

**I** ～ **VI** 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 7 に答えなさい。

【配点 25】

ヒトの脳は脳・小脳・**a** の 3 つに分けることができ、**a** は間脳、中脳、延髄、橋からなる。間脳にある **b** は自律神経系と内分泌系の中枢であり、体温や血圧、血糖濃度などをコントロールし、体内環境を調節している。(A)自律神経には交感神経と副交感神経がある。これらは、同じ器官に分布していることが多く、互いに反対の作用を及ぼすことにより、器官の働きを調節している。その作用の違いは、(B)神経から器官へと情報を伝える神経伝達物質が異なることによって引き起こされる。

さらに、**b** はホルモンの分泌量を調節することで、(C)体内環境を維持している。例えば、生体が体温の低下を感知すると、**b** から分泌されたホルモンが **c** を刺激し、甲状腺刺激ホルモンおよび副腎皮質刺激ホルモンの分泌を促進する。甲状腺刺激ホルモンは甲状腺を刺激して、甲状腺ホルモンであるチロキシンの分泌を促し、肝臓や筋肉などの代謝活性を向上させて発熱量を増加させる。一方で、(D)分泌されたチロキシンは **b** や **c** に作用して甲状腺刺激ホルモン放出ホルモンや甲状腺刺激ホルモンの分泌を抑制することで、血液中のチロキシンの濃度を適正な範囲に保っている。

問 1 文中の **a** ～ **c** 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、副交感神経の刺激が優位になると、次の(1)～(4)はどう変化するか。①と②のどちらが正しいか、記号で答えなさい。

- |           |        |        |
|-----------|--------|--------|
| (1) 気管支   | ① 拡張する | ② 収縮する |
| (2) 血圧    | ① 上昇する | ② 低下する |
| (3) 瞳孔    | ① 拡大する | ② 縮小する |
| (4) 胃腸の運動 | ① 促進する | ② 抑制する |

問 3 下線部(B)について、次の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 交感神経の末端と副交感神経の末端から分泌される主要な神経伝達物質の名称をそれぞれ答えなさい。
- (2) 興奮が伝わってきたシナプス前細胞で神経伝達物質が放出され、シナプス後細胞が情報を受け取るしくみについて、次の①～④を正しい順序に並べなさい。
  - ① 神経伝達物質と結合したイオンチャネルが開き、ナトリウムイオンが流入する。
  - ② シナプス小胞が細胞膜と融合する。
  - ③ 神経伝達物質が細胞外に放出される。
  - ④ 電位依存性カルシウムチャネルが開き、カルシウムイオンが流入する。

問 4 下線部(C)について、外界の変化に関わらず身体の状態や生理機能を一定に保つ性質のことを何というか答えなさい。

問 5 下線部(D)について、このようなしくみを何というか答えなさい。

問 6 ヒトでは a を含めすべての脳の働きが失われた状態を脳死という。一方で、大脳の働きが失われても a が働いていれば呼吸や心臓の拍動などの生命活動は維持される。このような状態を一般に何というか答えなさい。

問 7 ヒトの体内に病原体が侵入することで感染すると、体温が上昇することがある。これは感染を引き金として、b が体温の設定温度を高くするために起こる現象であるが、感染時の発熱が生体に有益である理由を答えなさい。

## II

次の文章を読み、問 1～問 5 に答えなさい。

【配点 25】

ヒトの体内で行われる多くの化学反応には酵素が関わっている。例えば、酵素の 1 つであるカタラーゼは、基質として **a** を分解して、**b** と気体の **c** を生成する。酵素の主成分はタンパク質であり、多数のアミノ酸が **d** 結合という共有結合によって鎖状につながって、(A)特有の立体構造を形成している。酵素が最もよく働く温度のことを **e** という。図 1 は酵素の反応速度と温度の関係を示しており、反応速度は **e** までは上昇するが、それを超えると(B)反応速度は急激に低下する。また、(C)酵素反応は、酵素の **f** と呼ばれる部位に特定の基質が結合することによって起こる。しかし、(D)基質とよく似た構造をもつ物質(基質類似物質)が存在すると、酵素反応が妨げられる場合がある。

