

平成29年度  
生命環境科学研究科  
生物科学専攻  
入学試験問題

専門科目

平成28年8月24日（水） 10:00 ～ 12:00 実施

[注意]

- ① この問題冊子は表紙を含め14ページあります。
- ② 問題1から問題8の中から4つを選んで解答してください。4つをこえて解答した場合はすべて無効とします。
- ③ 提出する答案用紙は4枚です。すべてに受験番号を記入してください。
- ④ どの問題に解答したか分るように、答案用紙の左上に問題番号を、例えば（問題1）のように明記してください。
- ⑤ 各問題について答案用紙は1枚です。同一の問題に対して2枚以上の答案用紙にわたって解答した場合は無効とします。
- ⑥ 1つの問題にいくつかの小問がある場合は、問題の指示にしたがって、適切に対処してください。
- ⑦ 答案用紙の裏面を使用しても結構です。その場合は、綴じ穴の下部2cm程度より下に記入してください。
- ⑧ 問題冊子は試験終了後に回収します。

## 問題 1

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（4）に答えよ。

スウェーデンの [ 1 ] は、1735年、著作 *Systema Naturae* において、生物の分類の基本単位となる「種」の概念を確立し、属名と種小名とからなる二名法による学名を考案して、階層構造をもつ分類体系の構築を試みた。イギリスの [ 2 ] は、1859年の著作 *On the Origin of Species* で、生物の種は常に変化し、新たに生まれ続けるという進化の概念を論証した。こうして、次第に<sup>(a)</sup>進化を反映した生物分類の考え方が浸透するようになった。より一義的に広く生物の種を規定する概念として、イギリスのエルンスト・マイアは1942年に著作 *Systematics and the Origin of Species* において、「相互に交配しあい他から生殖的に隔離されている集団」を種とみなす<sup>(b)</sup>生物学的種概念を提唱した。一方、アメリカの [ 3 ] は1967年に著作 *On the Origin of Mitosing Cells* において、原核生物から真核生物への進化を考察し、<sup>(c)</sup>細胞内共生説を唱えた。

- (1) 空欄 [ 1 ] ～ [ 3 ] に入る人名を記せ。
- (2) 下線部(a)の考え方は、それまでの分類学の考え方とはどう異なるか、「人為分類」および「自然分類」というキーワードを用いて3行程度で説明せよ。
- (3) 下線部(b)の生物学的種概念の適用が困難な例をあげ、2行程度で説明せよ。
- (4) 下線部(c)の細胞内共生説は現在でも支持されている。その具体的根拠を、2行程度で説明せよ。

問2 系統分類・進化学分野に関連した以下の用語（1）～（5）をそれぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) アーキア (Archaea)
- (2) 脱皮動物 (Ecdysozoa)
- (3) 先取権 (priority)
- (4) 収斂進化 (convergent evolution)
- (5) 浸透性交雑 (introgressive hybridization)

## 問題 2

問 1 次の文章を読み、以下の設問（1）と（2）に答えよ。

動物の利他行動は古くから生態学者の関心を集めてきた。近年、植物も隣接個体との血縁度によって自分の成長のしかたを変える可能性が指摘されている。W. D. ハミルトンは、(a)利他行動が進化する条件は、自分と他個体との血縁度 ( $r$  :  $0 \leq r \leq 1$ )、その形質によって得られる他個体の利益 ( $B$ )、その形質にかかる自分の費用 ( $C$ ) から求められると提唱した。

- (1) 下線部(a)の条件が成り立つ  $r$ 、 $B$ 、 $C$  の関係を式で表せ。
- (2) 個体間の血縁度と、個体の行動との関係を研究したい。野外環境下の個体間の血縁度を推定する方法を考え、2行程度で説明せよ。

問 2 次の文章を読み、以下の設問（1）と（2）に答えよ。

生物群集の種組成や各種の存在量は、上位栄養段階の捕食者によって制御されていることがあり、(a)トップダウン効果とよばれる。 (b)捕食者や植食者の存在によって、それよりも下位の栄養段階の種多様性が高まることがある。

- (1) 多数の潮だまりの中に共通の捕食者を含む生物群集が成立している岩礁潮間帯を例に、下線部(a)の効果を検証する方法を考え、2行程度で説明せよ。
- (2) 下線部(b)の理由を、栄養段階が二段階の場合と三段階の場合について、岩礁潮間帯以外の生物群集を例にあげ、それぞれ3行程度で説明せよ。

