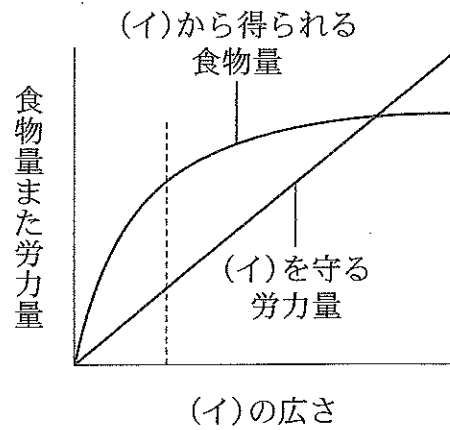


図 2

- (1) (ア)および(イ)はそれぞれ何と呼ばれるか，記せ。
- (2) 図1に関する次の(a)~(d)の記述のうち，適切なものをすべて選び，記号で答えよ。
- (a) (ア)に対する捕食者が減少したことによって各個体が警戒に費やす時間がより短くなった場合，(ア)の最適な個体数は減少する。
 - (b) (ア)に対する捕食者が減少したことによって各個体が警戒に費やす時間がより短くなった場合，(ア)の最適な個体数は増加する。
 - (c) (ア)の各個体の攻撃性が低下したことによって各個体が個体間競争に費やす時間がより短くなった場合，(ア)の最適な個体数は減少する。
 - (d) (ア)の各個体の攻撃性が低下したことによって各個体が個体間競争に費やす時間がより短くなった場合，(ア)の最適な個体数は増加する。
- (3) 図2に関する次の(a)~(d)の記述のうち，適切なものをすべて選び，記号で答えよ。
- (a) (イ)への侵入者が増加したことによって(イ)を守る労力量がより増えた場合，(イ)の最適な広さは小さくなる。
 - (b) (イ)への侵入者が増加したことによって(イ)を守る労力量がより増えた場合，(イ)の最適な広さは大きくなる。
 - (c) (イ)の食物の密度が低下したことによって(イ)から得られる食物量がより減った場合，(イ)の最適な広さは小さくなる。
 - (d) (イ)の食物の密度が低下したことによって(イ)から得られる食物量がより減った場合，(イ)の最適な広さは大きくなる。

問 3 捕食—被食関係にある生物 C(被食者)と生物 D(捕食者)の個体数が、時間とともにどのように変化するかについて調査を行った。調査開始時の時間を $T = 0$ として、経時的に ($T = 3, 5, 8, 10, 15, 18, 20, 23, 25, 30$) 生物 C と D それぞれの個体数を数え、図 3 のようなグラフを得た。生物 C と D の個体数は、 $T = 0, 15, 30$ でグラフ上の①の値になり、 $T = 3, 18, T = 5, 20, T = 8, 23, T = 10, 25$ でそれぞれグラフ上の②~⑤のいずれかの値になった。生物 C と D それぞれの個体数の変化について、横軸を時間(T)、縦軸を個体数としたグラフで解答欄中に記せ。

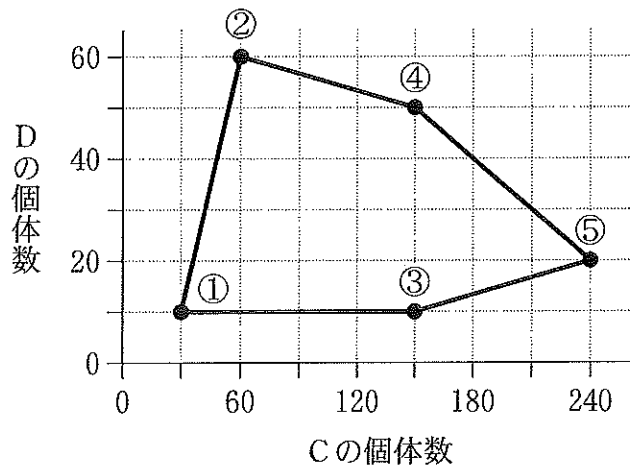


図 3

問 4 同じものを食物とする生物 E と F は、一緒に飼育すると、ある程度の時間経過後に資源を巡る競争によって必ずどちらかが死滅する(図 4)。しかし、生物 E と F に加え、両方を捕食する生物 G を一緒に飼育すると、これらの生物はより長い間共存することがわかった(図 5)。一方、生物 G の代わりに、同じく生物 E と F の両方を捕食する生物 H を入れた場合には、生物 G の時ほど共存は長く続かなかった。生物 G と H に関する次の(a)~(e)の記述のうち、適切なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

