

**I** ~ **VI** の解答は,

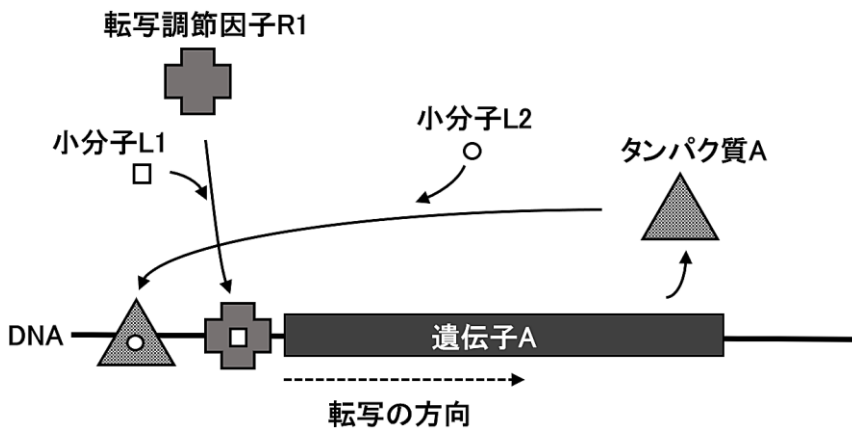
すべて解答用紙の所定の欄に記入しなさい.

# I

次の文章を読み、下の問に答えなさい。【配点 15】

生物の遺伝子の本体は DNA である。DNA は糖の一種である **a**，4 種類の **b**，および **c** を構成成分とするヌクレオチドが多数連結したヌクレオチド鎖からなる。ヌクレオチド鎖の二つの末端は(A)5'末端と3'末端で区別される。ヌクレオチド鎖が 2 本鎖を形成する際には、2 本の鎖はお互いに逆向きに配置する。(B)DNA 複製の際には 2 本鎖がほどけて 1 本鎖となり、それぞれの鎖が鋳型となって新たな DNA 鎖が合成される。新たに合成された DNA 鎖は鋳型と対になった 2 本鎖となる。

DNA を鋳型にして mRNA がつくられ、mRNA からタンパク質が合成されることで遺伝子が発現する。すべての遺伝子は常に発現しているわけではなく、細胞のおかれた環境により転写が調節され、その結果、合成されるタンパク質の量が変化する。図は、ある原核生物の遺伝子 A の発現制御について示している。タンパク質 A は遺伝子 A から発現する転写調節因子である。



問 1 文中の **a** ~ **c** に入る最も適切な用語は何か。

問 2 下線部(A)について、5'末端と 3'末端はヌクレオチドを形成する三つの構成成分 **a** ~ **c** のうち一つの成分の構造式に付与された番号に由来する。その成分は何か **a** ~ **c** の記号で答えなさい。

問3 下線部(B)について、次の(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 新たなヌクレオチドが結合するのはヌクレオチド鎖の5'末端と3'末端のどちらか。
- (2) (1)のヌクレオチドの結合反応を触媒する酵素は何か。
- (3) このような複製様式を何というか。

問4 翻訳には mRNA の他に 2 種類の RNA が関与する。これらの名称は何か。

問5 翻訳において、連結するアミノ酸の種類と順序を決定する遺伝暗号を何というか。

問6 図について、次の(1)と(2)に答えなさい。

(1) 小分子 L1 が転写調節因子 R1 に結合すると、この複合体が DNA に結合して遺伝子 A の発現を促進する。一方、小分子 L2 がタンパク質 A に結合すると、この複合体が DNA に結合して遺伝子 A の発現を抑制する。この転写調節系の説明として最も適切なものを次の①～④のうちから一つ選び、記号で答えなさい。ただし、R1 は一定の量に維持されていると仮定する。

- ① タンパク質 A には L1 の濃度を検知する機能がある。
- ② 合成されるタンパク質 A の量は常に一定に保たれる。
- ③ L1 と L2 の濃度により遺伝子 A の発現が調節される。
- ④ 遺伝子 A の発現を決定するのは L2 の濃度である。

(2) 転写調節領域に結合して転写を抑制するタンパク質のことを一般に何というか。次の①～④のうちから一つ選び、記号で答えなさい。

- ① アクチベーター
- ② リプレッサー
- ③ オペレーター
- ④ プロモーター

問7 あるヒト遺伝子から転写された mRNA の配列を解析したところ、mRNA の鋳型となった DNA に存在したいくつかの領域が含まれていなかった。この理由について簡潔に述べなさい。

