

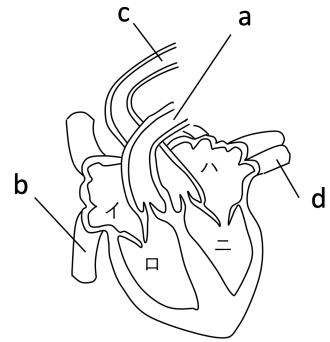
【I】血液循環に関する以下の問1～問5に答えなさい。

図はヒトの心臓の断面を模式的に表し、正面から見たものである。なお、a～d は血管を、イ～ニは心臓の部位を指している。

問1 図中の a と c に相当する血管の名称を選択肢からそれぞれ選び、, にマークしなさい。

a: , c:

- ① 大静脈 ② 肺動脈 ③ 肺静脈
④ 大動脈 ⑤ 門脈



問2 「肺循環」の流れとしてもっとも適切なものを下記の選択肢から選び、 にマークしなさい。

- ① a → b ② a → d ③ a → c
④ c → a ⑤ c → b ⑥ c → d

問3 心筋がもっとも発達している部位を図のイ～ニから選び、その名称の組み合わせとして正しいものを以下の選択肢から選び、 にマークしなさい。

- ① イ・右心室 ② イ・左心室 ③ ロ・右心室 ④ ロ・左心室
⑤ ハ・右心室 ⑥ ハ・左心室 ⑦ ニ・右心室 ⑧ ニ・左心室

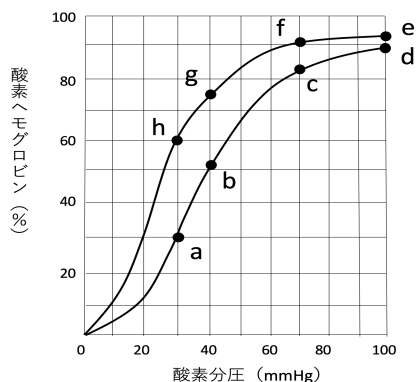
問4 「動脈血」が流れている血管または部位の組合せとして適切なものを選択肢から選び、 にマークしなさい。

- ① a, b, ニ ② a, ロ, ニ ③ b, ロ, ハ
④ b, c, ハ ⑤ ロ, ハ, ニ ⑥ c, ロ, ニ
⑦ c, ハ, ニ ⑧ d, ロ, ハ

問5 赤血球中のヘモグロビンは、酸素と結合して酸素ヘモグロビンとなり、全身の組織に酸素を運ぶ。全身の細胞で発生した二酸化炭素は、赤血球の内部に入り、酵素の働きによって炭酸水素イオンに変わり、これが血しょうに溶けてやがて肺に運ばれ、体外に放出される。

ヘモグロビンと酸素の結合は可逆的に行われ、生体では主に酸素分圧（肺胞では 100 mmHg、筋肉では 30 mmHg）や二酸化炭素分圧（肺胞では 40 mmHg、筋肉では 70 mmHg）に依存した結合である。

右図の2つの曲線は、二酸化炭素分圧が 40 mmHg と 70 mmHg における酸素分圧と酸素ヘモグロビンの関係（酸素解離曲線）を示している。次の（1）、（2）に答えなさい。



（1）曲線上の点 a～h から肺静脈中の血液の状態を示す点を選択肢から選び、 にマークしなさい。

- | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ① | a | ② | b | ③ | c | ④ | d |
| ⑤ | e | ⑥ | f | ⑦ | g | ⑧ | h |

（2）肺静脈中の酸素ヘモグロビンのうち、何%が解離して酸素が筋肉に供給されるか。以下の解説文の空欄にもっとも適切なアルファベットおよび数字を選択肢からそれぞれ選び、, にマークしなさい。

静脈血での酸素ヘモグロビンの割合は、酸素分圧が 30 mmHg で二酸化炭素分圧が 70 mmHg の点 から読みとれる。設問（1）の解答と合わせて考えると、酸素ヘモグロビンのうち、約 %が解離して筋肉に酸素が供給される。

