

※一般は物理・化学・生物から2科目選択
学士は化学・生物の2科目

試験時間 2科目 100分

物理 1～10 ページ

化学 11～19 ページ

生物 20～37 ページ

- 注意事項**
1. 出願の際に選択した2科目について解答すること。
 2. 解答用紙(マークカード)は各科目につき1枚である。
 3. 選択しない科目の解答用紙(マークカード)は、全面に大きく×印をつけて、机の右側に置くこと。試験中に回収します。
 4. 解答用紙(マークカード)に、氏名・受験番号の記入および受験番号のマークを忘れないこと。
 5. マークはHBの鉛筆、シャープペンシルで、はっきりとマークすること。

6. マークを消す場合、消しゴムで完全に消し、消しくずを残さないこと。
7. 解答用紙(マークカード)は折り曲げたり、メモやチェックなどで汚したりしないように注意すること。
8. 各問題の選択肢のうち質問に適した答えを1つだけ選びマークすること。1問に2つ以上解答した場合は誤りとする。
9. 問題用紙は解答用紙(マークカード)とともに机上に置いて退出すること。持ち帰ってはいけない。

I 動物細胞における細胞周期と細胞の構造に関する以下の問いに答えなさい。

問1 ある培養細胞を用いて行った実験1-1～1-3について、以下の問いに答えなさい。なお、この細胞の細胞周期の各期の長さは細胞によって違いはなく、培養中に変化しないものとする。また、すべての細胞は分裂を繰り返しているが、細胞周期のどの時期にあるかは細胞ごとにまちまちである。

実験1-1 複数の培養皿にそれぞれ同じ数の細胞を入れ、同時に培養を開始した。その後、12時間ごとに培養皿中の細胞数をそれぞれ測定したところ、表1のようになった。

表1 実験1-1の結果

培養時間(時間)	細胞数(×10 ⁴ 個/mL)
12	3.01
24	4.76
36	7.57
48	12.0
60	19.1
72	30.2

実験1-2 実験1-1の培養開始後48時間において、培養皿中の細胞を接着させたまま核の形態を観察したところ、全細胞のうちの5.0%が分裂像を示していた。

実験1-3 実験1-1の培養開始後48時間において、個々の細胞がもつDNA量を測定し、細胞あたりのDNA量(相対値)と細胞数の関係をグラフに表したところ、図1の実線のようにになった。このグラフを、破線で示す3つの領域I、II、IIIに区切り、グラフの実線と横軸に囲まれた部分の面積比を求めたところ、およそ7:3:2となった。ただし、領域I、II、IIIは細胞あたりのDNA量(相対値)がそれぞれ1である領域、1と2の間である領域、2である領域とみなす。

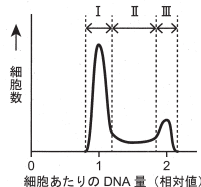


図1 実験1-3の結果

1. この細胞の細胞周期1サイクルの長さ(時間)を計算し、答えの数値の小数点以下第1位を四捨五入して最も適切な値を答えなさい。ただし、は10の位の数字、は1の位の数字をそれぞれ表す。該当する位がない場合は「0」を答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答えてもよい。また、必要があれば、 $\log_2 10 = 3.322$ を用いてもよい。

時間

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

2. 図1の領域I、II、IIIのうち、細胞周期の以下の時期にある細胞が含まれる領域として、適切なものをすべて含む選択肢をそれぞれ答えなさい。

- (1) G₁期 (2) G₂期
- ① 領域I ② 領域II ③ 領域III
④ 領域Iと領域II ⑤ 領域Iと領域III ⑥ 領域IIと領域III
⑦ すべての領域

3. この細胞の細胞周期1サイクルのうち、以下の時期の長さが占める割合を最も簡単な分数(それ以上約分できない形)で表した場合に、～に当てはまる最も適切な数値をそれぞれ答えなさい。ただし、～にはそれぞれ1つの数字が当てはまる。とに該当する数値がない場合は「0」を答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答えてもよい。