## II

次の文章を読み、下の問に答えなさい。【配点 18】

ショウジョウバエの未受精卵では、母性因子である **a** mRNA が前端に、**b** mRNA が後端に局在している。受精後、受精卵でこれらの mRNA の翻訳がはじまり、合成されたそれぞれのタンパク質の働きによって胚の前後軸（頭尾軸）が形成される。さらに **a** や **b** に加えてハンチバックなどの母性因子に由来する調節タンパク質の働きによって、**c** 遺伝子群と呼ばれる約 10 種類の遺伝子の発現が前後軸に沿って誘導され、胚のおおまかな領域が区画される。**c** 遺伝子群から合成された調節タンパク質によって、**d** 遺伝子群の発現が引き起こされ、その働きによって胚には前後軸に沿って 7 本の帯状のパターンがつけられる。さらに、**d** 遺伝子群の働きによって、**e** 遺伝子群の発現が引き続き起こる。これによって、胚の前後軸に沿った 14 本の帯状パターンが形成され、ショウジョウバエの体を構成する 14 体節が決定される。体節が形成されると、**f** 遺伝子群と呼ばれる調節遺伝子が働くことによって、それぞれの体節から、触角、眼、脚、翅などの器官が形成される。**f** 遺伝子群には、頭部から中胸部の発生にかかわる **g** 複合体（遺伝子群）と、後胸部から尾部の発生にかかわる **h** 複合体（遺伝子群）がある。

問 1 文中の **a** ～ **h** に入る最も適切な用語は何か。次の①～⑧のうちから一つずつ選び、記号で答えなさい。

- ① バイソラックス ② アンテナペディア ③ ホメオティック ④ ビコイド  
⑤ ペアルール ⑥ ナノス ⑦ セグメントポラリティー ⑧ ギャップ

問2  遺伝子が機能を失うと、発生した胚はどのようなになるか。次の①～⑤のうちから一つ選び、記号で答えなさい。なお、 遺伝子が機能を失っても、分化直前までは発生することが知られている。

- ① 頭部も尾部も欠いた胚が生じる
- ② 頭部を欠いた胚が生じる
- ③ 頭部と胸部を欠いた胚が生じる
- ④ 胚の後端に尾部ではなく頭部が形成される
- ⑤ 胚の前端に頭部ではなく尾部が形成される

問3 (1)  ,  それぞれの mRNA から翻訳されるタンパク質は、受精卵の中でどのように分布するか。また、(2) その分布状態は、前後軸の形成においてどのような情報になるのか、それぞれ簡潔に述べなさい。

問4  複合体および  複合体の遺伝子の突然変異によって生じる突然変異体を例にならって挙げなさい。

例) 正常個体では翅の位置であるところに眼ができる。

### III

次の文章を読み、下の問に答えなさい。【配点 17】

酵母を水に懸濁させ、グルコースの水溶液と混合した(混合液 A)。次に、図 1 の装置を 3 本準備し、それぞれの装置に混合液 A を X の部分に空気が入らないように入れて開口部に綿栓をした。この装置のそれぞれを、20℃、40℃、および 60℃の恒温器に入れて発生する気体の量を記録したところ、図 2 に示す結果が得られた。

