

平成 24 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 23 年 10 月 20 日 (木) 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 11 の中から 4 つを選んで解答しなさい (4 つをこえて解答した場合は無効とします)。
- ③ 提出する答案用紙は 4 枚です。すべてについて受験番号を記入してください。
- ④ どの問題を解答したか分かるように、答案用紙の左上に問題番号を、例えば、(問題 1) のように明記しなさい。各問題について答案用紙は 1 枚とします。(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)。
- ⑤ 一つの問題にいくつかの小問がある場合は、問題の指示に従って、適切に対処しなさい。
- ⑥ 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 2 cm 程度より下に記入してください。
- ⑦ 問題冊子は、試験終了後回収します。

問題 1

問1 以下の文章を読み、設問（1）～（4）に答えよ。

一般的なシダ植物の生活環では、胞子が発芽すると [1] とよばれる光合成能のある小型の配偶体となる。[1] には造精器と造卵器が形成される。造卵器の中には卵がつくられ、造精器では多数の精子がつくられる。精子は放出されると水中を泳いで卵に到達する。卵は放出されることはなく造卵器の底にとどまるため、受精は造卵器内でおこる。[2] は発生して胞子体となる。胞子体は(a)維管束をもち、葉を展開して大きく成長する。やがて葉の [3] に [4] ができ、その中で減数分裂を経て多数の胞子がつくられ、放出される。

- (1) 空欄 [1] ～ [4] にあてはまる最も適切な語を記せ。
- (2) 下線部(a) はどのような組織か、3行程度で説明せよ。
- (3) 下線部(a) の存在は陸上植物の進化にどのような影響を及ぼしたか、3行程度で説明せよ。
- (4) シダ植物の葉には、起源が異なると考えられる2つのタイプが知られている。それぞれの名称を記し、それぞれどのようなものか3行程度で説明せよ。

問2 以下の（1）～（5）の用語の中から2つを選び、それぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) 一次共生
- (2) ストラメノパイル
- (3) 根粒
- (4) 原糸体
- (5) 系統樹のブートストラップ値

問題 2

問1 以下の文章を読み、設問（1）～（4）に答えよ。

1つの受精卵は発生が進むにつれて、多数の細胞集団からなる、(a)中空のボール状の構造が形成される。次いで、その一端が陥没する。その陥入口を原口と呼ぶ。この原口の運命によって、真体腔動物は、原口が将来の口になるグループ [1] と肛門になるグループ [2] に分類される。

(b)単細胞の生物から多細胞性を獲得した生物が、体の複雑さと大型化を増す方向に枝分かれしながら進化してきたと、一般の教科書には書かれている。この「単純から複雑へ」の進化の傾向は体腔の複雑化の傾向、すなわち(c)無体腔動物→[3]→真体腔動物の順に一致している。まさに体腔は無脊椎動物の比較形態学、系統発生学、系統進化学の要と位置づけられてきたのである。

（新しい分子進化学入門 10章 宮田隆編 講談社 より改変）

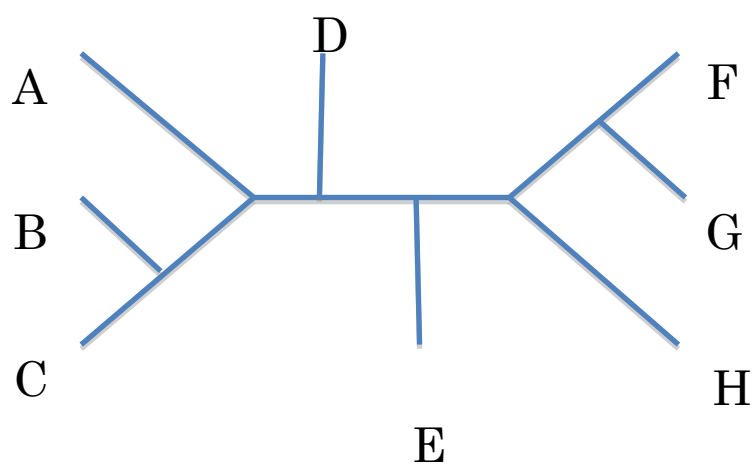
- (1) 文章中の空欄[1]～[3]にあてはまる最も適切な用語を記せ。
- (2) 下線部(a)のような特徴をもつ発生段階は一般にどのように呼ばれるか、その名称を記せ。
- (3) 下線部(b)に関連して、現在最も多細胞動物に近縁であると考えられている原生生物は何か、その名称を記せ。
- (4) 下線部(c)の無体腔動物に含まれる動物分類群名を1つ記せ。