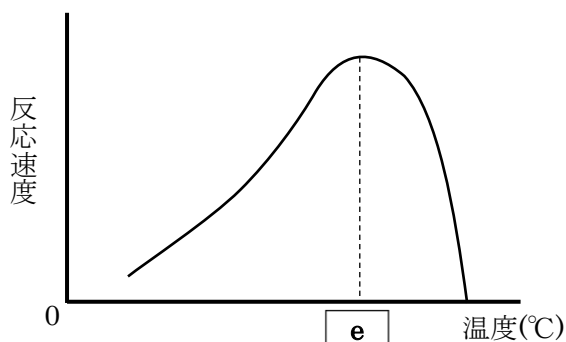


図 1

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、次の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) タンパク質が折りたたまれて特定の立体構造を形成する過程のことを何というか。
- (2) 他のタンパク質が正しく折りたたまれるのを補助するタンパク質のことを何というか。

問3 下線部(B)について、これは酵素の立体構造が変化し、働きを失ったためである。このように、熱などの影響で、(1)タンパク質の立体構造が変化することを何というか。また、(2)働きを失うことを何というか答えなさい。

問4 下線部(C)について、次の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 酵素が基質と結合した状態のものを何というか。
- (2) 酵素が特定の物質だけに作用する性質を何というか。

問5 下線部(D)について、酵素濃度を一定に保った状態で、さまざまな基質濃度における酵素の反応速度を、基質類似物質があるときと、ないときで調べた結果を図2に示す。次の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 基質濃度が低いときは、反応速度は基質濃度にほぼ比例して上昇したが、基質濃度を高くしていくと、やがて反応速度はほぼ一定になった。このように反応速度が一定になる理由を簡潔に答えなさい。
- (2) 基質類似物質があると、反応速度は低下したが、基質濃度を十分に高くすると、基質類似物質がない時の反応速度とほぼ同じになった。このようになる理由を簡潔に答えなさい。また、このような酵素反応の阻害を何というか答えなさい。

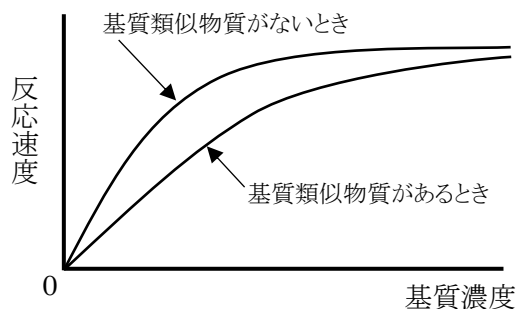


図2

### III

次の文章を読み、問 1 ～ 問 5 に答えなさい。

【配点 24】

動物の細胞が体細胞分裂によって増えるとき、複製された染色体は娘細胞に等しく分配される。染色体は遺伝子の本体である DNA と **a** などのタンパク質からなる。体細胞分裂を盛んに行う細胞では細胞周期が繰り返されている。(A)細胞周期には染色体が娘細胞に分配される分裂期と、それ以外の **b** 期があり、(B) **b** 期はさらに G<sub>1</sub> 期→S 期→G<sub>2</sub> 期の順に進行する 3 つの時期に分けられる。

(C)DNA の複製様式は半保存的複製と呼ばれ、メセルソンとスタールの実験によって証明された。DNA の複製では、まず複製起点となる場所で **c** という酵素の働きによって二本鎖 DNA がほどけて一本鎖の領域ができる(開裂)。次に、一本鎖になった領域に相補的な配列をもつ **d** という短い RNA 鎖が合成された後、**e** という酵素が働いて **d** の 3' 末端側に DNA のヌクレオチドを次々と結合させることで、鋳型に相補的な新生鎖を合成していく。新生鎖には、**c** が進んでいく方向(開裂方向)と同じ向きに DNA が合成される **f** 鎖と、開裂方向とは逆向きに合成される **g** 鎖がある。**g** 鎖では、**h** と呼ばれる短い DNA 断片が不連続に合成された後、**d** の部分が分解されて DNA 鎖に置き換わった後、**i** という酵素によってつなぎ合わされることで、切れ目のない二本鎖 DNA ができあがる。

