

平成 28 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  
一般選抜試験問題  
生物学

(2015 年 8 月 8 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 4-16 頁目にあり、全部で 7 問です（生物学問題 1-7）。17-20 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. 以下の文章を読んで、各問に答えなさい。

体や器官の大きさは、総細胞容量、つまり全細胞数と細胞の大きさによって決まると考えられる。細胞の数は細胞分裂と細胞死の数に依存しているため、体や器官の大きさは、細胞分裂、細胞死、細胞の成長によって決まっているといえる。それぞれの過程は、細胞外シグナル分子によって制御される細胞内情報伝達プログラムによって調節される。細胞の数と大きさを調節する細胞外シグナル分子は、水溶性の分泌タンパク質、細胞表面に結合するタンパク質、細胞外マトリックスの成分のいずれかであり、その働きによって、分裂促進因子 (mitogens)、生存因子 (survival factors)、成長因子 (growth factors) の 3 つに大別される。

問 1. 細胞は、 $G_1$  期、S 期、 $G_2$  期、M 期から成る細胞周期を経ることによって数を倍加させる。分裂促進因子は、主に  $G_1$  期で機能するサイクリン依存プロテインキナーゼ (Cdk) の活性を調節することによって  $G_1$  期から S 期への進行を促進する。そのしくみを説明しなさい。

問 2. 成長因子によって活性化される細胞内シグナル経路では、TOR と呼ばれるプロテインキナーゼが重要な役割を果たしている。TOR によるリン酸化反応と細胞成長の関係を説明しなさい。

問 3. 生存因子としての神経栄養因子は、発生途上の神経細胞の数を神経細胞が接続する標的細胞の数に合わせるために利用されている。そのしくみを説明しなさい。

問 4. 生存因子によって活性化されるプロテインキナーゼ (上述の TOR を除く) を一例挙げ、それによってリン酸化されたタンパク質の細胞生存における役割を説明しなさい。

問題 1 B. 以下の語句のうちから4つを選び, それぞれア) ~キ) 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) 核小体 (nucleolus)
- イ) エンドソーム (endosome)
- ウ) デスモソーム (desmosome)
- エ) 電子線トモグラフィー (electron tomography)
- オ) ジアシルグリセロール (diacylglycerol)
- カ) トランスゴルジ網 (*trans* Golgi network)
- キ)  $\alpha$  ヘリックス ( $\alpha$  helix)

## 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、各問に答えなさい。

哺乳類とキイロショウジョウバエ（以下、ショウジョウバエ）は、いずれも XX/XY 型の性染色体をもつが、性決定の仕組みは異なっている。

哺乳類では、Y 染色体に精巣決定を担う（ア）遺伝子があり、オスの性決定遺伝子として働く。一方、ショウジョウバエでは、細胞ごとの X 染色体の数によって性決定が行われる。二倍体の細胞あたり X 染色体が 2 本ある XX 個体はメスとなり、X 染色体が 1 本の XY 個体はオスとなる。ショウジョウバエの Y 染色体は成体における精子形成に必要な遺伝子がコードされているが、性決定には関与しない。

ショウジョウバエの性決定遺伝子 *Sex-lethal (Sxl)* は、XX 個体において機能を持った RNA 結合タンパク質を生成し、*transformer (tra)* 遺伝子の選択的スプライシングを制御する役割を持つ。また、Sxl タンパク質は、XX 個体において、遺伝子量補正に働く *msl-2* 遺伝子の発現を翻訳レベルで抑制する。この結果、XY 個体においてのみ生成した *msl-2* タンパク質が X 染色体と相互作用し、ヒストンタンパク質が（イ）化修飾されることによって、X 染色体の活性化が起こる。

問 1. （ア）、（イ）に入る最も適切な語句を答えなさい。

問 2. ショウジョウバエにおいて、Y 染色体を欠損し、二倍体の細胞あたり 1 本の X 染色体を持つ XO 個体はどのような表現型を示すと推測されるか述べなさい。

問 3. 通常の GT-AG 型イントロンのスプライシング反応には 5 種類の核内低分子 RNA (snRNA) が必要である。このうち、U1 snRNA の役割について知るところを述べなさい。

問 4. ショウジョウバエ *msl-2* 遺伝子の機能欠損個体はどのような表現型となるか。その理由についても説明しなさい。

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) 先体反応 (acrosomal reaction)
- イ) RNA 干渉 (RNA interference)
- ウ) ゲノム編集 (genome editing)
- エ) エクスポートイン (exportin)
- オ) レトロトランスポゾン (retrotransposon)