問 3 生態学分野に関連した以下の用語（1）～（5）をそれぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) 吉良の温量指数 (Kira's warmth index)
- (2) 生殖的形質置換 (reproductive character displacement)
- (3) 安定化淘汰 (stabilizing selection)
- (4) 総一次生産 (gross primary production)
- (5) 生態系サービス (ecosystem service)

## 問題 3

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（6）に答えよ。

(a)不定胚を容易に誘導することができる(b)ニンジンは、胚発生研究のモデル植物とされてきた。ニンジンの不定胚誘導方法の1つとして、ストレス処理によりその誘導を行う実験系がある。実生の外植片をストレス物質が含まれる培地に置床し、一定期間ストレス処理を行ったのち、ストレス物質を含まない培地に移植して培養すると、(c)外植片上に不定胚が観察される。この実験系ではストレス処理の初期に(d)植物ホルモンの1つである(e)アブシジン酸の内生量が上昇することが知られていた。そこで、アブシジン酸の関与を明らかにするため、(f)ストレス処理を行う培地にアブシジン酸を添加したところ、不定胚が観察される外植片の数が増加した。一方、ストレス処理を行う培地にアブシジン酸の生合成阻害剤を添加したところ、不定胚の形成が抑制された。

- (1) 下線部(a)の「不定」とは、正常な個体発生時に形成される場所以外にできたことを意味している。不定胚以外に不定器官が知られているが、その名称を2つ答えよ。
- (2) 下線部(b)は、主として根が肥大し、それをヒトは食用として利用している。一方、カブも葉よりも下の部分が肥大しているが、この肥大した部位の名称を答えよ。
- (3) 下線部(c)では、1つの外植片上に複数の不定胚が形成されることがある。これらは、同一の遺伝情報をもつ植物体に発生する。これらの植物体の集まりを何とよぶか、答えよ。
- (4) 下線部(d)のうち、常温常圧で気体となるものが知られている。その物質名を1つあげ、それが関与する代表的な生理現象を1つあげよ。
- (5) 下線部(e)は、気孔の開閉を制御する植物ホルモンとして知られているが、気孔を開くために孔辺細胞は構造的特徴をもっている。この構造的特徴に触れ、気孔が開く過程を2行程度で説明せよ。
- (6) 下線部(f)にある2つの実験結果だけから、不定胚形成とアブシジン酸の関連を示すことには問題がある。その理由と、問題点を排除するための追加実験を1つ考案し、それぞれ2行程度で説明せよ。

【次ページに続く】

問2 植物発生・生理学分野に関連した以下の用語(1)～(5)をそれぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) ロゼット植物 (rosette plant)
- (2) 他感作用 (allelopathy)
- (3) 赤色低下 (red drop)
- (4) エリシター (elicitor)
- (5) C4植物 (C4 plant)

## 問題 4

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（4）に答えよ。

運動ニューロンの細胞体は脊髄にあり、脳からの指令を軸索を介して末梢の筋細胞に伝える。運動ニューロンの軸索は絶縁体である〔 1 〕に覆われており、興奮は〔 1 〕の切れ目から次の切れ目へと伝導する。この切れ目は〔 2 〕とよばれ、このような伝導方式を〔 3 〕という。このようにして脳からの情報はシナプス終末部に達し、シナプスを介して筋細胞に伝えられる。この神経筋接合部において以下の実験を行った。

前シナプス膜および後シナプス膜から膜電位を記録し、図1の結果を得た。実験Aでは、神経の軸索に電気刺激を行い、膜電位を記録した（対照実験）。実験Bでは、前シナプス終末部に $\text{Ca}^{2+}$ のキレーターを注入して $\text{Ca}^{2+}$ 濃度の上昇を抑えた状態で電気刺激を行い、膜電位を記録した。実験Cでは、電気刺激は行わず、細胞外からアセチルコリン（ACh）を投与し、膜電位を記録した。実験Dでは、細胞外液にACh受容体のアンタゴニストを加えた状態で電気刺激を行い、膜電位を記録した。図中の矢印は電気刺激あるいはACh投与のタイミングを示す。

