

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 4 に答えなさい。

【配点 20】

脳は大腦，**a**，中脳，小脳，橋，延髄からできている。ヒトの神経系は，脳と脊髄からなる**b**神経系と，**b**神経系とからだの各部をつないでいる**c**神経系からなる。**c**神経系のうち，意思とは無関係に働いて生体の調節を担う神経系を**d**神経系といい，**d**神経系は(A)交感神経と副交感神経に分けられる。**d**神経系と内分泌系は，協調して血糖濃度の調節や体温調節に働いている。

ヒトの場合，空腹時の血糖濃度は血液 100 mL 中に約**e** mg 程度である。食事により血糖濃度が上昇すると，副交感神経の働きにより**f**のランゲルハンス島の B 細胞に情報が伝えられ，(B)インスリンの分泌が促進されることで血糖濃度が低下する。

また，体温が低下すると，(C)交感神経の働きにより心臓の拍動が促進され，皮膚の血管の収縮や立毛筋の収縮が起こり，さらに，副腎髄質から**g**が分泌される。また，副腎皮質刺激ホルモンの働きにより副腎皮質から**h**が分泌され，これらの働きにより肝臓などで代謝が促進される。

問 1 文中の**a**～**h**に入る最も適切な語句を答えなさい。ただし，**e**に入る数値は次の①～④のうちから 1 つ選び，記号で答えなさい。

- ① 1 ② 10 ③ 100 ④ 1000

問 2 下線部(A)について，交感神経と副交感神経はどこから出ているか。それぞれ次の①～⑤のうちからすべて選び，記号で答えなさい。

- ① 大腦 ② 中脳 ③ 小脳 ④ 延髄 ⑤ 脊髄

問 3 下線部(B)について，次の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) インスリンが血糖濃度を低下させるしくみについて，簡潔に述べなさい。
(2) I 型糖尿病では，ランゲルハンス島の B 細胞が抗体などにより破壊されてインスリンの分泌が低下する。このように，生体防御機構の異常により自分自身の正常な細胞が攻撃されて起こる疾患を一般に何というか答えなさい。

問 4 下線部(C)について, 次の(1)～(3)は発熱量の増加と放熱量の減少のどちらに働いているか。それぞれアとイのうちから選び, 記号で答えなさい。

- | | | |
|--------------|----------|----------|
| (1) 心臓の拍動の促進 | ア 発熱量の増加 | イ 放熱量の減少 |
| (2) 皮膚の血管の収縮 | ア 発熱量の増加 | イ 放熱量の減少 |
| (3) 立毛筋の収縮 | ア 発熱量の増加 | イ 放熱量の減少 |

Ⅱ

次の文章を読み、問 1 ～問 6 に答えなさい。

【配点 20】

光合成の反応は、細胞小器官である **a** の内部にあるチラコイドで起こる反応とストロマで起こる反応に大別される。

チラコイド膜上では、光エネルギーが光化学系Ⅰ、光化学系Ⅱの 2 つの反応系に含まれる光合成色素によって吸収され、**b** のクロロフィルに集められる。光を受けて活性化した光化学系Ⅱの **b** クロロフィルから放出された電子は、光化学系ⅡとⅠの間のタンパク質複合体内を移動する。この電子の移動などによって、チラコイド膜を介した **c** の濃度勾配が形成され、その濃度勾配を利用して^(A)ATP が合成される。また、光を受けて活性化した光化学系Ⅰの **b** クロロフィルから放出された電子と **c** によって、酸化型補酵素である **d** が還元されて、**e** が生じる。

ストロマにある **f** 回路では、^(B)CO₂ は C₅ 化合物であるリブローズビスリン酸 (RuBP) と結合し、C₃ 化合物であるホスホグリセリン酸 (PGA) が生じる。この反応には、**g** という酵素が関係している。PGA は ATP と反応し、さらに **e** によって還元されて、**h** となる。**h** の多くはいくつかの反応を経たのちに RuBP へと戻るが、**h** の一部はスクロースなどの有機物の合成に使われる。

