

2020年度一般入学試験問題

理 科

(物理, 化学, 生物より選択)

【注意事項】

1. この問題冊子には答案用紙が挟み込まれています。試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはいけません。
2. 試験開始後、問題冊子と答案用紙（物理, 化学, 生物の答案用紙すべて）の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。
3. **選択する科目**の答案用紙の選択欄に○印を記入しなさい。
 - ・一般入学試験 A 専願または、一般入学試験 A および B の併願受験者
物理, 化学, 生物より **2 科目**を選択
 - ・一般入学試験 B 専願受験者
物理, 化学, 生物より **1 科目**を選択
4. 問題冊子には、**物理計 5 問**、**化学計 3 問**、**生物計 5 問**の問題が、それぞれ**物 1～物 6 ページ**、**化 1～化 6 ページ**、**生 1～生 14 ページ**に記載されています。落丁、乱丁および印刷不鮮明な箇所があれば、手をあげて監督者に知らせなさい。
5. 答案には、必ず鉛筆（黒、「HB」「B」程度）またはシャープペンシル（黒、「HB」「B」程度）を使用しなさい。
6. 選択した科目の解答はその答案用紙の指定された場所に記入しなさい。ただし、解答に関係のないことが書かれた答案は無効にすることがあります。
7. 問題冊子の余白は下書きに利用しても構いません。
8. 問題冊子および答案用紙はどのページも切り離してはいけません。
9. 問題冊子および答案用紙を持ち帰ってはいけません。

受験番号	
------	--

生 物

〔問1〕 次の(1)～(20)の問いに、選択肢から適切なものを選び、記号で答えよ。

(1) 過酸化水素水に肝臓片を入れたところ、水溶液中に多くの気泡が発生した。発生した気体はどれか、1つ選べ。

- A. 酸素
- B. 水蒸気
- C. 水素
- D. 窒素
- E. 二酸化炭素

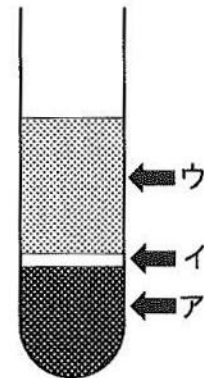
(2) マウスの血液を遠心管に入れて、一定の条件で遠心分離をしたところ、下図のように3層に分離した。

(ア) は赤黒く、沈殿の大半を占めていた。

(イ) は白色のふわふわした薄い層状の沈殿であった。

(ウ) は半透明の液体であった。

このうち、(イ)を採取して、固定と染色をして、顕微鏡下で丁寧に観察した。(イ)に含まれなかった細胞を1つ選べ。



- A. 好中球
- B. 赤血球
- C. 単球
- D. T細胞
- E. B細胞

(3) (2)の図において、(ア)に多く含まれる細胞の性質として正しいものを1つ選べ。

- A. 食作用をもつ。
- B. 酸素を運搬する。
- C. 抗体を合成、分泌する。
- D. ホルモンを合成し、血中に分泌する。
- E. ウイルス感染細胞を攻撃して破壊する。

(4) 肝臓のはたらきとして誤っているものを1つ選べ。

- A. 尿素を合成する。
- B. グリコーゲンを貯蔵する。
- C. 血糖値を下げるホルモンを分泌する。
- D. アルコールなど有害物質を分解する。
- E. 血しょう中に含まれるタンパク質を合成する。

(5) ヒトツブコムギは $2n = 14$ である。あるコムギMは、ヒトツブコムギ由来の四倍体から種分化したことが知られている。このコムギMの染色体数 ($2n$) を選べ。

- A. 14 B. 21 C. 28 D. 35 E. 42 F. 56

(6) 細胞内共生説を支持する証拠を2つ選べ。

- A. ミトコンドリアには細胞壁がある。
- B. 葉緑体は内部に独自のゴルジ体をもつ。
- C. ミトコンドリアは内部に独自のDNAをもつ。
- D. 葉緑体はシアノバクテリアとDNAの塩基配列が類似している。
- E. 葉緑体は細胞から取り出されても独立に増殖することができる。

