

平成 26 (2014) 年度

慶應義塾大学入学試験問題

看護医療学部

生 物

- 注 意
1. 受験番号と氏名を解答用紙の所定の欄にそれぞれ記入してください。
 2. 解答用紙は 1 枚です。解答は、必ず所定の欄に記入してください。
解答欄外の余白、採点欄および裏面には一切記入してはいけません。
 3. 問題用紙の余白は計算および下書きに用いてもかまいません。
 4. この冊子の総ページ数は16ページです。問題文は2～15ページに書かれています。
試験開始直後、総ページ数および落丁などを確認し、不備がある場合はすぐに手を上げて監督者に知らせてください。
 5. 不明瞭な文字・まぎらわしい数字は採点の対象としませんので注意してください。
 6. 問題冊子は終了後必ず持ち帰ってください。

《 指示があるまで開かないこと 》

〔I〕 次の文章を読んで設問に答えなさい。

細胞は様々な生体物質で構成されているが、その中でもっとも量が多いのがタンパク質である。タンパク質は細胞内で様々な役割を演じている。その一つが細胞の形や内部構造を支えるタンパク質であり構造タンパク質とよばれる。例えば、ヒストン、アクチン、ミオシンなどが構造タンパク質に分類される。^①真核生物ではヒストンに線上の DNA が巻きついて、ヌクレオソームを構成している。アクチンは重合してアクチンフィラメントを形成し、細胞内全体に広がる繊維のネットワークである あ の一種として役割を演じている。また、筋細胞中ではアクチンフィラメントとミオシンフィラメントが筋収縮を引き起こす。筋収縮の機構は次の通りである。刺激が軸索の末端に到達すると多数の い からアセチルコリンが放出される。このアセチルコリンは筋細胞のアセチルコリン受容体に結合し、その結果、活動電位が発生する。この う が え に伝わってカルシウムイオンが筋細胞質に放出される。このカルシウムイオンによってアクチンとミオシンが結合する。ミオシン お は ^②ATP のエネルギーを利用して変形を繰り返しながらアクチンフィラメントを手繰りよせて、アクチンフィラメントがミオシンフィラメントの間に滑り込むことで筋収縮が引き起こされる。

一方、物質や情報の輸送、生体防御、物質代謝やエネルギー代謝、遺伝子発現などの様々な化学反応に関わるタンパク質は機能タンパク質に分類される。例えば ^③イオンの輸送に関わるタンパク質としてはチャンネルタンパク質とイオンポンプがあり、これらは か からなる細胞膜に埋め込まれている。情報伝達に関わるタンパク質としてはホルモン受容体がある。き の一種であるインスリンは細胞膜表面に存在する受容体に結合することで受容体が活性化されて ^④インスリンのシグナルが細胞内に伝わり、最終的に血糖値が下がる。く のホルモンであるステロイドホルモンは細胞膜を通過できることからその受容体は細胞質内にあり、この受容体にステロイドホルモンが結合すると構造変化を起こして け に移行して転写を調節することでホルモン作用を発揮している。生体防御のうち こ に関わる抗体は ^⑤免疫グロブリンとよばれるタンパク質である。さらに ^⑥物質代謝やエネルギー代謝は酵素タンパク質によって、遺伝子発現は DNA の転写調節領域に結合して転写の調節をおこなう調節タンパク質によって担われている。

問1 文中の空欄「あ」～「こ」にあてはまるもっとも適切な語句を、下記の選択肢(1)～(20)

の中からそれぞれ1つずつ選び、番号で答えなさい。

[選択肢]

- | | | |
|--------------|-------------|---------------|
| (1) 塩基性 | (2) 中央部 | (3) ミトコンドリア |
| (4) 細胞性免疫 | (5) 体液性免疫 | (6) 糖脂質 |
| (7) 興奮 | (8) セルロース | (9) 核 |
| (10) リン脂質二重層 | (11) 液胞 | (12) リボソーム |
| (13) 細胞骨格 | (14) 筋小胞体 | (15) ペプチドホルモン |
| (16) 炭水化物 | (17) 微小管 | (18) 頭部 |
| (19) 脂溶性 | (20) シナプス小胞 | |

