

平成 30 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

(2017 年 11 月 10 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（1A）
- 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。

ゾウリムシは体表に約 1 万本の繊毛を細胞表面の全域に持ち、これを動かして遊泳する。繊毛の内部構造（軸糸）は、いわゆる「9+2 構造」として知られる微小管に加え、数百種類のタンパク質から成る精巧に作られた細胞小器官の一つである。繊毛の微小管上には分子モーターであるダイニンが規則正しく並び、複雑な波打ち運動を駆動している。真核生物の繊毛や鞭毛の基部は（ア）とよばれ、軸糸微小管の形成中心となっている。この構造は中心小体と相同であり、生物によっては機能的にも中心小体と同様に働くことがある。

このような運動性の鞭毛・繊毛とは異なり、一般的には非運動性の繊毛がほとんどの動物細胞の表面に存在している。これらは（イ）と呼ばれ、さまざまな組織の形成や維持に関与していることが示されている。

問 1. （ア）と（イ）にあてはまる語句を記せ。

問 2. ゾウリムシなどのような水の中を泳ぐ微小な生物の形状は様々で、その多くは体表から生える繊毛や鞭毛を動かして遊泳している。一方、クジラやマグロなどの大型の動物は、みな一様に流線型の体形をしていて、大きなヒレを動かして推進力を発生させている。このような生物の形や遊泳パターンの違いを以下の用語をすべて用いて 150 字程度で説明せよ。

レイノルズ数、粘性抵抗、慣性

問 3. 繊毛の断面（基部と先端部以外の部分についての断面）の模式図を描き、以下に示す各部の名称を示せ。

A 微小管, B 微小管, ダイニン外腕, ダイニン内腕, 中心小管 (中心シングレット微小管), スポーク, 中心鞘, 細胞膜

問4. (ア)と(イ)の断面に見られる微小管の配置は、問3で示された「9+2」構造とどのように異なるのかを100字程度で説明せよ。

問5. 下線部の機能とはどのようなものか、100字程度で説明せよ。

問題1B. 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) ユビキチン (ubiquitin)
- イ) PI3-kinase (phosphoinositide 3-kinase)
- ウ) 細胞外マトリックス (extracellular matrix)
- エ) 収縮環 (contractile ring)
- オ) 葉状仮足 (lamellipodia)
- カ) APC/C (anaphase promoting complex/cyclosome)

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. 以下の各問に答えなさい。

問 1. 多細胞動物における RNAi と miRNA による遺伝子サイレンシングについて、両者の共通点や相違点がわかるように説明しなさい。

問 2. 19 世紀後半にワイスマン (August Weismann) によって提唱されたモデルによれば、受精卵の核には多数の決定因子が含まれており、受精卵が卵割を繰り返す際に、これらの核内決定因子が各娘細胞に不均等に分配されることによって、それぞれの娘細胞の運命が決定されている。

(1) このモデルについて検証するためにどのような実験が行われたか、あるいは、どのような実験を行えばよいと考えられるか述べなさい。

(2) 現在の発生生物学の知識に照らして、このモデルの正しい点や誤っている点について議論しなさい。

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) 中胚葉誘導 (mesoderm induction)
- イ) プログラム細胞死 (programmed cell death)
- ウ) 遺伝子量補正 (dosage compensation)
- エ) ゲノム編集 (genome editing)
- オ) 時計遺伝子 (clock gene)

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. 阻害剤は、生命現象の仕組みの解明に役立つとともに、生化学実験や分子生物学実験にも応用され、さらに病気の治療薬としても使われている。阻害剤に関する各問に答えなさい。

問 1. 阻害剤の具体的な例（物質名）を二つ挙げ、それぞれについて細胞に対する作用機序を説明しなさい。

問 2. 細胞は、阻害剤に対して耐性を獲得する場合がある。細胞が耐性を獲得するのは、染色体遺伝子に変異が起きたり、外来遺伝子が導入されることなどによるが、細胞が耐性を獲得する具体的な例を三つ挙げ、それぞれについて説明しなさい。

問題 3 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) スライディングクランプ (sliding clamp)
- イ) ホリデイ構造 (Holliday junction)
- ウ) cDNA ライブラリー(cDNA library)
- エ) 大腸菌の SOS 応答 (SOS response in *E. coli*)
- オ) CpG アイランド (CpG islands)