(7) 示準化石として利用される生物の特徴として最適なものを1つ選べ。

- A. 個体数が少ない。
- B. 地理的な分布が限られている。
- C. 特定の時代にのみ生存している。
- D. 長期間にわたって形態が変化しない。
- E. 似た特徴をもつ生物が現在でも存在している。

(8) ジャガイモとサツマイモのイモ（食用部分）は共通した機能をもつが、ジャガイモでは地下茎、サツマイモでは根と、その由来は異なっている。両者の関係を示す最適な語を1つ選べ。

- A. 痕跡器官
- B. 相似器官
- C. 相同器官
- D. 適応器官
- E. 類似器官

(9) 緑藻類の特徴を1つ選べ。

- A. 多細胞でクロロフィルaとフィコビルリンをもつ。
- B. 原核生物でクロロフィルaとフィコビルリンをもつ。
- C. 真核生物，多細胞で，クロロフィルaとcをもつ。
- D. 真核生物，単細胞で細胞の外側にケイ酸質の殻をもち，クロロフィルaとcをもつ。
- E. 真核生物で単細胞，細胞群体，多細胞など多様な形態をもち，クロロフィルaとbをもつ。

(10) ヒトの体液の循環について正しいのはどれか，1つ選べ。

- A. 血管は開放血管系である。
- B. 洞房結節は左心室にある。
- C. 動脈には逆流を防ぐ弁がある。
- D. 心臓の内部には6つの弁がある。
- E. リンパ液は大腿静脈で血液に合流する。
- F. 洞房結節は心臓のペースメーカーである。
- G. リンパ管には弁がなく，両方向にリンパ液が流れる。

(11) バクテリオファージを用いた研究で得られた成果はどれか，1つ選べ。

- A. メンデルによる「遺伝の法則」の発見
- B. モーガンらによる「染色体地図」の作成
- C. グリフィスによる「形質転換の現象」の発見
- D. ハーシーとチェイスによる「遺伝子の本体がDNAである」ことの確定
- E. エイブリーらによる「形質転換をおこす物質がDNAである」ことの発見

(12) 河川の自然浄化について，汚水が流入する地点から下流になるにつれて起こる事象を順に並べたとき，正しいものを1つ選べ。

- A. アンモニウムイオンの増加 → 酸素の増加 → 藻類の増加
- B. アンモニウムイオンの増加 → 藻類の増加 → 酸素の増加
- C. 酸素の増加 → アンモニウムイオンの増加 → 藻類の増加
- D. 酸素の増加 → 藻類の増加 → アンモニウムイオンの増加
- E. 藻類の増加 → アンモニウムイオンの増加 → 酸素の増加
- F. 藻類の増加 → 酸素の増加 → アンモニウムイオンの増加

(13) 以下のできごとから、この生態系のキーストーン種が何であるかを推定し、最も適切なものを1つ選べ。

アラスカからアリューシャン列島の海域には、ジャイアントケルプというコンブの一種が、生物多様性の高い海中の林をつくっていた。ここには多くのラッコが生息していたが、人間による乱獲などにより、19世紀末には激減した。ラッコが減少すると、ラッコが捕食していたウニが大繁殖し、ジャイアントケルプを食べ尽くしてしまった。その結果、ジャイアントケルプ林に生息していた魚や、その捕食者であるアザラシまでいなくなった。

- A. アザラシ
- B. ウニ
- C. ジャイアントケルプ
- D. ジャイアントケルプ林に生息する魚
- E. ヒト
- F. ラッコ

(14) 本州中部地方の森林限界について、正しいものを1つ選べ。

- A. 森林限界は標高 1500 m 付近に存在する。
- B. 森林限界より高いところを亜高山帯という。
- C. 森林限界を規定する主な原因は低温と強風である。
- D. 森林限界より高いところには木本植物が存在しない。
- E. 森林限界より高いところにはニホンライチョウが生息しない。

(15) ヒトの中枢神経系について、誤っているものを1つ選べ。

- A. 脊髄の灰白質には、細胞体が集まっている。
- B. 脊髄の背根には、感覚神経の軸索の束がある。
- C. 大脳の辺縁皮質は、感情や欲求などに関係している。
- D. 大脳の新皮質は、学習や経験による行動に関係している。
- E. 大脳髄質の灰白質には、大脳皮質に出入りする軸索が集まっている。

