

平成 31 年度  
神戸大学大学院理学研究科  
博士課程前期課程（修士）生物学専攻入学者  
一般選抜・外国人特別選抜試験問題  
生物学

(2018 年 8 月 4 日実施)

注意事項

- 1) これは問題冊子です。試験監督の指示があるまで、2 枚目以降を見ないでください。
- 2) 問題は 4-17 頁目にあり、全部で 7 問です（生物学問題 1-7）。18-20 頁目は下書き用紙です。
- 3) 生物学問題は 7 問のうち 2 問を選択して解答しなさい。
- 4) 答案用紙（別紙）は、全部で 4 枚です。各問題の問題 A と問題 B の解答を、それぞれ別の答案用紙に記入しなさい。答案用紙の上部、問題（ ） のカッコ内に、解答する生物学問題の番号および問題 A, B の別を必ず記入しなさい。例：問題（1 A）
- 5) 解答に使用する答案用紙のすべての上部、所定の欄に受験番号と氏名を必ず記入しなさい。未記入の場合は採点できません。解答欄が不足する場合は、続けて各答案用紙の裏面に記入して構いません。
- 6) 試験時間は 2 時間です。試験監督の指示に従って受験しなさい。
- 7) 試験終了後、問題毎に答案用紙を集めます。試験監督の指示に従ってください。





## 生物学問題 1

問題 1 A および問題 1 B の両方に解答しなさい。答案用紙はそれぞれ別紙とし、答案用紙の問題番号欄には、1 A、1 B と記しなさい。

問題 1 A. 動物細胞に関する以下の文章を読んで、各問に答えなさい。

(1) さまざまなストレスによって DNA 二重鎖切断が起きた場合、細胞は素早い応答反応を示す。まず、DNA 切断点にリン酸化酵素を含むいくつかのタンパク質が集積し、(2) 応答シグナルはリン酸化反応によってがん抑制活性を持つ転写因子である p53 へと伝達される。p53 は細胞が DNA に損傷を持ったまま増殖を続けることを阻止するため、(3) 細胞周期を停止させる機能を持つ遺伝子の転写を誘導する。そして、DNA 損傷の程度が低い場合には DNA 修復に働く遺伝子の転写を誘導し、DNA 損傷が修復された細胞は再び細胞増殖を開始する。また、DNA 損傷が著しい場合には (4) アポトーシス誘導に働く遺伝子の転写を誘導し、細胞は生体から除去される。一方、(5) DNA 損傷を持ったまま細胞周期を停止して生体内で生存し続ける細胞があることも知られている。

問 1. 下線部 (1) について、DNA 二重鎖切断を引き起こすストレスの例を二つ挙げなさい。

問 2. 下線部 (2) について、この応答反応に関与するリン酸化酵素を二つ挙げなさい。

問 3. 下線部 (3) について、このとき転写が誘導され発現レベルが上昇するタンパク質の名称を答え、どのようにして細胞周期を停止させるか、その仕組みを説明しなさい。

問 4. 下線部 (4) について、このとき起きるアポトーシスにはミトコンドリアが関与することが知られている。転写が誘導されることによって発現レベルが上昇するタンパク質がどのようにしてアポトーシスを誘導するか、説明しなさい。

問 5. 下線部 (5) について、これらの細胞は老化細胞と呼ばれる。老化細胞はストレスによって DNA 損傷を受けた場合だけでなく、正常に増殖している細胞から出現することもある。その仕組みを説明しなさい。

問題 1 B. 以下の語句のうちから四つを選び、それぞれア) ~カ) の記号を記して、その内容や関連して知られていることを 100~200 字程度で説明しなさい。

ア) 紡錘体 (mitotic spindle)

イ) 小胞体 (endoplasmic reticulum)

ウ) エンドサイトーシス (endocytosis)

エ) SNARE タンパク質 (SNARE proteins)

オ) インテグリン (integrin)

