

| | | | | | |
|------|--|--|--|--|----|
| 受験番号 | | | | | 氏名 |
|------|--|--|--|--|----|

理 科

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけない。
2. 出題分野、頁および選択方法は、下表のとおりである。

| 出題分野 | 頁 | 選 択 方 法 |
|------|-------|-------------------------------|
| 物 理 | 1～12 | 左の3分野のうちから2分野を選択し、 解答しなさい。 |
| 化 学 | 13～26 | |
| 生 物 | 27～45 | |

3. 試験開始後、頁の落丁・乱丁及び印刷不鮮明、解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 監督者の指示にしたがって解答用紙の該当欄に下記のようにそれぞれ正しく記入し、マークせよ。

① 受験番号欄

受験番号を4ケタで記入し、さらにその下のマーク欄に該当する4ケタをマークせよ。(例)受験番号 0025 番→

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 2 | 5 |
|---|---|---|---|

 と記入。

② 氏名欄 氏名・フリガナを記入せよ。

③ 解答分野欄

解答する分野名2つを○で囲み、さらにその下のマーク欄にマークせよ。

5. 受験番号および解答する分野が正しくマークされていない場合は、採点できないことがある。
6. 解答は、解答用紙の解答欄にHB鉛筆で正確にマークせよ。


例えば

| |
|----|
| 15 |
|----|

 と表示された問題の正答として④を選んだ場合は、次の(例)のように解答番号15の解答欄の④を濃く完全にマークせよ。薄いもの、不完全なものは解答したことにはならない。

(例)

| 解答番号 | 解 答 欄 | | | | | | | | | |
|------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | ① | ② | ③ | ● | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ |

7. 解答を修正する場合は、必ず「消しゴム」であとが残らないように完全に消すこと。鉛筆の色や消しくずが残ったり、のような消し方などをした場合は、修正したことにならない。
8. 解答をそれぞれの問題に指定された数と異なる数をマークした場合は無解答とする。
9. 問題冊子の余白等は、適宜利用してよいが、どの頁も切り離してはならない。
10. 試験終了後、問題冊子および解答用紙を机上に置き、試験監督者の指示に従い退場しなさい。

生 物

第1問 以下の問い(問1～7)に答えよ。解答番号 ～

問1 下に示す細胞の構造物の中で、核酸が含まれているものはどれか。①～⑦の中から適当なものをすべて選び、解答番号1の解答欄にマークせよ。

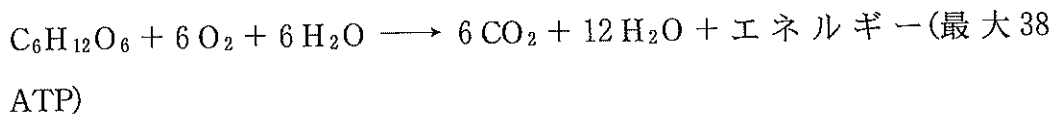
- ① 核
- ② 葉緑体
- ③ 中心体
- ④ ゴルジ体
- ⑤ リボソーム
- ⑥ ミトコンドリア
- ⑦ 中間径フィラメント

問2 下に示す生物の中で、平成28年10月現在、「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」(外来生物法)で特定外来生物に指定されているものはどれか。①～⑦の中から適当なものをすべて選び、解答番号2の解答欄にマークせよ。

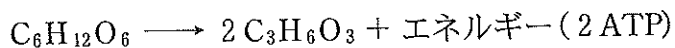
- ① トキ
- ② ヒアリ
- ③ タガメ
- ④ ウシガエル
- ⑤ オオクチバス
- ⑥ オオキンケイギク
- ⑦ セイヨウタンポポ