- | | | | | | | | | | |
|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|
| ① | a | ② | b | ③ | c | ④ | h | ⑤ | g |
| ⑥ | 40 | ⑦ | 50 | ⑧ | 60 | ⑨ | 70 | ⑩ | 80 |

【Ⅱ】核酸に関する以下の文章を読み、問1～問4に答えなさい。

核酸はヌクレオチドが多数連結した鎖状の分子である。核酸には、(ア) DNA と RNA があり、遺伝子の本体となっているのは DNA である。1949 年、(イ) シャルガフは DNA の構造に関わる法則を発見した。DNA に刻まれた遺伝情報に関する研究は近年急速に発展し、2003 年には (ウ) ヒトゲノムの解読がほぼ完了した。遺伝情報は、DNA が (エ) 細胞周期 のなかで倍加し、正確に分配されることで娘細胞に伝えられる。

問1 下線部(ア)について、DNA の記述として適切なものを選択肢から2つ選び、、にマークしなさい（選択肢番号の数字の小さい方を とする）。

- ① 糖の部分がデオキシリボースである。
- ② 糖の部分がリボースである。
- ③ 新しい鎖は 3'末端から 5'末端の方向に合成される。
- ④ 2本のヌクレオチド鎖の塩基-塩基間の結合は共有結合である。
- ⑤ 二重らせん構造をもつ。
- ⑥ スプライシングを受け、翻訳に関わる。

問2 下線部(イ)について、いろいろな生物の DNA においてアデニン、グアニン、シトシン、チミンの塩基組成(%)をそれぞれ A, G, C, T で表したとき、一定の値を示さないのは次のうちどれか。当てはまるものを2つ選び、、にマークしなさい（選択肢番号の数字の小さい方を とする）。ただし、G/T は G 含有量を T 含有量で割った商を表すものとする。

- ① G/T ② A/T ③ G/C ④ $(G+A)/(C+T)$
- ⑤ $(T+A)/(C+G)$ ⑥ $(G+A)/(C+A)$

問3 下線部（ウ）に関して、平均して何塩基対あたりに1個の遺伝子が存在するかを算出した。空欄に当てはまるもっとも近い数値を選択肢からそれぞれ選び、

13

、

14

にマークしなさい。

下線部（ウ）の大きさは

13

塩基対であると考えられており、ヒトの遺伝子は

14

個存在すると推定されている。以上から約15万塩基対あたりに1個の遺伝子が存在すると算出される。

- | | | | | |
|------|-------|--------|--------|---------|
| ① 2千 | ② 2万 | ③ 20万 | ④ 200万 | ⑤ 2000万 |
| ⑥ 3億 | ⑦ 30億 | ⑧ 300億 | ⑨ 3兆 | ⑩ 30兆 |

問4 下線部（エ）のG₁期に関する記述（1）～（5）の正誤を判断し、正しいものには①、誤っているものには②として

15

～

19

にマークしなさい。

- | | | |
|--------------------------------------|---|----|
| （1）細胞質分裂がおこる。 | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>15</td></tr></table> | 15 |
| 15 | | |
| （2）核あたりのDNA量はG ₂ 期の半分である。 | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>16</td></tr></table> | 16 |
| 16 | | |
| （3）光学顕微鏡で棒状の染色体が観察できる。 | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>17</td></tr></table> | 17 |
| 17 | | |
| （4）S期が終わってからM期が始まるまでの時期である。 | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>18</td></tr></table> | 18 |
| 18 | | |
| （5）DNA合成の準備期である。 | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>19</td></tr></table> | 19 |
| 19 | | |