(1) G₁期の長さの割合

5	
6	7

(2) G₂期の長さの割合

8	
9	10

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

問2 培養皿に接着して増殖するある培養細胞を、細胞増殖に必要な因子を除いた培養液中で一晩培養したところ、ほぼすべての細胞はG₀期となった。この細胞の形態を、培養皿中に接着させたまま詳しく観察したところ、図2に示すように、細胞膜が突き出した構造が1つの細胞あたり1本構築されていた。この構造は一次繊毛と呼ばれ、内部には微小管が伸長しており、増殖中の細胞には見られない。この微小管の根元には、図2の右図に示すように微小管の起点となる構造があり、これはある細胞小器官を構成する構造である。一次繊毛と細胞周期についての以下の問いに答えなさい。なお、一次繊毛を包む膜はそれ以外の細胞膜と連続しているが、ここでは一次繊毛を包む細胞膜を「一次繊毛膜」、それ以外の細胞膜を「細胞膜」として区別する。

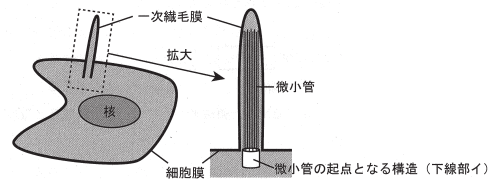


図2 観察された一次繊毛の模式図:
右図は左図の破線内を拡大したものである。

1. 文中の下線部アについての以下の問いに答えなさい。

(1) G₀期にある細胞について、適切な記述だけをすべて含む選択肢を答えなさい。

- A. 健康なヒトの体内に存在する。
B. 細胞周期がS期の途中で停止した状態である。
C. 刺激によって再び分裂して増殖することがある。
D. ATP産生が停止している。

- ① A ② B ③ C ④ D
⑤ AB ⑥ AC ⑦ AD ⑧ BC
⑨ BD ⑩ CD ⑪ ABC ⑫ ABD
⑬ ACD ⑭ BCD ⑮ ABCD

(2) G₀期にある細胞について、実験1-3と同様に個々の細胞がもつDNA量を測定し、細胞あたりのDNA量(相対値)と細胞数の関係を図1と同様のグラフに表したところ、グラフの形状が図1と異なっていた。このグラフの特徴を表す記述として最も適切なものを答えなさい。

- ① 領域Iより左側の領域にピークがある。
② 全体に占める領域Iの面積の割合が図1より大きい。
③ 全体に占める領域IIの面積の割合が図1より大きい。
④ 全体に占める領域IIIの面積の割合が図1より大きい。
⑤ 領域IIIより右側の領域にピークがある。

2. 文中の**下線部イ**は、9組の三連微小管(3本の微小管が連なったもの)が環状に配置された構造をしていて、多くの動物細胞において微小管の形成の起点となる構造の一部と同じである。これについての以下の問いに答えなさい。

- (1) **下線部イ**の名称として最も適切なものを答えなさい。 13
- ① 核小体 ② ゴルジ体 ③ 小胞体
 ④ 染色体 ⑤ 中心小体(中心粒) ⑥ 中心体
 ⑦ 動原体 ⑧ 紡錘体 ⑨ ミトコンドリア
 ⑩ リソソーム ⑪ リボソーム
- (2) 培養皿に接着して増殖するある培養細胞を、細胞増殖に必要な因子を除去せずに培養した場合、この細胞がM期中期においても 13 の個数(1つの細胞あたりの個数)として最も適切なものを答えなさい。 14 個
- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4
 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8

3. 一次繊毛の機能を調べるために、細胞外部から与えられた刺激によって調節される**遺伝子X**の発現を指標として実験を行った。**遺伝子X**の発現調節には**タンパク質A**、**B**、**C**、**D**が関与する。ここで、**タンパク質A**は**下線部イ**の形成に必要な**タンパク質**の1つである。図3に示すように、**タンパク質B**は分泌因子であり、一次繊毛膜に多く局在している受容体に結合して細胞内のシグナル伝達系を活性化する。シグナル伝達系の活性化によって、膜タンパク質である**タンパク質C**の局在が細胞膜から一次繊毛膜へと変化する。**タンパク質C**が細胞膜に局在するときは**タンパク質D**は細胞質に存在していて、**タンパク質C**の局在が一次繊毛膜へと変化するすると**タンパク質D**は核内へ移行する。そして、核内に移行した**タンパク質D**が**遺伝子X**の転写を促進する。なお、ここでは**タンパク質A**、**B**、**C**、**D**以外の因子による**遺伝子X**の発現調節は無視できるものとする。また、**タンパク質A**の量を変化させる実験において、細胞1つあたりの**タンパク質C**および**タンパク質D**の量は変化しない。さらに、これらの実験が行われた時間範囲内では、13 の数を変化させたことによる細胞分裂への影響は無視できる。実験2-1~2-3についての以下の問いに答えなさい。

