

平成22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21年10月22日（木）10：00 ～ 12：00 実施

[注意]

- ① この問題冊子は表紙を含め13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つを越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2cm程度より下に記入してください。
- ⑦ 問題冊子は試験後回収します。

## 問題 1

問1 次の文章を読み以下の問に答えよ。

今から約 5 億年前に緑色藻類の一部が陸上に進出し陸上植物が出現したと考えられている。陸上植物は、恒常的に空気にさらされる陸上で生活するために様々な特徴を発達させた。その一つは植物体内に水や栄養分を運ぶためのシステムである〔 1 〕系である。〔 1 〕は水分を運ぶための〔 2 〕と栄養分を運ぶための〔 3 〕などから構成される。このシステムを獲得したのがシダ植物、〔 4 〕植物、被子植物であり、根、茎、葉をもつ。これに対し〔 1 〕を持たず根、茎、葉の区別もはっきりしないのが〔 5 〕植物である。

(1) 〔 1 〕～〔 5 〕にあてはまる最も適切な語を記せ。

(2) 被子植物とは異なり、〔 4 〕植物の一部、シダ植物、〔 5 〕植物の受精は、陸上植物に近縁な緑色藻類と考えられる車軸藻類と共通した特徴をもっている。その特徴について1～2行程度で説明せよ。