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) 筋収縮における滑り説
- イ) 嗅覚情報伝達におけるアデニル酸シクラーゼ
- ウ) 血糖調節におけるグルカゴン
- エ) アレルギー反応における IgE
- オ) ゴナドトロピン
- カ) 内向き整流性カリウムチャンネル

問題 4 B. 哺乳動物の心臓に関する以下の文章を読んで、各問に答えなさい。

心臓の拍動は洞房結節の自発的な電気活動に起因する。この活動は自律神経によって調節されており、その頻度は交感神経によって増加する一方、副交感神経によって減少する。心拍数は血液の拍出量に影響を与えるが、心拍数だけが単独で増加しても拍出量が増加しない場合がある。実際に心臓から拍出される血液量は、心拍数だけでなく心室の拡張期の体積、心室の収縮力などの要因によって決まる。心室は収縮と拡張を繰り返すことで血液を拍出するが、拡張期では大動脈弁が閉じるので拍出はおこらない。このため血圧は収縮期のとき高く、拡張期のとき低くなるが、拡張期に血流が止まることはない。これは大動脈が弾性を持つためである。

問 1. 洞房結節は骨格筋や神経細胞と違い、外部刺激による脱分極がなくても自発的に活動電位を発生する。これは洞房結節の細胞がどのような性質をもっていることに起因するか、推測されることを答えなさい。

問 2. 自律神経が洞房結節の電気活動の頻度を調節するメカニズムについて推測されることを答えなさい。

問 3. 心拍が単独で増加しても、拍出量が増加しない場合がある。その理由を答えなさい。

問 4. 拡張期の心室の体積はどのような要因によって増減するか答えなさい。

問 5. 大動脈の弾性が拡張期の血流を維持するメカニズムを答えなさい。

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。

多くの植物は、⁽¹⁾ 1 日の昼の長さ、あるいは夜の長さ を感知することにより、適切な時期に栄養成長から生殖成長への相転換を行う。植物が日長の季節変化に応答する機構には、外界からの光情報の感知と、内在性の概日時計が作り出す 24 時間周期の概日リズムが関わっている。被子植物における花芽形成では、日長の情報は (ア) で感知される。長日植物のシロイヌナズナの場合、(ア) において ⁽²⁾ 概日リズムにより制御される因子の発現様式と外部の光情報を統合することにより長日条件を感知し、フロリゲン遺伝子 *FT* の発現が誘導される。 *FT* の翻訳産物は、(ア) から維管束を通り (イ) へ運ばれ、転写因子である (ウ) タンパク質と相互作用することで花芽形成を誘導する。⁽³⁾ 短日植物のイネでは、短日条件下でイネのフロリゲン遺伝子 *Hd3a* の発現が誘導され、その翻訳産物が (ア) から (イ) へ運ばれて花芽形成を誘導する。現在、シロイヌナズナとイネを中心とした研究成果から、被子植物における日長に応答した成長相転換の制御には、植物種によらず共通のメカニズムが働いていると考えられている。

問 1. 空欄 (ア) ~ (ウ) にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2. 下線部 (1) について、1 日の昼の長さ、あるいは夜の長さの変化が生理現象に影響をおよぼす性質の名称を答えなさい。

問 3. 下線部 (2) の機構について、図やグラフなどを用いて説明しなさい。

問 4. 下線部 (3) について、長日植物と短日植物で日長応答性が異なる仕組みについて説明しなさい。

問 5. 短日条件で栄養成長から生殖成長へと相転換するある植物種において、その制御機構に関わる遺伝子を同定し解析する研究計画を立案し、その内容を具体的に書きなさい。なお、対象とする植物は、全ゲノム情報が利用可能であり、突然変異体の単離や形質転換の方法も確立されているものとする。

問題 5 B. 植物に関係する以下のア) ~カ) 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) 光阻害
- イ) ストリゴラクトン
- ウ) 植物の RNA 編集
- エ) Aux/IAA タンパク質
- オ) レグヘモグロビン
- カ) アポプラストとシンプラスト

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. 以下の各問に答えなさい。

問 1. 生態学に関する以下のア) ~エ) 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) 内的自然増加率 (intrinsic rate of natural increase)
- イ) 密度効果 (density-dependent effect)
- ウ) 標識再捕獲法 (mark and recapture method)
- エ) キーストーン捕食者 (keystone predator)