問 3 下に示す代謝の反応式の中で、誤っているものはどれか。①～⑦の中から最も適当なものを1つ選べ。 3

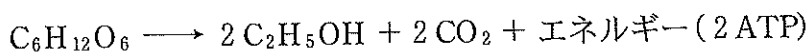
① 植物細胞の呼吸



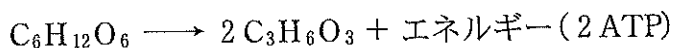
② 動物細胞の解糖



③ 酵母菌のアルコール発酵



④ 乳酸菌の乳酸発酵



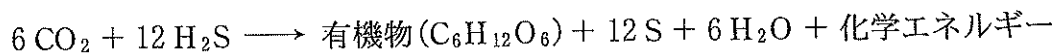
⑤ 植物細胞の光合成



⑥ シアノバクテリアの光合成



⑦ 硫黄細菌の化学合成



問 4 下に示すホルモンの中で、脳下垂体でつくられるものはどれか。①～⑦の中から適当なものをすべて選び、解答番号4の解答欄にマークせよ。 4

① グルカゴン

② チロキシン

③ バソプレシン

④ パラトルモン

⑤ 成長ホルモン

⑥ 鉍質コルチコイド

⑦ 甲状腺刺激ホルモン

問 5 下に示す実験の目的と方法の中で、適切でないものはどれか。①～⑦の中から適当なものを2つ選び、解答番号5の解答欄にマークせよ。 5

- ① 染色体地図を作製するには、さまざまな形質について三点交雑法を繰り返して行う。
- ② よく動いて行動範囲の広い動物個体群の個体数を調べるには、標識再捕法が用いられる。
- ③ 脱水素酵素による酸化還元反応を調べるには、メチレンブルー水溶液を用いて色の変化を測定する。
- ④ 植物群集の生産構造を調べるには、一定面積で一定の厚さごとに葉身・葉柄・茎を合わせた質量を計量する層別刈取法が用いられる。
- ⑤ あるDNA断片の大きさを推定するには、塩基対数がわかっている複数のDNA断片と同時にアガロースゲル電気泳動を行う。
- ⑥ 寒天片に含まれる植物の水溶性成長促進物質を定量するには、ウェントの考案したアベナ屈曲試験法で、幼葉鞘の屈曲角を測定する。
- ⑦ タマネギの根端細胞の体細胞分裂を観察するには、採取した根端にそのまま酢酸オルセイン溶液を滴下し、押しつぶし法で標本を作製する。

問 6 下に示す構造または現象の中で、アクチンフィラメントが関わっているものはどれか。①～⑦の中から適当なものをすべて選び、解答番号6の解答欄にマークせよ。 6

- ① 接着結合
- ② 心筋の収縮
- ③ 原形質流動
- ④ 細胞質分裂
- ⑤ アメーバ運動
- ⑥ デスモソーム
- ⑦ 染色体の分離

問 7 下に示す動物の行動の中で、生得的行動でないものはどれか。①～⑦の中から適当なものを3つ選び、解答番号7の解答欄にマークせよ。

| |
|---|
| 7 |
|---|

- ① マガモのひなは、ふ化後のある時期に最初に見た一定の大きさの動く物体を追従するようになる。
- ② 産卵の準備が整ったコオロギの雌は、雄の発する翅の摩擦音を前脚の耳で受容し、雄の方へ移動する。
- ③ アメフラシは、水管に触るとえらを引っ込めるが、これを繰り返し行くと、やがてえらを引っ込めなくなる。
- ④ 縄張りをもつイトヨの雄は、卵でふくれた雌の腹部の形の情報を視覚器で受け取り、ジグザグダンスによって雌を誘う。
- ⑤ メンフクロウは、視覚がほとんど役に立たない暗闇の中でも、聴覚により獲物の居場所を正確に特定することができる。
- ⑥ えさ場を探し当てたはたらきアリは、コロニーに戻るときに道しるべとなる化学物質を地面に残しておき、なかまをえさ場へ誘導する。
- ⑦ チンパンジーは、手の届かないところにバナナがつるしてあると、最初はとび上がったりにして取ろうとするが、やがて身近なものを使って足場を作ったりしてバナナを獲得する。

第2問 次の文章I, IIを読んで, 以下の問い(問1~8)に答えよ。解答番号

8 ~ 18

I ヒトの循環系はポンプとしての心臓と血管系およびリンパ系からなっている。
 A)
 心臓は, 肺循環に血液を送り出す右心系と体循環に血液を送り出す左心系からなる。心室の前には心房があり, 収縮により血液を心室に送り込む。心室には入口と出口に弁がある。心房と心室の間には房室弁が, 心室の出口には半月弁がある。これらの弁は圧差によって受動的に開閉し, 血液を一方向に流れるようにしている。

心臓の活動は収縮と拡張を1周期とし, 周期ごとに興奮伝導と心筋の収縮, 弁の開閉が順序正しく行われる。心臓の左右で周期は同一である。1回の心臓の収縮で送り出される血液量(1回拍出量)と1分間あたりの収縮数(心拍数)の積を心拍出量と呼ぶ。心周期に伴う心室の活動は, 次の4つの段階に分けられる。