問2 以下の5つの用語から3つを選び、それぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) 鰓裂
- (2) ノープリウス幼生
- (3) 冠輪動物
- (4) 生物学的種概念
- (5) 単系統群

[次のページに続く]

問3 次の無根系統樹を、タクソン H を外群とした有根系統樹として書き直せ。



問題 3

問1 ある孤島に野生化したヤギが何頭いるか記号再捕獲法により調べるため、ヤギ60頭を捕獲し、目印をつけて放した。ヤギが島全体に十分拡散した時点でおな（トラップ）をしかけたところ、20頭のヤギが捕獲され、そのうち3頭に目印が付いていた。島全体に生息するヤギの全数を推定せよ。

問2 次の文章中の空欄〔 1 〕～〔 9 〕にあてはまる適切な語を記せ。

草原は降雨量が森林と砂漠の間にある地域に分布し、気温との関連で2つの主要なタイプ、すなわち〔 1 〕と〔 2 〕、がある。〔 1 〕には、最大1200mmの雨量をもたらす〔 3 〕と、雨の降らない〔 4 〕がある。〔 1 〕は、〔 5 〕で広大な面積を占めるが、南アジアや〔 6 〕、南米にも分布する。そこには、アカシアなどの高木が疎らに生育しており、〔 5 〕ではキリンなどの多くの枝葉食動物を支えている。一方、〔 2 〕には年間250～600 mmの降雨量があり、気候は大陸性で暑い夏と寒い冬がある。〔 2 〕は東ヨーロッパとアジアでは〔 7 〕、南米では〔 8 〕、北米中部では〔 9 〕と呼ばれている。

問3 以下の(1)～(5)の生態学の用語の中から3つを選び、それぞれ4行程度で説明せよ。

- (1) 無光層
- (2) 特定外来生物
- (3) キーストーン種
- (4) 遺伝的ボトルネック
- (5) 純一次生産

問題 4

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（4）に答えよ。

光合成における光依存的な ATP 合成反応を [1] と呼ぶ。この ATP 合成は [2] 系と関連しており、基本的には片方が停止すると他方も進行しない。さらに、(a)脱共役剤を用いて膜透過性を変えると、[2] 系も ATP 合成酵素も阻害されないが、(b)ATP 合成が停止する。この ATP 合成は [3] 膜上に局在する ATP 合成酵素によって触媒される。この酵素は巨大なタンパク質複合体であり、膜結合部位 (CF₀) とストロマ側に突き出た部分 (CF₁) からなる。CF₀ は [4] が通過するチャンネルであり、CF₁ が ATP 生産の反応を触媒する。

(1) 空欄 [1] ～ [4] にあてはまる適切な語を記せ。

(2) 下線部(a)において用いられる脱共役剤の例を1つ記せ。

(3) 下線部(b)について、ATP 合成が停止する理由について3行程度で説明せよ。

(4) ミトコンドリアにより行われる ATP 合成反応のことを何と呼ぶか。名称を記せ。

問2 以下の（1）～（8）の植物生理学の用語の中から3つを選び、それぞれ3行程度で説明せよ。

(1) 生物時計

(5) ジャスモン酸

(2) クリプトクロム

(6) 頂芽優勢

(3) アントシアン

(7) 分化全能性

(4) C₄植物

(8) アグロバクテリウム

問題 5

問1 以下の文章を読み、設問(1)～(3)に答えよ。

一般に、^(a)細胞の内側と外側では、溶液に含まれるイオンの濃度が異なる。表1は、ある哺乳類の体液(すなわち細胞外液)とニューロン内の K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- の濃度を示している。

	K^+ 濃度	Na^+ 濃度	Cl^- 濃度
細胞外	5 mM	144 mM	128 mM
細胞内	(ア)	20 mM	10 mM

表1

静止電位は、細胞膜の^(b)各イオンに対する透過性の違いによって生じる。静止電位を予測するためには、一般に「ゴールドマン-ホジキン-カツツの式」が用いられる。細胞の温度が $37^\circ C$ であれば次の式で算出できる。

$$\text{静止電位 (mV)} = 27 \ln \frac{P_K[K^+]_o + P_{Na}[Na^+]_o + P_{Cl}[Cl^-]_i}{P_K[K^+]_i + P_{Na}[Na^+]_i + P_{Cl}[Cl^-]_o}$$

$[K^+]_o$ 、 $[Na^+]_o$ 、 $[Cl^-]_o$ は、各イオンの細胞外濃度 (mM)