問2 下線部①に関連して、原核生物のDNAの構造上の特徴は何か、1行以内で述べなさい。

問3 下線部②について、筋細胞に蓄えられているATPの量は少ないために、激しい筋収縮をと
もなう運動をおこなうと数秒でATPは消費されて枯渇する。しかし、その後10数秒間はある機
構で激しい運動を継続できる。その機構を2行以内で説明しなさい。また、さらにその後は酸素
供給が間に合わないような激しい筋収縮運動を数分間ならおこなうことができる。上記とは異な
るどのような機構で激しい運動を数分間継続できるのか、2行以内で説明しなさい。

問4 下線部③について、イオンチャンネルタンパク質とイオンポンプにおけるイオンを輸送する
様式の違いを3行以内で説明しなさい。

問5 下線部④について、肝細胞においてインスリンによってグルコースからある物質の合成が促
進される。その物質名を答えなさい。

問6 下線部⑤について、免疫グロブリンの構造の特徴について3行以内で説明しなさい。ただし、
ポリペプチド鎖の数と名称について記載し、また「可変部」、「定常部」および「抗原」という単
語を用いること。

問7 下線部⑥に関する次の文章を読んで、以下の2つの問いに答えなさい。

ある細菌において、通常、酵素X遺伝子はそのオペレーター領域に調節タンパク質Rが結合することで発現している。発現した酵素Xは細胞中の無色の生体物質Aを赤色物質Bに変換する。一方、酵素Y遺伝子のオペレーター領域には調節タンパク質Sが結合しているが、このタンパク質Sに物質Bが結合することで初めて酵素Y遺伝子の発現が誘導される。発現した酵素Yは細胞内の無色の生体物質Cを緑色物質Dに変換する。したがって、この細菌は通常は物質B由来の赤色と物質D由来の緑色が合わさった黄色のコロニーを形成する。一方、培地中に物質Hを添加するとHは調節タンパク質Rに結合し、その結果Rの高次構造が変化してオペレーター領域から離れてしまい酵素X遺伝子の発現は抑制される。その結果、物質Bが生産されなくなり、結果的に酵素Yの発現も抑制される。したがって、物質Hの存在下では、無色のコロニーを形成する。

(1) 精製した酵素X溶液に異なる濃度の物質Aを加え30℃で10分間酵素反応をおこなった。

この酵素反応系に一定濃度の阻害剤Iを添加すると、物質Aの濃度が低いときには酵素反応は著しく阻害されたが、物質Aの濃度が高くなるにしたがって物質Bの生成量は阻害剤Iのないときの生成量に近づいた。このときの阻害剤Iはどのような機構で酵素Xを阻害すると考えられるか、以下に示す(ア)～(ウ)の中からもっとも適切なものを1つ選び、記号で答えなさい。

(ア) 阻害剤Iは酵素Xの活性部位とは別の部位に結合して酵素Xの立体構造を変化させる。

(イ) 阻害剤Iは酵素Xの物質A結合部位に競争的に結合する。

(ウ) 阻害剤Iは酵素Xと物質Aの複合体(酵素-基質複合体)に結合する。

(2) この細菌にエックス線を照射して3つの変異株(変異株#1～#3)を得た。変異株#1は酵素Xのオペレーター領域が変異しており、調節タンパク質Rと結合できない変異株であった。変異株#2は酵素Yをコードする遺伝子領域が変異することで酵素Yの活性を失った変異株であった。また変異株#3は調節タンパク質Sが変異しており、物質Bがなくても酵素Y遺伝子の発現を誘導する変異株であった。これらそれぞれの変異株について物質Hを含む培地で培養したときと、物質Hを含まない培地で培養したときのコロニーの色を書きなさい。ただし、色は無色、赤色、緑色、黄色の中から選んで答えなさい。

