久留米大学

2024 年度　一般選抜　生物

（2 科目　120 分）

1　ヒトのゲノム DNA の塩基配列には，個人ごとに異なる変異や多型と呼ばれる箇所(a)がある。多型は集団内に 1％ 以上の頻度(b)で出現するものを示し，その中でも一塩基の違いは一塩基多型(c)と呼ばれる。またゲノム中には短い反復配列の繰り返し(d)があり，個人ごとでその繰り返しの長さが異なる。これらの情報は DNA 型鑑定によって個人を特定するための科学的根拠として用いられる。また，遺伝子診断の分野において，特定の疾患に対するかかりやすさを予測(e)するほか，薬や治療の効果を個人に最適化(f)するためにも使われる。

問 1　下線 (a) について，ある同性の 2 人のゲノム配列を比較すると，99.9％ の配列が一致し，残りが個人ごとで異なる多型の配列である。多型がゲノム中に均一に分散して存在するとして，多型は何塩基対に 1 対の割合で見つかるか，答えなさい。ヒトのゲノムサイズを 30 億塩基対とする。

問 2　下線 (b) について，多型はある集団における遺伝子プールにおいて，偶然に頻度が増減することがある。この現象を何というか，名称を答えなさい。

問 3　下線 (c) の通称をアルファベット 3 文字で答えなさい。

問 4　図 1 は，下線 (d) の配列を対象とした DNA 型鑑定の検査結果の概念図である。被験者①から⑧の中に対象者の親族が含まれている。対象者の両親はどれか，2 つ選び番号で答えなさい。また対象者のきょうだいはどれか，全て選び番号で答えなさい。

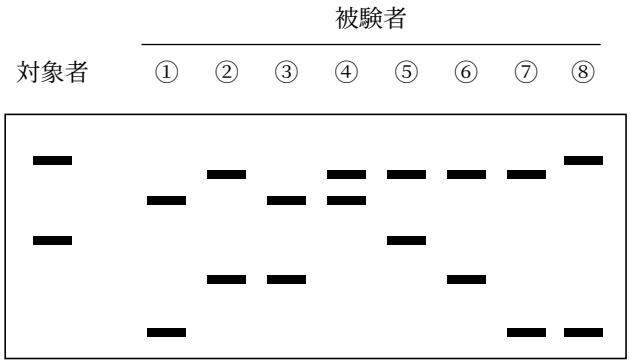


図 1

問 5　図 1 で示した DNA 型鑑定において，使われている技術を以下の (ア)〜(ケ) より 2 つ選び記号で答えなさい。

(ア) PCR　　(イ) 電気泳動　　(ウ) 抗原抗体反応

(エ) ペーパークロマトグラフィー　　(オ) 遺伝子組換え

(カ) 局所生体染色　　(キ) メタゲノム解析　　(ク) マイクロアレイ解析

(ケ) ゲノム編集

問 6　下線 (e) について，ある遺伝性疾患 X の病因遺伝子 A の DNA 領域を制限酵素で切断すると，発症者と非発症者では生じる断片の長さが異なる。この疾患 X を発症している家族の家系図（図 2）と，各個人の遺伝子 A を制限酵素処理したときに生じる断片を表 1 に示す。個人①と②は発症しておらず，個人③は発症している。個人⑦が発症する確率（%）で最も近いものを以下の (ア)〜(キ) より 1 つ選び記号で答えなさい。なお家系図中の□は男性，○は女性を示す。表 1 の kb はキロ塩基対を示す。

(ア)　0 %　　(イ) 25 %　　(ウ) 33 %

(エ) 50 %　　(オ) 67 %　　(カ) 75 %

(キ) 100 %

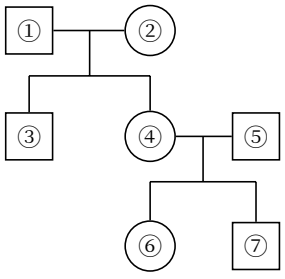


図 2

個人	断片の長さ (kb)
①	2.5，1.3
②	3.8，2.5，1.3
③	3.8
④	3.8，2.5，1.3
⑤	2.5，1.3
⑥	3.8，2.5，1.3

表 1

問 7　下線 (f) について，がん患者に処方される抗がん剤 I は，細胞内で変換され化合物 S となり抗がん作用を示す。その後，S は酵素 U によって不活性化される。酵素 U の遺伝子領域にはいくつかの

一塩基多型があり，中でも U 遺伝子のエキソン以外の場所に位置する多型 Y（図 3）を持つ人は，S の副反応が強く出る恐れがある。多型 Y によって，抗がん剤 I の薬理作用にどのような影響がもたらされていると考えられるか，30 字程度で簡潔に答えなさい。