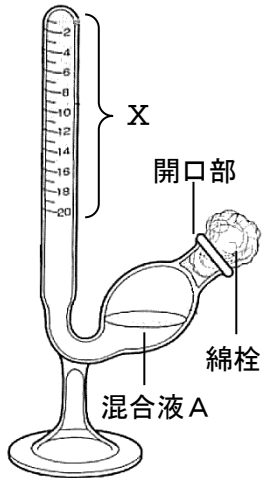


図 1

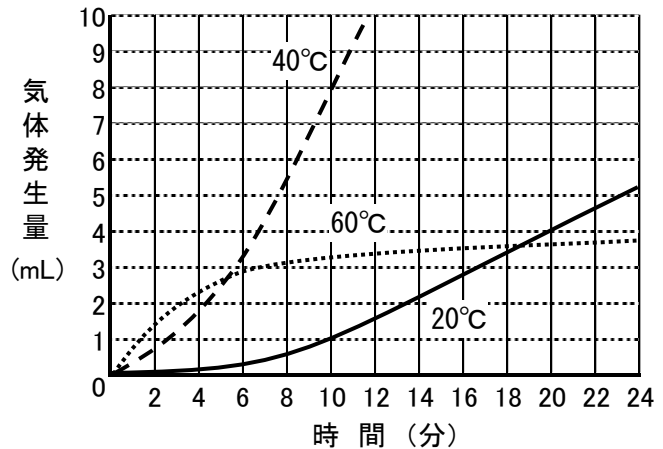


図 2

問 1 図 1 の装置を何というか。次の①～③のうちから一つ選び、記号で答えなさい。

- ① ツンベルク発酵管      ② ダーラム発酵管      ③ キューネ発酵管

問 2 図 1 の装置において、気体の発生量を測定する X の部分を何というか。次の

①～④のうちから一つ選び、記号で答えなさい。

- ① 直管部      ② 側管部      ③ 盲管部      ④ 球部

問 3 20℃で行った実験において、実験開始 10 分から 20 分までの平均気体発生量は毎分何 mL か。

問4 40℃で行った実験において、発生した気体量が10mLになった時に、開口部より少量の水酸化ナトリウム水溶液を注入し、開口部を親指でふさぎ緩やかに攪拌したところ、親指の腹が吸引された。(1) 発生した気体は何か。また、(2) 親指の腹が吸引された理由を簡潔に述べなさい。

問5 図1の装置内で、気体の発生と同時に生成した化合物は何か。

問6 問4の観察の後、この反応液の一部を別の試験管にとり、ヨウ素ヨウ化カリウム溶液(褐色)を加えて60℃のお湯に漬けながら5分間攪拌したところ、反応液の色が変化し、消毒液のにおいがした。(1) 混合液は何色に変化したか。また、(2) このにおいの原因になる化合物は何か。

問7 酵母を水に懸濁させた液の代わりに、酵母の細胞を破碎してろ過した抽出液を用いても、同じ気体の発生が認められた。気体が発生する理由について簡潔に述べなさい。

問8 図2の結果において、60℃では10分以降に気体の発生がほとんど認められなくなった。その理由について簡潔に述べなさい。

# IV

次の文章を読み、下の問に答えなさい。【配点 17】

(A)ヒトの心臓は、図1のように右心系と左心系の2個のポンプが合体したものとみなすことができる。各ポンプは **a** と **b** の二つの部屋で構成されて、(B)ほぼ一定のリズムで収縮と弛緩を繰り返す。各ポンプの内部には **c** が二つずつあり、その働きによって血液は逆流せずに一方向に流れる。心臓に出入りする血管には、静脈と動脈の区別がある。静脈は体の各部から心臓に戻る血液が流れる血管であり、動脈は心臓から体の各部へと向かう血液が流れる血管である。

図1の右心系と左心系の2個のポンプでは、**d** と **e** の静脈と **f** と **g** の動脈を使って血液を組織に供給している。また、図2のX(右心系→肺→左心系)とY(左心系→全身→右心系)で示した二つの経路には、酸素を多く含んだ動脈血と、含まれる酸素の少ない静脈血が流れている。

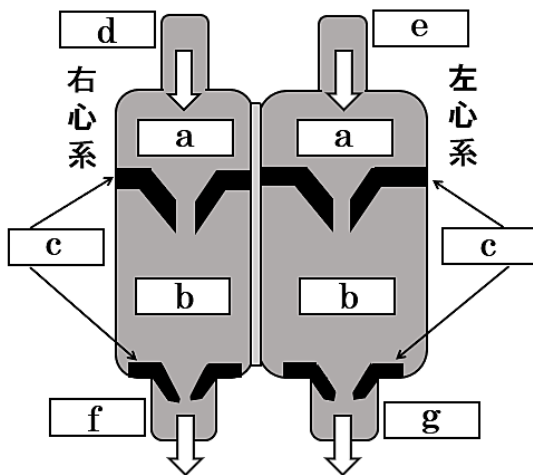


図1

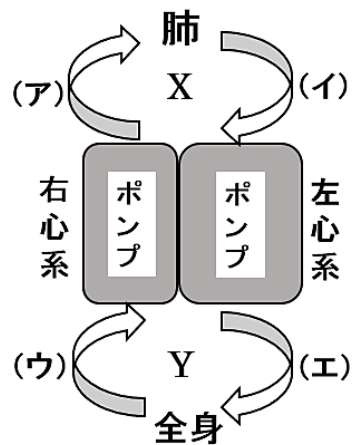


図2



問1 文中および図1の  ～  に入る最も適切な用語は何か。

問2 図2について、(1) X, Yの血液の流れの経路をそれぞれ何というか。また、(2) (ア)～(エ)で心臓に出入りする血液のうち、動脈血であるのはどれか。(ア)～(エ)のうちからすべて選び、記号で答えなさい。