ア期: 心室の収縮により心室内圧が上昇し, 弁が閉じる。このとき心室容量は不変である。

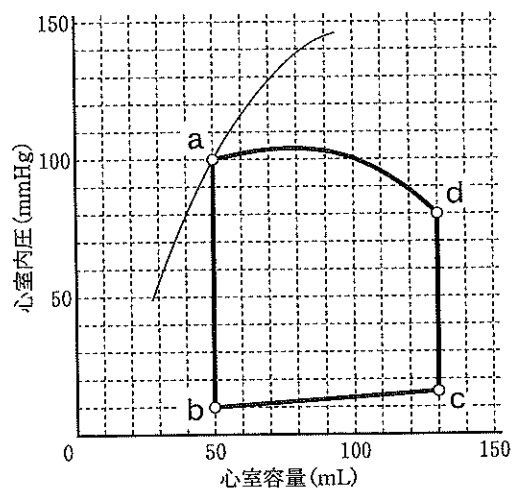
イ期: 弁が開き血液が動脈に送り出される。

ウ期: 弁が閉じ, 心室の弛緩により心室内圧が降下する。このとき心室容量は不変である。

エ期: 心室内圧が心房内圧より下がると, 弁が開き血液が心室に流入する。

ある健康な人の安静時の心室の内圧と容量の変化をもとに作製した左心室の

圧—容量曲線(太線)と心筋収縮期の心室容量と圧力の関係(最大心筋収縮曲線: 細線)を図に示す。心筋の収縮力が増強すると, 最大心筋収縮曲線は左上方に移動する。



図

注) mmHg は水銀柱の高さで表した圧力の大きさを, 760 mmHg が1気圧となる。

問 1 文中の下線部A)がヒトと同じ構成の動物はどれか。①～⑥の中から適当なものをすべて選び、解答番号 8 の解答欄にマークせよ。 8

- | | | |
|-------|-------|--------|
| ① エビ | ② サメ | ③ カエル |
| ④ ミミズ | ⑤ バッタ | ⑥ ハマグリ |

問 2 心周期のア～エ期の説明にあるそれぞれの弁はどれか。①～⑥の中から正しい組み合わせとして最も適当なものを 1 つ選べ。 9

| | ア期 | イ期 | ウ期 | エ期 |
|---|-----|-----|-----|-----|
| ① | 半月弁 | 半月弁 | 房室弁 | 房室弁 |
| ② | 半月弁 | 房室弁 | 半月弁 | 房室弁 |
| ③ | 半月弁 | 房室弁 | 房室弁 | 半月弁 |
| ④ | 房室弁 | 半月弁 | 半月弁 | 房室弁 |
| ⑤ | 房室弁 | 半月弁 | 房室弁 | 半月弁 |
| ⑥ | 房室弁 | 房室弁 | 半月弁 | 半月弁 |

問 3 文中の下線部B)は、ペースメーカーである洞房結節から始まり、次に X が興奮する。心周期の心室の活動の中で、X の興奮が関わっているものはどれか。①～④の中から最も適当なものを 1 つ選べ。 10

- | | | | |
|------|------|------|------|
| ① ア期 | ② イ期 | ③ ウ期 | ④ エ期 |
|------|------|------|------|

問 4 心周期のイ期は、図のどの区間に相当するか。①～⑧の中から最も適当なものを 1 つ選べ。 11

- | | | | |
|------------|------------|------------|------------|
| ① a → b 区間 | ② b → c 区間 | ③ c → d 区間 | ④ d → a 区間 |
| ⑤ a → d 区間 | ⑥ d → c 区間 | ⑦ c → b 区間 | ⑧ b → a 区間 |

問 5 図の心周期が0.8秒のとき、心拍出量は毎分何Lか。必要ならば小数点以下第二位を四捨五入して、小数点以下第一位までの数値で答えよ。①～⑩の中から最も適当なものをそれぞれ1つずつ選べ。ただし、同じ記号を繰り返し使ってもよい。