### 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。

生物の定義の一つは、自分自身とよく似た個体を生み出す能力である。各々の生物の特徴を決める遺伝情報は、各生物種に固有の遺伝子の集合体（ゲノム）として、(1) DNA 上に安定的に維持され、複製された後に親から子へと伝えられる。RNA やタンパク質といった個々の遺伝子産物は、(2) 転写、(3) RNA プロセッシング、あるいは翻訳などの過程を経て合成されるが、これらの基本的な遺伝子発現機構もまた、遺伝子産物により構成されているのである。

問 1. 下線部 (1) について、ゲノムの安定性の維持はいくつかの異なる機構により達成されるが、DNA 修復はそのうちの主要な部分を占めている。DNA の修復機構を 2 つ挙げ、それぞれについて説明しなさい。

問 2. 下線部 (2) について、真核生物の転写開始反応における TFIID の役割を 2 つあげ、その詳細について説明しなさい。

問 3. 下線部 (3) について、RNA スプライシング以外の転写後 RNA プロセッシングを 2 つ挙げ、それぞれの生物学的役割を説明しなさい。

問題 3 B. 以下の語句のうちから5つを選び、それぞれア) ~キ) 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) 必須アミノ酸 (essential amino acid)
- イ) セカンドメッセンジャー (second messenger)
- ウ) セリンプロテアーゼ (serine protease)
- エ) アフィニティークロマトグラフィー (affinity chromatography)
- オ) ウェスタンブロットィング法 (Western blotting analysis)
- カ) がん抑制遺伝子 (tumor suppressor gene)
- キ) EF-Tu/EF1 (Elongation Factor-Tu/Elongation Factor 1)

## 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. 以下の生理現象から 5 つを選び、それぞれア) ~ ク) の記号を記して、カッコ内の語句を必ず使って 100~200 字程度で説明しなさい。なお、ヒトにおける現象であることを前提にして解答しなさい。

- ア) 平滑筋の収縮 (カルモジュリン, ミオシン軽鎖キナーゼ)
- イ) 血液による二酸化炭素の運搬 (赤血球, 炭酸脱水素酵素)
- ウ) 食塩摂取にともなう血圧上昇 (ナトリウムイオン, カリウムイオン)
- エ) フランク・スターリングの法則 (拍出量, 拡張期)
- オ) 胃酸の中和 (すい臓, 重炭酸イオン)
- カ) Paired-pulse ratio の減少 (シナプス小胞の放出確率, カルシウムイオン)
- キ) B 細胞活性化 (リンパ節, ヘルパーT 細胞)
- ク) 伸展反射 (筋紡錘,  $\alpha$  運動ニューロン)

問題 4 B. 以下の文章を読んで、各問に答えなさい。

光に対する個体行動は、眼や眼点の光感受性タンパク質が波長特異的に光を吸収することがきっかけとなって引き起こされる。ラットの網膜の桿体視細胞にはロドプシンが存在し、夜行性であるラットは太陽光に対して概ね負の走光性を示す。一方、クラミドモナスの眼点には青色光を受けた時に膜を横切るイオンの通り道を開くチャンネルロドプシンと呼ばれるタンパク質が存在する。近年、このチャンネルロドプシンなどの光感受性タンパク質を任意の神経細胞に発現させ、光を照射して個体行動をコントロールする技術が開発された。この技術を用いて、遺伝的に視細胞が欠落した盲目ラット (網膜色素変性症の動物モデル) の晶子体にチャンネルロドプシンを組み込んだベクターを注射し、網膜神経節細胞 (群) にチャンネルロドプシンを発現させた時のラットの光行動特性が調べられている。網膜神経節細胞 (群) とは、網膜の晶子体側に細胞体を持ち軸索を一次視覚中枢へ投射している視神経細胞 (群) のことである。

- 問1. ロドプシン分子の構造と機能について説明しなさい.
- 問2. 桿体視細胞を光照射した時の細胞膜を介した電位発生機構について説明しなさい.
- 問3. 下線部のラットの網膜神経節細胞（群）にクラミドモナス由来のチャネルロドプシン遺伝子を発現させると、青色光を感知できるようになることがわかった. 下線部のラットがこのような光感受性を回復することができた理由を説明しなさい. ただし, 下線部のラットの網膜は視細胞層を欠いているが, その他は正常であるとする.
- 問4. 下線部のラットを用いて, 青色光以外の波長の光に感受性を持つラットを作る方法と, そのラットが確かに青色光以外の波長の光を感じていることを実験的に検証する方法について, 自分の考えを論理立てて述べなさい.

