

平成 25 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 24 年 10 月 18 日 (木) 10:00 ~ 12:00 実施

[注意]

- ① この問題冊子は表紙を含め 16 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。全てについて受験番号を記入しなさい。
- ④ どの問題に解答したか分るように、答案用紙の解答欄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 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なさい。
- ⑦ 問題冊子は試験終了後回収します。

## 問題 1

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（5）に答えよ。

<sup>(a)</sup>陸上植物は、コケ植物、<sup>(b)</sup>シダ植物、裸子植物、被子植物から構成される。このなかで、コケ植物、シダ植物および裸子植物のイチョウ、ソテツなどでは、鞭毛をもった精子と卵による受精がおこなわれる。例えば、ソテツでは、<sup>(c)</sup>小孢子囊のなかの<sup>(d)</sup>小孢子母細胞からつくられた花粉が風によって胚珠に運ばれた後に花粉室の中に取り込まれる。そこで2～3ヶ月過ぎた後に<sup>(e)</sup>花粉管を伸ばし、その中に鞭毛をもった精子が形成される。花粉管は、<sup>(f)</sup>造卵器に向かって伸長するが、被子植物のように卵まで直接到達することではなく、それ以前に花粉管が破れ、精子が泳ぎでる。精子の鞭毛基部には<sup>(g)</sup>陸上植物やシャジクモ藻類に特徴的な鞭毛装置をもち、鞭毛運動によって卵まで泳ぎ受精する。<sup>(h)</sup>受精後、受精卵は細胞分裂を繰り返して胚を形成し、成熟した種子が完成する。

- (1) 下線部 (a) について、陸上植物がもつ共有派生形質を1つあげて2行程度で説明せよ。
- (2) 下線部 (b) の3つの植物群を記載種数が多い順に並べよ。
- (3) 下線部 (c) ～ (f) のそれぞれの核相を  $n$  あるいは  $2n$  で記せ。
- (4) 下線部 (g) の鞭毛装置の構造的特徴を2行程度で説明せよ。
- (5) 下線部 (h) について、種子は、発芽に際して胚の成長に必要な養分を供給する組織をもっている。その名称を記せ。また、裸子植物と被子植物では、その組織の形成様式が大きく異なる。その違いについて3行程度で説明せよ。

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

- (1) 藻類の眼点 (eyespot of algae)
- (2) 混合栄養 (mixotroph)
- (3) 子嚢果 (ascocarp)
- (4) ハプトネマ (haptonema)
- (5) 分生子 (conidia)
- (6) ひげ根系 (fibrous root system)

## 問題 2

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（4）に答えよ。

無顎類、軟骨魚類、硬骨魚類、<sup>(a)</sup>両生類、爬虫類、鳥類、哺乳類という<sup>(b)</sup>伝統的な形態学に基づく脊椎動物の分類体系は大きく変わってきた。顎構造をもたないメクラウナギ類とヤツメウナギ類は、従来は無顎類としてまとめられてきたが、無顎類は [ 1 ] であることがわかった。無顎類以外の脊椎動物は [ 2 ] と呼ばれる。[ 2 ] の中でサメ類やエイ類が含まれる軟骨魚類では骨が軟骨であるが、軟骨魚類以外は硬骨をもち真口類と呼ばれる。

（藤田敏彦「動物の系統分類と進化」裳華房より一部抜粋・改変）

- （1）文章中の空欄 [ 1 ] と [ 2 ] にあてはまる適切な語を記せ。
- （2）下線部（a）の生物群は一般に綱として分類されている。これより下位の分類階級名を順に並べたとき、以下の（ア）～（ウ）にあてはまる適切な語を記せ。  
綱 - （ア） - （イ） - （ウ） - 種
- （3）下線部（a）の中で爬虫類、鳥類、哺乳類では、胚を保護する特殊な膜構造が発達する。この膜の名称を答えよ。また、この膜の獲得はどのような環境に適応したものと考えられているか簡潔に答えよ。
- （4）下線部（b）のような変更は近年の分子系統学的手法の発展によるところが大きい。分子系統学的手法は従来の形態学的手法に対してどのような利点があるか3行程度で説明せよ。