カ) Rho ファミリー低分子量 G タンパク質 (Rho family small G protein)

## 生物学問題 2

問題 2 A および問題 2 B の両方に解答しなさい。答案用紙はそれぞれ別紙とし、答案用紙の問題番号欄には、2 A、2 B と記しなさい。

問題 2 A. 以下の文章を読んで、各問に答えよ。

四肢を持つ脊椎動物において、発生中の肢には、(ア)軸、(イ)軸、(ウ)軸の3つの軸が存在する。このうち(ア)軸のパターン形成過程には、肢芽後方で発現する分泌タンパク質 **Sonic hedgehog (Shh)** が<sup>(1)</sup>モルフォゲンとして作用すると考えられている。

マウス *Hx* 変異体は前肢の親指側に過剰指を持つが、この変異体では、<sup>(2)</sup>*Shh* 遺伝子からかなり離れた上流に位置する肢特異的なエンハンサー領域中に1塩基置換が存在し、*Shh* 遺伝子が肢芽前方でも異所的に発現する。野生型あるいは *Hx* 変異型のエンハンサー領域の DNA 配列を連結したレポーター遺伝子を導入したトランスジェニックマウスを解析したところ、野生型のエンハンサー領域を持つ場合には肢芽後方でレポーター遺伝子の発現が観察されるが、*Hx* 変異型の場合には、肢芽後方に加え、肢芽前方でも異所的な発現が観察された。

問 1. (ア) ~ (ウ) にあてはまる最も適切な語句をそれぞれ答えなさい。

問 2. 下線部(1)について、キイロショウジョウバエの初期発生過程にモルフォゲンとして作用することが知られている代表的なタンパク質名を一つ答え、その役割を説明しなさい。

問 3. 肢芽のパターン形成において **Shh** がモルフォゲンとして作用すると考えられていることを踏まえ、マウス *Hx* 変異体で過剰指が形成される理由を論じなさい。

問 4. 下線部(2)において、エンハンサー領域中の1塩基置換により *Shh* 遺伝子が肢芽前方で異所的に発現するのはどのような理由によると考えられるか、自由に論じなさい。

問題 2 B. 以下のア) ~オ) の語句について、その内容や関連して知られていることを、それぞれ 100~200 字程度で説明しなさい。

- ア) 始原生殖細胞 (primordial germ cell)
- イ) 神経堤細胞 (neural crest cell)
- ウ) ヒストン修飾 (histone modification)
- エ) 選択的スプライシング (alternative splicing)
- オ) 核膜孔複合体 (nuclear pore complex)

### 生物学問題 3

問題 3 A および問題 3 B の両方に解答しなさい。答案用紙はそれぞれ別紙とし、答案用紙の問題番号欄には、3 A、3 B と記しなさい。

問題 3 A. 以下の文章を読んで、各問に答えなさい。

細胞内におけるタンパク質の機能は、さまざまな分子機構による調節を受けている。(1)ある種のタンパク質は、別のタンパク質と複合体を形成しなければ細胞内で安定に存在することができない。また、種々の翻訳後修飾が、タンパク質の活性や安定性、他の因子との相互作用を制御する例も多数知られている。このような翻訳後修飾は、修飾酵素と脱修飾酵素の活性のバランスや、(2)修飾基の供与体となる化合物の細胞内濃度によって制御を受ける。従って、ある遺伝子に生じた(3)突然変異の影響は、その遺伝子がコードするタンパク質自身にとどまらず、幅広い細胞機能に及ぶ可能性がある。

問 1. 下線部 (1) について、一般に二種類のタンパク質が複合体を形成することを実験的に示すにはどのような方法が考えられるか、二つ例をあげてそれぞれの原理を簡潔に説明しなさい。ただし、それぞれのタンパク質を特異的に認識する抗体、およびタンパク質をコードする cDNA を既に取得しているものとする。

