

生 物

注 意 事 項

1. 「解答始め」の合図があるまでこの冊子を開かないこと。
2. この冊子は12ページである。
3. 学部名と受験番号及び氏名は、必ず4枚の解答用紙のそれぞれに記入すること。
4. 解答は、必ず解答用紙の指定された所に横書きで記入すること。

i 次の文章を読んで、問1～問3に答えなさい。

原核生物である大腸菌は、その細胞内に、およそ1ミリメートルの長さの環状のDNAを1個と、ごく小さな環状のDNAである(a)を含んでいる。DNAは(b)とリン酸と4種類の塩基から構成されている繊維状の分子である。近年、DNAを人工的に増幅する(c)法が開発された。この方法では、鋳型となるDNA、プライマー、4種類のヌクレオチド、そして酵素である(d)を含む溶液を加熱したり冷やしたりすることによって、DNAの特定の領域を大量に得ることができる。また、(e)という解析装置を使って、塩基配列を読み取る技術も進歩した。1990年から始まった(f)という国際プロジェクトによって、ヒトのDNAの全塩基配列や遺伝子の数や位置が明らかになってきた。真核生物のDNAは(g)というタンパク質と結合し、染色体を形成する。適切な方法によって標本作製すると、光学顕微鏡を使って染色体を観察することができる。分類学的には、ヒト、チンパンジー、ニホンザル、キツネザルなどを(h)という。これらの共通祖先からヒトが進化してきた過程では、染色体の数や形、そしてDNAの塩基配列が変化する(i)が起こったと考えられている。例えば、チンパンジーやゴリラの体細胞染色体数はヒトより2本多く、常染色体は23対あるが、性決定様式はヒトと同じ(j)型である。いろいろな種類の(h)のDNAの塩基配列を比較して、共通祖先からそれぞれの種類が分かれた年代や進化の過程を推定する研究がすすめられている。

問 1 次の語群から文中の(a)～(j)に最も適する語句を選び、解答欄に書き入れなさい。

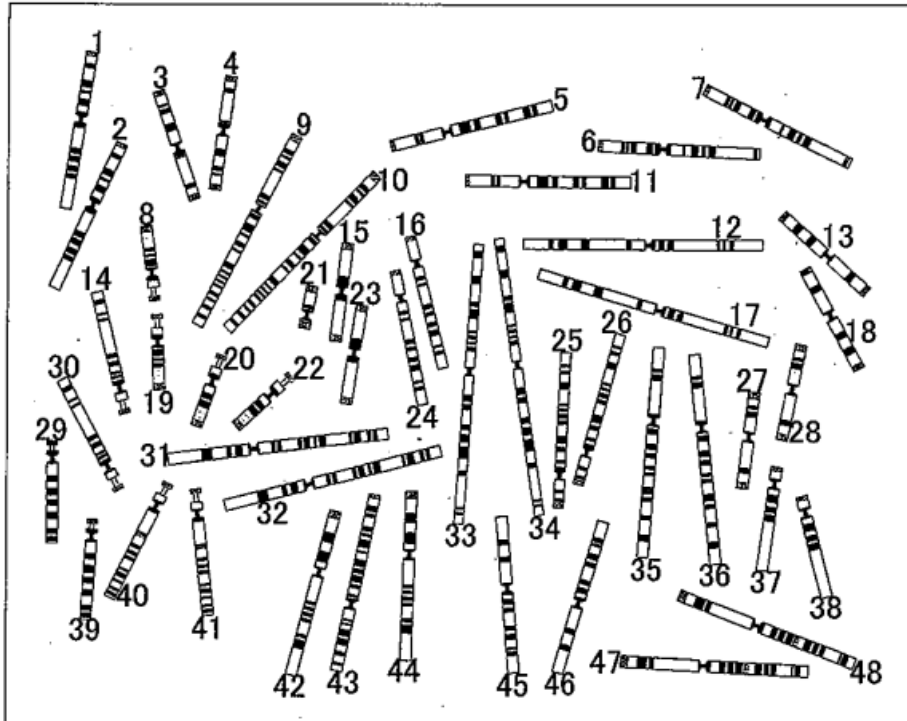
【語 群】 類人猿, 遺伝的浮動, ヒトゲノム計画,
DNA ポリメラーゼ, 突然変異, 霊長類, リボース,
COP10, シーケンサー, リパーゼ, ヒストン,
アルブミン, プラスチド, XXXY, 電気泳動,
プラスミド, PCR, XY, デオキシリボース, ABO