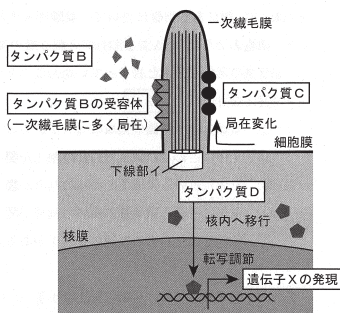


図3 遺伝子Xの発現調節過程

実験2-1 ある培養細胞を、細胞増殖に必要な因子を除去せずに培養しているときに、**遺伝子**導入によって一過性に**タンパク質A**の量を増加させた細胞では、13 の数が増加した。一方、**タンパク質A**の量を減少させた細胞では、13 の数が減少した。

実験2-2 実験2-1の**タンパク質A**の量を増加させた細胞を、細胞増殖に必要な因子を除いた培養液中で一晩培養したところ、一次繊毛を2本以上もつ細胞が観察された。そこで、一次繊毛を1本あるいは2本もつ細胞について、1つの細胞がもつ一次繊毛の長さの合計をそれぞれ測定したところ、図4のようになった。

実験2-3 実験2-2の一次繊毛を1本あるいは2本もつ細胞の培養液中に、それぞれ同じ濃度の**タンパク質B**を加えた。しばらく培養した後、1つの細胞がもつ一次繊毛に局在する**タンパク質C**の総量と細胞あたりの**遺伝子X**の発現量を測定したところ、図5のようになった。

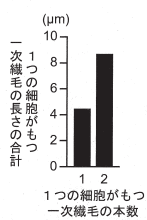


図4 実験2-2の結果

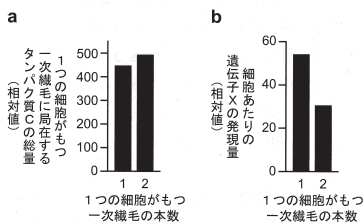


図5 実験2-3の結果

- (1) **タンパク質A**の量を増加させた細胞についての記述の組合せとして、最も適切なものを答えなさい。 15
- A. チューブリンが連なって 13 が作られた。
 B. アクチンが連なって 13 が作られた。
 C. ケラチンが連なって 13 が作られた。
 D. 一次繊毛を2本もつ細胞は1本もつ細胞に比べて、一次繊毛1本あたりの長さが伸長した。
 E. 一次繊毛を2本もつ細胞は1本もつ細胞に比べて、一次繊毛1本あたりの長さが短縮した。
 F. 一次繊毛を2本もつ細胞は1本もつ細胞に比べて、一次繊毛1本あたりの長さはほぼ同等であった。
- ① AD ② AE ③ AF ④ BD ⑤ BE
 ⑥ BF ⑦ CD ⑧ CE ⑨ CF
- (2) 実験2-3の結果について、一次繊毛を2本もつ細胞を、一次繊毛を1本もつ細胞と比べた場合の記述の組合せとして、最も適切なものを答えなさい。 16
- A. 一次繊毛に局在する**タンパク質C**の一次繊毛1本あたりの量が多い。
 B. 一次繊毛に局在する**タンパク質C**の一次繊毛1本あたりの量が少ない。
 C. 一次繊毛に局在する**タンパク質C**の一次繊毛1本あたりの量はほぼ同等である。
 D. 核内に移行した**タンパク質D**の細胞あたりの量が多い。
 E. 核内に移行した**タンパク質D**の細胞あたりの量が少ない。
 F. 核内に移行した**タンパク質D**の細胞あたりの量はほぼ同等である。
- ① AD ② AE ③ AF ④ BD ⑤ BE
 ⑥ BF ⑦ CD ⑧ CE ⑨ CF