. L

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

問 6 一時的に体に起こった変化に対する心拍出量の変化として正しいものはどれか。①～⑥の中から適当なものを2つ選び、解答番号14の解答欄にマークせよ。

- ① 動脈圧が高くなると、図のd点が上方へ移動して1回拍出量が増加し、しばらくの間は心拍出量が増加する。
 ② 心室の心筋収縮力が増強すると、図のa点が左方へ移動して1回拍出量が減少し、しばらくの間は心拍出量が減少する。
 ③ バソプレシンが分泌されると、心房に戻ってくる血液量が増加して1回拍出量が増加し、しばらくの間は心拍出量が増加する。
 ④ アドレナリンが分泌されると、ペースメーカーが刺激されて心拍数が増加し、しばらくの間は心拍出量が増加する。
 ⑤ 多量に出血すると、心房に戻ってくる血液量が減少して心拍数が減少し、しばらくの間は心拍出量が減少する。
 ⑥ 血液中の二酸化炭素濃度が上昇すると、副交感神経が働いて心拍数が増加し、しばらくの間は心拍出量が増加する。

II ある健康な人の運動時の状態を下に示す。

- ・肺で酸素化された動脈血中では，全ヘモグロビンに占める酸素ヘモグロビンの割合は98%であった。
- ・末梢の組織で酸素を放出した静脈血中では，全ヘモグロビンに占める酸素ヘモグロビンの割合は53%であった。
- ・血液100 mLあたり15 gのヘモグロビンが含まれていて，ヘモグロビン1 gあたり1.34 mLの酸素と結合した。
- ・血液100 mLあたり0.175 mLの血しょう中に溶解している酸素を末梢の組織に供給した。
- ・1回拍出量は100 mLであった。

問 7 この人は運動中に毎分1.5 Lの酸素を消費した。この人の運動時の心拍数はいくつか。必要ならば小数点以下第一位を四捨五入して，三桁の整数で答えよ。①～⑩の中から最も適当なものをそれぞれ1つずつ選べ。ただし，同じ記号を繰り返し使ってもよい。