(16) ユスリカやショウジョウバエのだ腺染色体について述べた次の文のうち、正しいものを1つ選べ。

- A. だ腺染色体は、成虫のみで見られる。
- B. パフは、染色体の複製が盛んな部分で見られる。
- C. パフは、発生過程のあいだに染色体を一定方向へ移動する。
- D. RNA を染める染色液でだ腺染色体を染色すると、パフの周囲がよく染まる。
- E. だ腺染色体の大きさは、ほかの細胞の分裂中期の染色体の 100 分の 1 ほどである。

(17) 被子植物の以下の細胞について、複相 (2n) であるものをすべて選べ。

- A. 花粉管細胞 B. 花粉四分子 C. 花粉母細胞 D. 助細胞 E. 受精卵
F. 胚のう細胞 G. 胚のう母細胞 H. 反足細胞 I. 雄原細胞

(18) ヒトの眼では物体との距離に応じて毛様体とチン小帯のはたらきで水晶体の厚さを変えて焦点の位置を調節して、網膜上にピントが合うように調節している。近くを見るときの状態を正しく表している組み合わせを1つ選べ。

- ① 毛様体は収縮する。
② 毛様体は弛緩する。
③ チン小帯はゆるむ。
④ チン小帯は緊張する。
⑤ 水晶体は厚くなる。
⑥ 水晶体は薄くなる。

- A. ①-③-⑤ B. ①-③-⑥ C. ①-④-⑤ D. ①-④-⑥
E. ②-③-⑤ F. ②-③-⑥ G. ②-④-⑤ H. ②-④-⑥

(19) オオシモフリエダシャクと呼ばれるガがいる。これには白がめだつ明色型と、突然変異によって生じた黒っぽい暗色型がある。元々は明色型がほとんどであったが、19世紀後半のイギリスでは、工業地帯を中心に暗色型が増加し、工業暗化と呼ばれた。この現象について説明した文で最も適当なものを1つ選べ。

- A. 遺伝的浮動により暗色型が増えた。
B. 他の地域から工業地帯に暗色型のガが集まってきた。
C. 工業地帯では暗色型には有利な自然選択がはたらいた。
D. 工業地帯では突然変異が高頻度で起こり、暗色型が増えた。
E. 工業地帯では、暗色型同士の交配が選択的に起こり、暗色型が増えた。

(20) 骨格筋の筋収縮の過程について、以下の①～⑤が正しい順に並んでいるものを1つ選べ。

- ① ミオシン頭部に ATP が結合する。
② ミオシン頭部がアクチンから離れる。
③ ミオシン頭部がアクチンフィラメントに結合する。
④ ミオシンフィラメントがアクチンフィラメントをたぐり寄せる。
⑤ ミオシン頭部の立体構造が変化し、アクチンフィラメントに対し垂直になる。

- A. ①-②-③-⑤-④ B. ①-②-⑤-③-④
C. ②-①-③-⑤-④ D. ②-①-⑤-③-④
E. ⑤-②-①-③-④ F. ⑤-③-①-②-④

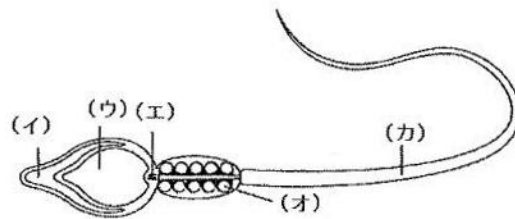
〔問2〕以下のⅠとⅡの文章を読み、(1)～(10)の問いに答えよ。

- I. ヒトに代表されるほ乳類では、受精は体内で起こる。(a)卵巣から(b)排卵された卵は、輸卵管に入り、子宮へ向かって移動するが、その途中で雄に由来する(c)精子と出合い、受精する。受精卵は輸卵管の中を子宮へ向かって移動しながら、(d)卵割を行い、子宮に到着する頃には胚盤胞と呼ばれる段階に達して、子宮内膜に着床する。胚盤胞は、(ア)と栄養外胚葉に区分することができる。
- 胚盤胞から(ア)を取り出し、特殊な方法で培養すると(e)ES細胞を作ることができる。