- (3) **タンパク質A**の量を増加させておらず、一次繊毛を1本しかもたない細胞における一次繊毛の機能について、**遺伝子X**の発現変化を調べた上記の実験結果からどのような推察ができるか、最も適切な記述を答えなさい。なお、選択肢中の「受容体などのシグナル伝達分子」とは、上記の**タンパク質B**の受容体、**タンパク質C**などである。 17
- ① 受容体などのシグナル伝達分子を高密度に局在させることで、細胞外部からの刺激に対する応答が一次繊毛内のみで起こるように制限する構造体として機能する。
 ② 受容体などのシグナル伝達分子を低密度に局在させることで、細胞外部からの刺激に対する応答が一次繊毛内のみで起こるように制限する構造体として機能する。
 ③ 受容体などのシグナル伝達分子を高密度に局在させることで、細胞外部からの刺激を鋭敏に感知する構造体として機能する。
 ④ 受容体などのシグナル伝達分子を低密度に局在させることで、細胞外部からの刺激を鋭敏に感知する構造体として機能する。

II 脊椎動物の発生に関する以下の問いに答えなさい。

問1 以下の記述のうち、カエルの発生過程で観察される現象を6つ選んで起こる順に並べたとき、3番目と6番目に当てはまる記述として、最も適切なものをそれぞれ答えなさい。

1. 3番目 2. 6番目
- ① 胞胚となる。
 - ② 脊索ができる。
 - ③ 桑実胚となる。
 - ④ 神経管ができる。
 - ⑤ 卵黄栓ができる。
 - ⑥ 一次間充織が生じる。
 - ⑦ 灰色三日月環が現れる。
 - ⑧ 植物極付近に原口ができる。

問2 ニワトリ卵は、カエル卵に比べて含まれる卵黄の量が非常に多い。ニワトリ胚の胞胚期に続く発生の様子を記述したもので、最も適切なものを答えなさい。

- ① 二胚葉のままで、原腸胚は形成されない。
- ② 各細胞がその場で分裂して原腸胚となる。
- ③ 卵黄表面の限られた領域で、胚の内側の細胞の一部が胚の表面に向かって移動し、胚の表面で新たな細胞層をつくる。
- ④ 卵黄表面の限られた領域で、胚の表面の細胞の一部が胚の内側に向かって移動し、胚の内側で新たな細胞層をつくる。
- ⑤ 卵黄が移動し、卵黄が胚の表面を取り囲んで新たな層をつくる。
- ⑥ 卵黄が移動し、卵黄が胚の内側に入り込んで新たな層をつくる。

問3 脊椎動物における消化管は、組織間の相互作用を経て形成される。脊椎動物胚の発生期の消化管は、ア食物を通す内腔に面する上皮と、イそれを覆う間充織から構成されている(図1)。ニワトリの場合、6日胚の消化管は上皮と間充織から構成されており、上皮の分化は完了していないが、胚の前方から後方に向かって、食道、前胃、砂のう、小腸になる領域が区別できる(図2)。なお、ニワトリの胃は前胃と砂のうの2つの部分に分かれており、前胃は消化酵素による食物の分解を行い、筋組織が発達している砂のうは、食物の機械的消化を行う。上皮と間充織の相互作用により消化管の各領域が形成されるメカニズムを調べた実験1～実験3を讀み、以下の問いに答えなさい。

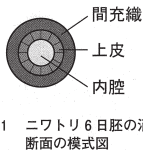


図1 ニワトリ6日胚の消化管断面の模式図

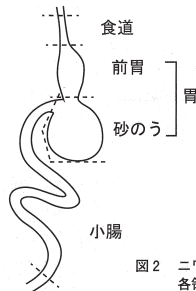


図2 ニワトリ6日胚の消化管各領域の模式図

実験1 ニワトリ6日胚から、消化管の各領域を切出し、それぞれから上皮と間充織を分離した。いろいろな組合せで間充織の上に上皮を乗せて再結合させ、培養を行った。9日間培養した後、結合体の上皮に含まれる酵素Aの前駆体の遺伝子発現量を調べた(表1)。

表1 6日胚消化管の間充織と上皮の再結合体における酵素Aの前駆体の遺伝子発現量

6日胚の間充織	6日胚の上皮			
	食道	前胃	砂のう	小腸
食道	+	++	+	-
前胃	+++	+++	++	-
砂のう	-	-	-	-
小腸	+	++	++	-