問 1 文中の **a** ～ **i** 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、染色体の分配時には紡錘糸が伸びて、その一部は凝縮した染色体に結合し、紡錘体が形成される。動物細胞の場合、(1)紡錘体の両極で紡錘糸の起点となる構造体の名称を答えなさい。また、(2)紡錘糸が結合する染色体の部位の名称を答えなさい。

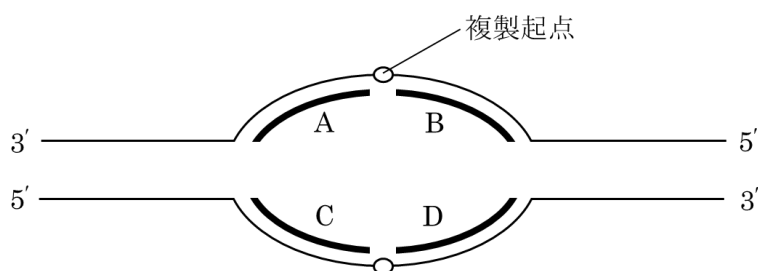
問 3 下線部(B)について、次の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) S 期と G<sub>2</sub> 期は、体細胞分裂においてどのような時期か答えなさい。
- (2) 体細胞分裂の分裂期の細胞内 DNA 量を  $4n$  とするとき、G<sub>1</sub> 期および G<sub>2</sub> 期の DNA 量を、 $n$  を用いて答えなさい。

問4 下線部(C)の実験では、まず、窒素源としてふつうの窒素( $^{14}\text{N}$ )よりも質量が大きい同位体である  $^{15}\text{N}$  のみを含む培地で大腸菌を何世代も培養して、DNA に含まれる窒素を全て  $^{15}\text{N}$  に置き換えた。次に、この大腸菌を  $^{14}\text{N}$  のみを含む培地に移し替えて培養し、一定時間ごとに一部の大腸菌を取り出して DNA を抽出した。遠心分離法によって DNA の比重を比較することで、 $^{15}\text{N}$  のみを含む DNA (重い DNA)、 $^{14}\text{N}$  のみを含む DNA (軽い DNA)、両者をほぼ等量含む中間の比重の DNA (中間 DNA) について比率を調べた。次の(1)～(3)に答えなさい。

- (1) DNA に含まれる窒素原子は、ヌクレオチドを構成する糖、塩基、リン酸のうち、いずれに含まれるか答えなさい。
- (2)  $^{14}\text{N}$  のみを含む培地に移し替えた大腸菌が 1 回分裂した直後の DNA、3 回分裂した直後の DNA では、3 種類の DNA の検出比率(重い:軽い:中間)はそれぞれどうなるか答えなさい。存在しない種類については 0 と示せばよい。
- (3) この実験は、DNA の複製様式が保存的なのか半保存的なのかを調べるために行われた。仮に保存的複製の様式で DNA が複製された場合、大腸菌が 1 回分裂した直後の DNA について予想される検出比率を示し、その理由を簡潔に答えなさい。

問5 下の図は、複製の様子を模式的に示した図である。図の○で示した部分を複製起点として両方向に開裂し、太線 A～D が新生鎖として両方向に複製が進むとすると g 鎖はどれか、図中の A～D のうちからすべて選び、記号で答えなさい。