一般的な植物は CO₂ を C₃ 化合物として取り込むのに対して、^(C)トウモロコシやサトウキビなどは CO₂ を C₄ 化合物として取り込むため、C₄ 植物と呼ばれる。C₄ 植物では生じた C₄ 化合物を分解して CO₂ を取り出し、**f** 回路で利用している。また、同様な代謝経路をもつ植物として、^(D)サボテンやベンケイソウなどがある。

問 1 文中の **a** ～ **h** に入る最も適切な語句を答えなさい。ただし、**g** に入る語句は略称(カタカナ)で答えなさい。また、**h** に入る語句は略語(アルファベット)で答えてもよい。

問 2 下線部(A)について、このように光エネルギーに依存して ATP が合成される反応を何というか答えなさい。

問 3 植物の光化学系 II では、ある物質の分解によって生じた電子を利用してクロロフィルを還元している。ある物質とは何か答えなさい。

問 4 下線部(B)について、6 分子の RuBP と 6 分子の CO_2 が結合することにより、何分子の PGA が生じるか答えなさい。

問 5 下線部(C)について、 C_4 植物では、(1) CO_2 を取り込む反応と、(2) f 回路でスクロースなどの有機物が合成される反応が異なる細胞で行われる。それぞれの反応が行われる細胞の名称を答えなさい。

問 6 下線部(D)について、砂漠地帯などに育つサボテンやベンケイソウなどの多肉植物は乾燥に適した光合成を行う。これらの植物は日中には気孔を閉じ、夜になると気孔を開く。次の(1)～(3)に答えなさい。

(1) このような植物は何と呼ばれるか答えなさい。

(2) これらの植物が日中に気孔を閉じる理由を答えなさい。

(3) これらの植物は CO_2 の吸収と光合成に時間差がある。この植物の CO_2 の吸収に関する以下の文中の i と j に入る最も適切な語句を答えなさい。

これらの植物は夜間に気孔を開いて C_4 植物と同様の過程で二酸化炭素を取り込み、i として j に蓄える。昼間には夜間に蓄積した i を分解して CO_2 を取り出し、光合成を行う。

III

次の文章を読み、問 1 ～問 5 に答えなさい。

【配点 23】

真核生物の転写は、転写開始の目印となる **a** と呼ばれる領域に基本転写因子と RNA ポリメラーゼの複合体が結合することから始まる。RNA ポリメラーゼは DNA の一方の鎖を鋳型として **ア** の方向に移動しながら、相補的な塩基配列をもつ mRNA 前駆体を **イ** の方向に合成する。鋳型鎖は **b** 鎖、非鋳型鎖は **c** 鎖と呼ばれることがある。これは、合成された mRNA 前駆体の塩基配列中の **d** を **e** に換えたものが、非鋳型鎖と同じ塩基配列になるからである。真核生物の遺伝子には、タンパク質のアミノ酸配列を指定する領域であるエキソンと、それ以外の領域であるイントロンがある。mRNA 前駆体のイントロンに対応する部分が除かれ、エキソンに対応する部分がつなぎ合わされることで mRNA が完成する。この過程は(A)スプライシングと呼ばれ、細胞小器官である **f** で進行する。

翻訳では、**g** が mRNA 上を移動する。このとき、(B)mRNA のコドンに相補的な配列である **h** をもつ **i** が、対応するアミノ酸を次々と運んでくる。運ばれてきたアミノ酸は、隣のアミノ酸と連結される。この過程が繰り返されることでタンパク質が合成される。このアミノ酸同士の共有結合は **j** 結合と呼ばれる。

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 文中の **ア** と **イ** に入る適切なものを、次の①～④のうちからそれぞれ 1つ選び、記号で答えなさい。

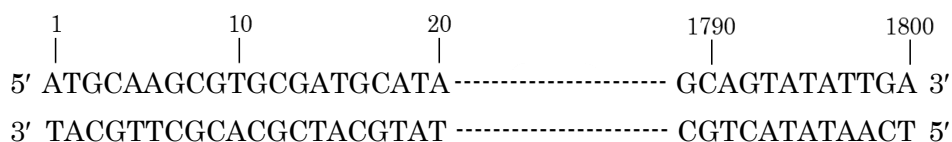
- ① 5'→3' ② 5'→5' ③ 3'→5' ④ 3'→3'

