

I ~ **V** の解答は,

すべて解答用紙の所定の欄に記入しなさい。

I

次の文章を読み、問1～問6に答えなさい。

【配点 15】

生物を構成する細胞は、顕微鏡などによる観察によって詳細に調べられている。細胞は内外が細胞膜で仕切られており、(A)細胞膜はリン脂質の二重層によって形成されている。生物は細胞内の核の有無によって(B)真核生物と原核生物に分類されており、両者の細胞では細胞内の構造体に違いがみられる。真核生物の細胞には、核をはじめ小胞体や(C)葉緑体といった細胞小器官があり、細胞小器官の膜や細胞膜をまとめて **a** という。核は、二重の膜からなる核膜で囲まれており、核膜には多数の **b** という構造がある。核内で働くタンパク質などは **b** を通して移動する。核の内部には1個～数個の **c** があり、ここで rRNA などが合成される。また、細胞分裂時には酢酸オルセイン溶液でよく染まる構造体が観察され、これは **d** と呼ばれる。

(D) **a** には膜タンパク質が存在しており、さまざまな膜タンパク質の働きによって(E)膜を介した物質の輸送が行われる。また、リン脂質や膜タンパク質は膜内を水平方向に比較的自由に移動しており、このような **a** の構造様式を **e** モデルという。

問1 文中の **a** ～ **e** に入る最も適切な語句を答えなさい。

問2 下線部(A)について、リン脂質には親水性の部分と疎水性の部分がある。細胞膜を構成するリン脂質二重層ではこれらの部分はどのような配置になっているか簡潔に説明しなさい。

問3 下線部(B)について、真核生物の細胞と原核生物の細胞に共通して存在する構造体として最も適切なものを次の①～④のうちから1つ選び、記号で答えなさい。

- ① ゴルジ体 ② 液胞 ③ リボソーム ④ リソソーム

問4 下線部(C)について、葉緑体は独自の DNA をもつ。DNA は葉緑体内のどこに存在するか答えなさい。

問5 下線部(D)について、真核生物の細胞膜に存在する膜タンパク質を次の①～④のうちから1つ選び、記号で答えなさい。

- ① ヘモグロビン ② クロロフィル
- ③ アクアポリン ④ フィトクロム

問6 下線部(E)について、細胞膜に存在する輸送タンパク質のひとつにナトリウムポンプがある。ナトリウムポンプによる物質の輸送に関する記述を以下に示す。

ナトリウムポンプは、ATP のエネルギーを利用して、ナトリウムイオンを **f** に輸送し、カリウムイオンを **g** に **h** 輸送するタンパク質である。

(1) 上の文章中の **f** ～ **h** に入る語句を次の①～④のうちからそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

- ① 細胞内から細胞外 ② 細胞外から細胞内
- ③ 受動 ④ 能動

(2) ナトリウムポンプの働きは、酵素が行っている。その酵素の名称を答えなさい。

Ⅱ

次の文章を読み、問 1～問 4 に答えなさい。

【配点 19】

脊椎動物の筋肉は **a** と平滑筋に分けられ、**a** はさらに、骨格筋と **b** に分けられる。骨格筋は、**c** を介して骨に付着しており、光学顕微鏡で観察すると、等間隔に横じまがみられる。骨格筋は収縮速度が大きく、生じる力も大きいいため、関節などをすばやく動かすことができる。平滑筋は胃や腸などに存在する筋肉であり、横じまがなく、ゆっくりと収縮あるいは弛緩することで^(A)胃や腸のぜん動運動などに関わっている。

骨格筋は、**d** という細長い多核の細胞が多数集まって束(筋束)となり、それがさらに集まってできている。**d** の中には糸状の構造体が束状に集まった **e** がみられる。さらに、**e** は袋状の構造体である **f** でおおわれており、^(B)**f** にはカルシウムイオンが貯蔵されている。**e** の構造上の基本単位は **g** である。**g** の両端は **h** で仕切られており、その間に **i** フィラメントと **j** フィラメントが規則正しく配列している。筋収縮は、**j** 分子の頭部で^(C)ATP が分解される際に放出されるエネルギーを利用して、**j** 頭部の立体構造が変化することでおこる。

問 1 文中の **a** ~ **j** に入る最も適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(A)について、胃や腸のぜん動運動を促進する自律神経の名称と、その神経から分泌される神経伝達物質の名称をそれぞれ答えなさい。