## IV

次の文章を読み、問 1～問 6 に答えなさい。

【配点 27】

ヒトの血液は液体成分と有形成分に分けられ、(A)血糖濃度や体液の浸透圧などは液体成分に含まれる物質の濃度が関係している。一方、有形成分は赤血球、白血球、血小板からなり、生命を維持する上で重要な役割を担っている。赤血球には酸素を運搬するための **a** というタンパク質がある。激しい運動などで組織の酸素消費量が増え、血液中の二酸化炭素の濃度が上昇すると、脳の延髄にある心臓拍動中枢が感知し、交感神経を介して(B)心臓の特定の部位が刺激を受ける。その結果、心臓の拍動が促進され赤血球による組織への酸素供給量が増加する。白血球には、マクロファージや(C)リンパ球などがあり、体内に侵入した病原体に対する免疫に関与する。血管が損傷すると、血小板は傷口に集まって出血を抑えるとともに、血液凝固因子を放出して、**b** を **c** というタンパク質分解酵素に変える。生じた **c** は基質となる **d** に作用して、繊維状の **e** に変化させる。**e** が赤血球などの血球と絡まって **f** を形成することで、出血が止まる。一方で、**e** を分解して **f** を溶かすしくみもあり、このしくみを **g** という。

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 血液 1 mm<sup>3</sup> あたりの血球数を多い順に並べたとき、正しいものを次の①～⑥のうちから 1 つ選び、記号で答えなさい。

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| ① 赤血球 > 血小板 > 白血球 | ② 赤血球 > 白血球 > 血小板 |
| ③ 血小板 > 赤血球 > 白血球 | ④ 血小板 > 白血球 > 赤血球 |
| ⑤ 白血球 > 赤血球 > 血小板 | ⑥ 白血球 > 血小板 > 赤血球 |

問3 下線部(A)について、次の(1)と(2)に答えなさい。

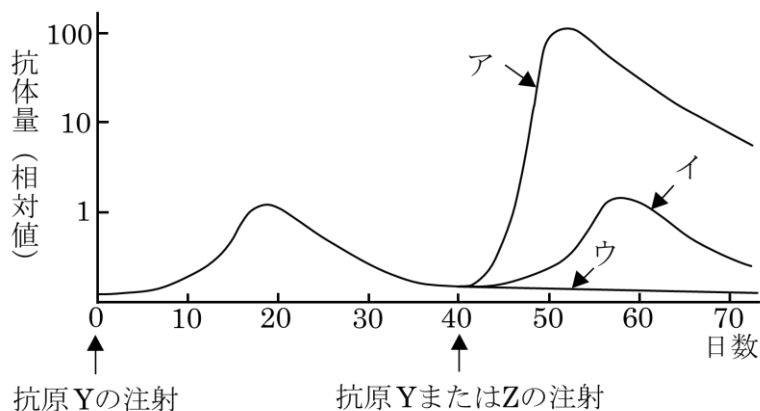
- (1) 血糖濃度を下げるホルモンの名称、そのホルモンを分泌する細胞名、その細胞のある臓器をそれぞれ答えなさい。
- (2) 血糖濃度を上げるホルモンのうち、交感神経によって分泌が直接促されるものを2つ答えなさい。

問4 下線部(B)について、(1)刺激を受ける特定の部位の名称を答えなさい。また、(2)その部位は心臓の4つの部屋のうちどれにあるか答えなさい。

問5 下線部(C)について、リンパ球に分類される細胞を、次の①～⑤のうちからすべて選び、記号で答えなさい。

- |        |                  |       |
|--------|------------------|-------|
| ① 好中球  | ② 造血幹細胞          | ③ T細胞 |
| ④ 樹状細胞 | ⑤ ナチュラルキラー(NK)細胞 |       |

問6 正常な2匹のマウスに抗原Yを注射する実験を行った。1回目の注射から40日後に、1匹のマウスには抗原Yを、もう1匹のマウスには抗原Zを注射した。その後の2匹のマウスの2回目の抗原に対する抗体量の変化を示したグラフはそれぞれどれか。図中のア～ウのうちから1つ選び、記号で答えなさい。ただし、抗原Yと抗原Zは同程度の応答を引き起こすが、それぞれの抗体は他方の抗原には反応しないものとする。