注) 以下の問題文では、卵母細胞という語を使っている。卵母細胞とは、一次卵母細胞と二次卵母細胞のどちらかを指す語として用いている。

- (1) 下線部(a)に関して、卵巣内の卵母細胞は一次卵母細胞で、減数分裂のある段階で停止していることが知られている。これら卵巣内の卵母細胞の減数分裂はどの段階にあるか答えよ。
- (2) 下線部(b)に関して、卵巣から排卵された卵は、減数分裂途中の細胞なので、厳密には卵母細胞である。受精直前の卵母細胞は減数分裂のどの段階にあるか答えよ。
- (3) 下線部(c)に関して、下図は精子の構造を模式的に示している。図中の(イ)～(カ)のうち、先体はどれか、記号で答えよ。

- (4) (3)の先体は細胞内のある構造に由来することが知られている。その構造の名称を下のA～Eより記号で答えよ。



- A. 核 B. ゴルジ体 C. 中心体 D. ミトコンドリア E. リボソーム
- (5) 下線部(d)に関して、卵割に関して述べた以下の文章が正しい場合には○、間違っている場合には×として答えよ。
- A. ウニでは受精後、最初の3回の卵割はすべて等割である。
B. 昆虫などの心黄卵では、受精直後には核のみの分裂がおこる。
C. 多くの動物の卵割では、卵割が進むにつれて、個々の割球は大きくなる。
D. 多くの動物ではDNA複製なしに卵割を行うため、卵割の細胞周期は短い。

(6) 文中の空欄（ア）に当てはまる語を答えよ。

(7) 下線部(e)に関して、ES細胞とはどのような細胞か、45字以内で説明せよ。

II. (e)受精直後の卵には減数分裂を終えた卵核に加えて、精子に由来する精核が存在する。これらはゲノムの量が体細胞の半分なので、それぞれ雌性前核、雄性前核と呼ばれている。受精後に卵内に存在する雌性前核と雄性前核が融合して、二倍体のゲノムが回復する。

マウスの受精卵を使って、以下の実験を行った。

受精卵内に存在する雌性前核を微小なガラスピペットで取り出し、他の受精卵より、雄性前核を移植する「前核移植」を行った。この実験により、卵内に雄性前核が2個存在する胚（父性胚）を作った。また、同じ手法を使って、卵内に雌性前核が2個存在する胚（母性胚）を作った。さらに、受精卵から雄性前核を取り出し、他の受精卵から同じ雄性前核を移植する対照実験を行った。これにより、この実験操作が卵の発生にどの様に影響するかを調べることができると考えた。前核移植を行った胚は雌の子宮へ移植して、正常な個体に発生するかを調べた。実験結果は以下の通りである。