-は発現なし、+は低発現、++は中程度に発現、+++は高発現していたことを示す。

実験2 ニワトリ6日胚から、消化管の各領域を切出し、それぞれの間充織を上皮から分離した。また、ニワトリ4日胚から消化管の各領域を切出し、それぞれの上皮を間充織から分離した。なお、4日胚では前胃と砂のうの領域を識別できなかったため、胃の領域として採取した。いろいろな組合せで6日胚の間充織の上に4日胚の上皮を乗せて再結合させ、培養を行った。21日間培養した後、結合体を構成する細胞の形態を顕微鏡で観察し、食道型上皮、胃腺、および栄養吸収細胞の有無を調べた。さらに、小腸での産生と分泌が知られている酵素Bを分泌する細胞の出現頻度を調べた(表2)。

表2 6日胚消化管の間充織と4日胚消化管の上皮の再結合体の分化の様子

結合の組合せ		上皮の分化の様子			
6日胚の間充織	4日胚の上皮	食道型上皮が観察された結合体の割合(%)	胃腺が観察された結合体の割合(%)	栄養吸収細胞が観察された結合体の割合(%)	酵素Bを分泌する細胞の出現頻度
なし	胃	0	0	0	-
食道	胃	100	0	0	-
前胃	胃	0	50	0	-
砂のう	胃	0	0	0	-
小腸	食道	100	0	0	+
	胃	0	0	100	+++
	小腸	0	0	100	+++

-は出現なし、+は低頻度、++は中頻度、+++は高頻度で出現していたことを示す。

実験3 ニワトリ6日胚から消化管の小腸の領域を切出し、間充織を上皮から分離した。また、ニワトリ4.5日、5日、6.5日、10日胚のそれぞれから、消化管の前胃と砂のうの領域を切出し、上皮を間充織から分離した。いろいろな組合せで6日胚の間充織の上に4.5日～10日胚の上皮を乗せて再結合させ、培養を行った。21日間培養した後、実験2と同様に、結合体を構成する細胞の形態を顕微鏡で観察し、さらに、酵素Bを分泌する細胞の出現頻度を調べた(表3)。

表3 6日胚小腸の間充織と4.5日～10日胚消化管の上皮の再結合体の分化の様子

結合の組合せ		上皮の分化の様子			
6日胚の間充織	上皮	胃腺が観察された結合体の割合(%)	栄養吸収細胞が観察された結合体の割合(%)	酵素Bを分泌する細胞の出現頻度	
小腸	4.5日胚	前胃	25	25	++
		砂のう	0	40	+++
	5日胚	前胃	60	0	-
		砂のう	0	33	+
	6.5日胚	前胃	57	0	-
		砂のう	0	0	-
	10日胚	前胃	71	0	-
		砂のう	0	0	-

-は出現なし、+は低頻度、++は中頻度、+++は高頻度で出現していたことを示す。

1. 文中の下線部アと下線部イの由来として、最も適切な胚葉の組合せを答えなさい。

- | | | | |
|---------|-------|---------|-------|
| ① ア 外胚葉 | イ 中胚葉 | ② ア 外胚葉 | イ 内胚葉 |
| ③ ア 中胚葉 | イ 外胚葉 | ④ ア 中胚葉 | イ 内胚葉 |
| ⑤ ア 内胚葉 | イ 外胚葉 | ⑥ ア 内胚葉 | イ 中胚葉 |

2. 消化管のように、ある組織が別の組織に働きかけを行うことで器官が形成されていく現象を何と呼ぶか、最も適切なものを答えなさい。

- ① 形成体(オーガナイザー)
- ② 原基分布
- ③ 原口背唇部
- ④ 遷移
- ⑤ 選択的遺伝子発現
- ⑥ 二次胚
- ⑦ 誘導

3. 文中の酵素Aと酵素Bについて、酵素の名称と、各酵素の基質となる物質として、最も適切なものをそれぞれの選択肢から答えなさい。なお、酵素Aは、ヒトの胃でも同じ働きをもち、酵素Aの前駆体は分化した胃の上皮で産生される。酵素Bは、ヒトの小腸でも産生と分泌が知られている。

(1) 酵素A 名称 基質
 (2) 酵素B 名称 基質

- 【名称】 ① アミラーゼ ② カタラーゼ ③ スクララーゼ
 ④ トリプシン ⑤ ペプシン ⑥ リパーゼ
- 【基質】 ① アミノ酸 ② 脂肪酸 ③ スクロース
 ④ タンパク質 ⑤ 中性脂肪 ⑥ デンプン