〔Ⅱ〕 次の文章を読んで設問に答えなさい。

ヒト成人の体は約 あ 兆個の細胞からなるといわれているが、これは1個の受精卵が細胞分裂という様式をとって倍加する過程を重ねて細胞増殖がおこなわれた結果である。細胞分裂によって生じた娘細胞は分裂を繰り返しながら ① 骨や筋肉といった特定の形や働きを持った細胞へと変化していく。このような細胞の変化のことを い という。一部の例外を除きヒトを構成する全ての細胞は同一の遺伝子を有している。

細胞は細胞分裂を繰り返すことにより増殖していくが、細胞が分裂後、再び分裂するまでを1周期とし、② これをDNA合成期（S期）と細胞分裂期（M期）および、それぞれの準備期であるDNA合成準備期（G₁期）と細胞分裂準備期（G₂期）の計4期に分けたものを細胞周期と呼ぶ。また細胞分裂期（M期）に対して残りの3期を併せて う 期とも呼ぶ。細胞増殖が秩序ある制御を受けているということはすなわち、細胞周期が秩序ある制御を受けていることを意味する。

DNA合成期は、DNAの複製により同一のコピーが作られる過程であり、その結果、細胞内には2倍量のDNAが生じる。DNAの複製は核内で二重らせんがほどけて部分的に1本ずつのヌクレオチド鎖になることで始まる。ほどけたヌクレオチド鎖に含まれる4種類からなる塩基に、新たなDNA鎖の材料となる相補的な塩基を持つヌクレオチドが結合する。すなわち、4種類の塩基のうち、アデニンは え と、 お は か とのみ対になり、 き という酵素の働きによって新たなヌクレオチド鎖の伸長反応が進行する。③ 新しく複製された二重らせんでは、1本の鎖は常に新たに合成された鎖である。

細胞分裂期には、まず核を等分する く が起こり、続いて細胞質を等分する け が起こる。く の工程では、DNAを含んだ構造体である凝縮した染色体が出現し、これが中心体領域から形成される紡錘体により二等分され、その後、 け が起こり、④ 二つの娘細胞が形成される。ヒトの体細胞は こ 本の染色体を有し、個々の染色体はくびれの部分に さ と呼ばれる構造があり、この部分で紡錘体を形成している微小管と結合する。

上記の通り、ヒトを構成するほぼ全ての細胞は同一の遺伝子を有しているが、このことはすなわち、おびただしい回数の細胞分裂を経てもDNAの塩基配列が正しく娘細胞に伝えられていることを意味する。一方、⑤ 特定の遺伝情報が正しく娘細胞に伝えられない場合には、様々な疾患の発生に結びつくことになる。近年、分子遺伝学の急速な進歩に伴い、多くの疾患の原因遺伝子についての解明が進み、その治療法確立への発展に向け研究が進められている。

問1 文中の空欄 あ ～ さ にあてはまる数字または語句を答えなさい。

問2 下線部①について、個々の細胞が特定の形や働きを持った細胞へと変化する際、DNAの塩基配列の形で保たれている情報はRNAに転写され、RNAはタンパク質へと翻訳されることで特定の形態や機能の発現が誘導される。このヒトの細胞における転写、翻訳に関連する事柄について説明した下記の記述(ア)～(オ)の中で誤っているものを1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) タンパク質をコードする遺伝子にはエキソンとイントロンが存在し、エキソンはタンパク質のアミノ酸情報をコードするが、イントロンはそのような情報をコードしない。
- (イ) 転写で生じたRNAは細胞質中でスプライシングによって不要な部分が切り取られ、アミノ酸をコードする部分がつなぎ合わされてmRNAとなる。
- (ウ) リボソームはrRNAとタンパク質からなる複合体であり、mRNAに結合して、tRNAが運んでくるアミノ酸を連結させてペプチド鎖を作る反応を進行させる。
- (エ) 翻訳の際、3個の連続したヌクレオチド(コドン)が1個のアミノ酸を指定するが、計64個のコドンが存在するため1つのアミノ酸に複数のコドンが対応する場合が存在する。
- (オ) tRNAには多くの種類があり、それぞれ分子内に特定のアミノ酸と結合する部分と、mRNAのコドンに対して相補的であるアンチコドンの部分を有する。