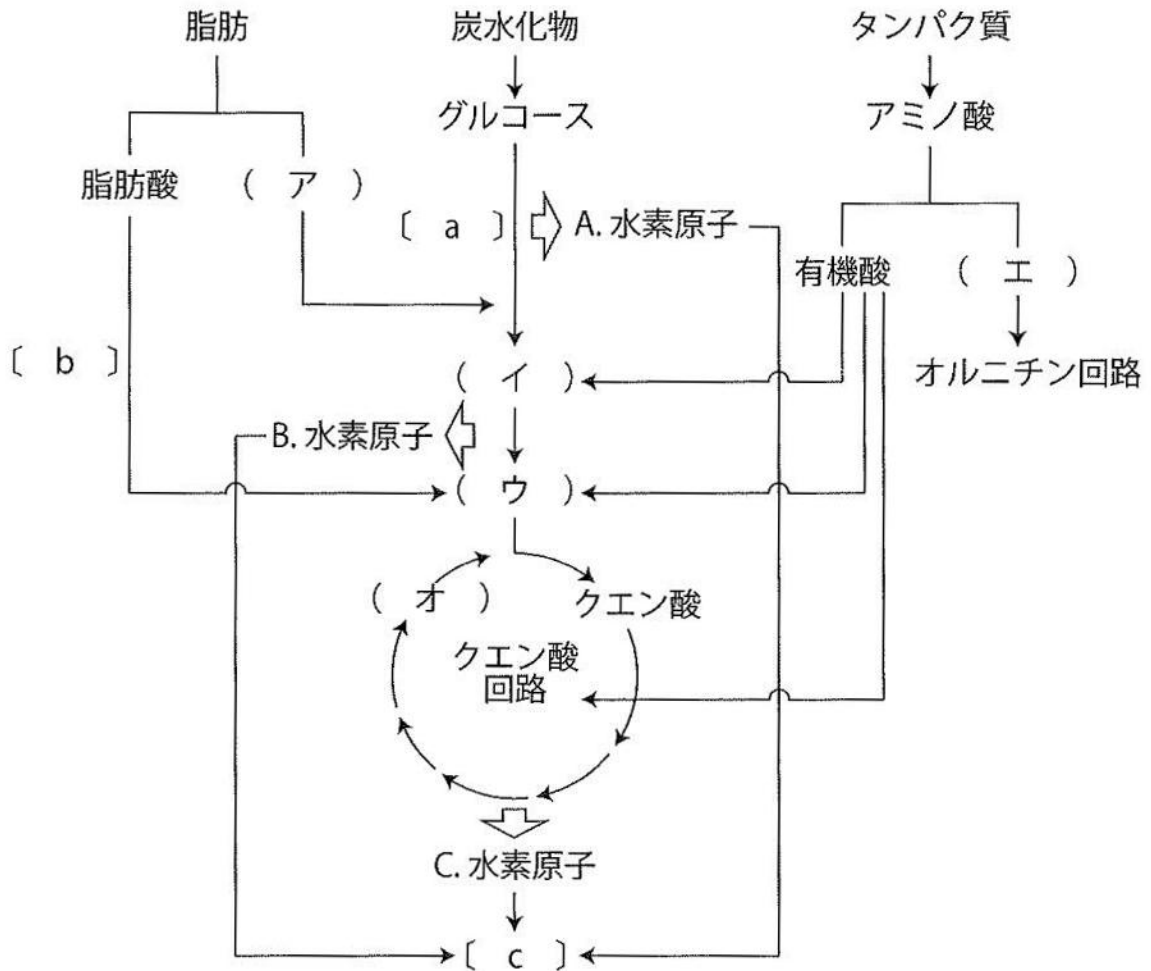
実験名	作製した胚の数	正常発生
対照実験	348	18
父性胚	328	0
母性胚	339	0

(8) 下線部(f)に関して、1つの卵に2つ以上の精子が侵入しないように防ぐしくみがあり、多精拒否と呼ばれている。ウニ卵においては、多精拒否のしくみは2つ知られており、1つは受精膜形成である。ではもう1つはどのようなしくみか、80字以内で答えよ。

(9) 実験結果では、対照実験で作製した雄性前核と雌性前核が存在する胚でも、正常な個体が生まれてくる確率が低い。この理由を問題文を参考に50字以内で答えよ。

(10) この実験結果より、卵に由来するゲノムと精子に由来するゲノムが、個体発生において等価ではないことが推定できる。表に示した実験結果を用いて、なぜ等価でないことが推定できるのか、解答欄に収まるように理由を説明せよ。

〔問3〕 以下に示した図は、炭水化物、脂肪、タンパク質が分解される反応経路を示している。この図を元に(1)～(7)の問いに答えよ。ただし、図中の空欄（ア）～（オ）には分子の名称が、空欄〔a〕～〔c〕には反応系の名称が入るものとする。