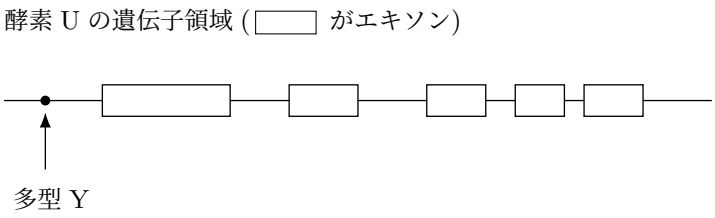


図 3

2 原核生物は，細菌（バクテリア）と古細菌（アーキア）に大別される。原核生物の多くは細菌で，自然界の様々な環境に生息し，生態系の物質循環において重要な役割を果たしている(a)。また，一部の細菌(b)は，ヒトの病気の原因となることもある。

問 1 以下の (A)〜(E) の記述のうち，原核生物に関して正しいものを全て選び記号で答えなさい。

(A) リボソームを持つのでタンパク質合成を行うことができる。

(B) セルロースを主成分とした細胞壁をもつ。

(C) 核を持たず，DNA は細胞質基質中に存在する。

(D) 系統的には，古細菌より細菌の方が真核生物に近縁である。

(E) 生態系において，生産者としてはたらくものがいる。

問 2 以下の (ア)〜(ケ) の生物のうち，細菌と古細菌をそれぞれ全て選び記号で答えなさい。

(ア) メタン菌　(イ) 酵　母　(ウ) 乳酸菌　(エ) 変形菌

(オ) シャジクモ　(カ) 硝酸菌　(キ) 超好熱菌　(ク) クロレラ

(ケ) ネンジュモ

問 3 下線 (a) について，生物の体に含まれる窒素は，タンパク質や核酸などを構成する重要な元素である。細菌が関わる生態系における窒素循環について，以下の文中の（ 1 ）〜（ 4 ）に当てはまる適切な語句を答えなさい。

マメ科植物の根に共生する根粒菌は，大気中の（ 1 ）を取り入れて（ 2 ）に変換する（ 3 ）を行う。根粒菌から提供された（ 2 ）は，植物内で様々な有機窒素化合物を合成するための窒素

源となる。植物が合成した有機窒素化合物は，食物連鎖を通じて生態系内を移動し，最終的に，無機窒素化合物として土壌中に戻る。土壌中の無機窒素化合物の一部は，（ 4 ）のはたらきにより（ 1 ）に変えられ，大気中に戻る。

問 4　下線 (b) について，ヒトの病気の原因となる細菌の中には毒素を産生するものがある。ある毒素は，ヒトの運動ニューロンの神経終末と骨格筋の筋繊維との接合部（神経筋接合部）に作用し，シナプス小胞とシナプス前膜の融合を阻害する。この毒素の作用により，骨格筋にどのような影響が生じるか，50 字以内で説明しなさい。

3　大腸菌は，複数の酵素のはたらきにより，生育に必要なアミノ酸の一種であるトリプトファンを合成することができる。これらの酵素遺伝子は，DNA 上に隣接して存在し，<u>オペロンを構成する</u>(a)。トリプトファンが過剰に合成されると，<u>リプレッサーと呼ばれる調節タンパク質</u>(b)が，トリプトファンと結合することで活性化される。活性型リプレッサーは，DNA 上の（ 1 ）と呼ばれる調節領域に結合し，（ 2 ）の（ 3 ）への結合を阻害することで酵素遺伝子群の転写を抑制する。

問 1　上の文中の（ 1 ）～（ 3 ）に当てはまる適切な語句を答えなさい。

問 2　下線 (a) について，原核生物のオペロンを構成する遺伝子群の転写の特徴を 50 字以内で説明しなさい。

問 3　下線 (b) について，リプレッサーに以下の (ア)～(ウ) の変異が生じた場合，大腸菌の酵素遺伝子群の転写調節にどのような影響が生じるか，選択肢 (A)～(F) よりもっとも適切なものをそれぞれ 1 つずつ選び記号で答えなさい。