4. 文中の酵素Aや酵素Bを盛んに産生し分泌している細胞の特徴についての記述の組合せとして、最も適切なものを答えなさい。 27

- A. ゴルジ体が発達している。
 B. 細胞膜がリン脂質の1重層である。
 C. 滑面小胞体が発達している。
 D. 粗面小胞体が発達している。
 E. ミトコンドリアが少ない。
- ① AB ② AC ③ AD ④ AE ⑤ BC
 ⑥ BD ⑦ BE ⑧ CD ⑨ CE ⑩ DE

5. 分泌や分泌腺についての記述の組合せとして、最も適切なものを答えなさい。 28

- A. 外分泌腺は、血管につながる管をもつ。
 B. 神経分泌細胞は外分泌を行う。
 C. 汗、涙、だ液は、すべて外分泌腺から放出される。
 D. すべての酵素は、分泌腺から細胞外へ分泌される。
 E. すい臓は、内分泌と外分泌の両方を行う。
- ① AB ② AC ③ AD ④ AE ⑤ BC
 ⑥ BD ⑦ BE ⑧ CD ⑨ CE ⑩ DE

6. 卵の中で発生中のニワトリ6日胚の消化管の発生・分化について、実験1の結果から推定できることとして、適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。 29

- A. 食道領域から小腸が形成されないのは、分化シグナルへの上皮の応答が不十分だから。
 B. 食道領域から小腸が形成されないのは、間充織から出る分化シグナルが不十分だから。
 C. 小腸領域から前胃が形成されないのは、分化シグナルへの上皮の応答が不十分だから。
 D. 小腸領域から前胃が形成されないのは、間充織から出る分化シグナルが不十分だから。
 E. 砂のう領域から前胃が形成されないのは、分化シグナルへの上皮の応答が不十分だから。
 F. 砂のう領域から前胃が形成されないのは、間充織から出る分化シグナルが不十分だから。
- ① AC ② AF ③ BD ④ BE ⑤ CF
 ⑥ DE ⑦ ACE ⑧ ACF ⑨ ADE ⑩ ADF
 ⑪ BCE ⑫ BCF ⑬ BDE ⑭ BDF

7. 実験1と実験2の結果から、ニワトリ胚の消化管の発生・分化について読み取れることの組合せとして、最も適切なものを答えなさい。 30

- A. 4日胚の小腸の上皮は、食道の上皮に分化する能力をもつ。
 B. 4日胚の胃の上皮は、食道の上皮に分化する能力をもつ。
 C. 4日胚と6日胚の胃の上皮はどちらも、前胃の上皮への分化が未決定である。
 D. 4日胚の方が6日胚より、胃の間充織は消化管のさまざまな領域に分化する能力をもつ。
 E. 4日胚の方が6日胚より、消化管の上皮から出る分化シグナルは強い。
 F. 4日胚の方が6日胚より、消化管の間充織から出る分化シグナルは強い。
- ① AC ② AD ③ AE ④ AF ⑤ BC
 ⑥ BD ⑦ BE ⑧ BF ⑨ CD ⑩ CE
 ⑪ CF ⑫ DE ⑬ DF ⑭ EF

8. 実験3の結果から、ニワトリ胚の消化管の発生・分化について読み取れることとして、適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。 31

- A. 前胃よりも砂のうの上皮の方が、発生段階の遅い時期まで小腸の上皮への分化能をもつ。
 B. 4.5日胚から5日胚の間は、小腸の間充織は分化シグナルに反応して小腸の上皮に分化する。
 C. 4.5日胚から5日胚の間は、胃の上皮の前方領域ほど小腸に分化させるシグナルに反応しにくい。
 D. 4.5日胚から10日胚へと発生が進むにつれて、胃の上皮の予定運命の変更が起こりにくくなる。
- ① AB ② AC ③ AD ④ BC ⑤ BD
 ⑥ CD ⑦ ABC ⑧ ABD ⑨ ACD ⑩ BCD
 ⑪ ABCD