【Ⅲ】発生に関する以下の問いに答えなさい。

イモリの目の形成に関する次の文の ～ にもっとも適切な語を以下の選択肢から選び、マークしなさい。

神経管はその前方が脳に、後方は脊髄に分化する。脳の左右の一部が膨らんで が形成され、その先端がくぼんで ができる。 は近傍の表皮に働きかけて の形成を誘導し、さらに はそれを覆う表皮を に誘導する。また、 はその後、視細胞がならぶ へと分化する。

- | | | | |
|-------|------|------|------------|
| ① 視神経 | ② 眼胞 | ③ 虹彩 | ④ 眼杯 |
| ⑤ 網膜 | ⑥ 強膜 | ⑦ 角膜 | ⑧ 水晶体（レンズ） |

【IV】次の文章を読み、問1、問2に答えなさい。

問1 タンパク質は20種類のアミノ酸が（A）でつながった高分子であり、ヒトでは10万種類あるといわれている。多数のアミノ酸が連結した分子はポリペプチドとよばれ、このアミノ酸配列のことをタンパク質の（ア）構造という。ポリペプチドが正しく折りたたまれると、タンパク質として適切に働くことができる。その折りたたみパターンとしてはおもにポリペプチドがらせん状の構造をした（イ）構造とポリペプチド鎖が平行に並んだ（ウ）構造がある。これら（イ）構造と（ウ）構造はタンパク質の（エ）構造といわれ、ポリペプチドを構成するアミノ酸間の（B）により安定化されている。タンパク質はこの（エ）構造の組み合わせで、分子全体として固有の立体構造を形成するものが多く、この1本のポリペプチドが形成する立体構造を（オ）構造という。

（1）（A）と（B）に入るもっとも適切な語句を以下の選択肢から選び、それぞれにマークしなさい。

A : , B :

- | | | |
|-----------|----------|--------|
| ① アニーリング | ② ペプチド結合 | ③ 対合 |
| ④ 水素結合 | ⑤ イオン結合 | ⑥ 密着結合 |
| ⑦ スプライシング | ⑧ 交差 | |

（2）文章中の（ア）～（オ）に入る適切な語句を以下の選択肢から選び、それぞれにマークしなさい。

ア : , イ : , ウ : , エ : , オ :

- | | | | |
|------------|---------------|-----------|------------------|
| ① 一次 | ② 二次 | ③ 三次 | ④ 四次 |
| ⑤ ドメイン | ⑥ β シート | ⑦ サブユニット | ⑧ α ヘリックス |
| ⑨ フォールディング | ⑩ オペロン | ⑪ アロステリック | |

問2 図1はヒトのインスリンのアミノ酸配列を模式的に示している。(1)～(6)の設問に答えなさい。

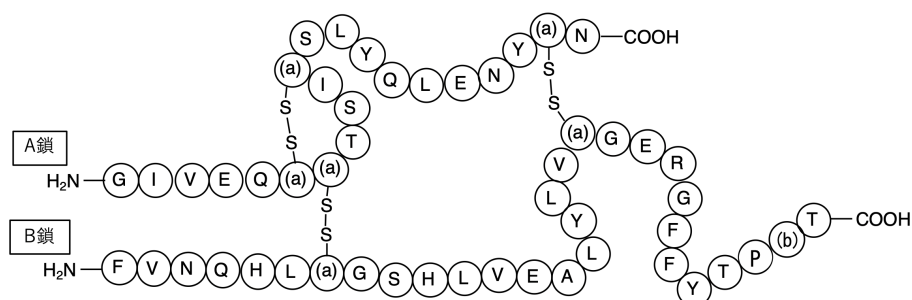


図1 ヒトのインスリンのアミノ酸配列の模式図

(1) 図1の(a)に入るアミノ酸はS-S結合(ジスルフィド結合)に関与する。(a)の名称を選択肢から選び、にマークしなさい。

- | | | |
|-----------|---------|---------|
| ① チロシン | ② セリン | ③ システイン |
| ④ トリプトファン | ⑤ グルタミン | ⑥ プロリン |
| ⑦ グルタミン酸 | ⑧ リシン | ⑨ アラニン |
| ⑩ アスパラギン酸 | | |