問3 下線部②について、細胞周期に関する以下の実験をおこなった。

ヒトのある組織に存在する線維芽細胞群を分離しシャーレに入れ、各種の栄養源を含む培養液を添加して37℃で数日培養したところ、増殖が確認された。これらの細胞は非同調的に増殖しており、細胞周期の様々な段階の細胞を含んでいた。細胞数を継続的に測定したところ、もとの2倍の細胞数になるために要する時間は30時間であった。

この細胞を約1000個測り取って新しいシャーレに移した。続いて、個々の細胞が有するDNAの量を調べたところ、DNA量に応じてA群、B群、C群の3群に分けることができた。A群の細胞中のDNA量の相対値を1とするとC群の細胞中のDNA量の相対値は2であった。一方、DNA量の相対値が1から2の間の値に分散した細胞群をB群とした。A群、B群、C群に属する細胞数を計測したところ表1に示す結果が得られた。

表1 細胞1個当たりのDNA量と細胞数の関係

	細胞1個当たりのDNA量(相対値)	細胞数
A群	1	約600個
B群	1から2の間の値	約150個
C群	2	約250個

上記の実験に関する以下の3つの問いに答えなさい。

- (1) 表1のB群の細胞は、細胞周期の4期のうち、主にどの期に属する細胞群に対応すると考えられるか答えなさい。
- (2) この細胞のDNA合成準備期(G₁期)の進行に要すると考えられるおよその時間を求めなさい。ただし、実験に用いたシャーレは細胞数に対し十分な大きさを有するものとする。
- (3) コルヒチンは微小管の主要タンパク質であるチューブリンに結合して重合を阻害する薬剤である。シャーレ内の上記細胞にコルヒチンを投与し十分な時間培養したところ、A群、B群、C群のうち、ある群の細胞の割合が上昇した。どの群の細胞の割合が上昇したか答えなさい。また、その理由を2行以内で説明しなさい。

問4 下線部③に関して、このようなDNAの複製様式が解明されるまでは、DNA複製様式には主に下記の3つの仮説が存在した(図1)。

- 仮説A もとのDNAの各一本鎖を鋳型にして、もとのDNAと合成鎖からなる二本鎖DNAが2組複製される。
- 仮説B もとの二本鎖DNAを鋳型にして、新たな1組の二本鎖DNAが複製される。
- 仮説C もとのDNAを細かいヌクレオチド鎖の断片に分解し、新たなヌクレオチド鎖とともに二本鎖DNAが複製される。