問 2 次の(1)～(8)の内容について、正しい場合は○、誤っている場合は×を解答欄に書き入れなさい。

- (1) 大腸菌では、細胞分裂をしていない時の DNA は核内に分散している。
- (2) 大腸菌のタンパク質合成過程には RNA のスプライシングは無いと考えられている。
- (3) ヒトインスリン遺伝子を含む DNA を大腸菌に取り込ませて、大腸菌にヒトインスリンを作らせることができる。
- (4) タンパク質合成に関わる DNA の塩基配列が GGACTC のとき、それに対応する 2 組のアンチコドンの塩基配列は GGACTC である。
- (5) ヒトの体細胞分裂期の核当たりの DNA 量は DNA 合成準備期の 2 倍である。
- (6) 2 本鎖 DNA の片方が鋳型となり、もう片方の鎖が新しく作られることを保存的複製という。
- (7) ひとつの体細胞に含まれる染色体の数や遺伝子の数は、その生物種の標準的な体の大きさに比例する。
- (8) あらゆる生物において、共通祖先から分かれた年代を DNA 解析から推定した値は化石証拠が示す結果と完全に一致している。

問 3 次の図は、特殊な染め方をした、体細胞分裂中の雄のチンパンジーの1細胞中の染色体の模式図である。性染色体はどれとどれか、番号を書きなさい。また、そのように判断した理由を50字以内で述べなさい。

図 (Lesk, A.L. 2007. "Introduction to Genomics" より改変)



2 次の文章を読んで、問1から問3に答えなさい。

生物の個体が自己と同じ種類の新しい個体を作ることを生殖とよび、(a) と(b)に区別される。(a)には個体が2つまたはそれ以上に分かれて増える(c)や、個体または細胞から膨らみだした一部が分離する(d)、植物の栄養体の一部から新しい個体がつくられる(e)、アオカビのように菌糸の一部がそのまま分裂して胞子ができ、それが発芽して新個体となる胞子生殖がある。それに対して、(b)では(f)を形成し、これらが合体することで新しい個体を生み出す。(f)の合体を接合と呼ぶが、卵と精子の合体を特に(g)とよぶ。

また、一般的な真核細胞における有糸分裂には生物のからだを作っている細胞で起こる(h)分裂と、卵や精子などが形成されるときにみられる(i)分裂があり、(i)分裂では(h)分裂では起こらない(j)の半減が認められる。

問 1 文中の(a)～(j)に適する語句を書きなさい。

問 2 下線部の分裂の過程について次の設問に答えなさい。

(1) 次の表の空欄を埋めなさい。

第一分裂 前期	染色体出現後, (I)が縦裂, 対合し(II)を形成
中期	(II)が赤道面上に並ぶ
後期	(I)が縦裂したまま(III)へ移動
終期	(IV)が出現, 細胞質が分裂して2個の娘細胞が形成される
第二分裂 前期	
中期	(IV)が消失し, (I)が娘細胞赤道面上に並ぶ
後期	(V)が(III)へ移動
終期	(IV)が出現, 細胞質が分裂して4個の娘細胞が形成される

(2) この分裂において1個の核における DNA の相対量の推移を解答用紙のグラフに折れ線で示しなさい。ただし, グラフの縦軸が DNA の相対量を表し, G_1 期の値を2とする。

問 3 動物の生殖細胞形成において, 精子と卵の形成過程には同様な点と異なる点がある。その違いが明確になるように, 精子形成および卵形成過程を200字以内で簡潔に説明しなさい。ただし, 次の生殖細胞のステージを表す語句をすべて用いること。