(2) 硫黄 S を含む(a)以外のアミノ酸を選択肢のなかから選び、3 3にマークしなさい。

- | | | | |
|---------|----------|----------|-----------|
| ① リシン | ② セリン | ③ グリシン | ④ トリプトファン |
| ⑤ グルタミン | ⑥ メチオニン | ⑦ グルタミン酸 | ⑧ チロシン |
| ⑨ プロリン | ⑩ アスパラギン | | |

(3) アルカリ性の側鎖をもつアミノ酸は、ヒスチジンとアルギニンと(b)の3種類である。
図1の(b)の名称を以下の選択肢から選び、3 4にマークしなさい。

- | | | | |
|---------|----------|----------|-----------|
| ① リシン | ② セリン | ③ プロリン | ④ トリプトファン |
| ⑤ グルタミン | ⑥ システイン | ⑦ グルタミン酸 | ⑧ チロシン |
| ⑨ メチオニン | ⑩ アスパラギン | | |

(4) インスリンを分泌する内分泌腺とインスリンの作用として正しい記述を以下の選択肢から選び、3 5にマークしなさい。

- ① すい臓のランゲルハンス島 A 細胞から分泌され、血糖濃度を上げる。
- ② すい臓のランゲルハンス島 B 細胞から分泌され、血糖濃度を上げる。
- ③ 副腎髄質から分泌され、血糖濃度を上げる。
- ④ 副腎皮質から分泌され、血糖濃度を上げる。
- ⑤ 甲状腺から分泌され、血糖濃度を上げる。
- ⑥ すい臓のランゲルハンス島 A 細胞から分泌され、血糖濃度を下げる。
- ⑦ すい臓のランゲルハンス島 B 細胞から分泌され、血糖濃度を下げる。
- ⑧ 副腎髄質から分泌され、血糖濃度を下げる。
- ⑨ 副腎皮質から分泌され、血糖濃度を下げる。
- ⑩ 甲状腺から分泌され、血糖濃度を下げる。

(5) インスリンに関する以下の記述のうち、正しいものを選択肢から選び、36にマークしなさい。

- ① インスリンは脂溶性であるため、細胞膜を透過できる。
- ② インスリンの受容体は核内に存在する。
- ③ インスリンはグルコースの消費（分解）を抑制する。
- ④ 糖尿病の原因には、標的細胞でのインスリン作用の低下もある。
- ⑤ インスリンはフィードバック調節を受けない。
- ⑥ インスリンはグリコーゲンの合成を抑制する。

(6) 運動や飢餓状態などによって血糖濃度が低下すると、複数のホルモンの分泌が促される。その中の一つであるアドレナリンはどこから分泌されるか。以下の選択肢からもっとも適切なものを選び、37にマークしなさい。

- | | |
|---------------------|---------------------|
| ① 脳下垂体前葉 | ② 脳下垂体後葉 |
| ③ 副腎皮質 | ④ 副腎髄質 |
| ⑤ すい臓のランゲルハンス島 A 細胞 | ⑥ すい臓のランゲルハンス島 B 細胞 |
| ⑦ 肝臓 | ⑧ 甲状腺 |

【V】DNA の性質と遺伝子組換えに関する以下の問 1，問 2 に答えなさい。

問 1 次の文章を読み，（１）と（２）に答えなさい。

DNA は，アデニン，グアニン，シトシン，チミンの 4 種類の（ア）をもつ。遺伝子組換え実験では，DNA 断片の長さやその量を調べるために電気泳動という方法が用いられる。水溶液中において DNA は（イ）に荷電しており，電圧をかけると DNA は（ウ）極へ向かう性質をもっている。この性質を利用し，アガロース（寒天）ゲル中で DNA を分離するのがアガロース電気泳動である。アガロースゲルは細かい網目状の構造をしており，長い DNA 断片ほどその網目を（エ），泳動距離が（オ）なる。