III 人類進化に関する次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

およそ420～300万年前にアフリカで生まれた猿人 32 は、すでに 完全な直立二足歩行 により生活していたと考えられている。250～200万年前になると、アフリカで人類の祖先である原人が出現し石器を使うようになった。その後、より身長が大きく、打製石器や火を使用する原人 33 が出現し、さらに 33 はアフリカから南ヨーロッパや東アジアまで進出したが、アフリカを除く地域の人類はすべて絶滅したと考えられている。80～60万年前になると、アフリカで誕生した旧人が各地に拡散し、特にヨーロッパから西アジアに生息していた集団が 34 である。やがて現生人類ホモ・サピエンスが、アフリカで出現しすべての大陸へ生息域を広げた と考えられている。現在、人類はホモ・サピエンスの1種のみであるが、数万年前まで複数種の人類が共存していた。例えば、インドネシアのフロレス島には、フロレス原人が存在した ことが、化石の調査からわかっている。

問1 文中の 32 ～ 34 に当てはまる最も適切な選択肢をそれぞれ答えなさい。

- ① アウストラロピテクス・アファレンシス ② アルディピテクス・ラミダス
 ③ サヘラントロプス・チャデンシス ④ バラントロプス・ボイセイ
 ⑤ ホモ・エレクトス ⑥ ホモ・ネアンデルターレンシス
 ⑦ ホモ・ハビリス

問2 文中の 32、33、34 における脳の容量(mL)として最も適切な組合せを答えなさい。なお、選択肢は 32、33、34 の順に脳の容量の数値が並んでいる。 35

- ① 300, 500, 1000 ② 300, 1000, 1000 ③ 300, 1000, 1500
 ④ 300, 1500, 1500 ⑤ 500, 1000, 1000 ⑥ 500, 1000, 1500
 ⑦ 500, 1500, 1500 ⑧ 1000, 1500, 1500

問3 文中の下線部Aの根拠となる化石の特徴の組合せとして、最も適切なものを答えなさい。

- 36
 A. 発達した眼窩上隆起 B. 土踏まずのアーチ C. 後方に向いた大後頭孔
 D. 拇指対向性の獲得 E. 横に広い骨盤
- ① AB ② AC ③ AD ④ AE ⑤ BC
 ⑥ BD ⑦ BE ⑧ CD ⑨ CE ⑩ DE

問4 文中の下線部Bについて次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

現生人類の共通の祖先がいつ頃アフリカで誕生し、各大陸へ拡散したかを推定するため、各大陸の現生人類(ヨーロッパ人、東アジア人、アフリカ人)とアフリカ大陸内の2地域(カメルーンとガーナ)に生息するチンパンジーのミトコンドリアDNAの全塩基配列を決定し、塩基置換数の比較を行った。現生人類とチンパンジーのミトコンドリアDNAは、約16500塩基対の環状DNAで、遺伝子が連続して並ぶコード領域(約16000塩基対)と、非コード領域(約500塩基対)から構成される。表は各領域で検出された塩基置換数の数を示す。

表 現生人類およびチンパンジーにおけるミトコンドリアDNA間で検出された塩基置換数

	コード領域の比較				非コード領域の比較			
	東アジア人	アフリカ人	チンパンジー(カメルーン)	チンパンジー(ガーナ)	東アジア人	アフリカ人	チンパンジー(カメルーン)	チンパンジー(ガーナ)
ヨーロッパ人	38	72	1288	1277	10	21	146	151
東アジア人		80	1300	1291		25	146	149
アフリカ人			1294	1280			153	152
チンパンジー(カメルーン)				414				88

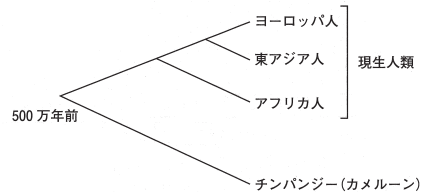


図 現生人類とチンパンジーの分岐の模式図

1. 表から求めた100塩基あたりの塩基置換数に基づいて、非コード領域をコード領域と比べた記述として、最も適切なものを答えなさい。 37

- ① 塩基の置換が蓄積しやすく、分子進化の速度が小さい。
 ② 塩基の置換が蓄積しやすく、分子進化の速度が大きい。
 ③ 塩基の置換が蓄積しにくく、分子進化の速度が小さい。
 ④ 塩基の置換が蓄積しにくく、分子進化の速度が大きい。
 ⑤ 塩基の置換の蓄積の程度は等しく、分子進化の速度も等しい。