問3 下線部(A)について、哺乳類のように右心系と左心系の2個のポンプに完全に分かれた構造の心臓をもつ脊椎動物はどれか。次の①～④のうちから選び、記号で答えなさい。

- ① 魚類      ② 両生類      ③ は虫類      ④ 鳥類

問4 下線部(B)について、(1) このリズムをつくり出す部分は何か。また、(2) それは図1のどこにあるか。次の①～④のうちから選び、記号で答えなさい。

- ① 右心系の
- ② 右心系の
- ③ 左心系の
- ④ 左心系の

問5 心臓のリズムは自律神経によって調節される。どのように調節されているか、簡潔に述べなさい。

**V**

次の文章を読み、下の問に答えなさい。【配点 16】

免疫反応では、自己の細胞や成分を認識するリンパ球は、一般に死滅したりその働きが抑えられたりしている。このように、自分自身に対する免疫が働かなくなっている状態を免疫寛容という。一方で、自分自身のつくる物質を抗原と認識し、免疫反応が起こる場合もある。このような病気を **a** 疾患と呼ぶ。また、多くの人では無害な非自己の抗原が、過敏な人には免疫反応を引き起こして生体に不都合な影響を与える場合がある。このような反応を **b** という。 **b** を引き起こす抗原は **c** と呼ばれ、 **b** 反応が全身で強く起こる症状を **d** ショックという。

問 1 文中の **a** ～ **d** に入る最も適切な用語は何か。

問 2 **a** に分類される疾患名を二つ挙げなさい。

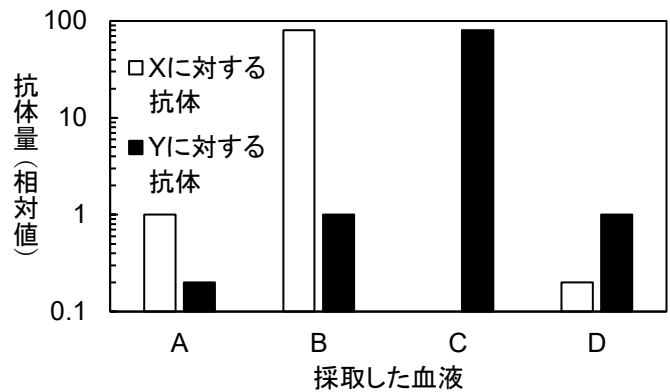
問 3 下線部を引き起こすことが知られているものはどれか。次の①～⑤のうちからすべて選び、記号で答えなさい。

- ① 花粉      ② 卵      ③ 金属      ④ がん細胞      ⑤ 塩化ナトリウム

問 4 ヒト免疫不全ウイルス(HIV)によって引き起こされる後天性免疫不全症候群(エイズ)では、免疫機能が低下し、通常では発病しないような弱い病原体の感染で発病するようになる。エイズを発病した人では、B 細胞が存在するにもかかわらず、抗体を産生する能力が低下している。B 細胞の抗体産生能力が低下する理由を簡潔に述べなさい。

問5 正常な6匹のマウス(①~⑥)に抗原Xと抗原Yを表のように注射する実験を行った。1回目の注射から40日後に2回目の注射を行った。また2回目の注射から20日後に血液を採取し、抗原Xまたは抗原Yに対する抗体量をそれぞれ測定したところ、図のような結果を得た。採取した血液A~Dは表のマウス①~⑥のどれに由来するか記号で答えなさい。ただし、抗原Xと抗原Y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。