問 2. 2016 年度の国際生物学賞を受賞した Stephen P. Hubbell 博士が提唱した生物多様性と生物地理学の統一中立理論 (The unified neutral theory of biodiversity and biogeography) について、知るところを述べなさい。

問題 6 B. 以下の文章を読んで、各問に答えなさい。

(1) マルハナバチ類は、多くの植物にとって重要な花粉媒介者であり、生態系の中で大きな役割を果たしている。 しかしながら現在、(2) 世界的にマルハナバチ類は減少傾向にある。 マルハナバチ類は、多くの農作物の主要な花粉媒介者として機能しており、我々にも大きな恩恵をもたらしてきた。このような人々が生態系から得ることのできる便益を（ア）と呼ぶ。（ア）は、食料、水、木材、繊維、燃料などの（イ）、気候の安定や水質の浄化などの調整サービス、レクリエーションや精神的な恩恵を与える文化的サービス、栄養塩の循環や土壌形成、光合成などの（ウ）などに細分化される。

（ア）の利用の一例として、日本でも 1990 年代に、ヨーロッパ原産のセイヨウオオマルハナバチが温室トマトの花粉媒介者として導入された。しかし (3) 逃げ出したセイヨウオオマルハナバチの野生化が目立つようになり、在来種のマルハナバチが駆逐される危険性が指摘された。 このため、日本では、2006 年にセイヨウオオマルハナバチは、外来生物法により、（エ）に指定され、飼育や運搬等が規制された。

問 1. 空欄（ア）～（エ）に入る最も適切な語句を答えなさい。

問 2. 下線部（1）について、マルハナバチ類が花粉媒介者のなかでも、とりわけ重要な役割を果たしている理由を、100 字程度で説明しなさい。

問 3. 下線部（2）について、在来種のマルハナバチの減少に伴い、かつて日本の氾濫原に広く見られたサクラソウの絶滅が危惧されている。この理由を、サクラソウの交配システムをふまえて、100 字程度で説明しなさい。

問 4. 下線部（3）について、セイヨウオオマルハナバチが、餌資源をめぐる競争以外で、在来種のマルハナバチに及ぼす負の影響を、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 と記しなさい。

問題 7 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) タイプ種 (模式種)
- イ) アンテナ色素
- ウ) メタゲノム解析
- エ) ヘテロシスト
- オ) クレプトクロロプラスト
- カ) エクトカルペン

問題 7 B. 以下の文章を読んで、各問に答えなさい。

系統分類を行うためには、生物群間の系統関係を推定する必要がある。形態などの表現形質から系統関係を推定する場合、それらの形質が相同であることが前提となる。一般に、生物群間の系統関係が近い場合、共通の祖先に由来する類似した形質を多く持ち、遠い場合、形態が異なっている。しかし、(1) 系統関係が遠いにも関わらず形態がきわめてよく似た生物群が見られることがある。

近年、(2) DNA の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列などの配列情報を比較して系統関係を推定する方法が盛んに用いられるようになってきた。 DNA の塩基配列は突然変異により変化する。DNA の塩基配列が突然変異の蓄積によって変化してゆくことを分子進化という。分子進化は一律に起こるのではなく、遺伝子産物の種類や遺伝子座により突然変異が生じる速度が異なる。このような性質を利用することにより、生物界全体の系統関係から近縁種間の系統関係まで広範囲の系統関係を推定することが可能である。例えば、(3) 分子進化の研究の発展により、現在では全生物は、ドメインとよばれる 3 つの大きな系統群からなると一般的に考えられるようになった。

問 1. 下線部 (1) で示した例のような進化は収斂進化 (または収束進化) とよばれるが、その具体例を挙げて仕組みを説明しなさい。

問 2. 下線部 (2) に関して、遺伝情報に基づき進化的な分岐関係を表した図は分子系統樹と呼ばれるが、代表的な分子系統樹の構築方法の名称を 3 つ答えなさい。

問 3. 表現形質から系統関係を推定する場合と比較して、遺伝情報から系統関係を推定する場合の利点を 2 つ答えなさい。

問 4. 下線部 (3) に関して、生物の分類における 3 つのドメインの名称を挙げ、それぞれについて細胞構造の特徴を説明しなさい。