/分

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

問 8 安静時と比べて，運動中に血流量が大きく増える臓器はどれか。①～⑧の中から適当なものをすべて選び，解答番号18の解答欄にマークせよ。

- ① 脳 ② 肺 ③ 肝臓 ④ 腎臓
⑤ 小腸 ⑥ 心臓 ⑦ 骨格筋 ⑧ 生殖腺

第3問 次の文章I, IIを読んで, 以下の問い(問1~5)に答えよ。解答番号

19

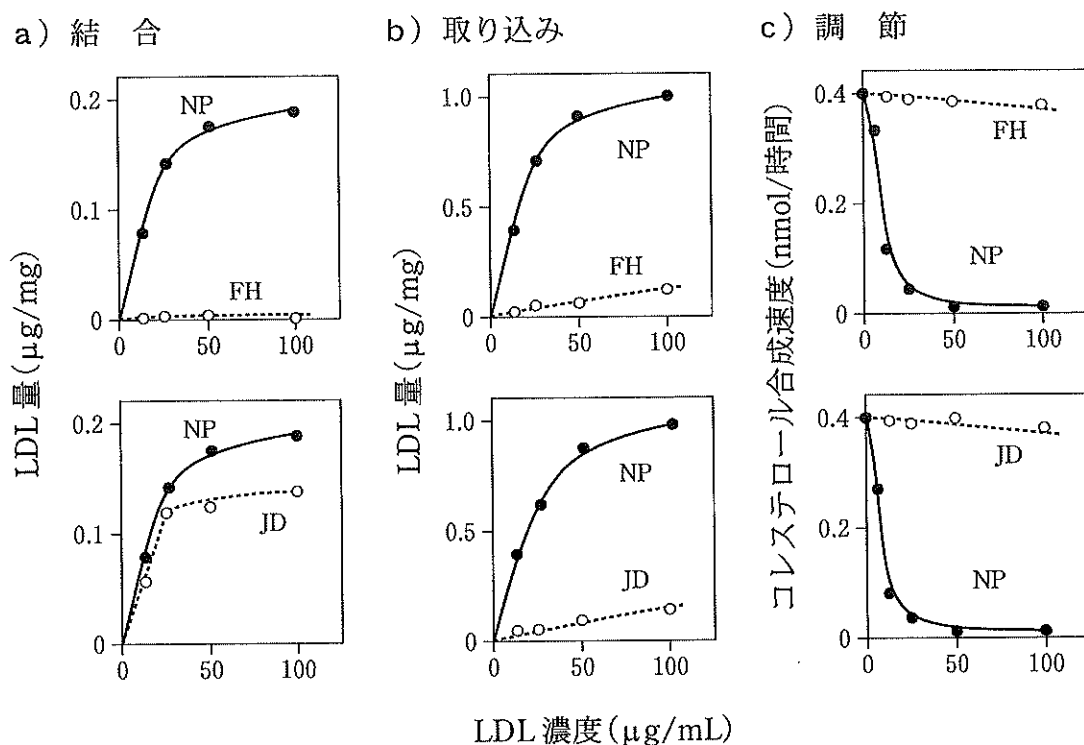
~

24

I ヒトにとってコレステロールは, 重要な働きをする必須の脂質である。一方で, 血中コレステロール値が正常値よりもかなり高い状態(高コレステロール血症)の人は, 冠動脈がつまって心臓発作を起こしやすくなる。

細胞がコレステロールを獲得する方法は, 新しくコレステロールを合成するか, あるいは血中から取り込むかのどちらかである。コレステロールは, 低密度リポタンパク質(LDL)と呼ばれる脂質とタンパク質の複合体として血中を運搬される。LDLは細胞表面に存在するLDL受容体に結合し, エンドサイトーシスによって細胞内に取り込まれる。LDLが細胞内に取り込まれるためには, クラスリン被覆ピットと呼ばれる細胞膜の領域にLDL受容体が局在している必要がある。その後, LDLはリソソームに送られて分解され, 細胞質中にコレステロールが遊離する。遊離したコレステロールは, 細胞内でのコレステロールの生合成を調節するHMG-CoA還元酵素を阻害する。重度の高コレステロール血症の人は, 血中のLDLを細胞内に取り込むことができず, また, これによってコレステロールの生合成が停止することなく継続するため, 血中コレステロール値が上昇している。

コレステロール代謝は, a)細胞表面の受容体とLDLの結合, b)LDLの細胞内への取り込み, c)コレステロールの生合成の調節の3段階に分けて調べることができる。1人の健康な人(NP)と2人の重度の家族性高コレステロール血症の患者(FHとJD)から皮膚の繊維芽細胞を得て, それぞれをNP細胞, FH細胞, JD細胞とした。各細胞を培養し, コレステロール代謝について3つの段階ごとに調べた結果を図に示す。a)の実験では, 放射性標識したLDLをさまざまな濃度で培養液に加え, エンドサイトーシスが阻害される4℃で培養した。b)の実験では, 標識したLDL存在下, 37℃で培養した。a)とb)の実験では, 培養後, 結合したあるいは細胞内に取り込まれた放射活性を測定して, 細胞の総タンパク質1mgあたりのLDL量を求めた。また, c)の実験では, 未標識LDLをさまざまな濃度で培養液に加えて37℃で培養し, 放射性標識した原料から1時間あたりに合成される放射活性をもつコレステロール量を測定した。



図

問 1 a)の実験結果から考えられることとして、適切でないものはどれか。

①～⑤の中から最も適当なものを1つ選べ。

19

- ① LDLの細胞表面への結合量を表す曲線の傾きは、LDLとLDL受容体との親和性を表す。
- ② LDLの細胞表面への結合量を表す曲線の平坦域は、細胞表面のLDLと結合可能なLDL受容体数を表す。
- ③ JD細胞表面のLDLに対する親和性は、NP細胞表面のそれと比べてほぼ同等である。
- ④ JD細胞表面のLDLと結合可能なLDL受容体数は、NP細胞表面のそれと比べて少ない。
- ⑤ JD細胞表面のLDL受容体タンパク質のLDLとの結合に関わる領域のアミノ酸配列は、NP細胞表面のそれと異なっている。

問 2 a)の実験結果は、FH 細胞の細胞表面には LDL がほとんど結合しなかったことを示している。その理由として考えられるものはどれか。①～④の中から適当なものをすべて選び、解答番号 20 の解答欄にマークせよ。

20

- ① LDL 受容体遺伝子の転写が起こらず、受容体タンパク質が合成されない。
- ② LDL 受容体は細胞表面に存在するが、受容体の細胞質内の領域に欠陥がある。
- ③ LDL 受容体は細胞表面に存在するが、受容体の LDL 結合領域に欠陥がある。
- ④ LDL 受容体タンパク質の折りたたみに欠陥があり、受容体が細胞膜に輸送されない。