問2 以下の用語から3つを選び、それぞれ2行程度で説明せよ。

- （1）外骨格 (exoskeleton)
- （2）真体腔 (deuterocoel)
- （3）同所的種分化 (sympatric speciation)
- （4）共有原始形質 (symplesiomorphy)
- （5）脊索 (chorda dorsalis)
- （6）適応放散 (adaptive radiation)

### 問題 3

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（3）に答えよ。

利他行動は、あのダーウィンをも悩ました、進化の大問題である。何故ならば、自然選択は利己的に個体の適応度を上げる方向に働くからである。しかし、利他行動は、実は利己的に説明することができる。

- （1）この「利他行動」を、初めて理論的に利己的選択圧の文脈で説明したのは誰か、その名前を記せ。
- （2）この考え方の名称を記せ。
- （3）「私は、3人以上の兄弟のためならば、あるいは9人以上の従兄弟のためならば、この私の命を捧げるだろう！」というある著名な進化学者のジョークを、この考え方に従って3行程度で説明せよ。

問2 野菜を食害する食植昆虫がいるとする。この害虫を駆除するために、捕食寄生蜂の導入を考える。野菜をこの食植昆虫から守るという視点にたった場合に必要とされる寄生蜂の性質のうち、最も大切だと思われるものを（ア）～（ウ）の中から選び、その理由を2行程度で記せ。

- （ア）寄生蜂が内部寄生者であること
- （イ）寄生された害虫の幼虫の摂食量が寄生されていないものに比べて少ないこと
- （ウ）寄生蜂が害虫の幼虫の発生を制御し、蛹化させないこと

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

- （1）r-K 戦略 (r-K strategies)
- （2）ワーランド効果 (Wahlund effect)
- （3）群淘汰 (group selection)
- （4）ギャップ形成 (gap formation)
- （5）精子競争 (sperm competition)

## 問題 4

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（3）に答えよ。

アブシジン酸は、種子休眠に必要な植物ホルモンである。発芽の際にはアブシジン酸の量は減少するが、一方で植物ホルモンの1つ [ 1 ] の量が上昇することが知られている。アブシジン酸はまた、水ストレス応答にも関わっており、葉の表面に存在する気孔の閉鎖を誘導して [ 2 ] を制限する。このことで水分の消失を防ぐ。通常、植物において<sup>(a)</sup>水は根で吸収されたのち、[ 3 ] を通して葉に供給される。

- (1) 空欄 [ 1 ] ～ [ 3 ] にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) オーキシンも植物ホルモンの1つである。植物においてオーキシンを蓄積する変異株をスクリーニングしたい。その方法としてカルスを用いた系で選抜しようと考えた。どのような方法で行うのが良いか、2行程度で記せ。
- (3) 下線部 (a) の過程で、水はアポプラスト及びシンプラストの通路を介して輸送される。しかし、内皮を介した水輸送はシンプラストの通路のみである。これは内皮の特徴的な構造による。その構造名を記せ。また、シンプラストを介した水輸送を行う場合、1つの細胞から別の細胞への輸送に必要な構造名を記せ。

問2 次の文章を読み、以下の設問（1）と（2）に答えよ。

トウモロコシなどの $C_4$ 植物では、 $CO_2$ を濃縮する機構を有している。具体的には [ 1 ] 細胞内においてホスホエノールピルビン酸カルボキシラーゼが重炭酸イオンを取り込み [ 2 ] が生成される。さらに、[ 2 ] からリンゴ酸に変換された後、リンゴ酸は [ 3 ] 細胞に輸送される。リンゴ酸から放出された $CO_2$ は、カルビン回路を経て炭水化物に還元される。