問 3 下線部(B)について、次の(1)と(2)に答えなさい。

(1) 筋収縮の際に **f** から放出されたカルシウムイオンが結合するタンパク質の名称を答えなさい。

(2) (1)のタンパク質にカルシウムイオンが結合すると、**i** フィラメント上にある別のタンパク質の配置が変わるため **i** と **j** が結合できるようになる。**i** フィラメント上にある別のタンパク質の名称を答えなさい。

問 4 下線部(C)について、筋収縮の際には ATP が消費されるが、弛緩するときにも ATP が消費される。弛緩のときに ATP が消費される理由について「カルシウムイオン」という用語を用いて簡潔に説明しなさい。

Ⅲ

次の文章を読み、問 1 ～ 問 5 に答えなさい。

【配点 23】

真核生物の細胞に取り込まれたグルコースは、細胞内の **a** で進行する解糖系の反応でピルビン酸にまで分解された後、ミトコンドリアで進行する **b** の反応で二酸化炭素にまで分解される。**b** の過程では、ピルビン酸 1 分子当たり **c** 型補酵素である **d** と **e** が、それぞれ 4 分子と 1 分子生成される。生成された **d** や **e** は(A)電子伝達系で **f** され、電子と H^+ が放出される。電子は電子伝達系のタンパク質の間を次々に受け渡され、その際に放出されるエネルギーを利用して H^+ が輸送され、膜を介した H^+ の濃度勾配が形成される。(B)この濃度勾配にしたがって H^+ が ATP 合成酵素の中を通過することによって ATP が合成される。(C)電子伝達系を通過した電子は、最終的に酸素に渡されることによって水を生成する。

このように生物は有機物を分解し、この時に放出されるエネルギーを用いて ATP を合成する。エネルギー源として利用される有機物には、グルコースの他に脂肪やタンパク質もある。脂肪は、まず **g** と **h** に分解される。**g** は解糖系に入り、**h** はミトコンドリアで順次分解されて **i** となったのち **b** に入る。一方、タンパク質はまずアミノ酸に分解され、アミノ酸はさらに有機酸とアンモニアに分解される。有機酸はピルビン酸などを経て **b** に入り、アンモニアは、ヒトでは **j** で毒性の低い **k** に変えられる。

問 1 文中の **a** ～ **k** に入る最も適切な語句を答えなさい。ただし、空欄 **c** と **f** には酸化または還元のうちいずれかが入り、**j** には臓器名が入る。

問 2 1 mol^(注)のグルコースが、呼吸によって完全に分解されるときに放出されるエネルギーを 2870 kJ(キロジュール, エネルギーの単位)とする。また、呼吸によって 1 mol の ATP が合成されるときに必要なエネルギーを 41.8 kJ とすると、1 mol のグルコースから放出される全エネルギーのうち、ATP に変換されるエネルギーの割合は何%になるか。四捨五入して小数第 1 位まで求めなさい。ただし、電子伝達系では、グルコース 1 分子当たり 34 分子の ATP が合成されるものとする。
(注) 6.02×10^{23} 個の粒子の集団を 1 モルという。mol はその単位である。

問 3 下線部(A)について、ミトコンドリアの電子伝達系で生じたエネルギーを利用して ATP が合成される過程を何というか答えなさい。

問 4 下線部(B)について、膜を介した濃度勾配にしたがった H^+ の移動では、 H^+ はミトコンドリア内のどこからどこに移動するか簡潔に説明しなさい。

問 5 下線部(C)の過程について、グルコース 1 分子あたりで考えた場合、通過して酸素に渡された電子の数、電子を受け取った酸素の分子数、生成した水の分子数はそれぞれいくつになるか答えなさい。

IV

次の文章を読み、問 1 ～ 問 5 に答えなさい。

【配点 21】

私たちのからだは DNA の遺伝情報にもとづいてつくられ、生命が維持されている。DNA は(A)糖に **a** と塩基が結合したヌクレオチドからなり、(B)多数のヌクレオチドが鎖状に結合したものである。DNA は、真核生物では主に核内に存在しており、**b** というタンパク質に巻き付いて **c** を形成し、さらに、折りたたまれて凝縮した **d** を形成している。この高次の構造は一様ではなく、ほどけている部分と密になっている部分がある。**d** がほどけた部分では、転写の開始に関与する **e** という領域に基本転写因子が結合することで **f** が **e** に結合して転写がおこる。しかし、密に折りたたまれた部分では、**e** に基本転写因子が結合できないため転写がおこらない。一方、原核生物の場合、**f** が直接 **e** を認識して結合することで、転写を開始する。