問 3 a, b)の実験結果から考えられることとして、適切でないものはどれか。①～⑤の中から最も適当なものを 1 つ選べ。

21

- ① NP 細胞では、細胞表面に結合できる LDL 量の約 5 倍の LDL を取り込むことができる。
- ② JD 細胞では、エンドサイトーシスによる LDL の細胞内への取り込みが阻害されている。
- ③ LDL 受容体が細胞表面に存在していれば、LDL は細胞内に取り込まれる。
- ④ JD 細胞には、LDL との結合領域以外に欠陥のある LDL 受容体が存在する。
- ⑤ NP 細胞に存在する LDL 受容体は、再利用されて繰り返し LDL を細胞内に取り込むことができる。

問 4 すべての実験結果とコレステロール代謝の特徴をふまえた上で考えられることとして、適切でないものはどれか。①～⑤の中から最も適当なものを1つ選べ。

| |
|----|
| 22 |
|----|

- ① NP細胞では、細胞外に LDL を加えるとコレステロールの生合成が抑制される。
- ② NP細胞, FH細胞と JD細胞のいずれでも, HMG-CoA還元酵素は機能している。
- ③ NP細胞, FH細胞と JD細胞のいずれでも, 細胞内に直接 LDL を注入すれば, コレステロールの生合成が抑制される。
- ④ NP細胞, FH細胞と JD細胞のいずれでも, 細胞外に遊離コレステロールを加えるとコレステロールの生合成が抑制される。
- ⑤ LDLからのコレステロールの遊離はリソソーム内で起こり, 細胞質基質や体液中では起こらない。

II 家族性高コレステロール血症を引き起こす対立遺伝子は3つ知られていて、いずれも LDL 受容体を指令している。1つめは LDL 受容体遺伝子 R^{b0} で、LDL との結合活性をまったくもたない受容体を指令している。2つめは R^{b-} で、LDL との結合活性が減少する受容体を指令している。3つめは $R^{b+,io}$ で、LDL と正常に結合するが細胞内への取り込みができない受容体を指令している。正常の受容体遺伝子を+とすると、2つの対立遺伝子がおよそ半分ずつの影響をおよぼすため、+/+以外の組み合わせでは高コレステロール血症が現れる。

重度の高コレステロール血症患者 JD の両親は、ともに軽度の高コレステロール血症である。両親の皮膚の繊維芽細胞を用いて表現型を分析した結果から次のことがわかっている。母親の繊維芽細胞では、LDL 結合量は健康な人の約 50 %、受容体はクラスリン被覆ピットに局在し、結合した LDL のすべてが細胞内に取り込まれる。父親の繊維芽細胞では、LDL 結合量が健康な人とほとんど同じで、受容体はクラスリン被覆ピットに 50 %、それ以外の細胞膜領域に 50 % の割合で局在し、結合した LDL の半分が細胞内に取り込まれる。

問 5 患者 JD とその母親の遺伝子型として、最も可能性の高いものはどれか。

①～⑨の中から最も適当なものをそれぞれ1つずつ選べ。

患者 JD : , 母親 :

- ① $+/R^{b0}$
- ② $+/R^{b-}$
- ③ $+/R^{b+,io}$
- ④ R^{b0}/R^{b0}
- ⑤ R^{b0}/R^{b-}
- ⑥ $R^{b0}/R^{b+,io}$
- ⑦ R^{b-}/R^{b-}
- ⑧ $R^{b-}/R^{b+,io}$
- ⑨ $R^{b+,io}/R^{b+,io}$

第4問 次の文章Ⅰ，Ⅱ，Ⅲを読んで，以下の問い(問1～8)に答えよ。解答番号

25

～

34

Ⅰ 遺伝情報はDNAの塩基配列にあり，遺伝子はタンパク質の合成を支配している。遺伝子が発現してタンパク質が合成される過程は，転写と翻訳の2つの段階に分けられる。表にアミノ酸の1文字表記を加えた遺伝暗号を示す。