(3) 被子植物は他の生物には見られない特有の受精様式をもつ。その受精様式の名称を記し、その特徴について3行程度で説明せよ。

(4) 陸上植物の生活環は車軸藻類の生活環と大きく異なる。両者の違いについて3行程度で説明せよ。

(5) 被子植物を一つの分類群としてまとめる受精様式以外の特徴について1～2行程度で説明せよ。

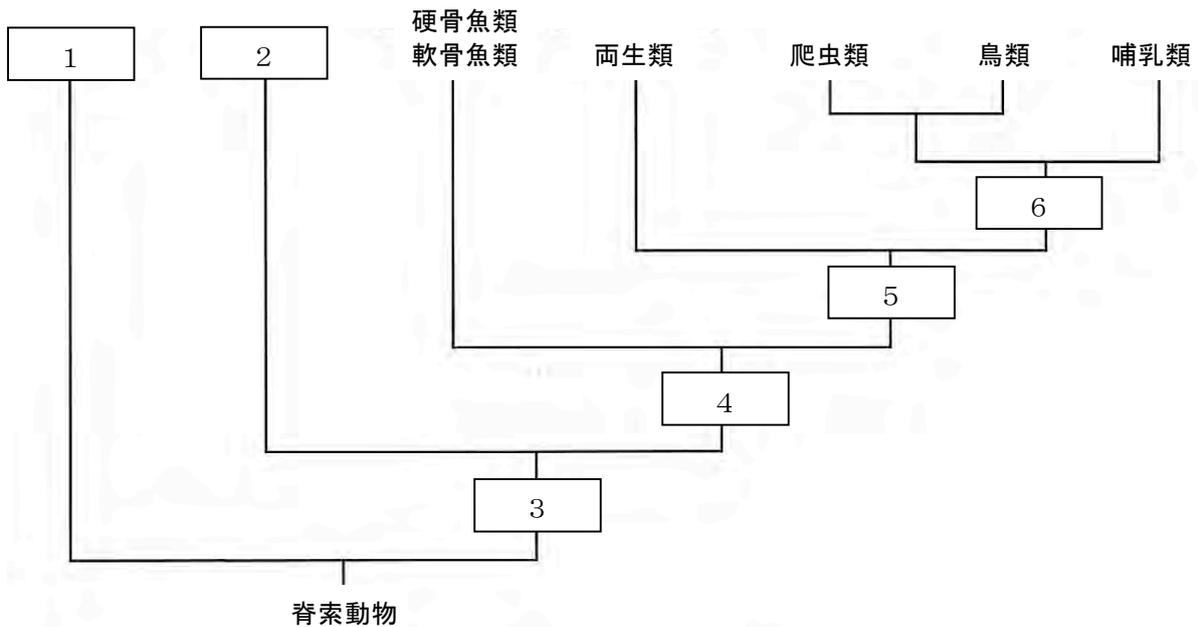
問2 以下のア～カの用語から4つ選びそれぞれ1～2行程度で説明せよ。

- (ア) 異形配偶子
- (イ) 基底小体
- (ウ) 子葉
- (エ) 前期前微小管束
- (オ) 担子器
- (カ) ピレノイド

## 問題 2

問1 図は脊索動物の系統樹を示したものである。以下の問に答えよ。

(1) 図中の1～6の空欄に適切な動物群の名称を記入せよ。



(2) 図の空欄1と空欄2の分類群にそれぞれ所属する動物を以下のものからすべて選び、記号で答えよ。

- |            |            |         |           |
|------------|------------|---------|-----------|
| (ア) ヒドラ    | (イ) クラゲ    | (ウ) ミミズ | (エ) クモ    |
| (オ) ハエ     | (カ) ウニ     | (キ) ホヤ  | (ク) センチュウ |
| (ケ) ヤツメウナギ | (コ) タコ     | (サ) ゴカイ | (シ) ミツバチ  |
| (ス) カイメン   | (セ) ナメクジウオ |         |           |

問2 動物系統分類学に関わる次の用語から3つを選択し、それぞれ2～3行で説明せよ。

- (1) 脱皮動物(Ecdysozoa)
- (2) 偽体腔動物
- (3) 二胚葉性動物
- (4) 旧口動物

### 問題 3

問1 群集内でのエネルギーの流れを予測するには、各栄養段階における3種類のエネルギー変換効率を明らかにする必要がある。それは消費効率 (consumption efficiency), 同化効率 (assimilation efficiency), そして生産効率 (production efficiency) である。それぞれについて2行程度で説明せよ。

問2 次の数式で記述される個体群の成長過程を5行以内で説明せよ。

$$\frac{dN}{dt} = rN \left( 1 - \frac{N}{K} \right)$$

ただし、 $N$  は個体数、 $r$  は内的自然増加率、 $K$  は環境収容力を示す。

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

- (1) 一次遷移 (primary succession)
- (2) 移行帯 (ecotone)
- (3) メタ個体群 (metapopulation)
- (4) 内分泌かく乱物質 (endocrine disruptor)

## 問題 4

問1 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

植物の花成の制御には光周期（日長）が重要な役割を果たすものがある。日長が一定時間より長いときに花成が起きる植物を長日植物、短いときに花成が起きる植物を短日植物とよぶ。日長の計測には、〔 1 〕の長さではなくて、〔 2 〕の長さが重要であることが知られている。ある植物の花成を起こすために最低限必要な〔 2 〕の長さを〔 3 〕と呼ぶ。①日長の計測には、光受容体と概日時計が重要であると考えられている。花成に適切な日長条件下では、花成ホルモンが葉で合成され、茎の中の〔 4 〕を通り、茎頂に運ばれて花芽を誘導する。

- (1) 〔 1 〕～〔 4 〕にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 長日植物、短日植物の代表的な植物名を1つずつ挙げよ。
- (3) 下線(a)で光受容体として働くタンパク質の名前を記せ。
- (4) 概日時計の周期は正確に24時間ではないため、自然条件では1日に1回リセットが行われている。概日時計のリセットに使われる要因として、最も重要であるものを(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えよ。  
(ア) 朝の光 (イ) 南中時の光 (ウ) 夕方の光 (エ) 月の光
- (5) 花成ホルモンが〔 4 〕を通ることを証明するための方法を1～2行程度で簡単に記せ。

問2 次の用語より2つを選び、それぞれ3行程度で説明せよ。

- (1) CAM 植物
- (2) プラストキノン
- (3) アポプラスト
- (4) PR タンパク質
- (5) アベナ屈曲試験
- (6) 花のABCモデル