問 2. 下線部 (2) について、例えばリン酸化では多くの場合、ATP がリン酸基の供与体として利用される。以下のア) ~ウ) の翻訳後修飾について、修飾基の供与体となる主な化合物の名称を答えなさい。

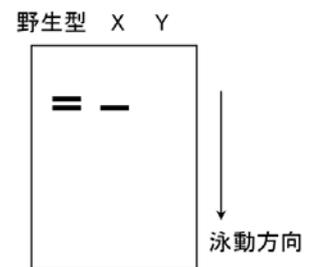
- ア) アセチル化
- イ) ポリ ADP リボシル化
- ウ) メチル化

(問題 3 A は次ページに続く)

問3. 下線部(3)について、突然変異を引き起こす重要な要因としてDNA損傷があげられる。自然突然変異の誘発に関与することが知られている以下のA), B)のDNA損傷について、それぞれが主に引き起こす突然変異をG:C → C:Gの形式で答えなさい。また、それぞれのDNA損傷がどのようなメカニズムで突然変異を誘発するか、簡潔に説明しなさい。

- A) グアニンの8位炭素の酸化(8-オキシグアニン)
- B) シトシンの脱アミノ化

問4. ヒト培養細胞で発現するタンパク質Pは通常の培養条件下で一部がリン酸化を受けており、野生型細胞抽出液に対してPのC末端を特異的に認識する抗体を用いてウエスタンブロット解析を行うと、右図のようにリン酸化の有無を反映した二本のバンドが検出される。一方、二種類の変異細胞XとYの抽出液で同様にウエスタンブロット



ト解析を行った結果、Xでは高移動度側のバンドのみが検出されたのに対し、Yではバンドが検出されなかった。XとYそれぞれについて、どのような変異が起こっている可能性が考えられるか考察しなさい。ただし、変異遺伝子(P自身の遺伝子に限定しない)はいずれも常染色体に座乗しており、ホモ接合型であるものとする。

問題3B. 以下の語句のうちから4つを選び、それぞれア)~カ)の記号を記して、その内容や関連して知られていることを100~200字程度で説明しなさい。

- ア) アフィニティクロマトグラフィー (affinity chromatography)
- イ) 生体膜における側方拡散 (lateral diffusion)
- ウ) 基本転写因子 (general transcription factor)
- エ) プロテオーム解析 (proteome analysis)
- オ) テロメラーゼ (telomerase)
- カ) ウイルスベクター (viral vector)

生物学問題 4

問題 4 A および問題 4 B の両方に解答しなさい。答案用紙はそれぞれ別紙とし、答案用紙の問題番号欄には、4 A、4 B と記しなさい。

問題 4 A. 以下の語句のうちから四つを選び、それぞれア) ~カ) の記号を記して、その内容や関連して知られていることを 100~200 字程度で説明しなさい。

- ア) 長期増強
- イ) ナチュラルキラー細胞
- ウ) 神経活動に対するテトロドトキシンの作用
- エ) 逆転電位
- オ) チャネルロドプシン
- カ) グルカゴン

問題 4B. 細胞運動とは、細胞が行う能動的な運動の総称であり、細胞全体の変形、細胞表面から出ている突起の運動、細胞内部の運動などに区別される。細胞運動に関する以下の問 1~4 に答えなさい。

問 1. 骨格筋は、細胞質の  $\text{Ca}^{2+}$  濃度上昇に依存して収縮する。この時、活動電位の発生を契機に  $\text{Ca}^{2+}$  が動員されて標的分子に作用し、筋原線維の収縮が起きるまでの過程を説明しなさい。

問 2. 死後、筋肉が硬直することはよく知られている。筋原線維の収縮の分子メカニズムをふまえて、なぜ死後硬直が起こると考えられるか、以下の語句を用いて説明しなさい。  
語句：ATP, アクチン, ミオシン, クロスブリッジ