表 mRNAの遺伝暗号表

| | | コドンの2番目の塩基 | | | | | | | | | |
|------------|---|------------|--------------|-----|----------|-----|------------|-----|------------|---|------------|
| | | U | | C | | A | | G | | | |
| コドンの1番目の塩基 | U | UUU | フェニルアラニン(F) | UCU | セリン(S) | UAU | チロシン(Y) | UGU | システイン(C) | U | コドンの3番目の塩基 |
| | | UUC | | UCC | | UAC | | UGC | | C | |
| | | UUA | ロイシン(L) | UCA | | UAA | 終止 | UGA | 終止 | A | |
| | | UUG | | UCG | | UAG | | UGG | トリプトファン(W) | G | |
| | C | CUU | ロイシン(L) | CCU | プロリン(P) | CAU | ヒスチジン(H) | CGU | アルギニン(R) | U | |
| | | CUC | | CCC | | CAC | | CGC | | C | |
| | | CUA | | CCA | | CAA | グルタミン(Q) | CGA | | A | |
| | | CUG | | CCG | | CAG | | CGG | | G | |
| | A | AUU | イソロイシン(I) | ACU | トレオニン(T) | AAU | アスパラギン(N) | AGU | セリン(S) | U | |
| | | AUC | | ACC | | AAC | | AGC | | C | |
| | | AUA | | ACA | | AAA | リシン(K) | AGA | A | | |
| | | AUG | メチオニン(M)(開始) | ACG | | AAG | | AGG | G | | |
| | G | GUU | バリン(V) | GCU | アラニン(A) | GAU | アスパラギン酸(D) | GGU | グリシン(G) | U | |
| | | GUC | | GCC | | GAC | | GGC | | C | |
| | | GUA | | GCA | | GAA | グルタミン酸(E) | GGA | | A | |
| | | GUG | | GCG | | GAG | | GGG | | G | |

問1 ヒトゲノムとその発現の特徴として正しいものはどれか。①～⑧の中から
 適当なものをすべて選び，解答番号25の解答欄にマークせよ。

25

- ① 大きさは約30億塩基対である。
- ② 環状DNAが担っている。
- ③ RNAポリメラーゼは直接プロモーターを認識して結合する。
- ④ スプライシングを経てmRNAが完成する。
- ⑤ 転写が始まるとすぐに翻訳が始まる。
- ⑥ 1つのmRNAに複数のリボソームが結合して翻訳が行われる。
- ⑦ tRNAとrRNAはそれぞれが独自の立体構造をつくる。
- ⑧ リボソームを構成するタンパク質がペプチド結合の形成を触媒する。

II 遺伝子の本体である DNA やタンパク質などの分子の比較から、進化の道筋を探ることができる。近縁の種間で、特定の遺伝子の DNA の塩基配列や特定のタンパク質のアミノ酸配列を調べると、種間で違いがみられる。これは、共通の祖先から分かれた後に、それぞれの種で突然変異が起こったことによるもので、塩基やアミノ酸の変化数は、2種が分かれてからの時間に比例して増える傾向がみられる。そのため塩基配列やアミノ酸配列の変化速度は、2種が進化の過程で枝分かれした年代を探るための目安となり得る。

分子データに化石データをあわせると、より正確に生物種間の系統関係を推定することができる。霊長類(サル目)と齧歯類(ネズミ目)は約 7000 万年前に分岐し、霊長類の中から類人猿が現れたのは約 2200 万年前と考えられている。また、現生の類人猿の中では、 がヒトに最も近く、約 700 万年前に分岐したと推定されている。

問 4 文中の下線部 A) の特徴として、適切でないものはどれか。①～⑦の中から適当なものを 2 つ選び、解答番号 30 の解答欄にマークせよ。

| |
|----|
| 30 |
|----|

- ① 代謝などの重要な機能をもつ遺伝子は、種をこえてあまり変化していない。
- ② 中立な突然変異が生じた遺伝子は、自然選択によって集団全体に広がることもある。
- ③ 生存に不利な突然変異が生じた遺伝子は、自然選択によって集団から排除されやすい。
- ④ タンパク質のはたらきに重要な部位のアミノ酸配列は、それ以外の部位と比較して変化が少ない。
- ⑤ アミノ酸に翻訳されないイントロンなどの塩基配列は、変化しても生物の表現型への影響が少なく、変化速度が大きい。
- ⑥ アミノ酸の種類を決める mRNA のコドンの 2 番目にあたる DNA 塩基の変化する速度は、1 番目や 3 番目の塩基と比べて速い。
- ⑦ 突然変異は、生存に有利なものは非常にまれであり、生存に不利なもの、または有利でも不利でもない中立か中立に近いものが大半を占める。