## 問題 5

次の文章を読み以下の問に答えよ。

脊椎動物の網膜は眼球内の中枢神経組織であり、古くから<sup>(a)</sup>脳モデルとして研究されてきた。眼球内に入力した光は網膜の最外層に位置する視細胞で受容される。<sup>(b)</sup>ヒトの視細胞には [ 1 ] 種類の桿体細胞と [ 2 ] 種類の錐体細胞が存在する。これらの視細胞はいずれも光を受容すると [ ア ] する性質がある。

視細胞は外網状層で双極細胞とシナプスを形成する。双極細胞は視細胞の光応答に関連して [ イ ] する ON 型と [ ウ ] する OFF 型に大別される。これらの細胞に実験的に<sup>(c)</sup>視細胞の神経伝達物質を投与すると、ON 型は [ エ ] し、OFF 型は [ オ ] する。こうした応答性の違いは、双極細胞の樹状突起に存在する受容体の違いに起因することが分かっている。すなわち、ON 型には [ 3 ] 共役型の受容体（いわゆる metabotropic receptor）が発現しており、受容体が活性化すると細胞内の 2 次メッセンジャーを介して細胞膜上の陽イオン選択性の [ 4 ] が閉じるのである。一方、OFF 型には [ 4 ] 一体型の受容体（いわゆる ionotropic receptor）が発現しており、受容体の活性化にともなって陽イオン選択性の [ 4 ] が開くのである。

双極細胞は内網状層で神経節細胞とシナプスを形成する。神経節細胞は網膜で抽出された視覚情報を脳に伝える働きをする。神経節細胞の [ 5 ] は [ 6 ] に集まり、束（いわゆる視神経）となって眼球から出て行く。視神経は眼球と脳をつなぐ神経で、ヒトの場合 3～5cm もの長さがある。<sup>(d)</sup>活動電位はこうした長距離間の情報伝達に有効である。そのため、神経節細胞は視覚情報を活動電位の [ 7 ] に変換して脳に伝えている。