- (1) 空欄 [ 1 ] ～ [ 3 ] にあてはまる適切な語を記せ。
- (2)  $C_4$ 植物は $C_3$ 植物に比べどのような環境に適しているか。低 $CO_2$ 環境以外で具体例を1つあげ、その理由を2行程度で説明せよ。

[次のページに続く]

問3 以下の(1)～(6)の植物生理学用語から3つを選び、それぞれ3行程度で説明せよ。

- (1) アンテナ複合体 (antenna complex)
- (2) ソースとシンク (source and sink)
- (3) 光補償点 (light compensation point)
- (4) 過敏感反応 (hypersensitive response)
- (5) フェレドキシン (ferredoxin)
- (6) ペクチン (pectin)

## 問題 5

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（3）に答えよ。

哺乳類の諸器官の機能は神経線維を介して [ 1 ] によって統合されている。また同時に、体内を循環する血液によって運ばれる各種のホルモンによっても調整されている。ホルモンの大部分は内分泌腺から血液中に直接分泌され、特定の標的器官に達し、ごく微量でその標的器官の代謝速度などに影響を与え、種々の生理作用の発現に寄与している。ホルモンはその構造上の特徴から、ペプチド型、[ 2 ] 型、アミン型に分類される。ホルモンの中には、神経活動を受けて分泌され、他の分泌腺を標的としてさらなる分泌を促進するものが知られている。このような神経系と内分泌系との連絡を [ 3 ] という。

- (1) 空欄 [ 1 ] ～ [ 3 ] にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 哺乳類のペプチド型ホルモンを2つあげ、分泌器官と主な作用をそれぞれ答えよ。
- (3) 哺乳類のホルモンの生物学的な特性に着目して、ある抽出物質がホルモンであることを確かめる実験を3～5行程度で提案せよ。

問2 以下の動物生理学分野に関連した（1）～（3）の用語のペアの中から2つを選び、それぞれ3行程度で説明せよ。

- (1) ヘモグロビンとヘモシアニン
- (2) 自然免疫と獲得免疫
- (3) 興奮の伝導と伝達

## 問題 6

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（4）に答えよ。

動物の発生過程においては一般に、精子と卵子の融合によって受精卵が形成された後、[ 1 ] と呼ばれる細胞分裂を一定期間繰り返すことで、細胞数を増加させていく。1個の受精卵から多種多様な細胞種がいかにして誕生するのかについては、大きく分けて2つの考え方がある。1つは、(a)細胞分化の発生運命は受精卵の中ではじめから決まっているのではなく、発生を経て次第に決定していくという説である。こうした性質をもつ卵は [ 2 ] と呼ばれる。一方、細胞分化を規定するための因子があらかじめ母親から卵に提供されており、発生運命が最初から決定されているという説もある。こうした性質をもつ卵は [ 3 ] と呼ばれる。

脊索動物であるホヤの卵は、[ 3 ] であることが古くから知られている。ホヤ卵に存在する母親由来の発生運命決定因子の1例として、ホヤの筋分化決定因子（マイオプラズム）があげられる。ホヤの1種であるユウレイボヤの未受精卵を適切な密度勾配液中で軽く遠心処理すると、卵は4種類の細胞内容物の塊に分けることができ、それぞれ赤卵片、透明卵片、黒卵片、そして茶卵片と呼ばれる。それぞれの卵片に精子を処理すると、(b)赤卵片のみが卵割をして発生を進行させる。しかし、発生した胚は永久胞胚となり、この胞胚から筋肉細胞は決して分化しない。ところが、赤卵片に黒卵片を融合させた後に精子を処理すると、融合片から発生した胚では明らかな筋肉細胞の分化が起こる。赤卵片に透明卵片あるいは茶卵片を融合させた場合には筋肉細胞の分化は見られない。以上の結果は、(c)筋分化決定因子が黒卵片に存在することを示すものである。その後の研究から、筋分化決定因子の mRNA が黒卵片中に存在することが示唆された。