遺伝子組換えは，ある生物から得た DNA 断片を，別の生物の DNA 中に組み込む技術である。そのため，DNA 鎖を切断する（カ），DNA 断片を連結する（キ）が重要な役割をもつ。（カ）が認識する塩基配列は 4~8 塩基からなり，DNA の二本鎖の塩基配列が同一で，並び方が互いに反対の関係になる回文配列（パリンδροーム配列）という特徴をもつ。代表的な（カ）として，*EcoRI* や *BamHI* が挙げられる。

（１）文章中の（ア）～（オ）に入る適切な語句を以下の選択肢から選び，それぞれにマークしなさい。

ア： ， イ： ， ウ： ， エ： ， オ：

- | | | |
|----------|-----------|---------|
| ① リン酸基 | ② 糖 | ③ 塩基 |
| ④ +（プラス） | ⑤ -（マイナス） | ⑥ 通りにくく |
| ⑦ 通りやすく | ⑧ 長く | ⑨ 短く |

(2) 文章中の(カ)，(キ)に入る適切な語句を下の選択肢から選び，それぞれにマークしなさい。

カ： 4 3 ， キ： 4 4

- | | | |
|--------------|------------|--------------|
| ① 制限酵素 | ② 逆転写酵素 | ③ DNA ポリメラーゼ |
| ④ RNA ポリメラーゼ | ⑤ DNA リガーゼ | ⑥ プライマー |

問2 次の文章を読み，(1)～(5)に答えなさい。必要に応じて添付したコドン表を用いてよい。

全長 5,000 塩基対のプラスミド A には *Eco*RI で切断される配列が 1 箇所ある。全長 8,000 塩基対のプラスミド B には *Eco*RI で切断される配列が 2 箇所あり，遺伝子 X が含まれる。プラスミド B を *Eco*RI で切断すると遺伝子 X を含む 1,000 塩基対の断片が得られ，この DNA 断片をプラスミド A の *Eco*RI 切断箇所に組み込み，プラスミド C を得た。

(1) プラスミド C を *Eco*RI で切断し，アガロース電気泳動を行うことで得られる DNA の泳動パターンとしてもっとも適切なものを図 1 の ①～⑧から選び，4 5にマークしなさい。

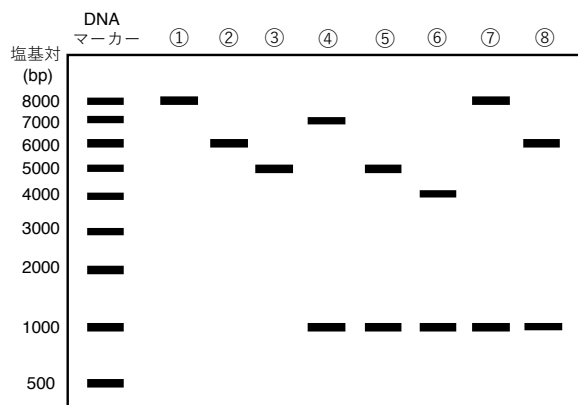


図 1

(2) 図2は遺伝子 X の塩基配列の一部である。遺伝子 X が図2の1番目のアデニンから翻訳を開始される場合、合成されるタンパク質の4番目のアミノ酸として適切なものを以下の選択肢から選び、4 6 にマークしなさい。

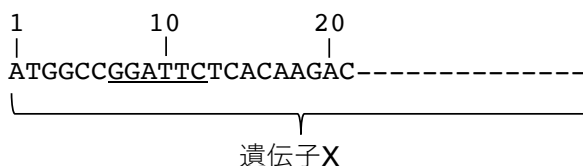
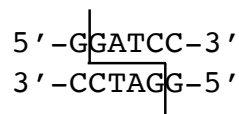


図2 遺伝子Xの塩基配列の一部

- | | | | |
|---------|------------|---------|-----------|
| ① グリシン | ② セリン | ③ システイン | ④ トリプトファン |
| ⑤ グルタミン | ⑥ フェニルアラニン | ⑦ ロイシン | ⑧ アラニン |