【語 群】 始原生殖細胞, 精原細胞, 卵原細胞, 精母細胞,
卵母細胞

3 次の文章を読んで、問1から問4に答えなさい。

問1 文中の(a)～(n)に最も適する語句を次の語群(ア)～(ヒ)から一つ選び、記号で答えなさい。

寒冷時において、寒冷刺激が皮膚の(a)にある温度受容器を刺激する。この情報は(b)にある体温調節中枢へ送られる。(b)からの情報は(c)神経を介して皮膚血管を(d)させ、その結果として皮膚温が下がり熱放散量が少なくなる。また(c)神経の興奮により副腎髄質から(e)が放出され熱産生量が増加する。さらに(b)からの指令により副腎皮質から(f)が、甲状腺からは(g)が分泌され、代謝促進により熱産生量が増加する。

ヒト血液の浸透圧が上昇すると、脳下垂体後葉から(h)が放出され、腎細管や集合管からの(i)の再吸収を促進する。その結果、尿量は(j)し浸透圧は低下する。反対に、浸透圧が低下したときは、(k)から(l)が分泌され、腎細管での(m)イオンの再吸収を(n)させる。その結果、浸透圧が上昇する。

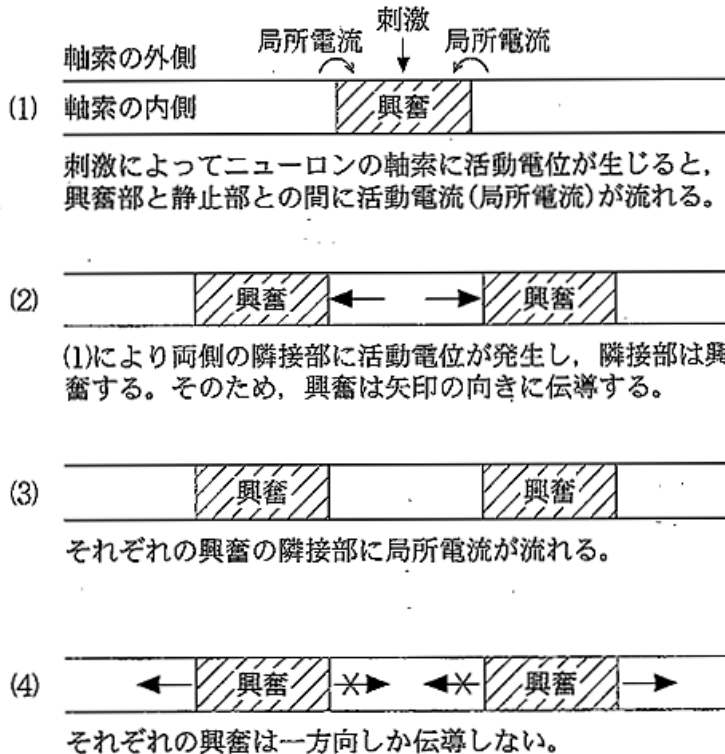
語 群

- | | | |
|-------------|--------------|--------------|
| (ア) 視床 | (イ) チロキシン | (ウ) 鉍質コルチコイド |
| (カ) 痛 点 | (オ) 温 点 | (ク) 視床下部 |
| (キ) 脳 幹 | (ク) 副腎皮質 | (ケ) 腎 臓 |
| (コ) 運 動 | (サ) 交 感 | (シ) 副交感 |
| (ス) 水 | (セ) 減 少 | (ソ) 促 進 |
| (タ) 増 加 | (チ) ナトリウム | (ツ) カリウム |
| (テ) パソプレッシン | (ト) アセチルコリン | (ナ) インスリン |
| (ニ) オキシトシン | (ヌ) 糖質コルチコイド | (ネ) 冷 点 |
| (ノ) 収 縮 | (ハ) 弛 緩 | (ヘ) アドレナリン |