$[K^+]_i$ 、 $[Na^+]_i$ 、 $[Cl^-]_i$ は、各イオンの細胞内濃度 (mM)

P_K 、 P_{Na} 、 P_{Cl} は、各イオンの透過係数

- (1) 下線部(a)の現象は、主に細胞の能動的な働きで生じる。どのような働きか、 Na^+ と K^+ について2行程度で説明せよ。
- (2) 細胞膜に下線部(b)の違いが生じる理由を1行程度で説明せよ。
- (3) 表1のニューロンの静止電位は、 -67.5mV であった。このときの細胞内 K^+ 濃度(ア)はいくらか。上記の式をもちいて算出せよ。
ただし、 $P_K : P_{Na} : P_{Cl} = 1 : 0.05 : 0.5$ である。また、自然対数の値は表2を参考にせよ。

X	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1
Y	-4.6	-3.9	-3.5	-3.2	-3.0	-2.8	-2.7	-2.5	-2.4	-2.3

表2. 自然対数の値 ($Y = \ln X$)

[次のページに続く]

問2 以下の(1)～(9)の動物生理学の用語の中から3つ選び、それぞれ3行程度で説明せよ。

(1) メラノプシン

(2) 絶対不応期

(3) トーパー

(4) 特殊心筋

(5) 素囊乳^{そのうにゅう}

(6) 昆虫のマルピーギ管

(7) インスリン

(8) 甲状腺ホルモン

(9) アセチルコリン

問題 6

問1 以下の文章を読み、設問(1)～(3)に答えよ。

動物の発生では劇的な細胞の運動が起こる。[1]においては初期胚の外側の細胞は腸を形成するように内側に折り込まれ、外胚葉、中胚葉、内胚葉が作り出される。脊椎動物における[1]の動きは、オーガナイザー(両生類の場合[2]、ニワトリやマウスの場合は[3]に対応)から出るシグナルによりコントロールされ、体の[4]が決定される。体の内部に移動した細胞層は[5]を起こして[6]に沿って伸張し幅が狭くなる。その後、外胚葉の一部が肥厚し遊走し[7]と神経冠になる。中心線においては、[8]と呼ばれる細胞集団が伸張し、胚の中心軸を形成する。[8]の両側の中胚葉組織は[9]へと分節化する。(a)神経冠細胞などの移動性の細胞は元の場所を離れて胚の中を遊走し、新しい場所に落ち着く。[9]は、細胞集団を周期的にいくつもの塊に分ける過程を経て形成されるが、これは中胚葉における転写因子の遺伝子発現の周期的な繰り返しパターンによって決定されている。

(1) 空欄[1]～[9]に入れる語句として正しいものは次のどれか。(ア)～(サ)よりそれぞれ1つ選び、記号で記せ。

- (ア) 神経管 (イ) 前後軸 (ウ) 脊索 (エ) 体節 (オ) ノード
(カ) 集束的伸張 (キ) 外胚葉 (ク) 背腹軸 (ケ) 原口背唇部
(コ) 原腸形成 (サ) 鰓弓

(2) 下線部(a)の細胞の移動を導き選択的接着を制御する細胞間接着分子として、正しいものは次のどれか。(ア)～(カ)より2つ選び、記号で記せ。

- (ア) セントリン (イ) インテグリン (ウ) セントロメア (エ) カドヘリン
(オ) アクチビン (カ) ヌクレオポリン

(3) 成体の組織や器官で中胚葉に由来するものを2つ記せ。

問2 以下の(1)～(6)の用語の中から3つを選び、それぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) ホメオボックス (2) in situ ハイブリダイゼーション
(3) 母性因子 (4) エピジェネティックス
(5) 外胚葉性頂堤(AER) (6) らせん卵割

問題 7

問1 以下の文章を読み、設問（1）～（2）に答えよ。

真核生物の体細胞の細胞周期は大きく G1 期、S 期、G2 期、M 期の 4 つに分けられる。S 期には[1] が進行し、M 期では_(a)核分裂と[2] が進行する。G1 期と G2 期は細胞の成長や S 期、M 期の準備に必要とされる。また細胞周期には [3] と呼ばれる機構があり、細胞周期の進行に異常があればその進行を停止させることができる。