- (1) 空欄 [ 1 ] ～ [ 3 ] にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 下線部 (a) の性質に合致する発生様式をもつ動物を、次のア～オの中から全てあげよ。  
(ア) アカハライモリ      (イ) ウリクラゲ      (ウ) ハツカネズミ  
(エ) マガキ      (オ) ムラサキウニ
- (3) 下線部 (b) について、なぜ受精処理をした赤卵片のみが発生し、他の卵片では発生が進行しないのか。理由を1行で記せ。
- (4) 下線部 (c) について、黒卵片中には様々な種類の mRNA が存在していると考えられる。この中から筋分化決定因子の mRNA を同定するにはどのような実験を実施すれば良いか、4行程度で提案せよ。

[次のページに続く]

問2 以下の発生生物学分野の用語（1）～（6）の中から3つを選び、それぞれの内容を3行程度で説明せよ。

- （1）人工多能性幹細胞（induced pluripotent stem cell; iPS cell）
- （2）マスター制御遺伝子（master regulatory gene）
- （3）先体反応（acrosome reaction）
- （4）形成体（organizer）
- （5）上皮-間充織転換（epidermal-mesenchymal transition）
- （6）側方抑制（lateral inhibition）

## 問題 7

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（3）に答えよ。

細胞表面にある代表的なシグナル分子受容体に受容体型チロシンキナーゼ (RTK) がある。このファミリーに属する受容体は、細胞外シグナル分子が結合すると受容体分子が2量体を形成する。受容体分子の細胞質ドメインはチロシンキナーゼ活性をもっており、2量体の細胞質ドメインの特定のチロシン残基が相互にリン酸化される。このリン酸化チロシンの近傍には、リンカー（接合）タンパク質、アダプタータンパク質、足場タンパク質などと呼ばれるタンパク質が会合してシグナル伝達分子複合体を形成する。これらの分子の相互作用には、SH2、[ 1 ]、PH、PTB などの相互作用ドメイン・モジュールが使われる。この分子複合体の下流ではPI(4,5)P<sub>2</sub>を加水分解する[ 2 ]や、低分子量Gタンパク質である Ras、(a)PI(3,4,5)P<sub>3</sub>を作る PI3 キナーゼなどが働く。Ras の下流には3成分からなるMAP キナーゼ・カスケードがあり、古典的MAP キナーゼである[ 3 ]は様々な標的タンパク質の[ 4 ]残基をリン酸化して遺伝子発現やタンパク質活性を調節する。

- (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) の酵素活性、およびその産物がシグナル伝達経路に果たす役割を3行程度で説明せよ。
- (3) Bリンパ球の抗原受容体であるB細胞受容体は多様な抗原を認識することができる。この受容体はチロシンキナーゼ会合型受容体と呼ばれ、上記の受容体型チロシンキナーゼと異なり細胞質ドメインにチロシンキナーゼ活性をもたない。この受容体の活性化機構とその利点を Ig-a/Ig-bおよび Src 様キナーゼの語を用いて4行程度で説明せよ。

問2 以下の（1）～（6）の用語から4つを選び、それぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) 細胞質分裂 (cytokinesis)
- (2) 核内受容体 (nuclear receptor)
- (3) 2成分制御系 (two - component regulatory system)
- (4) 平滑筋 (smooth muscle)
- (5) 紡錘体 (spindle apparatus)
- (6) サイトカイン (cytokine)

## 問題 8

問1 次の文章を読み，以下の設問（1）～（3）に答えよ。

がんの遺伝学的理解が深まり，この病気の予防・診断・治療法の技術が飛躍的に進歩し始めてきた。昨今，がん細胞に特有な性質を利用して，がん細胞を優先的に破壊する技術が生まれつつある。このがん細胞に特有の性質は，がん遺伝子に依存してもたらされる場合と，ある特定の遺伝子の突然変異による，DNA 修復機構の欠如や (a)細胞周期チェックポイント機構の欠如，または，(b)アポトーシス制御機構の欠如などによる場合がある。正常細胞の制御機構を知り，それががん細胞においてどのように変化しているのかを正確に理解することが，がん細胞だけを特異的に破壊する治療法の開発につながる。また，これらのがんに関わる知見の蓄積は，(c)個々のがん患者に合わせたより適切な治療法にも結びついている。例えば，昨今，がんに関与する (d)既知の遺伝子や遺伝子座の突然変異を検出する技術が盛んに使われるようになってきた。