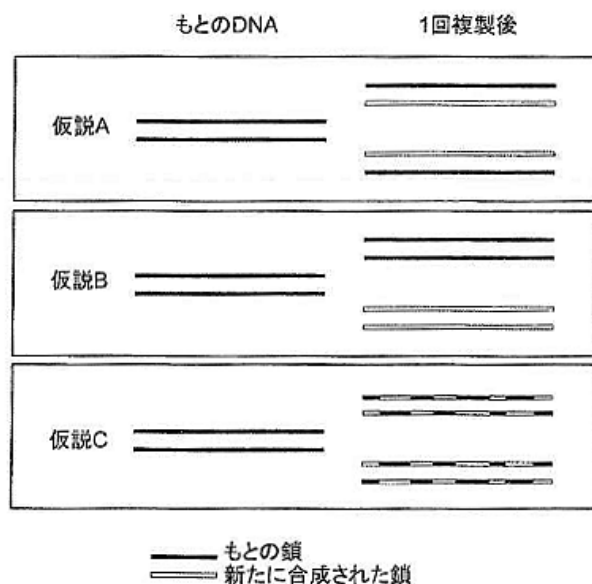


図1 DNA複製様式に関する3つの仮説

その後、上記仮説のうち下線部③に示してあるように仮説Aが正しいことが実験的に証明された。このことについて以下の2つの問いに答えなさい。

- (1) 実験的に証明された仮説 A の DNA 複製様式のことを何というか答えなさい。また、そのことを大腸菌と放射性同位体窒素原子 (^{15}N) を用いた実験で解明した 2 名の学者の名前をそれぞれ答えなさい。
- (2) 本証明は次のような実験によってなされた。まず、窒素源として ^{15}N しか含まない培地で大腸菌を何世代も培養を続けて、DNA を構成する窒素原子が全て ^{15}N である大腸菌を得た。この大腸菌を第 0 代とし、窒素源として ^{14}N しか含まない培地に移して 1 回細胞分裂させて第 1 代を得た。続いて、更なる培養で得た第 2 代の大腸菌の DNA を抽出し、密度勾配遠心分離法によってその密度を比較した。その結果、図 2 の (ア) に示す DNA の層のパターンとなったことから、仮説 A が正しいことが証明された。もし、仮説 B または C が正しいとすると、第 2 代の大腸菌の DNA の層はそれぞれどのようなパターンを示すと考えられるか、図 2 (イ) ~ (キ) の中からもっともよくあてはまるものをそれぞれ 1 つずつ選び、記号で答えなさい。

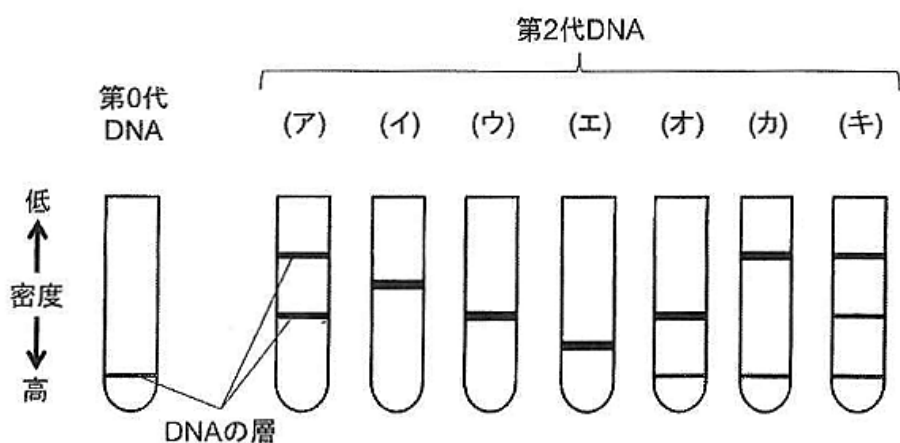


図 2 密度勾配遠心分離法による大腸菌 DNA 密度の比較

問5 下線部④について、ここでは体細胞分裂についてのみ述べている。細胞分裂の様式としては他に減数分裂があるが、体細胞分裂と減数分裂について説明した下記の記述（ア）～（オ）の中から正しいものを1つ選び、記号で答えなさい。

- （ア） 体細胞分裂は1個の母細胞と同数の染色体をもつ娘細胞を2個生じるのに対し、減数分裂は1個の母細胞から染色体数の半減した娘細胞を2個生じる細胞分裂様式である。
- （イ） 減数分裂は第一分裂と第二分裂の二段階の分裂からなるが、DNAの複製は第二分裂の段階のみでおこなわれる。
- （ウ） 減数分裂に特有にみられる現象として、二価染色体と呼ばれる相同染色体同士が接着した状態の染色体が生じる工程があるが、二価染色体には合計2本の染色体が含まれる。
- （エ） 母細胞の染色体数が $2n$ の生物の生殖細胞が減数分裂によって作られるとすると、生じる生殖細胞は 2^n 通りの染色体の組み合わせを有する。
- （オ） 減数分裂における二段階の分裂のうち、第二分裂では紡錘体の形成はみられない。

問6 下線部⑤に関して、下記の3つの問いに答えなさい。

(1) 生じた遺伝子の変異が遺伝により次世代に受け継がれる場合、遺伝性疾患の発症につながる。そのような遺伝性疾患の一例で、体内においてフェニルアラニンをチロシンに変化させる酵素の遺伝子に異常が生じることが原因で発症する疾患名を答えなさい。