問 3 下線部(A)について、スプライシングでは、除かれる部分の違いによって同じ mRNA 前駆体から異なる mRNA ができることがある。

- (1) このようなスプライシングを何というか答えなさい。
- (2) このようなスプライシングを行うことの利点を簡潔に述べなさい。

問4 下線部(B)について、アミノ酸を指定するコドンは何種類あるか、答えなさい。

問5 ある遺伝子 *P* からは、240 個のアミノ酸から構成されるタンパク質 *P* が合成される。下図は、遺伝子 *P* の開始コドンから終止コドンまでに相当する 1800 塩基対の 2 本鎖 DNA の塩基配列の一部を示しており、塩基上の番号は最初の塩基を 1 として数えた塩基数を示している。次の(1)と(2)に答えなさい。



(1) 遺伝子 *P* に含まれるイントロンの塩基対数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。ただし、タンパク質 *P* はすべてのエキソンがつなぎ合わされた mRNA から合成されたものとする。

① 723 塩基対 ② 886 塩基対 ③ 1077 塩基対 ④ 1245 塩基対

(2) 遺伝子 *P* に突然変異が起こり、ある一塩基が置換した結果、3 つのアミノ酸がつながった時点で翻訳が停止した。終止コドンが UAA, UAG, UGA であることを踏まえて、この変異に関する以下の文中の X ～ Z に入る最も適切な語句や数値を答えなさい。

開始コドンとして、X 番目のコドンの 3 つの塩基のうちの Y が Z に変化した。

IV

次の文章を読み、問 1 ～問 5 に答えなさい。

【配点 18】

(A)有性生殖を行う動物では、精子や卵などの **a** が形成される。**a** のもとになる細胞は、発生の早い時期に他の細胞と区別されて存在し、**b** 細胞と呼ばれる。

精子形成では、**b** 細胞は未分化な精巢に移動して **c** 細胞となり、体細胞分裂をくり返して増殖する。やがて、一部の **c** 細胞が成長して一次精母細胞になり、減数分裂を経て 4 個の精細胞を生じる。さらに、精細胞は変形して精子になる。

一方、卵形成では **b** 細胞が未分化な卵巣に移動して **d** 細胞となり、体細胞分裂をくり返して増殖する。やがて、一部の **d** 細胞が成長して一次卵母細胞となり、(B)一次卵母細胞は減数分裂を経て 1 個の卵を生じる。

減数分裂第一分裂の **e** 期には、相同染色体が並列して並ぶことで **f** が形成される。その後、(c)相同染色体が分離して分配されることによって、染色体数が半減した娘細胞が生じる。また、第一分裂では、相同染色体の部分的な交換である乗換えが起こることで、染色体上の遺伝子の組み合わせが変わる **g** が起こる場合がある。

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、一般に、無性生殖のみを行う生物が有性生殖のみを行う生物に比べて有利な点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 増殖の速度が速い | ② 増殖の速度が遅い |
| ③ 遺伝的多様性が大きい | ④ 遺伝的多様性が小さい |

問 3 下線部(B)について、次の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 一次卵母細胞の減数分裂の第一分裂で生じる 2 種類の細胞の名称をそれぞれ答えなさい。
- (2) 一次卵母細胞の減数分裂では、著しく不均等な細胞質分裂が起こる。この不均等な細胞質分裂にはどのような利点があるか、簡潔に述べなさい。

問4 下線部(C)について, $2n = 12$ の生物の減数分裂によって生じる娘細胞がもつ染色体の組み合わせは, 何通りあると考えられるか。整数で答えなさい。ただし, ここでは染色体の乗換えは起こらないものとする。

問5 哺乳類の初期胚である胚盤胞は, 外側の栄養外胚葉と内部細胞塊からなる。この内部細胞塊を取り出し, 多分化能(多能性)と分裂能を保ったまま培養した細胞を何というか答えなさい。