(Bruce Alberts 他, 著「細胞の分子生物学 第5版」Newton Press 社より一部抜粋・改変)

- (1) 下線部 (a) と (b) について，以下の遺伝子名を用いて，(a) と (b) の現象を起こすしくみをそれぞれ2行程度で説明せよ。  
下線部 (a) の遺伝子： *Rb*  
下線部 (b) の遺伝子： *p53*
- (2) 下線部 (c) について，その一般的な名称を記せ。
- (3) 下線部 (d) について，具体的な技術・方法を2つあげ，それぞれ2行程度で説明せよ。

問2 以下の（1）～（5）の遺伝学分野の用語から3つを選び，それぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) 不完全優性(incomplete dominance)
- (2) 染色質(chromatin)
- (3) 配偶子(gamete)
- (4) ハプロタイプ(haplotype)
- (5) 多糸性染色体(polytene chromosome)

## 問題 9

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（3）に答えよ。

典型的な脂肪酸とは長い炭化水素の鎖からなり、末端に1個のカルボキシル基をもつ化合物の総称である。脂肪酸の主要な役割の1つが、細胞膜の主要成分である〔 1 〕の素材となることである。また、脂肪酸はグリセロールとのエステル結合により〔 2 〕として貯蔵される。脂肪酸は代謝される際、〔 3 〕により大量のアセチル CoA を産出する。このアセチル CoA はミトコンドリアにおいて〔 4 〕回路で酸化され、この時  $\text{CO}_2$  が放出される。これらの酸化の過程で生成される還元型補酵素は<sup>(a)</sup>電子伝達系に電子を供給し、〔 5 〕により大量の ATP が合成される。

- (1) 空欄〔 1 〕～〔 5 〕にあてはまる最も適切な語を記せ。
- (2) 下線部 (a) では、呼吸鎖複合体におけるプロトンポンプ機構によりプロトンが能動輸送される。呼吸鎖複合体はミトコンドリア内のどこに局在するか記せ。また、呼吸鎖複合体によりプロトンはどこに輸送されるかを記せ。
- (3) 脂肪酸の表記に関して、パルミチン酸は  $\text{C16:0}$  と表記をする。ここで、16 及び 0 が意味するものを説明せよ。また、 $\text{C16:2}$ 、 $\text{C16:3}$ 、 $\text{C18:1}$  のように:の後が 0 ではない脂肪酸の総称を記せ。

問2 以下の設問（1）と（2）に答えよ。

- (1) アミノ酸の側鎖には多様性があり、その性質によりいくつかのグループに分類される。そのうち、(ア) 酸性アミノ酸、(イ) 塩基性アミノ酸、(ウ) 疎水性アミノ酸に分類されるアミノ酸名をそれぞれ1つずつ答えよ。
- (2) タンパク質 X において、システイン残基が突然変異によりアラニン残基に置換していることが判明した。この突然変異はタンパク質 X の立体構造に影響を及ぼす可能性がある。その理由を2行程度で説明せよ。

[次のページに続く]

問3 以下の(1)～(6)の生化学用語から3つを選び、それぞれ3行程度で説明せよ。

- (1) アロステリック調節 (allosteric regulation)
- (2) 解糖系 (glycolysis)
- (3) シャペロンタンパク質 (chaperone protein)
- (4) 5' キャップ構造 (5' cap structure)
- (5) 解離定数 (dissociation constant)
- (6) ウェスタンブロット法 (western blot analysis)