(3) プラスミド C を用いて、図2の下線部の塩基配列を *Bam*HI で切断できるように変異を導入し、プラスミド D を得た。この変異として適切なものを以下の選択肢から選び、4 7 にマークしなさい。*Bam*HI の認識配列は下図を参照すること。

- ① 10番目のチミンをアデニンに変異させる。
- ② 10番目のチミンをグアニンに変異させる。
- ③ 10番目のチミンをシトシンに変異させる。
- ④ 11番目のチミンをアデニンに変異させる。
- ⑤ 11番目のチミンをグアニンに変異させる。
- ⑥ 11番目のチミンをシトシンに変異させる。
- ⑦ 12番目のシトシンをアデニンに変異させる。
- ⑧ 12番目のシトシンをチミンに変異させる。
- ⑨ 12番目のシトシンをグアニンに変異させる。



*Bam*HI の認識配列

(4) 設問(3)の変異導入によって、遺伝子 X の 4 番目のアミノ酸は何に変化するか、以下の選択肢から選び、4 8 にマークしなさい。

- ① アスパラギン ② セリン ③ アラニン ④ ヒスチジン
 ⑤ ロイシン ⑥ プロリン ⑦ アルギニン ⑧ グリシン

(5) プラスミド D には変異を導入した位置から 1,500 塩基対離れた位置にも *Bam*HI で切断される配列が一ヶ所ある。このプラスミド D を *Bam*HI で切断し、アガロース電気泳動を行うことで得られる DNA の泳動パターンとしてもっとも適切なものを図 3 の①～⑧から選び、4 9 にマークしなさい。

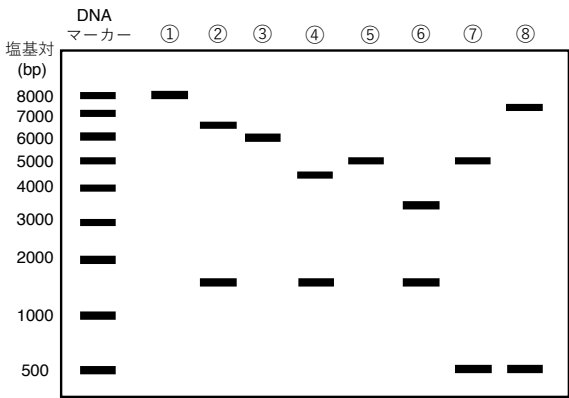


図 3

コドン表

コドン	アミノ酸	コドン	アミノ酸	コドン	アミノ酸	コドン	アミノ酸
UUU	フェニルアラニン (Phe)	UCU	セリン (Ser)	UAU	チロシン (Tyr)	UGU	システイン (Cys)
UUC		UCC		UAC		UGC	
UUA		UCA		UAA	終止コドン	UGA	終止コドン
UUG	ロイシン (Leu)	UCG		UAG		UGG	トリプトファン (Trp)
CUU		CCU	プロリン (Pro)	CAU	ヒスチジン (His)	CGU	アルギニン (Arg)
CUC		CCC		CAC		CGC	
CUA		CCA		CAA	グルタミン (Gln)	CGA	
CUG		CCG		CAG		CGG	
AUU	イソロイシン (Ile)	ACU	トレオニン (Thr)	AUU	アスパラギン (Asn)	AGU	セリン (Ser)
AUC		AAC		AAC		AGC	
AUA		AGA		AAA	リシン (Lys)	AGA	アルギニン (Arg)
AUG	メチオニン (Met)	ACG		AAG		AGG	
GUU	バリン (Val)	GCU	アラニン (Ala)	GAU	アスパラギン酸 (Asp)	GGU	グリシン (Gly)
GUC		GCC		GAC		GGC	
GUA		GCA		GAA	グルタミン酸 (Glu)	GGA	
GUG		GCG		GAG		GGG	