遺伝情報は塩基の並び順(塩基配列)として保存されており、(C)遺伝子が発現する際、転写→翻訳の過程を経てタンパク質が合成される。そのため、DNA の塩基配列が分かればタンパク質のアミノ酸配列を推定することができる。これまでに DNA の塩基配列を調べる方法がいくつか開発されている。その 1 つがサンガーによって発明されたジデオキシ法である。ジデオキシ法では、(D)塩基配列を調べたい DNA 領域を試験管内で複製させる際に、通常のヌクレオチドに加えて、糖の構造が異なる特殊なヌクレオチドを少量加える。合成された DNA 断片を **g** という方法によって分離することで、目的の領域の塩基配列がわかる。

問 1 文中の **a** ～ **g** に入る最も適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(A)について、DNA と RNA では、ヌクレオチドを構成する糖と塩基に違いがみられる。

- (1) DNA と RNA を構成する糖の名称をそれぞれ答えなさい。
- (2) DNA のみに含まれる塩基と RNA のみに含まれる塩基の名称をそれぞれ答えなさい。

問3 下線部(B)について、次の(1)～(3)に答えなさい。

- (1) DNA の構造に関する以下の文中の **h** と **i** に入る語句、および **j** と **k** に入る数を答えなさい。

DNA は 2 本の鎖が互いに向き合って二重 **h** 構造を形成し、内側にある塩基どうしが **i** 結合によって塩基対を形成している。塩基対は互いに結合する塩基が決まっており、AとTは **j** つの、GとCは **k** つの **i** 結合を形成している。したがって、(E)ヌクレオチド鎖の片方の塩基配列が決まると、もう一方の配列も自動的に決まる。

- (2) 上の文中の下線部(E)のような 2 本の鎖の塩基配列の関係性を何というか答えなさい。

- (3) 生理的条件下では、10 塩基対の DNA の長さは約 3.4×10^{-9} m である。ヒトゲノム 1 組に含まれる DNA を 30 億塩基対とし、このうち、遺伝子が占める割合を 1.5%とすると、1 組のゲノム DNA のうち遺伝子が占める領域の DNA の長さは何 cm になるか。四捨五入して小数第 1 位まで求めなさい。

問4 下線部(C)について、遺伝情報は DNA から RNA を経てタンパク質へと一方向のみに流れるという考えを何というか答えなさい。

問5 下線部(D)について、通常のスクレオチドが新生鎖に取り込まれた場合は DNA の合成が続くが、糖の構造が異なる特殊なスクレオチドが新生鎖に取り込まれた場合は合成がそこで停止する。合成が停止する理由を簡潔に説明しなさい。

V

次の文章を読み、問 1～問 7 に答えなさい。

【配点 22】

水中に産卵するカエルは、体外受精を行うため発生の様子を自然に近い状態で観察することができる。カエルの卵には極性があり、極体が生じる側を **a** 極、その反対側を **b** 極という。カエルの卵は受精すると卵の表面に近い部分が内部の細胞質に対して約 30 度ずれる **c** がおこるため、卵の赤道付近に **d** と呼ばれる色調が異なる部分ができる。この部分は将来 **e** 側になり、反対側が **f** 側になる。このような体軸の形成には **g** と **h** というタンパク質からなる^(A)母性因子が重要な役割を果たしている。未受精卵では **g** の mRNA は全体に分布しており、受精後の翻訳によって合成される **g** タンパク質は、同時に分解も行われているため、卵全体で一定の濃度で分布している。しかし、受精時の **c** によって、**b** 極に局在している **h** が **d** 付近に移動してくると、この付近における **g** タンパク質の分解が阻害され、**d** 付近に **g** タンパク質が蓄積する。これによって背腹軸が決定される。

その後、^(B)卵割が繰り返し行われ、桑実胚期になるまでには、**a** 極側に予定外胚葉域、**b** 極側に予定内胚葉域が形成される。発生が進むと中胚葉誘導や^(C)神経誘導がおこり、予定外胚葉域は表皮と神経に分化する。さらに、尾芽胚になると^(D)各胚葉に由来する組織や器官が分化し、オタマジャクシを経てカエルとなる。

問 1 文中の **a** ～ **h** に入る最も適切な語句を答えなさい。

問 2 受精卵にみられる **d** の付近には将来原口が生じる。原口が形成される時期の胚の名称を答えなさい。また、この時期に原口から周囲の細胞群が胚の内部にもぐりこむ現象を何というか答えなさい。

問 3 下線部(A)について、母性因子はショウジョウバエの発生においても重要である。ショウジョウバエの未受精卵では、2 つの母性因子の mRNA が前端と後端に局在している。それぞれの母性因子を指定する遺伝子の名称を答えなさい。