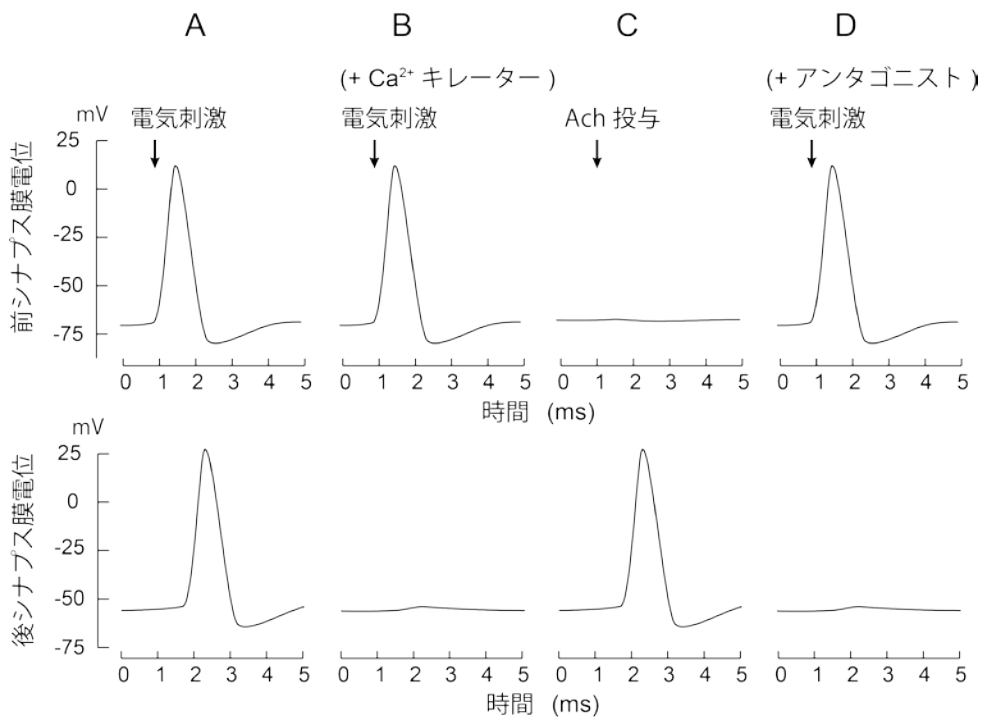


図1

【次ページに続く】

- (1) 空欄 [ 1 ] ~ [ 3 ] にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 実験Bで、後シナプス膜に電位変化が生じなかった理由を2行程度で説明せよ。
- (3) 実験Cで、前シナプス膜では膜電位が生じないが、後シナプス膜で膜電位が生じた理由を2行程度で説明せよ。
- (4) 実験Dで、後シナプス膜に電位変化が生じなかった理由を2行程度で説明せよ。

問2 動物生理学分野に関連した以下の用語(1)～(5)をそれぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) 能動輸送 (active transport)
- (2) 概日リズム (circadian rhythm)
- (3) 樹状突起スパイン (dendritic spine)
- (4) 抑制性シナプス後電位 (inhibitory postsynaptic potential)
- (5) 走性 (taxis)

## 問題 5

問1 次の文章を読み、以下の設問(1)～(3)に答えよ。

ショウジョウバエの体節の特異性を決定する [ 1 ] 遺伝子の最初の変異体は20世紀初頭に Bridges により発見された。この変異体は第3胸部の一部が、翅のような形態に変化しており [ 2 ] 変異と命名された。その後、Lewis らはこの遺伝子座について詳細な解析を行い、ショウジョウバエではこれらの遺伝子が同じ [ 3 ] に存在するもう一つの [ 1 ] 遺伝子複合体である [ 4 ] 遺伝子複合体と隣接していることが明らかにされた。いずれの遺伝子の産物も、60個のアミノ酸から構成される [ 5 ] とよばれる DNA 結合構造を有しており、発生過程において様々な遺伝子の [ 6 ] 領域に結合し、それらの発現を制御している。[ 1 ] 遺伝子複合体は、<sup>(a)</sup>哺乳類では異なる [ 3 ] の上に存在する A から D の4つのクラスターに分かれている (図1)。興味深いことに、<sup>(b)</sup>ショウジョウバエでも哺乳類でも、それぞれの遺伝子の並び方が、胚における当該遺伝子の発現領域の空間的順序とほぼ一致している。これは [ 7 ] とよばれているが、その基本的な機構については依然として解明されていない。