問 1 空欄 [ 1 ] ～ [ 7 ] にあてはまる適切な語または数字を記せ。

問 2 空欄 [ ア ] ～ [ オ ] に「脱分極」あるいは「過分極」のいずれかを記せ。

問 3 下線部 (a) の理由を 3 行程度で説明せよ。

問 4 下線部 (b) の桿体細胞と錐体細胞の光応答特性の違いを 3 行程度で記せ。

問 5 下線部 (c) は興奮性アミノ酸の一種である。それは何か、名称を記せ。

問 6 下線部 (d) の理由を 4 行程度で説明せよ。

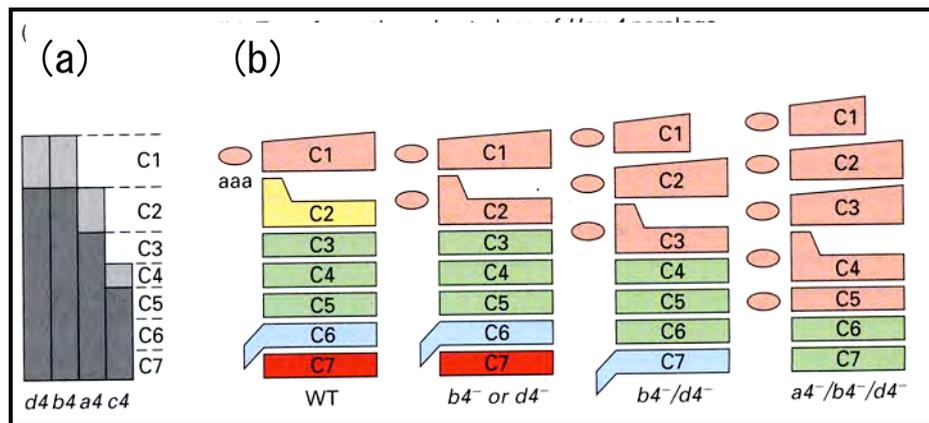
## 問題 6

問1 次の文章を読んで、[ 1 ] ~ [ 9 ] に適切な語または数字を記せ。

動物の発生を支配する様々な因子の中でも、遺伝子発現を制御する [ 1 ] 因子はそれぞれの細胞の [ 2 ] 内で機能し、発生過程で発現する他の遺伝子の [ 3 ] 領域に結合する。このようなタンパク質の中でも 60 個の特徴的なアミノ酸配列からなる [ 4 ] ドメインを持つ [ 1 ] 因子は様々な発生過程において重要な機能を有している。中でも、前後軸に沿ったパターン形成を制御する [ 5 ] 遺伝子は、ショウジョウバエでは [ 6 ] 複合体と [ 7 ] 複合体の二つの複合体を構成し、動物のボディープランの決定に重要な役割を担っている。一方、マウスでは [ 5 ] 遺伝子は [ 8 ] つの複合体を構成している。*Hox-a4*, *Hox-b4* のように同じ番号を有する遺伝子は [ 9 ] とよばれる。また、*Hox-a3*, *Hox-a4* の様に同一の染色体上にあるが、異なる番号をもつ遺伝子はオーソログとよばれている。

問2 次の文章を読んで以下の問に答えよ。

図(a)はマウス *Hox-4* 遺伝子 (*Hox-a4*, *Hox-b4*, *Hox-c4*, *Hox-d4*) の頸部における発現領域をまとめたものである。また、図(b)は、これらのうち *Hox-a4*, *Hox-b4*, *Hox-d4* 遺伝子の機能を、単独もしくは重複して失った突然変異体における頸椎骨 (C1~C7 と小突起 aaa) の異常をまとめたものである。



- (1) マウス頸部における *Hox-4* 遺伝子のそれぞれの発現領域と発現重複について3~4行で記述せよ。
- (2) 図(b)の結果を3~4行で簡潔に説明せよ。
- (3) 以上の結果をもとに、*Hox-4* 遺伝子の作用様式について2~3行で記述せよ。

## 問題 7

次の文章を読み、以下の問に答えよ。

幹細胞は、〔 1 〕能と〔 2 〕能を持つ細胞である。幹細胞は、個体のすべての組織の細胞に分化できる能力をもつ〔 3 〕幹細胞と特定の組織細胞にのみ分化できる能力を持つ〔 4 〕幹細胞の2つに大別される。(a)ES(胚性幹)細胞は、〔 3 〕幹細胞の代表例である。〔 4 〕幹細胞は、(b)生理的ターンオーバーや損傷によって失われた機能細胞を補充することにより各組織の恒常性を保っている。幹細胞から機能細胞への分化は、(c)エピジェネティックな遺伝子発現の制御によって決定されると考えられている。

問1 〔 1 〕～〔 4 〕に当てはまる適切な語を記せ。

問2 下線部(a)のES細胞の樹立方法について、2行程度で述べよ。

問3 下線部(b)のような再生能力はすでに医療にも応用されているが、その例を2行程度で述べよ。

問4 下線部(b)で、幹細胞からの分化とは異なる再生の例としてイモリの目の水晶体(レンズ)の再生がある。以下の文章の〔 1 〕～〔 6 〕に当てはまる適切な語を記せ。

イモリの目から水晶体を摘出すると、傷口に集まってきた〔 1 〕により、〔 2 〕の色素上皮細胞が色素を失い〔 3 〕する。この〔 3 〕した細胞が増殖して傷口をおおい、水晶体特有のタンパク質である〔 4 〕が合成され、水晶体が再生される。イモリの発生では〔 5 〕から水晶体が誘導されるが、再生では〔 2 〕の色素上皮細胞から水晶体が誘導される。このように分化した特定の細胞が性質の異なる別の細胞に変化することを〔 6 〕という。