(ア) トリプトファンと結合できなくなる。

(イ) トリプトファンと結合しても DNA 上の（ 1 ）と結合できなくなる。

(ウ) トリプトファンと結合しなくても DNA 上の（ 1 ）と結合するようになる。

【選択肢】

(A)　トリプトファンが豊富に存在する時のみ，酵素遺伝子群が転写される。

(B)　トリプトファンが豊富に存在する時のみ，酵素遺伝子群の転写が抑制される。

(C)　トリプトファンが欠乏している時のみ，酵素遺伝子群が転写される。

(D)　トリプトファンが欠乏している時のみ，酵素遺伝子群の転写が抑制される。

(E)　トリプトファンの有無にかかわらず，酵素遺伝子群が常に転写される。

(F)　トリプトファンの有無にかかわらず，酵素遺伝子群の転写が常に抑制される。

4 ヒトの場合，血液は4つの部屋を持つ心臓(a)のポンプ作用により，全身を循環している。血液成分は，赤血球や白血球，血小板などの有形成分と液体成分に分けられる。液体成分である血しょうの主成分は水であり，他に血しょうタンパク質や無機塩類，グルコースなどの糖(b)が含まれている。

問 1 下線 (a) について，全身からの血液が最初に入るのはどの部屋か，語群 A の中から 1 つ選び記号で答えなさい。

問 2 下線 (a) について，全身へ血液を送り出すのはどの部屋か，語群 A の中から 1 つ選び記号で答えなさい。

問 3 下線 (a) について，ペースメーカーとしての働きを持つ洞房結節をもつのはどの部屋か，語群 A の中から 1 つ選び記号で答えなさい。

問 4 語群 A の中から，動脈血が流れる部位を全て選び記号で答えなさい。

【語群 A】 (A) 大静脈 (B) 大動脈 (C) 肺静脈 (D) 肺動脈
(E) 腎静脈 (F) 腎動脈 (G) 肝門脈 (H) 右心房
(I) 右心室 (J) 左心房 (K) 左心室

問 5 心房と心室の間(X)や心室と大動脈・肺動脈の間(Y)には弁が存在し，血液の逆流を防止している。心室の収縮時に閉鎖し，血液の逆流を防止しているのは (X)，(Y) のうちのどちらの弁か，(X)，(Y) の記号で答えなさい。

問 6 以下の文中の（ a ）～（ d ）に入る適切な用語を語群 B の中からそれぞれ 1 つ選び記号で答えなさい。

心臓の調律的な拍動は，身体の活動や精神状態により変化する。拍動を増やす方向に調節する神経は（ a ）であり，（ b ）から出て，心臓に入る。拍動を減らす方向に調節する神経は（ c ）であり，（ d ）から出て，心臓に入る。

【語群 B】 (ア) 脊 髄 (イ) 延 髄 (ウ) 小 脳
(エ) 中 脳 (オ) 運動神経 (カ) 感覚神経
(キ) 交感神経 (ク) 副交感神経

問 7 以下の文中の（ 1 ）～（ 4 ）に入る適切な語句を答えなさい。

下線 (b) の血しょうタンパク質の多くは（ 1 ）の細胞で作られる。その中の 1 つである血液凝固にかかわるフィブリノーゲンは，主に血小板から分泌される血液凝固因子の働きによりフィブリンとなり（ 2 ）の形成に関わる。（ 2 ）は，酵素の働きにより（ 3 ）と呼ばれる現象で分解される。時に血液の流れが悪くなると血液凝固が始まり，血栓が形成されることもある。もし血栓が

右心房内で形成されて心臓から流れ出ると，その先に存在する器官である（ 4 ）の細い血管につまって梗塞（こうそく）を起こすことがある。

問 8　下線 (b) の無機塩類のうち，神経細胞に取り込まれ，細胞外へ漏れ出ることにより静止電位を生じる要因となる無機塩類（イオン）を元素記号で答えなさい。

問 9　下線 (b) の物質は，腎臓のネフロンでの原尿へのろ過や再吸収の量が異なる。正常なヒトの場合，以下の表 2 の (A)〜(D) のおよその数値にあてはまるものを，次の (ア)〜(ク) の中から 1 つ選び記号で答えなさい。

(ア)　(A)：7〜9　　(B)：0.02　　(C)：0.1　　(D)：0.1

(イ)　(A)：7〜9　　(B)：0　　(C)：0.1　　(D)：0

(ウ)　(A)：3.5〜4.5　　(B)：0.1　　(C)：0　　(D)：0.1

(エ)　(A)：3.5〜4.5　　(B)：0　　(C)：0　　(D)：0

(オ)　(A)：1　　(B)：0.1　　(C)：0.1　　(D)：0.1

(カ)　(A)：1　　(B)：0.15　　(C)：0.1　　(D)：0.1

(キ)　(A)：0　　(B)：0.02　　(C)：0.1　　(D)：0

(ク)　(A)：0　　(B)：0　　(C)：0　　(D)：0

	質量パーセント濃度 (%)		
	血しょう	原　尿	尿
血しょうタンパク質	7〜9	(A)	0
問 8 のイオン	0.02	(B)	0.15
グルコース	0.1	(C)	(D)

表 2