(2) ある遺伝性疾患の家系図を図3に示した。この疾患の遺伝の形式にあてはまるものを(ア)～(エ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

(ア) 常染色体優性遺伝

(イ) 常染色体劣性遺伝

(ウ) 伴性優性遺伝

(エ) 伴性劣性遺伝

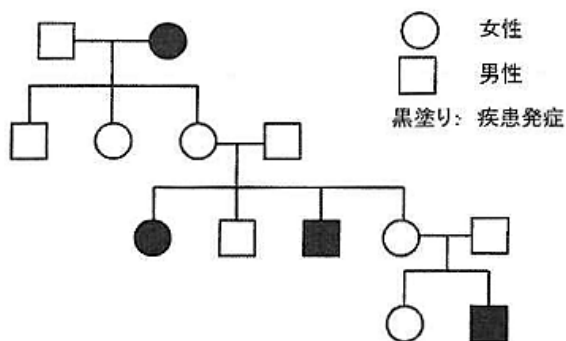


図3 ある遺伝性疾患の家系図

(3) グルコースー6リン酸脱水素酵素異常症と色覚異常は、いずれもヒトX染色体上の遺伝子の変異によって生じる劣性遺伝性の表現型である。それらの遺伝子の組換え率(組換え価)が5%であるとした場合、2種の劣性遺伝子(変異遺伝子)を同一染色体上に有する二重ヘテロ接合の母親から生まれる男子に、グルコースー6リン酸脱水素酵素異常症も色覚異常も現れない確率(%)を求めなさい。

〔Ⅲ〕 次の文章を読んで設問に答えなさい。

2013年4月、シーラカンスの全ゲノム塩基配列の解読が発表された。シーラカンスはハイギョとともに硬骨魚類の中の肉鰭類に分類され、肉質のヒレの内部に骨があることから、陸上を歩く四肢類にもっとも近い魚類として、脊椎動物の水中生活から陸上生活への進化を解明する手がかりとなることが期待されていた。今回のシーラカンスの遺伝情報の解読により、我々の進化に係る重要な遺伝子が多数見いだされている。

シーラカンスは約4億年前から約7千万年前までの地層から多くの化石が見つかり、A代デボン紀からB代白亜紀まで世界中の広い水域に栄えていたが、現在はずいぶん絶滅した化石種と考えられていた。しかし、1938年に生きたシーラカンスがアフリカ沖で初めて発見され、化石との形態的な差異がほとんど見られなかったことから、① 生きている化石とよばれている。

シーラカンスのゲノムは、ヒトのゲノムとほぼ同じ約C億塩基対からなる。② シーラカンスのゲノム配列を、既に解読されていた様々な脊椎動物のゲノム配列と比較した分子系統解析の結果、四肢類にもっとも近い現生の魚類は、従来考えられていたシーラカンスではなく、ハイギョであるという結論が得られた。また、シーラカンスの③ タンパク質をコードする遺伝子配列の変化は四肢類と比較してはるかに緩やか（四肢類の変異速度の約半分）であり、シーラカンスの形態が数億年もの間ほとんど変化していないこととの関連性が議論されている。

さらに、シーラカンスと他の魚類および四肢類のゲノムに含まれる遺伝子の配列を比較することで、④ 脊椎動物の水中生活から陸上生活への適応の際に変化したと考えられる遺伝子を探索した結果、ヒレと手足の誘導に共通して関わる調節遺伝子や、⑤ 耳の再構築に関わる遺伝子が見いだされた。

水中生活から陸上生活への適応のもう1つの例として、⑥ 窒素排泄物の変化が挙げられる。魚類の窒素排泄物の主成分であるDは、水中では毒性レベルに達する前に希釈されるが、陸上ではDよりも毒性の低いEや尿酸を用いる必要があった。シーラカンスのゲノムと四肢類のゲノムの関連遺伝子のアミノ酸配列を比較することによって、DからEを生成する代謝経路の中の1つの酵素遺伝子の変異により、その酵素活性が向上した結果、Eの生成効率が向上したことが示唆された。