## 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。

植物にとって光は、光合成のエネルギー源であるだけでなく、外部環境を知るための重要な情報源であり、植物は、その情報に応じて様々な生理反応を巧みに調節している。植物は、光を情報として捉えるための受容体を、光合成色素とは別に進化させてきた。

光受容体フィトクロムは、単量体分子量約 12 万の可溶性色素タンパク質で、タンパク質部分と、それに共有結合する（ア）と呼ばれる色素分子からなる。フィトクロムは、（イ）光領域に吸収ピークをもち生理的に不活性型である（ウ）と、（エ）光領域に吸収ピークをもち活性型である（オ）の間を相互変換され、可逆的な光スイッチとして働く。（イ）光を吸収し（オ）となったフィトクロムは、核に移行し遺伝子発現を制御すると考えられている。

その他、植物がもつ光受容体には、青色光を感知して芽生えの緑化や花芽形成に関わる（カ）や、光屈性反応の受容体として見つめられたフォトトロピンが存在する。

問 1. （ア）～（カ）に入る最も適切な語句を答えなさい。

問 2. 光受容体フィトクロムの関わる生理応答に、他の植物の日かげを感知して成長を制御する避陰応答がある。フィトクロムが日かげを感知する仕組みを説明しなさい。

問 3. 光受容体フォトトロピンの関わる生理応答を、光屈性以外に 2 つ挙げ、それぞれの生理応答について説明しなさい。

問 4. 光受容体フォトトロピンの関わる光屈性には、主要な植物ホルモンであるオーキシンが重要な役割を果たす。オーキシンを介した遺伝子発現制御について、オーキシンの受容とシグナル伝達の仕組みを説明しなさい。

問題 5 B. 以下の語句のうちから6つを選び、それぞれア) ~ク) 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) 植物の低温馴化
- イ) フラボノイド
- ウ) アンテナクロロフィル
- エ) 篩管の圧流説
- オ) フロリゲン
- カ) 維管束形成層
- キ) サイトカイニン
- ク) 植物における非宿主抵抗性

## 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. 生態学に関する以下のア) ~ 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、それぞれ 100~200 字で説明しなさい。

- ア) ロジスティック成長モデル
- イ) 生態ピラミッド
- ウ) 性選択
- エ) 環境 DNA
- オ) 表現型可塑性

問題 6 B. 以下の文章を読んで、各問に答えなさい。

現在、多くの種が絶滅もしくはその危機にさらされているが、その主要な原因として人間活動によるハビタート（生育・生息場所）の消失や環境変化が挙げられる。これらはハビタートの（1）破壊、（2）劣化、（3）分断化の 3 つに整理される。ハビタートの破壊と劣化は個体群を消滅に追い込む外的要因であるのに対し、森林や草原を横切って道路が建設されることや湿原の一部で農地化が進むことなどによって起こるハビタートの分断化は、面積の縮小（小面積化）と個体数の減少（小集団化）を進めることによって絶滅リスクを高める。

問 1. ハビタートの劣化の例を一つ挙げ、20 字以内で説明しなさい。

問 2. ハビタートの面積とそこに生育・生息できる生物の種数には密接な関係がある。その関係をグラフで示し、説明しなさい。

問 3. 小集団化が進むと、3 つの要因が連動して絶滅リスクが高くなる。第 1 の要因は人口学的確率性（出生率と死亡率ならびに性比の年変動）、第 2 は環境変動である。絶滅リスクを高める第 3 の要因とは何か答えなさい。またその要因が絶滅リスクを高めるメカニズムについて説明しなさい。

問4. 集団が絶滅に至らないための指標として一定の個体数が必要であることが示されている。この個体数のことをなんと呼ぶか答えなさい。

問5. ハビタートの分断化は種の絶滅リスクを高める。この状況を改善するためには、局所個体群のあり方が問題となる。種の存続のために求められる個体群構造について考察しなさい。

## 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 と記しなさい。

問題 7 A. 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) 沿岸湧昇流
- イ) フコキサンチン
- ウ) 光合成細菌
- エ) 海洋酸性化
- オ) アオコ
- カ) 系統樹の根

問題 7 B.

地球の大気を構成する主要な成分のうち、酸素 ( $O_2$ ) および二酸化炭素 ( $CO_2$ ) の濃度は生命の誕生以後、さまざまな生物の生命活動によって大きく変化してきたと考えられている。大気中の酸素および二酸化炭素濃度の大きな変遷を、地球誕生から現在までの年代を横軸に、両気体の相対濃度を縦軸にとり、曲線で図示しなさい。また、生命誕生以後の大きな濃度変化の要因となったと考えられる生物進化上のできごとのうち、最も重要と考えるものを 3 つあげ、その時期を図中に示すとともにその内容について、それぞれ 50~100 字程度で説明しなさい。