問 2 神経細胞について、次の(1)~(4)の文章中の(a)~(e)に適する語句を書きなさい。

- (1) 神経細胞の軸索の細胞膜の電位は静止時には(a)の電位をもつ。そのとき、膜外の Na^+ 濃度は膜内より(b), 反対に K^+ 濃度は膜内が(b)になっている。
- (2) 刺激を受けると、膜外の Na^+ が膜内に(c)し、膜内の電位が上昇する。
- (3) Na^+ の(c)よりもやや遅れて K^+ が膜外に(d)するため膜内の電位が下降する。
- (4) (e)による能動輸送により Na^+ と K^+ を交換して静止時にもどる。

問 3 次の(1)から(4)は興奮の伝導について説明している。(4)のそれぞれの興奮がそれぞれ一方向しか伝導しない理由を40字以内で説明せよ



問 4 生物の行動などにリズムがみられる。そのうち概日リズムについて 80 字以内で述べよ。

4 次の文章を読んで問 1～問 4 に答えなさい。

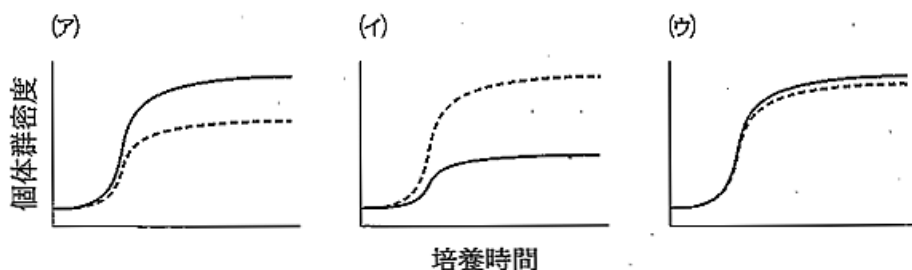
一定地域に生活している同種個体の集まりを個体群という。個体群の成長は (a) で表されるが、食物や空間的に制限がない場合、個体数は計算上は指数関数的に増加し、その式は $dN/dt=rN$ で表される。しかし、実際には一定生活空間あたりの個体数が増加すると様々な要因^①によって (b) が発生し、個体群の成長は妨げられ、個体数は S 字状の (a) を示す。

個体群密度は種間関係にも影響されるが、その影響は一通りではない。群集内^②での異なる生物種間の相互作用のことを種間関係^③というが、互いの影響の受けあい方の違いで、種間関係は区別されている。これらの違いは、餌の種類や生活場所の共有の仕方、食うか食われるか、などの互いの関係性によって規定されている。例えば、ワムシとミジンコは餌が同じで競争しあう関係にある。これらは共に植食性で微細藻類を餌とする。これらを培養する場合、両者は餌を競合する競争関係にあるため、共に単独培養時よりも混合培養時の方が個体群密度が低くなる。

問 1 (a) と (b) に適切な語句を答えなさい。

問 2 下線①の様々な要因を一つ挙げ、その要因により個体群の成長が妨げられる理由を簡単に説明せよ。

問 3 下線②の種間関係について、ワムシとツリガネムシを単独および混合で培養した時、それぞれどのような個体群密度の変化を表すのか、次の図(ア)~(ウ)の中から選びなさい。また、その理由を 150 字以内で答えなさい。ただし、ワムシは微細藻類を餌とするが、ツリガネムシはバクテリアを餌とする。培養中は培養水に微細藻類を毎日一定数になるように添加し、水の交換はない。開始前には飼育水を無菌とするが、生物は無菌状態ではない。光は常時点灯する。また、図中の実線は単独培養時、点線は混合培養時を表す。



問 4 ある地域に 2 種の生物しか存在せず、それらの間には下線③の食うか食われるかの関係がある場合、それぞれの種の個体群密度の変化を、食う方の種を A、食われる方の種を B として下記のグラフに A と B の個体群密度の関係を理想的なモデルの形として書き込みなさい。初期密度は B が A よりも高いものとする。ただし、グラフには A の個体群密度の変化を途中まで示しており、その先を書き込みなさい。また B については Y 軸上の B の始点からの変化を書き込みなさい。