# V

次の文章を読み、問 1～問 7 に答えなさい。

【配点 26】

植物の光合成の過程は、葉緑体の **a** で起こる反応と **b** で起こる反応の 2 つに分けることができる。**a** には **c** と **d** の 2 つの反応系がある。光合成色素が吸収した光エネルギーは反応中心の **e** に集められ、このエネルギーによって **e** が活性化されると電子が放出される。このとき **c** において、**f** が水素イオンと **g** に分解されることによって発生した電子が、活性化した **e** に渡される。**c** から放出された電子は電子伝達系を經由して **d** に渡される。**d** では水素イオンと電子が  $\text{NADP}^+$  に渡され、 $\text{NADPH}$  が生じる。電子伝達系では、電子の移動によるエネルギーで水素イオンが **b** 側から **a** 膜の内側に輸送され、**a** 膜をはさんで水素イオンの濃度勾配が形成される。この濃度勾配にしたがって水素イオンが  $\text{ATP}$  合成酵素を通ることで  $\text{ATP}$  が合成される。このようにして **a** で生じた  $\text{NADPH}$  と  $\text{ATP}$  は、**b** で二酸化炭素の **h** に利用される。

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、**h** には「酸化」か「還元」のいずれかが入る。

問 2 図 1 は、**b** で起こる反応系を示したものである。この反応系の名称を答えなさい。

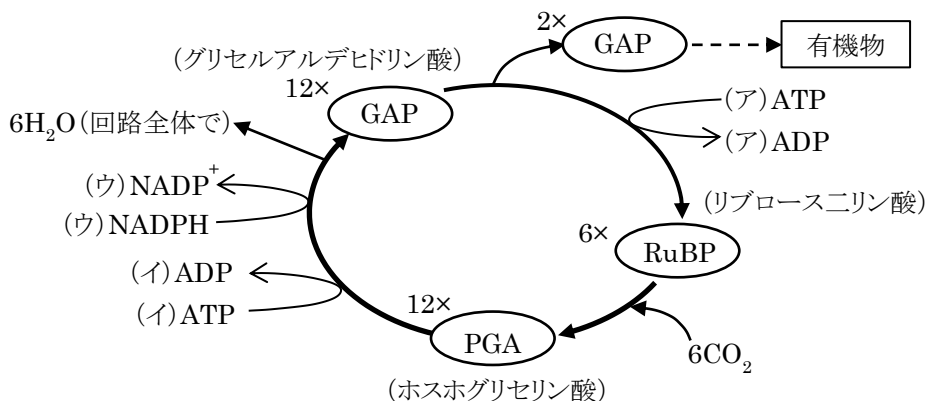


図 1

問3 図1中の化合物PGA, GAP, RuBPの炭素数をそれぞれ答えなさい。

問4 図1中の(ア)～(ウ)に入る化合物の係数をそれぞれ答えなさい。

問5 光合成は植物だけでなく、光合成細菌も行ふ。光合成細菌の一種である紅色硫黄細菌が行う光合成は g を発生しない。この光合成反応には、(1)電子を得るために何が利用され、その結果、(2)無機物として何が発生するのか答えなさい。

問6 図1において、二酸化炭素とRuBPから、PGAの合成を触媒する酵素の名称(略称でもよい)を答えなさい。

問7 緑藻にCO<sub>2</sub>が1%の空气中で十分に光を照射して光合成をさせ、図1のPGAとRuBPの量を経時的に測定した。これらの量が一定になった状態で、空气中のCO<sub>2</sub>濃度を1%から0.003%に急激に下げた結果を図2に示す。これとは別に、明所から急に暗所に置いた結果を図3に示す。図2のIとII、および図3のIIIとIVのうち、RuBPの濃度変化を示す曲線はどちらか。それぞれ1つずつ選び記号で答えなさい。また、選んだ理由をRuBPの濃度変化に基づいて説明しなさい。