マウス	1回目	2回目
①	X	X
②	X	Y
③	Y	X
④	Y	Y
⑤	X	X+Y
⑥	Y	X+Y



# VI

次の文章を読み、下の問に答えなさい。【配点 17】

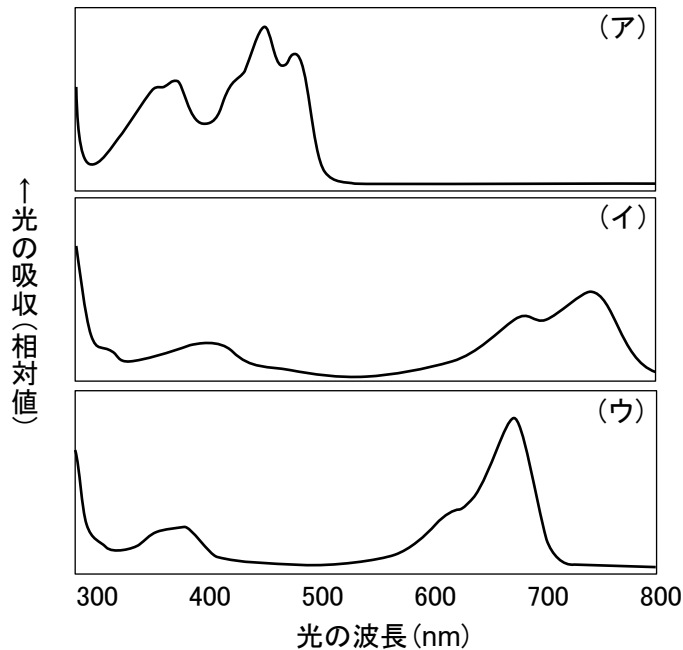
植物は動物のように移動する能力をもたないため、周囲の環境要因の変化を刺激としてとらえ、適切に反応することが知られている。すなわち、光、温度、水分、重力、虫などによる食害、病原体などの刺激を受容すると、その情報は植物ホルモンなどによって伝えられ、情報を受け取った細胞の働きなどに変化が生じることによって、環境の変化に適切に反応する。光刺激に対する応答には、種子の発芽、茎や根の成長、気孔の開閉、花芽形成などがあり、これらの応答には数種類の光受容体とさまざまな植物ホルモンがかかわっている。

例えば、種子の休眠と発芽には、胚乳に含まれるデンプンを分解する **a** などの遺伝子の発現を誘導して発芽を促進する **b** と、休眠状態を維持して発芽を抑制する **c** の 2 種類の植物ホルモンが重要な役割を果たしている。レタスなどの光発芽種子では、種子内の光受容体である赤色光吸収型 (Pr 型) の **d** が赤色光を受けて遠赤色光吸収型 (Pfr 型) に変化し、この Pfr 型が **b** の合成を促進させて **c** の働きを抑制することで発芽がはじまる。

茎の成長の調節にも多くの植物ホルモンが関与している。 **e** は細胞壁をゆるめることで細胞の吸水膨潤を容易にして、茎の成長を促進する。 **b** と **f** は、細胞骨格の **g** が並ぶ方向を制御して、縦方向に成長しやすいように細胞壁の構造を変え、茎を細長く伸ばす。一方、気体の植物ホルモンである **h** は、細胞が横方向に成長しやすいように細胞壁の構造を変え、茎の伸長を抑制して茎を太く短くする。茎は正の光屈性を示すが、これには青色光受容体である **i** が関与している。 **i** は光が当たらない側 (陰側) への **e** の移動を促進することによって、陰側の細胞を伸長させて、茎を光の方向へ屈曲させる。また、暗所でのもやし状の成長には、別の青色光受容体である **j** が関与する。 **j** が青色光を受容することで、もやし状の成長は停止し、茎頂分裂組織での葉の形態形成が誘導される。

問1 文中の **a** ~ **j** に入る最も適切な用語は何か。

問2 下図の(ア)~(ウ)は光受容体である Pr 型 **d** と Pfr 型 **d** と青色光受容体 **i** の吸収スペクトルを示す。各光受容体とそれぞれの吸収スペクトルについて正しい組合せはどれか。次の①~⑥のうちから選び、記号で答えなさい。



光受容体	①	②	③	④	⑤	⑥
Pr 型 <b>d</b>	(ア)	(ア)	(イ)	(イ)	(ウ)	(ウ)
Pfr 型 <b>d</b>	(イ)	(ウ)	(ア)	(ウ)	(ア)	(イ)
<b>i</b>	(ウ)	(イ)	(ウ)	(ア)	(イ)	(ア)

問3 **e** は、植物体内では、茎の先端部側から基部側へと移動し、逆方向には移動しない。(1) このような方向性をもった **e** の移動のことを何というか。また、(2) 茎においてこのような方向性をもつ **e** の移動のしくみを簡潔に述べなさい。

問4 下線部について、(1) 食害情報の伝達物質として働く植物ホルモンは何か。また、(2) この植物ホルモンが食害の拡大を防ぐしくみを、簡潔に述べなさい。