## 問題 10

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）と（2）に答えよ。

水圏においては温度が急に下がる深度領域、すなわち [ 1 ] が存在することが多い。一般に、水圏の上部の水は [ 2 ] で温められるので、[ 2 ] の届かない深部の水に比べて軽い。[ 3 ] などによる常時の水攪拌かくはんがないと、水の上下の動きが乏しくなり、水が層を作るようになる。この現象を [ 4 ] という。[ 1 ] は上層と下層の中間に形成される。[ 4 ] が原因で、(a)上層の水は好氣的に、下層の水は嫌氣的になる。このメカニズムにより、水の上下の動きが滞ると深部に嫌気環境が生じる。

- (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) について、何故そうなるのか、そのメカニズムを2行以内で記せ。

問2 次の文章を読み、以下の設問（1）～（3）に答えよ。

従属栄養生物は栄養物を酸化して徐々に分解する過程で ATP を生産する。この過程においては、(a)栄養物を酸化する酵素の補酵素は酸化型から還元型になる。還元型補酵素は (b) 外界から取り込んだ無機物を還元して酸化型に戻り、再度、ATP 生産に使われる。この無機物還元のプロセスを呼吸という。一方、還元型補酵素が細胞内の有機物を還元して酸化型に戻るとき、このプロセスを発酵という。また、還元されて細胞外に排出される有機物を発酵産物という。古来、人間は (c) 微生物による有用産物の生産 を発酵と認識してきたが、微生物の側から見れば、発酵とは呼吸できない生物が ATP 生産のために過剰な還元力を細胞内の有機物に捨てる過程といえる。

- (1) 下線部 (a) について、酸化型補酵素から還元型補酵素への変換の例を1つ記せ。
- (2) 嫌気呼吸における、下線部 (b) の無機物の例を1つ記せ。また、その無機物が還元されたときに生じる物質名を記せ。
- (3) 下線部 (c) の有用産物の例を1つ記せ。また、どのような細胞内有機物がどのような酵素により還元されてその発酵産物が生じるのか、記せ。

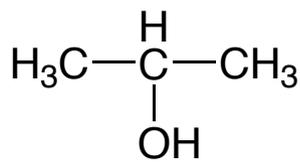
[次のページに続く]

問3 以下の微生物学分野の用語(1)～(4)から2つを選び、それぞれ2行程度で説明せよ。

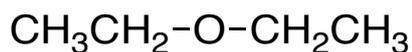
- (1) メタン菌 (methanogen)
- (2) 独立栄養生物 (autotroph)
- (3) ARDRA法 (amplified ribosomal DNA restriction analysis)
- (4) メタゲノミクス (metagenomics)

## 問題 11

問1 以下の構造式をもつ化合物（ア）と（イ）について、それぞれの慣用名と分子量を記せ。



（ア）



（イ）

問2 有機化合物の構造に関わる（1）～（5）の用語の中から2つを選び、〔 〕内の語を使ってそれぞれ2行程度で説明せよ。必要に応じて図を使って良い。

- （1）アルキン（alkyne）〔炭化水素，アセチレン〕
- （2）芳香族化合物（aromatic compound）〔ベンゼン環，共鳴〕
- （3）カルボニル化合物（carbonyl compound）〔二重結合，ケトン〕
- （4）アゾ化合物（azo-compound）〔カップリング，染料〕
- （5）三級アルコール（tertiary alcohol）〔ヒドロキシル基，炭素原子〕

問3 化合物（ア）～（ウ）が共通してもつ構造を図1に示す。設問（1）～（3）に答えよ。

- （ア）*p*-クレゾール
- （イ）サリチル酸
- （ウ）ヒドロキノン

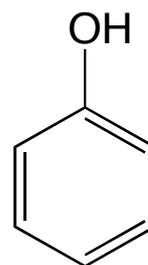


図1

- （1）化合物（ア）～（ウ）の構造式を記せ。
- （2）図1の化合物の名称を記せ。
- （3）図1の構造中に存在するヒドロキシル基はアルコールのヒドロキシル基とは異なる性質を持つ。どのような性質か1行程度で記せ。