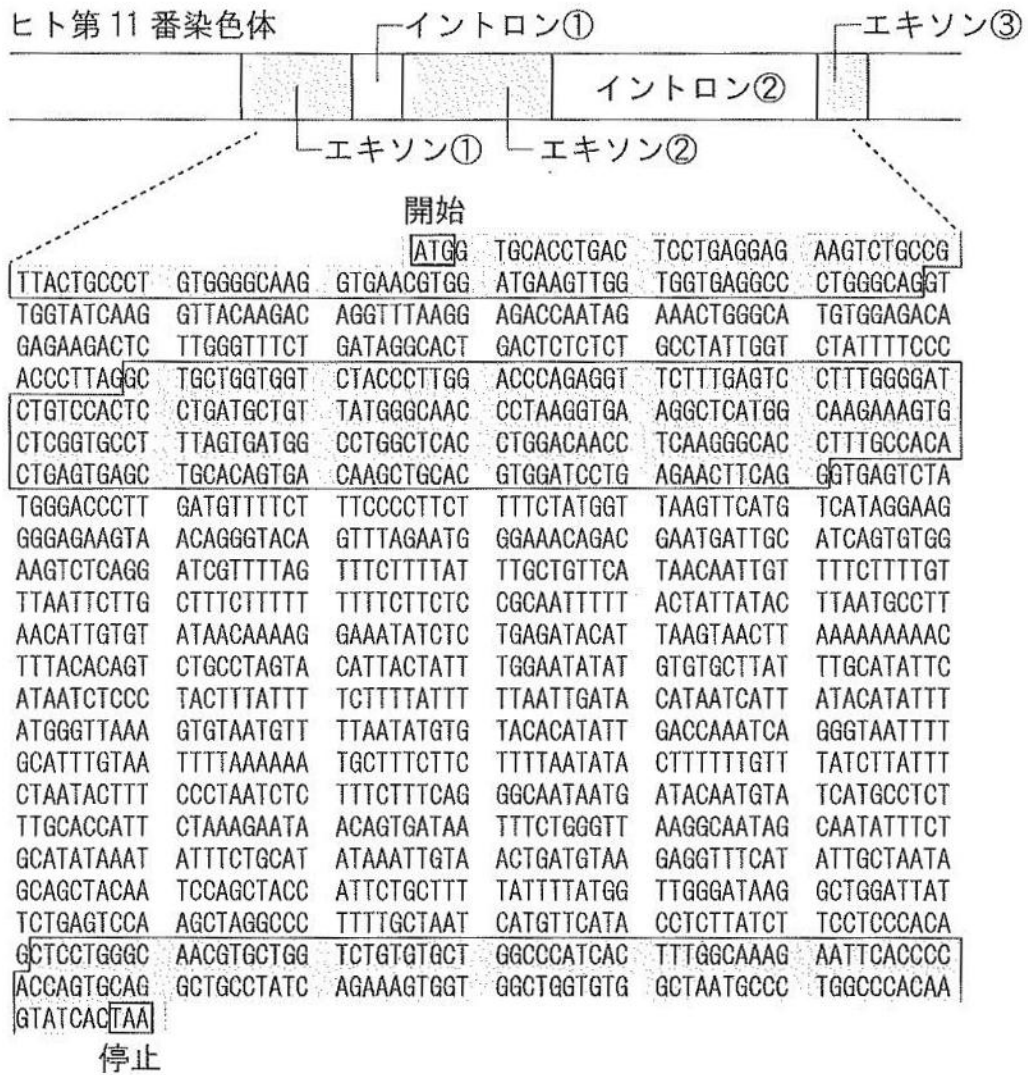


- (1) 空欄（ア）～（エ）にあてはまる適当な分子名を答えよ。
- (2) （オ）は（ウ）と結合することで、クエン酸になる。（オ）の分子名を答えよ。
- (3) 〔a〕～〔c〕で細胞内のミトコンドリアで進行する反応系をすべて選び、記号で答えよ。
- (4) オルニチン回路はヒトの体内のどの臓器で進行する反応か、臓器名を答えよ。
- (5) ヒトでは（エ）はオルニチン回路で最終的にどのような分子に転換されて排出されるか、分子名を答えよ。

- (6) 哺乳類では、(エ)は(5)の分子に転換されて排出されるが、(エ)の排出方法は動物によって異なる。多くの魚類と、鳥類で(エ)は主にどのような分子として排出されるか、それぞれ答えよ。
- (7) 図中の A, B, C は、それぞれの反応系で脱水素酵素によって水素原子が生じることを示している。酸素が存在しない条件では、B と C の水素原子は生じないが、A の水素原子は生じる。ヒトの筋肉では酸素が存在しない条件で生じた A の水素原子はどうか、30 字以内で説明せよ。説明に問題文中の分子が出てくる場合は、(ア)などの記号を使うこと。その場合は、「(ア)」を1文字として扱うこと。