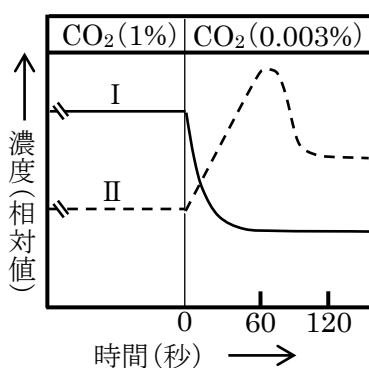


図2

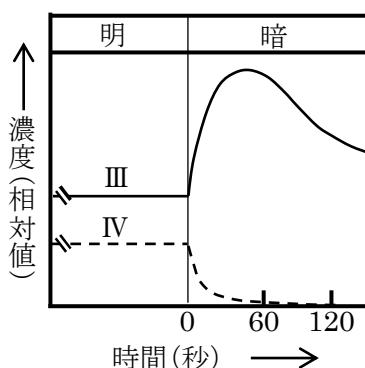


図3

# VI

次の文章を読み、問 1～問 5 に答えなさい。

【配点 23】

生物の分類法の 1 つに、ホイットカーやマーグリスが提唱した五界説がある。五界説では、真核生物が 4 つの界に、原核生物は 1 つの界に分類されている。真核生物の 4 つの界のうちの 1 つが動物界である。(A)動物界はさらに胚葉の有無や、胚葉の数、原口が何になるかなどで分類されている。一方、分子生物学の発展により、現在では(B)生物間に共通して存在するタンパク質のアミノ酸配列や、遺伝子の塩基配列を比較することで、より客観的で正確な生物の分類が可能になっている。その例として、ウーズが提唱した 3 ドメイン説がある。ウーズは、すべての生物がもつ **a** の塩基配列に着目し、この配列を比較することで、生物を 3 つのグループに分けた。細胞の構造による分類では生物は原核生物と真核生物の 2 つに分類できるが、**a** を用いた解析では真核生物は 1 つのドメインに分類でき、原核生物はさらに **b** ドメインと **c** ドメインの 2 つに分類できることが分かった。**b** ドメインに分類される生物には、大腸菌や乳酸菌などが含まれており、**c** ドメインに分類される生物には、高度好塩菌など一般的な生物の生育が困難な環境に生息する生物が含まれている。

生物の国際的な学名は **d** 法で表記され、例えば、ヒトの学名は(c) *Homo sapiens* である。*Homo* は **e** 名であり、*sapiens* は **f** 名である。この表記方法は分類学の父といわれる **g** によって考案された。

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、次の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 原口がそのまま成体の口になる動物は、さらに 2 つのグループに分けられる。  
(i) 軟体動物、へん(扁)形動物、輪形動物、環形動物のグループと、(ii) 節足動物、線形動物のグループである。(i) のグループをまとめて何動物というか答えなさい。
- (2) (i) と(ii) の分類は何に基づいて分類されたものか簡潔に述べなさい。

問3 下線部(B)について、例えば、ヒト、イモリ、酵母、バラの 4 つの生物をタンパク質のアミノ酸配列に基づいて比較して系統分類するとき、どのタンパク質を用いるのが適切か、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 ピルビン酸脱炭酸酵素(アルコール発酵で働く酵素の一つ)
- ③ コハク酸脱水素酵素(クエン酸回路で働く酵素の一つ)
- ④ クロロフィル

問4 生物の分類は、ドメインから種まで 8 つの分類階級に分けられている。上位の階級であるドメインから種の間にある分類階級を

ドメイン > 界 > h > 綱 > i > 科 > e > 種

と表すとすると、h と i に入る分類階級は何か、それぞれ答えなさい。

問5 ヒトは、真核生物ドメイン、動物界に分類されるが、界より下の階層について、綱と科に該当するのはどれか、次の①～④のうちからそれぞれ選び、記号で答えなさい。

- ① サル(霊長)      ② 脊索動物      ③ 哺乳      ④ ヒト