問 3. 心筋には筋線維間の相互連絡が存在し、これによって心筋線維が同期的に収縮することが知られている。

ア) 心筋線維間の相互連絡に重要な役割を果たす細胞接着の名称を答えなさい。

イ) ア) の細胞接着に関して、細胞接着装置の構成タンパク質について知るところを述べなさい。

ウ) 心筋線維の収縮を心筋線維間で同期させる仕組みに関して、ア) の細胞接着の役割に注目しながら説明しなさい。

問 4. 筋繊維の収縮以外にも、様々な細胞運動が知られている。

ア) 筋線維の収縮以外の細胞運動の例を一つ挙げなさい。ただし、運動する細胞とその運動様式を具体的に述べること。

イ) ア) の例における細胞運動の役割について説明しなさい。

ウ) ア) の例における細胞運動のメカニズムについて説明しなさい。

生物学問題 5

問題 5 A および問題 5 B の両方に解答しなさい。答案用紙はそれぞれ別紙とし、答案用紙の問題番号欄には、5 A、5 B と記しなさい。

問題 5 A. 以下の文章を読んで、各問に答えなさい。

植物の生育は、生体内の <sup>(1)</sup>無機塩類、<sup>(2)</sup>糖、<sup>(3)</sup>植物ホルモン、<sup>(4)</sup>分泌型ペプチドなど、さまざまな物質によって調節されている。これらの物質の細胞・組織・器官レベルの輸送および応答は、それぞれの物質に応じた機構によって巧みに制御されている。

問 1. 下線部 (1) に関して、窒素、リン、カリウムは植物の必須元素である。このうち、リンが植物の生育に必須である理由を説明しなさい。

問 2. 下線部 (2) に関して、植物は光合成産物をデンプンやショ糖として蓄積する。陸上植物においてデンプンが蓄積するのに特化した細胞小器官の名称を答えなさい。また、この細胞小器官が重要な役割を果たす代表的な環境応答の名称を挙げ、その細胞小器官の役割を説明しなさい。

問 3. 下線部 (3) に関して、オーキシシン、ジベレリン、ジャスモン酸、ストリゴラクトンは、細胞内におけるホルモンの受容から下流の遺伝子発現の調節にいたるシグナル伝達の過程において、(ア)化を介したタンパク質分解が重要な働きを担う。以下の①～③に答えなさい。

① 空欄 (ア) にあてはまる最も適切な語を答えなさい。

② ストリゴラクトンの作用について正しいものを以下の (a) ～ (d) から選んで記号で答えなさい。

- (a) シュートの枝分かれを促進する。アーバスキュラー菌根菌との共生を促進する。
- (b) シュートの枝分かれを促進する。アーバスキュラー菌根菌との共生を抑制する。
- (c) シュートの枝分かれを抑制する。アーバスキュラー菌根菌との共生を促進する。
- (d) シュートの枝分かれを抑制する。アーバスキュラー菌根菌との共生を抑制する。

- ③ 上に挙げた4つの植物ホルモンから1つを選び、そのホルモンの受容から下流の遺伝子発現の調節にいたるシグナル伝達の過程について説明しなさい。

問4. 下線部(4)に関して、植物では分泌型ペプチドが関わるさまざまな制御が知られている。以下の3つの分泌型ペプチドから1つを選び、その働きについて説明しなさい。

CLAVATA3 (CLV3), ファイトスルフォカイン (phytosulfokine; PSK), LURE

問5. 維管束植物の生育を調節し、植物体内を輸送される物質のうち、下線部(1)～(4)以外のものについて、具体的な名称を挙げて、その輸送経路と働きを説明しなさい。

問題5 B. 植物に関係する以下のア)～オ)の語句について、その内容や関連して知られていることを100～200字程度で説明しなさい。

- ア) 配偶体と孢子体
- イ) 窒素同化
- ウ) 馴化
- エ) 膨圧
- オ) アルカロイド

生物学問題 6

問題 6 A および問題 6 B の両方に解答しなさい。答案用紙はそれぞれ別紙とし、答案用紙の問題番号欄には、6 A、6 B と記しなさい。

問題 6 A. 以下の生態学に関する 5 つの語句について、それぞれア) ~ オ) の記号を記して、その内容や関連して知られていることを 100~200 字程度で説明しなさい。