問5 下線部(c)のエピジェネティックな遺伝子発現の制御について、以下の語をすべて使用して4～5行程度で説明せよ。

DNA、メチル化、脱メチル化、ヒストンの修飾、クロマチン構造

## 問題 8

問1 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

ゲノム DNA 複製の際、「Watson-Crick のペア」とならない塩基が取り込まれて重合することがある。その場合には DNA ポリメラーゼのもつ 3'→5' [ 1 ] 活性が新しく重合したいくつかの塩基を除去し、あらためて [ 2 ] 方向に重合を再開する。これは DNA ポリメラーゼの [ 3 ] 機能と呼ばれており、この機能のおかげで DNA 複製のエラーは極めて低いレベルに抑えられている。しかし、それでもさまざまな要因で DNA には変異が生じ、形質に変化をもたらす。変異の規模と影響は必ずしも関連しない。たとえば、[ 4 ] 変異と呼ばれる変異はわずか 1 塩基の欠失や挿入でもタンパク質をコードする領域ではタンパク質の一次構造を大きく変えてしまうし、1 塩基が置換されるだけの [ 5 ] 変異でも、<sup>(a)</sup>翻訳が途中で終了してしまったり、機能に重要な部位の<sup>(b)</sup>アミノ酸が置換したりして、タンパク質としての機能が損なわれることもある。一方で、[ 5 ] 変異の中には<sup>(c)</sup>塩基の変化がタンパク質の構造にまったく影響を及ぼさない変異もある。

(1) [ 1 ] ~ [ 5 ] にあてはまる適切な語を記せ。

(2) 下線部(a)~(c)はそれぞれ何と呼ばれる変異か、その名称を記せ。

(3) 以下の DNA 配列が鋳型となって転写される場合の mRNA 配列を記せ。また、番号を付した T が C に変化することによって生じる変異は下線部(a) ~ (c) のどの変異か、当てはまる記号を記せ。ただし、読み枠は末端から始まるものとし、コドンは次ページの表によること。

5'- T T A C A C T A A C A G T T T C C T -3'  
①                      ②                      ③                      ④

[次のページに続く]

問2 以下の(1)～(4)の項目から3つ選び、それぞれについて2つの術語の違いを2行程度で説明せよ。

- (1) リーディング鎖とラギング鎖
- (2) プロモーターとエンハンサー
- (3) リボソームのA部位とP部位
- (4) ゲノムの遺伝地図と物理地図

遺伝暗号表

UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys
UUC		UCC		UAC		UGC	
UUA	Leu	UCA		UAA	Stop	UGA	
UUG		UCG		UAG		UGG	Trp
CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg
CUC		CCC		CAC		CGC	
CUA		CCA		CAA	Gln	CGA	
CUG		CCG		CAG		CGG	
AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser
AUC		ACC		AAC		AGC	
AUA	Met	ACA		AAA	Lys	AGA	Arg
AUG		ACG		AAG		AGG	
GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly
GUC		GCC		GAC		GGC	
GUA		GCA		GAA	Glu	GGA	
GUG		GCG		GAG		GGG	

## 問題 9

次の文章を読み、以下の問に答えよ。

タンパク質と核酸はともに生体内の高分子重合体であるが、通常その合成に鋳型を必要とする点でも共通している。下の表は大腸菌における DNA、RNA、タンパク質の生合成について比較したものである。

	DNA	RNA	タンパク質
鋳型	DNA	DNA	[ 1 ]
基質	4種類の [ 2 ]	4種類の [ 3 ]	(a)多種類の [ 4 ]
酵素	[ 5 ]	[ 6 ]	(b)ペプチルトランスフェラーゼ
結合様式	[ 7 ]	[ 7 ]	[ 8 ]