問1 文中の空欄 A ～ E にあてはまる語句または数字を答えなさい。

問2 下線部①について、以下の生物（ア）～（ク）のうち、生きている化石にあてはまらないものを2つ選び、記号で答えなさい。

〔選択肢〕

- | | | | |
|-----------|---------|-----------|-----------|
| （ア）アンモナイト | （イ）イチョウ | （ウ）カブトガニ | （エ）カモノハシ |
| （オ）始祖鳥 | （カ）ソテツ | （キ）ムカシトカゲ | （ク）メタセコイア |

問3 下線部②について、これまでにゲノムが解読された様々な脊椎動物に共通の約250個の遺伝子を元に作成した分子系統樹を図4に示す。この系統樹における枝分かれの順番は、各線の右側に書かれた生物種が脊椎動物の共通の祖先から進化した順番を示しており、枝の長さは、分岐した後に遺伝子に生じた変異の数を示している。以下の2つの問いに答えなさい。

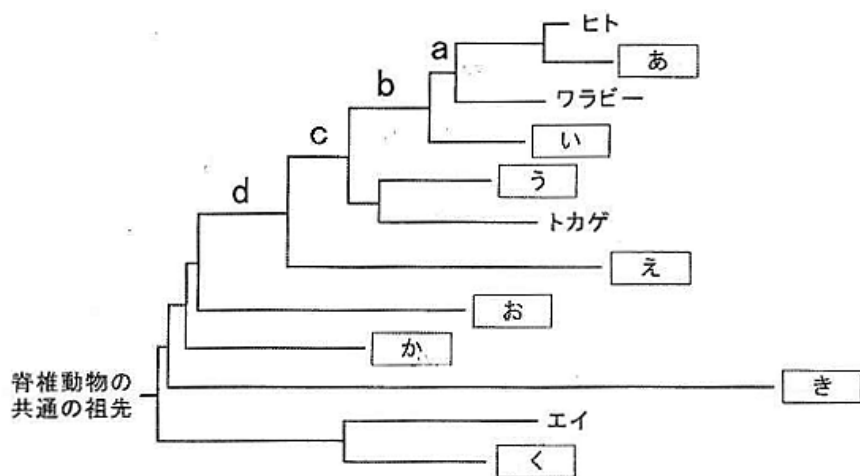


図4 脊椎動物の分子系統樹

- (1) 図4の空欄 ～ にあてはまる生物種を、以下の(ア)～(ク)の中からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

[選択肢]

- | | | | |
|----------|-----------|--------|------------|
| (ア) カエル | (イ) カモノハシ | (ウ) サメ | (エ) シーラカンス |
| (オ) ニワトリ | (カ) ハイギョ | (キ) フグ | (ク) マウス |

- (2) 図4の枝a～dの途上で起こった表現型の変化として、もっともよくあてはまると考えられるものを、以下の(ア)～(エ)の中からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

[選択肢]

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| (ア) 四肢の獲得 | (イ) 胎生の獲得 | (ウ) 母乳の産生 | (エ) 羊膜の獲得 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|

問4 下線部③について、数億年前と現在のシーラカンスの遺伝子の間で変化が緩やかになったと推定できるのは、数億年前のシーラカンスの化石からDNAを手に入れたわけではなく、現存する様々な生物の遺伝子と比較した「分子時計」から推定した結果である。以下の2つの問いに答えなさい。

- (1) アミノ酸200個からなるタンパク質Zについて、ヒトとワラビーのアミノ酸配列の違いは48個であった。ヒトとトカゲのタンパク質Zのアミノ酸配列の違いは何個と計算されるか、数字で答えなさい。ただし、化石のデータから推定されるヒトとワラビーの分岐年代は1.2億年前、ヒトとトカゲの分岐年代は3億年前であり、この間のタンパク質Zの変異速度は常に一定であると仮定する。
- (2) ヒトとシーラカンスのタンパク質Zのアミノ酸配列の違いは120個であった。ヒトとシーラカンスの分岐年代は何億年前と計算されるか、数字で答えなさい。ただし、この分岐の後、ヒト(四肢類)に向かう枝のタンパク質Zの変異速度は上記(1)と同じであるが、現在のシーラカンスに向かう枝のタンパク質Zの変異速度は分岐後すぐに半分になったと仮定する。