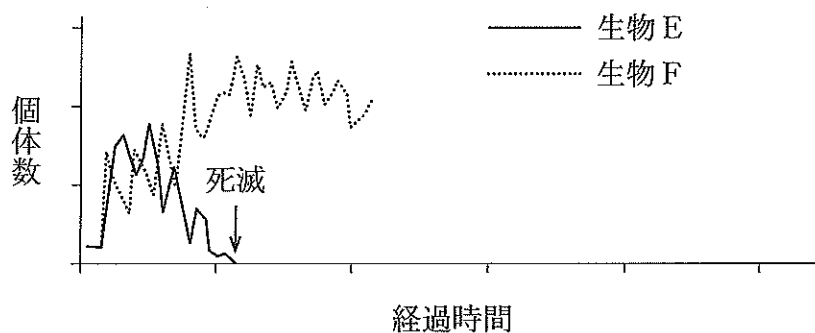


図 4 生物 E と F を一緒に飼育して生物 E が死滅した例

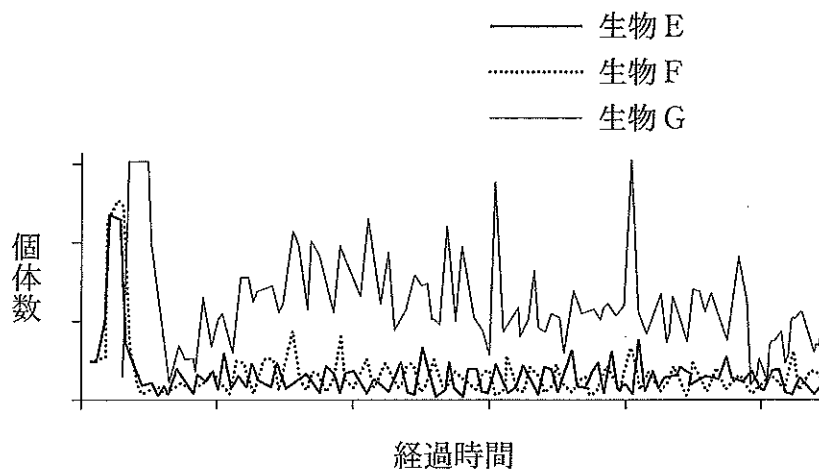


図 5 生物 E, F と G を一緒に飼育した例

- (a) 生物 G は生物 E と F を無作為に捕食するが、生物 H は生物 E と F のうち個体数の多い方を捕食する傾向にある。
- (b) 生物 G は生物 E と F のうち個体数の少ない方を捕食する傾向にあるが、生物 H は生物 E と F を無作為に捕食する。
- (c) 生物 G は生物 E と F のうち個体数の多い方を捕食する傾向にあるが、生物 H は生物 E と F を無作為に捕食する。
- (d) 生物 G は生物 E だけを捕食するが、生物 H は生物 F だけを捕食する。
- (e) 生物 G は生物 F だけを捕食するが、生物 H は生物 E だけを捕食する。

問 5 捕食—被食関係にある生物では、ある形質の比率が時間にもなって変化することで共存が維持されているものもある。一般に魚類には左右性があり、口を開いた時に下顎が左に曲がっている「左利き」と、右に曲がっている「右利き」が見られる。捕食—被食関係においては、左利きの捕食者は右利きの被食者を効率的に捕食し、右利きの捕食者は左利きの被食者を効率的に捕食すると考えられている。さらに、こうした左右性は遺伝的に決定されると言われており、実際、集団内の左利きと右利きの比率は時間にもなって変化することが知られている。これは、左右性に関する遺伝子についてハーディ・ワインベルグの法則が成り立たないことを示している。

ここで、左右性がある生物 J を考える。生物 J では遺伝子座 A によって左右性が決まり、遺伝子型 AA および Aa で左利き、遺伝子型 aa で右利きになる。また、生物 J は十分に多くの個体を含む単一世代の集団を作り、現在の集団全体の遺伝子型頻度は $AA : Aa : aa = 1 : 8 : 6$ であるとする。

- (1) 現在の集団では、左利きの個体のうちの 40%，右利きの個体のうちの 60% が次世代を残せたとする。このとき、次世代を残せた個体全体の遺伝子型頻度はどのようになるか、AA を 1 とした整数の比で求めよ。ただし、遺伝子型 AA と Aa には遺伝子型以外の違いはないものとする。
- (2) (1) のとき、次世代の集団全体の遺伝子型頻度を整数の比で求めよ。ただし、交配は左右性や遺伝子型とは関係なく、完全に無作為に起こったとする。