〔問4〕 次の文章を読み、(1)～(7)の問いに答えよ。

ヒトのヘモグロビンは、 α 鎖と β 鎖の2種類のポリペプチドからなり、合計(ア)本のポリペプチドからなる。このような、いくつかのポリペプチド鎖が立体的に組み合わさったタンパク質の構造を(イ)という。 β 鎖を構成するポリペプチドの β -グロビンの遺伝子は11番染色体に存在する。この遺伝子は、次の図のように3個のエキソンと2個のイントロンからできている。また、この遺伝子の塩基配列の一部をその下に示し、mRNAの遺伝暗号表を次ページに記す。



UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン
UUC		UCC		UAC		UGC	
UUA	ロイシン	UCA		UAA	(終止)	UGA	(終止)
UUG		UCG		UAG		UGG	トリプトファン
CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン
CUC		CCC		CAC		CGC	
CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA	
CUG		CCG		CAG		CGG	
AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン
AUC		ACC		AAC		AGC	
AUA		ACA		AAA	リシン	AGA	アルギニン
AUG	メチオニン(開始)	ACG		AAG		AGG	
GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン
GUC		GCC		GAC		GGC	
GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA	
GUG		GCG		GAG		GGG	

- (1) 上記の空欄 (ア), (イ) に適切な数字または語を記せ。
- (2) 下線部について、ヒトの常染色体は何番染色体までであるか。
- (3) イントロンまたはエキソンの説明について正しいのはどれか。1つ選び記号で記せ。
- A. イントロンの配列は転写されず、エキソンのみが転写される。
 B. エキソンの配列は転写されず、イントロンのみが転写される。
 C. イントロンの配列は転写されるが、mRNAになる過程で除去される。
 D. エキソンの配列は転写されるが、mRNAになる過程で除去される。
 E. イントロンの配列は転写され、翻訳されるが、成熟ポリペプチドになる過程で除去される。
 F. エキソンの配列は転写され、翻訳されるが、成熟ポリペプチドになる過程で除去される。
- (4) この遺伝子から翻訳されたポリペプチドは、いくつのアミノ酸からできているか。ただし、翻訳後の切断などを考えないものとする。

- (5) 図に示された塩基配列の 19 番目の塩基が T に置換された場合、できるポリペプチドはどうか。理由とともに解答欄に収まるように述べよ。
- (6) 図に示された塩基配列の 19 番目の塩基が A に置換された場合、できるポリペプチドはどうか。理由とともに解答欄に収まるように述べよ。
- (7) 遺伝暗号表からわかるように、コドンの 3 文字目の塩基に突然変異が生じて別の塩基に置換されても、指定するアミノ酸は変化しないことが多い。
- ① このようなアミノ酸の変化を伴わない塩基の置換を何というか。
 - ② このような塩基の突然変異は、生物の集団内で世代の経過とともに増えたり減ったりすることがある。これはなぜか。90 字以内で述べよ。

〔問5〕 次の文を読み、(1)～(6)の問いに答えよ。

A B O式血液型を決めている抗原は図1に示すようにフコース転移酵素とグリコシル基転移酵素によって作られる。フコース転移酵素は赤血球表面の糖鎖に糖の一種フコースを結合させてH抗原をつくる。グリコシル基転移酵素には、A型、B型、O型の遺伝的多型が存在し、A型とB型のグリコシル基転移酵素はH抗原にそれぞれ異なる単糖を結合させてA抗原とB抗原を作るが、O型の酵素は糖を結合させない。