- ア) 赤の女王仮説
- イ) 菌根共生系
- ウ) 天敵解放仮説
- エ) ハミルトンの血縁度 4 分の 3 仮説
- オ) SLOSS (single large or several small) 論争

問題 6 B. 次の文章を読んで、以下の各問いに答えなさい。

ある空間内に存在する同一種の個体の集まりを個体群という。個体群が隔離されており、かつ個体群密度が十分に低ければ、生物の個体数は、その生物が有する内的自然増加率のもとで急速に増加する。しかし、<sup>(1)</sup> 個体群密度の増大とともに、個体数の増加速度は次第に低下する。

あるメタ個体群に属する個々の個体群では、個体数は、出生と死亡だけでなく、(ア)と(イ)によっても変化する。メタ個体群では、<sup>(2)</sup> 個々の個体群の個体数変動は大きいにも関わらず、メタ個体群全体の個体数変動は安定することがある。

問 1 下線部(1)について、その仕組みを密度効果と環境収容力という語句を用いて、100字程度で説明しなさい。

問 2 密度効果に関して、種内競争には消費型競争と干渉型競争が知られている。2つの競争様式の違いを150字程度で説明しなさい。

問 3 空欄(ア)と(イ)に入るもっとも適切な用語を答えなさい。

問 4 下線部(2)について、このようなことが生じる仕組みを100字程度で説明しなさい。

## 生物学問題 7

問題 7 A および問題 7 B の両方に解答しなさい。答案用紙はそれぞれ別紙とし、答案用紙の問題番号欄には、7 A、7 B を記しなさい。

問題 7 A. 生物の多様性と進化に関する以下の語句のうちから 4 つを選び、それぞれア)～カ)の記号を記して、その内容や関連して知られていることを 100～200 字程度で説明せよ。

- ア) アークプラスチダ
- イ) 側系統群
- ウ) オーソログとパラログ
- エ) 細胞内共生と包膜
- オ) 遺伝子流動
- カ) 熱水噴出孔生物群集

問題 7 B. 次の文章を読んで、各問に答えなさい。

生物の進化におけるそれぞれの系統群の系統関係はしばしば系統樹によって表される。系統樹は (1) 遺伝子の系統を示す遺伝子系統樹や、生物種が集団を単位として枝分かれしていく過程を示す種系統樹などがあり、一般にはその名が示すように祖先生物から派生した生物が順に枝分かれする樹状になる。しかし、(2) 時には解析の結果得られた系統樹において複数の枝が一つになり、再び枝分かれする網目状になることもある。系統樹における進化の起点は系統樹の根と表現され、(3) ある系統群の系統樹においてその根はその系統群の姉妹群などを外群として解析を行うことで推定される。得られた遺伝子情報などに基づき系統樹を構築するための方法にはさまざまなものがあるが、(4) 距離行列法、最節約法、最尤法などがしばしば使われる。

問 1. 下線部 (1) について、ある系統群の系統関係を一つないし数個の遺伝子の塩基配列情報を用いて解析しようとする場合に、使用する遺伝子の選択においてどのような点に留意する必要があるか、特に重要と考えられる事柄を 2 つあげて説明しなさい。

問 2. 下線部 (2) について、どのような場合に遺伝子に基づく生物の系統樹が網目状になるか、2 つあげて説明しなさい。

問 3. 下線部 (3) について、生物全体の系統関係を明らかにしたい場合などは、その姉妹群を用いて有根系統樹を作成することは困難である。このような場合、祖先的な系統群を明らかにするためにはどのような方法が考えられるか説明しなさい。

問 4. 下線部 (4) について、それぞれどのような方法か、概要を説明しなさい。