問 5 文中の下線部B)にあてはまる生物はどれか。①～⑤の中から最も適当な

ものを1つ選べ。

31

- ① ゴリラ
- ② アカゲザル
- ③ チンパンジー
- ④ クロテナガザル
- ⑤ オランウータン

III 音声言語障害は、言語の明瞭な発音と文章の作成に障害が生じるヒトの疾患で、その原因遺伝子として *FOXP2* 遺伝子が知られている。ヒト、ゴリラ、オランウータン、チンパンジー、アカゲザルおよびハツカネズミの *FOXP2* タンパク質のアミノ酸配列を比較すると、4か所でアミノ酸配列が異なっていて、そのすべては4つの領域に限られていた。図1に、この4つの領域のアミノ酸配列を1文字表記で示す。また、図2に、これらの生物の系統関係を表す既知の系統樹に、枝長のみ *FOXP2* 遺伝子の塩基置換数を表すようにしたものゝを示す。ただし、霊長類の系統の枝長のみが塩基置換数を正確に表している。図2中の数値は、アミノ酸の変化をもたらした塩基置換数(灰色の線分)／変化をもたらさなかった塩基置換数(黒色の線分)を表している。

ア：MMQESATETI...SGLKSPKSSD...TSSTTSKASP...QSSVLNARRD...
 イ：MMQESATETI...SGLKSPKSSD...TSSNTSKASP...QSSVLSARRD...
 ウ：MMQESATETI...SGLKSPKSSD...TSSTTSKASP...QSSVLNARRD...
 エ：MMQESVTETI...SGLKSPKSSD...TSSTTSKASP...QSSVLNARRD...
 オ：MMQESATETI...SGLKSPKSSE...TSSTTSKASP...QSSVLNARRD...
 カ：MMQESATETI...SGLKSPKSSD...TSSTTSKASP...QSSVLNARRD...

図1

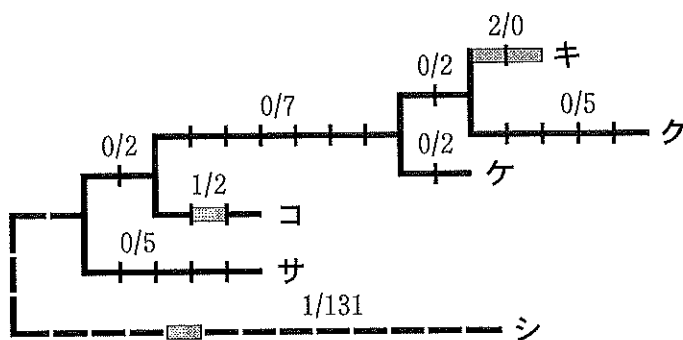


図2

問 6 ゴリラとチンパンジーとアカゲザルの FOXP2 タンパク質のアミノ酸配列は同一である。これらの生物とヒトの FOXP2 タンパク質のアミノ酸配列では、2 個のアミノ酸が異なっている。図 1 のアミノ酸配列の中で、ヒトの配列はどれか。①～⑥の中から最も適当なものを 1 つ選べ。 32

① ア ② イ ③ ウ ④ エ ⑤ オ ⑥ カ

問 7 オランウータンは図 2 の系統樹の中で、どの枝に位置するか。①～⑥の中から最も適当なものを 1 つ選べ。 33

① キ ② ク ③ ケ ④ コ ⑤ サ ⑥ シ

問 8 FOXP2 タンパク質のアミノ酸配列の変化から考えられることとして、適切なものはどれか。①～⑦の中から適当なものを 3 つ選び、解答番号 34 の解答欄にマークせよ。 34

- ① およそ 100 万年に 1 塩基の速度でアミノ酸置換を生じる突然変異が起こっている。
- ② ヒトの系統のみにみられる 2 個のアミノ酸の変化は、ヒトの音声言語の獲得に寄与した。
- ③ アミノ酸配列が同一のゴリラ、チンパンジー、アカゲザルでは、同一の音声コミュニケーションが行われている。
- ④ アミノ酸配列が変化したほとんどの FOXP2 対立遺伝子は、音声コミュニケーションを行う哺乳類で排除されてきた。
- ⑤ 直近の共通祖先から分岐した後のヒトの系統では、FOXP2 タンパク質のアミノ酸配列が急速に変化している。
- ⑥ ヒト型の FOXP2 タンパク質に起きたアミノ酸置換は、いずれもコドンの 1 番目の塩基が変化することで生じた。
- ⑦ 図 1 のアミノ酸配列オにみられる D から E へのアミノ酸の変化は、FOXP2 タンパク質の立体構造を大きく変えた。