（1） 空欄[1]～[3]にあてはまる最も適切な用語を記せ。

（2） 下線部(a)は一般的に 5 つの時期に大別される。その時期の名称を答え、それぞれの時期に生じる現象について 1 行程度で説明せよ。

問2 以下の（1）～（6）の用語の中から 3 つを選び、それぞれ 2 行程度で説明せよ。

- （1）フローサイトメーター
- （2）³H-チミジン
- （3）染色体
- （4）中央体 (midbody)
- （5）細胞板
- （6）チューブリン

問題 8

問1 以下の文章を読み、設問（1）～（2）に答えよ。

DNA を鋳型にした RNA への転写の原理はあらゆる生物で共通であるが、転写産物である RNA が翻訳過程に利用されるまでの修飾は、原核生物と真核生物では大きく異なる。特に、真核生物では、mRNA の両末端は、核から運び出される前に〔 1 〕や〔 2 〕などのプロセッシングを受ける。また、大部分の真核生物の遺伝子では、タンパク質を指令する翻訳領域が、〔 3 〕という非翻訳配列で分断されており、断続的に並んでいる翻訳領域は、〔 4 〕とよばれる。〔 3 〕と〔 4 〕は DNA からひとつつながりで転写され、〔 5 〕の反応によって〔 3 〕は切り離される。

- (1) 空欄〔 1 〕～〔 5 〕にあてはまる最も適切な用語を記せ。
- (2) 空欄〔 5 〕の機構によって、1つの遺伝子から、異なる種類のタンパク質を産生することが可能となる。その機構について、3行程度で説明せよ。

問2 以下の（1）～（5）の用語の中から3つを選び、それぞれ3行程度で説明せよ。

- (1) ゲノム刷り込み
- (2) ユークロマチン
- (3) サプレッサー変異
- (4) ラギング鎖
- (5) テロメア

問題 9

問1 以下の文章を読み、設問(1)～(3)に答えよ。

タンパク質は20種類のアミノ酸が[1]で連結した分子であり、アミノ酸の[2]には様々な修飾が加えられることが知られている。有名な修飾としてリン酸化がある。この修飾はタンパク質リン酸化酵素(キナーゼ)と呼ばれる酵素により付加される。キナーゼはキナーゼドメインと呼ばれる領域を持ち、この領域がリン酸基をタンパク質の^(a)セリン、スレオニン、もしくはチロシンといった特異的なアミノ酸残基に付加する。リン酸基を外す活性のある酵素も知られており、[3]と呼ばれている。

キナーゼドメイン中の活性に必須のアミノ酸残基に変異を導入することによりキナーゼ活性をなくすことができる。この不活性型の変異体タンパク質は、細胞に大量に発現させることにより内在のキナーゼ活性を抑制できることから、^(b)ドミナントネガティブ変異体と呼ばれる。

- (1) 空欄[1]～[3]にあてはまる適切な用語を記せ。
- (2) 下線部(a)のアミノ酸に共通で、リン酸化に必須の構造的特徴を1行程度で説明せよ。
- (3) 下線部(b)について、どのような仕組みで内在のキナーゼ活性を抑制できるのかを3行程度で説明せよ。

問2 以下のタンパク質の解析に用いられる手法の中から2つを選択し、それぞれ3行程度で説明せよ。

- (1) 免疫沈降法
- (2) ツーハイブリッド法
- (3) 免疫蛍光法
- (4) 二次元電気泳動法

問題 10

問1 以下の(1)～(5)の用語の中から3つを選び、それぞれ3行程度で説明せよ。

- (1) ヒドロゲノソーム
- (2) ストロマトライト
- (3) プラスミド
- (4) 生物学的窒素固定
- (5) 核様体領域

問2 以下の設問(1)～(3)に答えよ。

- (1) グラム陰性菌とグラム陽性菌の細胞壁構造の違いを、3行程度で説明せよ。
- (2) 緑色および紅色硫黄細菌とシアノバクテリアの光合成の違いを、3行程度で説明せよ。
- (3) 古細菌と真核生物のみが共通して持つ特徴を、3つ記せ。

問題 1 1

問 1 以下の (1) ~ (3) の化合物についてその構造式を書き、また分子量を記せ。

- (1) アセトニトリル
- (2) 無水酢酸
- (3) tert-ブタノール

問 2 以下の (1) ~ (5) の用語の中から 2 つを選び 2 行程度で説明せよ。必要に応じて図を使ってよい。

- (1) 水素結合
- (2) ジアステレオマー
- (3) sp 混成軌道
- (4) マルコフニコフ則
- (5) 銀鏡反応

問 3 火薬として有名な TNT (トリニトロトルエン) を合成する時の反応を下に示す。芳香環の * をつけた位置にニトロ基が導入されない理由について、5 行程度で説明せよ。必要に応じて図を使ってよい。