著作権のため非公開

図1

出典 Molecular Biology of the Cell. Garland Science, New York より一部改変

【次ページに続く】



- (1) 空欄 [ 1 ] ~ [ 7 ] にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 下線部(a)について、進化上どのような機構により形成されたと考えられるか、また、複合体が複数存在することによりどのような生物学的意義があるか、それぞれ2行程度で説明せよ。
- (3) 下線部(b)について、どのような機構が背景にあるか、考えられる機構を3行程度で説明せよ。

問2 発生生物学分野に関連した以下の用語(1)～(5)をそれぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) ノックアウトマウス (knockout mouse)
- (2) 灰色三日月環 (gray crescent)
- (3) 神経冠 (neural crest)
- (4) 始原生殖細胞 (primordial germ cell)
- (5) 成長円錐 (growth cone)

## 問題 6

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（4）に答えよ。

動物細胞には、さまざまなオルガネラ（細胞小器官）がある。各オルガネラではたらくタンパク質の大部分は、しかるべき経路で輸送される。図1は、その主な経路の模式図である。図1の3種類の矢印のうち、(a)破線の矢印で示した経路は、実線の矢印で示した経路にはみられない特徴をもつ。一方、太い実線の矢印で示した経路では、(b)タンパク質の分子量が、核への輸送のされ方に影響する。また多くの場合、(c)タンパク質の特定のアミノ酸配列が選別シグナルとして機能し、輸送されるオルガネラを決定する。

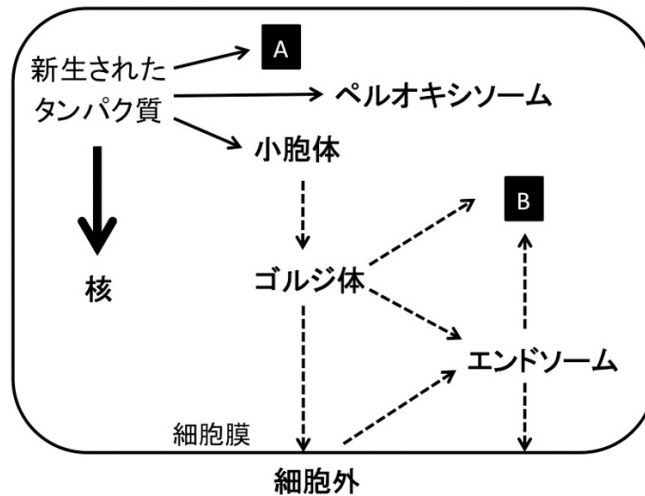


図1

- (1) 下線部(a)について、破線の矢印で示した経路にだけみられる特徴を1行程度で説明せよ。
- (2) 図中のAとBにあてはまる適切なオルガネラの名称を記せ。さらに、AとBに該当するオルガネラの主な細胞機能を、それぞれ1行程度で記せ。
- (3) 下線部(b)について、タンパク質の分子量と核への輸送のされ方の違いを、2行程度で説明せよ。
- (4) 下線部(c)について、ペルオキシソームに輸送されるタンパク質の選別シグナルとして機能するアミノ酸配列を推定し、それが実際にペルオキシソームへの輸送の選別シグナルであることを検証したい。どのような一連の実験を行えばよいか、5行程度で説明せよ。

【次ページに続く】

問2 分子細胞生物学分野に関連した以下の用語（1）～（5）をそれぞれ2行程度で説明せよ。

- （1）カドヘリン（cadherin）
- （2）基底小体（basal body）
- （3）超解像顕微鏡法（super-resolution microscopy）
- （4）フローサイトメトリー（flow cytometry）
- （5）ADF/コフィリン（ADF/cofilin）

## 問題 7

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（4）に答えよ。

DNA 分子を[ 1 ]の違いで分離する方法として、アガロースゲル電気泳動法があげられる。電気泳動とは電場中で荷電粒子が移動する現象のことであり、負に帯電した分子は正電極方向に、正に帯電した分子は負電極方向に移動する。DNA 鎖は各ヌクレオチドをつなぐ[ 2 ]によって[ 3 ]に帯電しているので電場中では[ 4 ]極方向に移動する。