問1 [ 1 ] ~ [ 8 ] にあてはまる最も適切な語をそれぞれ1つ記せ。[ 5 ] については主要なものを答えること。

問2 下線部(a)の基質数は、タンパク質を構成するアミノ酸の数よりも多い。その理由を1～2行で記せ。

問3 下線部(b)の活性をもつ細胞内小器官の名称と構造上の特徴を1～2行で記せ。

問4 タンパク質は鋳型の情報に従って合成された後で様々な修飾を受けることが多い。そのような修飾の例を3種類あげよ。

## 問題 10

問1 次の文章を読み以下の設問に答えよ。

酸素圧の低い環境に生育する鞭毛虫類、繊毛虫類、嫌気性真菌類の中には、真核生物であるにもかかわらずミトコンドリアをもたず、その代わりにヒドロゲノソームをもつものがある。ヒドロゲノソームは二重の包膜をもつ細胞小器官であり、嫌気的条件下で ATP を合成する機能を有している。ヒドロゲノソームはミトコンドリアをもたない寄生性の鞭毛虫〔 1 〕において 1973 年に初めて見出された。通常、ミトコンドリアでは、〔 2 〕で生じたピルビン酸はピルビン酸デヒドロゲナーゼによって酸化される。一方、〔 1 〕のヒドロゲノソームではピルビン酸は〔 3 〕によって脱炭酸されてアセチル-CoA となり、それによって得られた電子がフェレドキシンを介して [Fe] ヒドロゲナーゼへ転移され〔 4 〕および  $\text{CO}_2$  を生ずる。さらにアセチル-CoA から酢酸が作られる過程で〔 5 〕が生成される。〔 3 〕と [Fe] ヒドロゲナーゼは主に嫌気性細菌に見出されるが、真核生物におけるこれら酵素の起源は明らかではない。ヒドロゲノソームを構成するタンパク質のいくつかがミトコンドリアのタンパク質とよく似た性質をもっていることから、ヒドロゲノソームはミトコンドリアと同一の祖先をもつという考えがある。

- (1) 文中の〔 1 〕～〔 5 〕にあてはまる語を答えよ。
- (2) ヒドロゲノソームにおける ATP 合成は発酵および嫌気呼吸のいずれに類似した反応であるか。理由を付して 2～3 行で記せ。
- (3) ヒドロゲノソームがミトコンドリアと共通祖先をもつと考えられるようになった根拠について具体例を挙げて 4～5 行で説明せよ。

問2 次のバクテリア名の語尾（あるいは語）から予想されるバクテリアの形状を図示せよ。

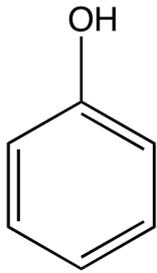
- (1) -sarcina                      (2) -streptococcus                      (3) -bacillus

問3 次に示す事項のうちから 2 つを選び、それぞれについて 3～4 行程度で説明せよ。

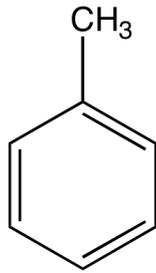
- (1) 遺伝子の水平転移
- (2) 色素体の起源
- (3) 集積培養法
- (4) プロテオバクテリア
- (5) グラム陽性菌

## 問題 11

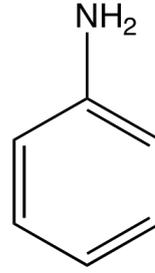
1 構造式(ア)～(エ)で示す化合物について以下の設問に答えよ。



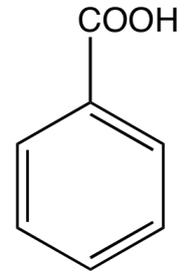
(ア)



(イ)



(ウ)



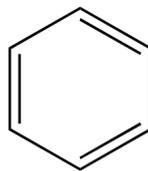
(エ)

- (1) それぞれの慣用名を答えよ。
- (2) それぞれの分子量を計算せよ。ただし H=1、C=12、O=16 とする。

問2 以下の用語の中から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) アルケン
- (2) テルペノイド
- (3) ラセミ体
- (4) キサントプロテイン反応
- (5) 縮合

問3 下図で示すベンゼンの構造式には3個の C-C 結合と3個の C=C 結合、6個の C-H 結合が存在するが、ベンゼンの燃焼熱はこの構造をもとに計算した燃焼熱よりも少ないことが知られている。その理由について3行程度で説明せよ。必要に応じて図を使ってよい。



ベンゼン