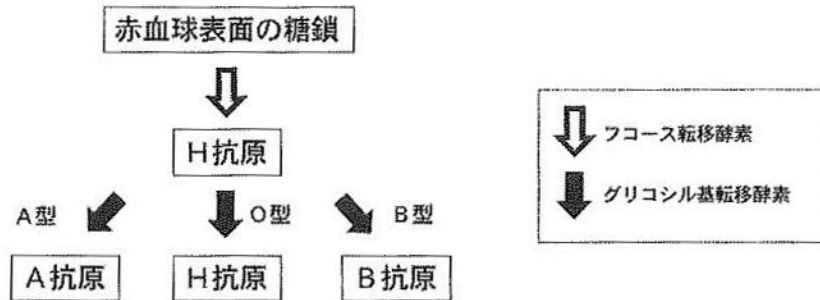


図1

A B O式血液型の異なる血液を混合すると、組み合わせによっては赤血球どうしが接着して(a)凝集する。したがって、輸血のためには血液型を検査する必要がある。

(b) A B O式血液型の検査には、オモテ試験とウラ試験とがあり、2つの検査を必ず行ってその結果が一致することが判定の条件となる。

オモテ試験では、調べたい血液から赤血球のみを取り出し、凝集素（抗A抗体または抗B抗体）を含む反応液に加えて、凝集が起これば陽性（+）、起こらなければ陰性（-）とする。オモテ試験の判定試験を行った結果を表1に示す。表1にはさらに、凝集素として抗Hレクチンを用いた追加の試験結果も記した。抗HレクチンとはH抗原に反応して赤血球を凝集させる植物由来の凝集素である。

ウラ試験では、調べたい血液の血しょうに血液型判定用の赤血球（A型またはB型）を加えて、凝集を観察して陽性（+）か陰性（-）かを調べる。その結果を表2に示す。ここではさらに、O型の赤血球を用いた追加試験の結果も記した。

表1.

凝集素 赤血球	オモテ試験		追加試験
	抗A抗体	抗B抗体	抗Hレクチン
A型	(イ)	(ロ)	+
B型	(ハ)	(ニ)	+
O型	-	-	+
A B型	(ホ)	(ヘ)	+
サンプル1	-	-	-
サンプル2-1	±	-	n. t.
サンプル2-2	+	-	n. t.

±：弱い陽性 n. t.：試験を行っていない

表2.

赤血球 血しょう	ウラ試験		追加試験
	A型	B型	O型
A型	(ト)	(チ)	(リ)
B型	(ヌ)	(ル)	(ワ)
O型	+	+	-
A B型	(ワ)	(カ)	(ヨ)
サンプル1	+	+	+
サンプル2-1	-	-	-
サンプル2-2	-	+	-

表1および表2内の(c)サンプル1の血液型は、オモテ試験とウラ試験からはO型と判定されるが、表1の抗Hレクチンと表2のO型赤血球との検査ではO型とは異なる結果となった。これはフコース転移酵素の遺伝子 *H* の変異によるものである。(d)変異型の *h* 遺伝子をホモにもつヒトの赤血球にはH抗原が存在しない。またこの遺伝子はグリコシル基転移酵素の遺伝子 (*A*, *B*, *O*) とは別の染色体上に位置している。

サンプル2-1とサンプル2-2はいずれも同一人物の血液から得たものであるが、2-1は出生直後で、2-2は3歳になってから採血したものである。このサンプルのオモテ試験の結果と同じように、一般的にも出生直後は凝集素(抗A抗体・抗B抗体)への陽性率が低く、生後しだいに増加していくことが報告されている。

(1) 下線部(a)の凝集と、止血の際の血液凝固とは異なった反応である。次の①～③に当てはまるものを、下の血液成分よりすべて選べ。

- ① 凝集のみに関与するもの
- ② 血液凝固にのみ関与するもの
- ③ 凝集と血液凝固のいずれにも関与するもの

【アルブミン、血小板、抗A抗体、抗B抗体、好中球、赤血球、フィブリノーゲン】

(2) 表1および表2の(イ)～(ヨ)の空欄にあてはまる結果を+または-で書け。

(3) 下線部(c)のサンプル1の提供者の遺伝子型は *hhOO* であった。この遺伝子型以外に、オモテ試験とウラ試験の結果が通常のO型と同じになる遺伝子型をすべて書け。

(4) 下線部(d)の変異により *h* 遺伝子から発現するフコース転移酵素が野生型酵素と異なる点は何か、簡潔に述べよ

(5) ウラ試験の結果からわかるように、A型の人には体内にA抗原をもつにもかかわらず抗A抗体をもたず、B型の人にも体内にB抗原をもつにもかかわらず抗B抗体をもたない。このような現象は免疫寛容とよばれるしくみに関与していると考えられる。A型の人がある抗A抗体をもたないという現象は、免疫寛容によってどのように説明できるか、80字以内で答えよ。

(6) サンプル2-1とサンプル2-2のオモテ試験とウラ試験の結果から、それぞれの血液型を判定するとどうなるか。下線部(b)に留意して以下からそれぞれ選べ。

【A型 B型 O型 AB型 判定できない】