DNA 二重鎖において各鎖の方向は互いに[ 5 ]方向を向いており、塩基対間では<sup>(a)</sup>決まった相手と対をなすこと、つまりアデニンとチミン、グアニンとシトシンがそれぞれ水素結合をすることにより二本鎖を形成することが知られている。一方、RNA は DNA と<sup>(b)</sup>構造的な違いがあり、多くの場合<sup>(c)</sup>生体内において DNA よりはるかに不安定である。

- (1) 空欄 [ 1 ] ～ [ 5 ] にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 下線部(a)について、塩基間に生じる水素結合を図1の構造式を参考に示せ。ただし、水素結合は破線で示すこと。
- (3) 下線部(b)の構造的な違いを3つあげ、それぞれ2行以内で説明せよ。
- (4) 下線部(c)の生物学的意義を3行程度で説明せよ。

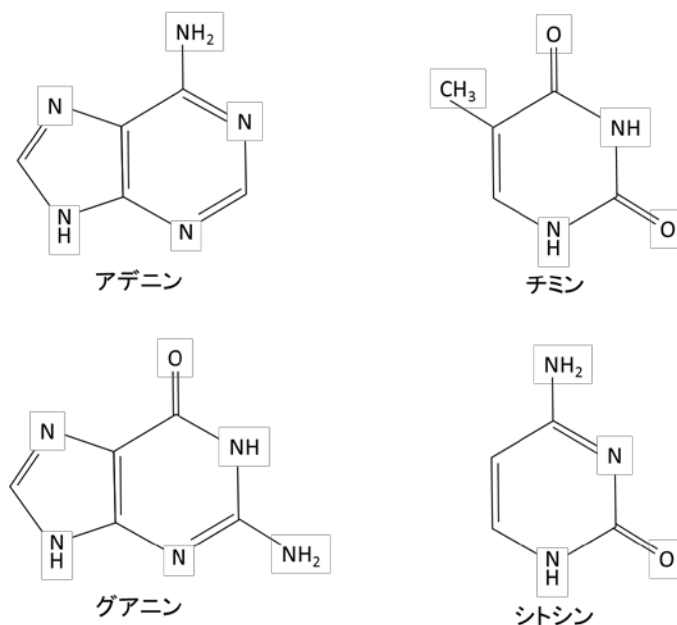


図1

【次ページに続く】

問2 ゲノム情報学分野に関連した以下の用語(1)～(5)をそれぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) 岡崎フラグメント (Okazaki fragment)
- (2) ナンセンス変異 (nonsense mutation)
- (3) 比較ゲノム学 (comparative genomics)
- (4) シンテニー (synteny)
- (5) 栄養要求性変異 (auxotrophic mutation)

## 問題 8

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（4）に答えよ。

酵素は遷移状態のエネルギーを低下させることによって化学反応の速度を増加させる [ 1 ] 機能をもつ。ほとんどの<sup>(a)</sup>酵素はタンパク質であるが、中には<sup>(b)</sup>そうでないものも存在する。酵素分子は [ 2 ] とよばれる特別なポケットあるいはクレフト（割れ目）をもち、酵素はこの部分で基質と結合して酵素-基質複合体を形成する。この結合は酵素に [ 3 ] 変化を引きおこし、一般的に酵素はこの変化により活性をもつことができるようになると考えられている。酵素によっては<sup>(c)</sup>ビタミンなどの小さな有機分子と結合することが活性に必須な場合もある。生体内には同じ酵素活性を有するが、遺伝的に決定されるアミノ酸配列が異なるものを複数有する場合がある。これらの酵素群は [ 4 ] とよばれる。

- (1) 空欄 [ 1 ] ～ [ 4 ] にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 下線部(a)にあてはまる酵素を3つあげ、それぞれの機能を2行程度で説明せよ。
- (3) 下線部(b)に関して、タンパク質以外の酵素の例をあげよ。
- (4) 下線部(c)に関して、このような分子のことを一般的に何とよぶか記せ。

問2 生化学分野に関連した以下の用語（1）～（5）をそれぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) 無細胞タンパク質合成系 (cell-free protein synthesis system)
- (2) GFP (green fluorescent protein)
- (3) 1型糖尿病 (diabetes mellitus type 1)
- (4) 同化作用 (anabolism)
- (5) GPI アンカー型タンパク質 (glycosylphosphatidylinositol-anchoring protein)