2. 図のように、現生人類とチンパンジー(カメルーン)が共通祖先から分岐した時期を500万年前とすると、現生人類が共通祖先から分岐したのは何万年前と推測されるか、分子時計の考え方を使い計算しなさい。ただし、計算には表のコード領域における塩基置換数を用い、答えの数値の小数点以下第1位を四捨五入して最も適切な値を答えなさい。ただし、 $\square 38$ は10の位の数字、 $\square 39$ は1の位の数字をそれぞれ表す。該当する位がない場合は「0」を答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

$\square 38$ $\square 39$ 万年前

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

3. 表のコード領域における塩基置換数を用い、2地域のチンパンジーが共通祖先から分岐した時期を推定して上記2. で求めた時期と比較した結果をもとに、チンパンジーと現生人類のそれぞれの種内での遺伝的多様性を比べた記述として、最も適切なものを答えなさい。

$\square 40$

- ① 2地域のチンパンジーが共通祖先から分岐した時期は現生人類のそれより新しいので、遺伝的多様性はチンパンジーの方が大きい。
② 2地域のチンパンジーが共通祖先から分岐した時期は現生人類のそれより古いので、遺伝的多様性はチンパンジーの方が大きい。
③ 2地域のチンパンジーが共通祖先から分岐した時期は現生人類のそれより新しいので、遺伝的多様性はチンパンジーの方が小さい。
④ 2地域のチンパンジーが共通祖先から分岐した時期は現生人類のそれより古いので、遺伝的多様性はチンパンジーの方が小さい。
⑤ 2地域のチンパンジーが共通祖先から分岐した時期は現生人類のそれと同時期なので、遺伝的多様性はチンパンジーとほぼ等しい。

4. 文中の $\square 34$ と現生人類が共通祖先から分岐した時期が約60万年前とすると、両者の間で検出される塩基置換の数はミトコンドリア DNA のコード領域でおよそ何個あると推定されるか、分子時計の考え方を使い、最も近い数値として適切なものを答えなさい。なお、 $\square 34$ は2～3万年前に絶滅しているが、現生人類とほぼ同時期まで生息していたものとみなす。

$\square 41$ 個

- ① 50 ② 75 ③ 100 ④ 150 ⑤ 200
⑥ 250 ⑦ 300 ⑧ 400 ⑨ 500 ⑩ 600

問5 文中の下線部ウの時期に、複数種の人類の間で交雑が起きていたと推察されている。交雑の有無を調べるためには、現生人類と他の人類の何を比較分析すればよいと考えられるか、最も適切なものを答えなさい。

$\square 42$

- ① ゲノム DNA の全塩基配列
② リボソーム RNA の全塩基配列
③ シトクロム c のアミノ酸配列
④ ヒストン H4 のアミノ酸配列

問6 文中の下線部エは大陸から離れた小さい島に生息し、体のサイズは祖先である原人 $\square 33$ と比べて非常に小型で身長は1mほどであった。下線部エの小型化の原因については、さまざまな要因が考えられている。以下の問いに答えなさい。

1. 島に居住していた下線部エの祖先集団がある程度大きい場合、理論上どのような集団であればハーディ・ワインベルグの法則が成り立つ集団として世代を重ねると考えられるか、適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。

$\square 43$

- A. 交配がランダムに行われている。
B. 突然変異が一定の頻度で起こっている。
C. 島の外から一定の頻度で個体の流入がある。
D. 自然選択は働いていない。
① AB ② AC ③ AD ④ BC ⑤ BD
⑥ CD ⑦ ABC ⑧ ABD ⑨ ACD ⑩ BCD
⑪ ABCD

2. 文中の下線部エの祖先集団が生息する島で、火山噴火により祖先集団の個体数が大きく減少し小集団として隔離されたとする。その後、その集団が世代を重ねると、小集団の隔離が起こる前の祖先集団に比べてどのような変化が生じると考えられるか。適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。

$\square 44$

- A. 遺伝的多様性が低下する。
B. 遺伝的多様性が増加する。
C. 祖先集団がもっていた対立遺伝子が消失する。
D. 突然変異が起きなくなる。
① A ② B ③ C ④ D
⑤ AC ⑥ AD ⑦ BC ⑧ BD

3. 上記の2. によって $\square 44$ が起こることを何というか。最も適切なものを答えなさい。

$\square 45$

- ① 競争排除 ② アリー効果 ③ 相変異
④ 共進化 ⑤ びん首効果