5 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

動物は外部環境に適応し、内部(体内)環境を維持するのに諸臓器・器官の連携が必要不可欠である。これを可能にするものが神経系と内分泌系である。ヒトを含む脊椎動物の神経系は、脳と脊髄からなる中枢神経系と、中枢と各器官との情報を連絡する末梢神経系よりなる。末梢神経系は、さらに体性神経系と自律神経系からなる。自律神経系は①と②よりなり、多くの場合、①と②は1つの器官に双方が分布して互いに拮抗して働き、その時々に応じた器官の状態を調節している。この①または②による内部環境の調節は、次のような状況においても働いている。

[状況]

秋晴れのもと、今日は体育祭です。午前中Nさんは、いくつかの競技に参加して大活躍です。そして、お昼になりました。Nさんは、おいしい卵焼きと大好きな塩おにぎりをほおばりました。Nさんのお腹は満ち足りています。流れている音楽は、ゆったりとしたテンポで、心が落ち着くのが感じられました。

楽しく過ごした昼休みも終わり、午後の競技も順調に進行して行きました。そしていよいよ最終競技のクラス対抗リレーです。今Nさんは、そのリレー種目のスタートラインに立っていて、心臓が大きく鼓動しているのを感じています。

問1 下線部①では、自律神経系の①が優位にはたっている。①の名称を答えよ。また、各器官と接続している①の末端(神経終末部)から、主として放出される神経伝達物質の名称を答えよ。ただし、例外的なものがある場合は、それを除くものとする。

問 2 下線部①の状況下で、食べた卵焼きや塩おにぎりが消化され、吸収される一連の過程について述べた以下の文章中の [1] ~ [6] に、あてはまる語句を記せ。

通常、健康なヒトの空腹時血糖値はほぼ一定になるように調節されている。これには自律神経系による調節以外に、内分泌系を用いた調節も行われている。食べた塩おにぎりに含まれるデンプンは、だ液やすい液に含まれる酵素である [1] により二糖類に分解され、さらに単糖に分解する酵素である [2] によってグルコースになる。しかし、食べた卵焼きに含まれるタンパク質は [1] や [2] では分解されず、別の酵素であるペプシンや [3] により分解を受ける。逆に、 [3] はデンプンを分解できない。このように特定の物質だけに作用する酵素の性質を [4] という。塩おにぎりのデンプンは一連の酵素によりグルコースにまで分解されると、小腸より吸収され血中に入る。グルコースの血中濃度が定値を大きく超えてくると、すい臓のランゲルハンス島の [5] 細胞から血液中に [6] が分泌される。 [6] を受け取る受容体を持つ細胞は、グルコースを細胞内に取り込みその消費を促進する。また肝臓等で貯蔵型のグリコーゲンに変換させる。これらにより、血糖値は一定に保たれる。

問 3 下線部②では、自律神経系の③が優位にはたらいっている。③の名称を答えよ。また、各器官と接続している③の末端(神経終末部)から、主として放出される神経伝達物質の名称を答えよ。ただし例外的なものがある場合は、それを除くものとする。

問 4 下線部②の状況下では、下記の器官等のはたらきはどうか、適切なものをそれぞれ[]内の語群より選び、記せ。

- (1) 瞳孔(ひとみ) [拡大 ・ 縮小]
- (2) 気管支 [拡張 ・ 収縮]
- (3) 胃腸のぜん動 [促進 ・ 抑制]
- (4) 消化液(だ液を除く)の分泌 [促進 ・ 抑制]

問 5 脊椎動物において、神経系も内分泌系も、ともに個体内の離れた部位に情報を伝えるはたらきを担っている。しかし、その伝達速度は神経系の方が大きい。そこには、神経細胞の軸索における興奮の伝導の仕組みが大きく関与している。興奮の伝導について述べた以下の文章中の [1] ~ [4] にあてはまる語句を記せ。また、下線部の理由を 40 字以内で述べよ。

神経細胞では細胞内に [1] イオンが流入することで [2] が生じる。その結果、隣接部位との電位差により電流が流れ、興奮が伝導される。末梢神経の軸索のほとんどは、 [3] 細胞でできた神経鞘で包まれている。神経繊維には有髄神経繊維と無髄神経繊維があり、一般に有髄神経繊維の方が無髄神経繊維より伝達速度が大きい。無髄神経繊維でも伝達速度は軸索の直径により異なり、直径が [4] ほど伝達速度は大きい。