V

次の文章を読み、問 1 ～問 6 に答えなさい。

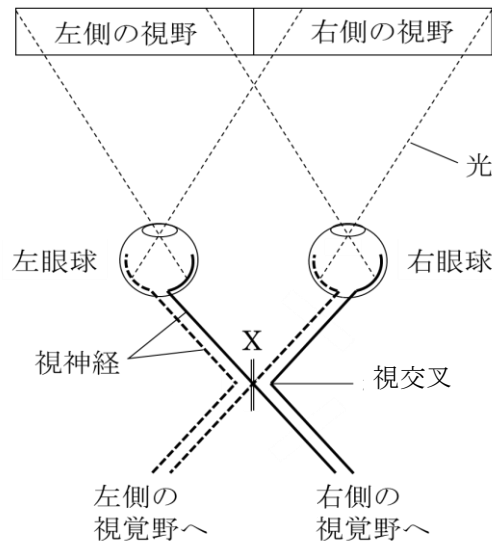
【配点 19】

ヒトの眼はカメラに似た構造をしている。[a] はレンズに相当し、眼球前部にある [b] と [a] は光を屈折させて、フィルムに相当する(A)受容器である [c] に像を結ぶ。また、眼には(B)遠近調節や(C)明暗調節などの機能も備わっている。

[c] には錐体細胞と桿体細胞^{かんたい}の 2 種類の視細胞が存在し、光を受容する。光を受容して得た情報は視神経へと伝わり、最終的に大脳の視覚野へと伝わる。錐体細胞には青錐体細胞、[d] 錐体細胞、赤錐体細胞の 3 種類があり、それぞれの内部には異なる波長の光を吸収するアイオドプシンと呼ばれる視物質が存在しており、色の識別に関与する。錐体細胞は、[c] の中央部にある [e] に多く分布している。

一方、桿体細胞は色の識別には関与せず、弱い光のもとでの明暗の識別に関与する。桿体細胞の内部には [f] と呼ばれる視物質が存在し、光の受容に関わっている。桿体細胞は [e] の周辺部に多く分布している。また、(D) [c] には視細胞が分布しない部位も存在する。

左右の眼球から出てきた視神経は、視交叉^{しこうき}と呼ばれる部位で一部の神経が交差する。下図にヒトの視交叉のようすを示す。両眼の内側の [c] から出た視神経は交差して反対側の視覚野に入るが、両眼の外側の [c] から出た視神経は交差せず、それぞれの側の視覚野に入る。



問 1 文中の **a** ～ **f** 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、聴覚や平衡覚は耳の受容器で生じる。内耳に存在する
(1) 音波の受容器と、(2) からだの傾きの受容器の名称を、それぞれ答えなさい。

問 3 下線部(B)について、近くを見るとききの毛様体とチン小帯の変化の組み合わせとして適切なものを、次の①～④のうちから 1 つ選び、記号で答えなさい。

- ① 毛様体の筋肉が収縮して、チン小帯が引っ張られる。
- ② 毛様体の筋肉が収縮して、チン小帯が緩む。
- ③ 毛様体の筋肉が弛緩して、チン小帯が引っ張られる。
- ④ 毛様体の筋肉が弛緩して、チン小帯が緩む。

問 4 下線部(C)について、次の(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 眼球内に入る光の量を調節する構造の名称を答えなさい。
- (2) 眼球内に入る光の量が多くなったときに起こる変化として適切なものを、次の①～④のうちから 1 つ選び、記号で答えなさい。
 - ① 交感神経の働きによって、瞳孔が拡大する。
 - ② 交感神経の働きによって、瞳孔が縮小する。
 - ③ 副交感神経の働きによって、瞳孔が拡大する。
 - ④ 副交感神経の働きによって、瞳孔が縮小する。
- (3) 明るいところから暗い所に入ると、はじめはものがよく見えないが、やがて目が慣れてきてものが見えるようになる。この現象を何というか答えなさい。

問 5 下線部(D)について、次の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) この部位の名称を何というか答えなさい。
- (2) この部位に視細胞が分布しない理由を、簡潔に述べなさい。

問 6 図の X の位置で視神経が切断されたとする。このときの視野についての記述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 右側の視野の一部だけが見える。
- ② 左側の視野の一部だけが見える。
- ③ 右側の視野も左側の視野も一部が欠ける。
- ④ 右側の視野も左側の視野もまったく見えない。