問5 下線部④について、生物の陸上への進出に関連する以下の出来事を年代順に並べなさい。

- a: 植物の陸上への進出
- b: オゾン層の形成
- c: 脊椎動物の陸上への進出
- d: 光合成生物の出現

問6 下線部⑤に関連して、以下の3つの問いに答えなさい。

- (1) 魚類のヒレと四肢類の手足のように、外見や機能は異なっているが、構造上同じ位置づけにあると考えられる器官を何というか、その語句を答えなさい。
- (2) 最初にショウジョウバエでみつかった体節の運命を決定する調節遺伝子を一般に何というか、その語句を答えなさい。
- (3) シーラカンスにおいてヒレの形成を誘導する調節遺伝子をマウス胚に導入したときに生じる表現型として、もっとも適当なものを以下の(ア)～(エ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

[選択肢]

- (ア) マウスの四肢ができるべき部位に、マウスの四肢が形成される。
- (イ) マウスの四肢ができるべき部位に、シーラカンスのヒレが形成される。
- (ウ) シーラカンスのヒレができるべき部位に、マウスの四肢が形成される。
- (エ) シーラカンスのヒレができるべき部位に、シーラカンスのヒレが形成される。

問7 下線部⑥に関連する次の文章を読んで、以下の2つの問いに答えなさい。

ヒトの耳を構成する外耳、中耳、および、内耳のうち、ヒトと魚類との共通の祖先にすでに存在していたシステムは [1] である。このうち、体の傾きを感じるための [a] や、体の回転を感じるための [b] は、もともと水中生活においても役立っていた。その後、水中の音を感じるための [c] 管が進化した結果、[1] は平衡覚だけではなく聴覚を担う器官となった。

やがて脊椎動物が水中生活から陸上生活に移行したとき、水ではなく空気の振動を感知するために新たにつくられたシステムが [2] である。このうち、空気の振動を直接感知する [d] は、肺呼吸により不要になったエラの一部が進化したものである。また、[d] の振動を増幅して [1] に伝えるための計3個の [e] は、アゴの骨の一部が進化したものである。

さらに、空気中の音波を効率よく集めるために、特に哺乳類において多様な進化を遂げたのが [3] である。このうち、皮膚が隆起してできた [f] によって集められた音は、[g] を通って [d] に到達する。

(1) 文中の空欄 [1] ~ [3] は、それぞれ外耳、中耳、および、内耳のいずれに該当するか、その語句を答えなさい。

(2) 文中の空欄 [a] ~ [g] にあてはまる語句を書きなさい。

問8 下線部⑦に関連する次の文の空欄 [あ] ~ [く] にあてはまる語句を、下記の選択肢

(ア) ~ (シ) の中からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

[あ] 者の排泄物中に含まれる窒素は、[い] 者によって NH_4^+ に変えられる。これは、さらに [う] 細菌によって NO_3^- に変えられる。[え] 者である植物は、これらの無機窒素化合物を吸収し、[お] や [か] など窒素を含んだ有機物を合成する。これを窒素 [き] という。ほとんどの生物は大気中の N_2 を直接利用することはできないが、ある種の細菌は、大気中の N_2 を窒素化合物に変えることができる。これを窒素 [く] という。

[選択肢]

- | | | | |
|--------|---------|-----------|----------|
| (ア) 生産 | (イ) 消費 | (ウ) 分解 | (エ) 固定 |
| (オ) 異化 | (カ) 酸化 | (キ) 硝化 | (ク) 同化 |
| (ケ) 核酸 | (コ) 脂肪酸 | (サ) タンパク質 | (シ) デンプン |