6 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

ヒトを含む現在の地球上に生息するすべての生物は、共通の祖先から進化して生じたと考えられている。ダーウィンは、ガラパゴス諸島に生息するゾウガメを^①観察し、島ごとに甲羅の模様や形に違いがあることを発見した。この発見から、生存や生殖に有利な形質が世代を超えて残る進化のメカニズムとして1859年に¹説を提唱した。一方、木村資生は¹説に対して有利でも不利でもない突然変異によって、一定の頻度でDNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列が変化し、突然変異が生じた遺伝子が遺伝的浮動によって集団全体に広がるという²説を提唱した。DNAには一定の頻度で突然変異が起こっており、これが遺伝的変異を生み出す要因である。また同じタンパク質であれば、どの生物でもおおむね一定の頻度でアミノ酸の置換が起こっていることが知られており、このようなDNAの塩基配列やアミノ酸配列の変化等、分子に見られる変化を分子進化とよび、分子進化の速度を³とよぶ。近年では、遺伝子解析技術が飛躍的に進歩し、³を利用することで、種が分かれた時期や種間の類縁関係などを推定することができるようになった^②。このような分析から、^③現生のヒトはおよそ20万年前に誕生したと推定されている。

問1 本文中の¹～³にあてはまる語句を記せ。

問2 文章中の下線部^①は、もともとは形態に差がなかったゾウガメがたまたま住みついた島に隔離されて、それぞれの島で食物となる植物に適応した結果とする説が有力視されている。現在は甲羅の形状が異なる個体どうしても人為的に同じ場所に移すと交配し、子孫を残せる状態であるが、島ごとの隔離が維持されれば、いずれ複数の種に分化すると考えられている。このガラパゴス諸島に生息するゾウガメの例のように、1種の生物が複数の種に分化するまでの過程を以下の四角内の語群から3つ選び、適切な順番に並べよ。

遺伝的変化	共進化	競争	生殖的隔離
地理的隔離	化学進化	ニッチ	

問 3 文章中の下線部②のように生物種間のアミノ酸配列の違いを調べると、2つの種の間で異なっているアミノ酸の数は、それらの生物が共通祖先から分岐してからの年代におよそ比例していることが分かっている。脊椎動物の生物種間で、あるタンパク質のアミノ酸配列を比較したところ、表1の結果が得られたとする。「共通の祖先から分岐した生物群では同じタンパク質の進化速度は等しい」という仮定のもとに、異なっているアミノ酸の数の小さなものから順次結びつけて描いた系統樹を図1に示す。表1および図1の(ア)~(エ)の数値を計算し、答えよ。また、(A)~(E)にあてはまる生物種の名称を記せ。なお、図1の図中の数値は異なっているアミノ酸の数を示す。

表1 あるタンパク質の生物種間で異なるアミノ酸の数

生物種	サメ	イヌ	ニワトリ	イモリ	ウシ
ヒト	78	24	41	64	(ア)
サメ		79	83	84	76
イヌ			43	65	28
ニワトリ				70	42
イモリ					65

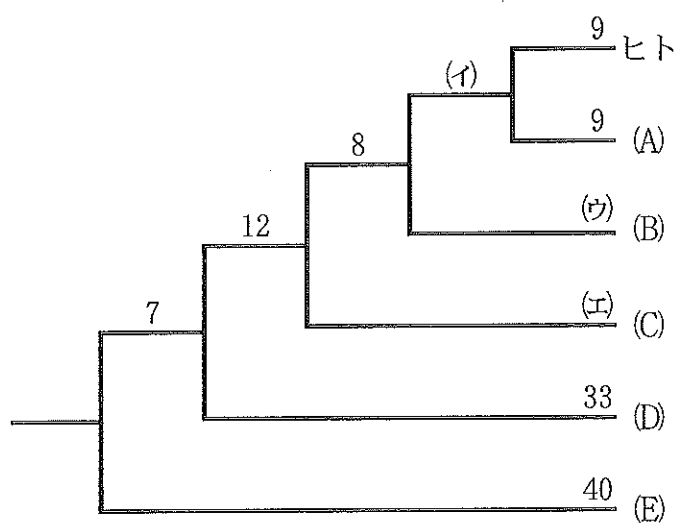


図1 あるタンパク質のアミノ酸配列をもとに作成した系統樹

問 4 下線部③の学名(二名法)をカタカナで記せ。また、霊長類のゴリラと下線部③を比較したとき、下線部③のみに見られる特徴として適当なものを、次の(ア)~(カ)からすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) 直立二足歩行を行う。
- (イ) 両目を用いた立体視ができる。
- (ウ) 指の爪が扁平な平爪である。
- (エ) 親指が他の指と向き合う。
- (オ) 土踏まずがある。
- (カ) 眼窩上隆起が退化している。