

平成 20 年度  
生命環境科学研究科  
生物学専攻  
入学試験問題

専門科目

平成 19 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 24 ページあります。
- ② **問題 1** から **問題 22** 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 問題冊子は試験後回収します。

## 問題 1

問1 植物の下記の構造は単相か複相か答えよ。

- (ア) 孢子体
- (イ) 配偶体
- (ウ) 受精卵
- (エ) 卵
- (オ) 精子
- (カ) 孢子

問2 陸上植物を、その最も近縁な藻類であるシジク藻類から区別する派生的特徴を3つあげよ。

問3 下記の2つの用語についてそれぞれ2行程度で説明せよ。

- (ア) 仮根
- (イ) 仮道管

## 問題 2

以下は、地球上に存在する光合成生物（植物）の門のレベルの分類群を列挙したものである。  
これについて以下の設問に答えよ。

- ア．藍色植物門
- イ．原核緑色植物門
- ウ．灰色植物門
- エ．紅色植物門
- オ．緑色植物門
- カ．クリプト植物門
- キ．ハプト植物門
- ク．渦鞭毛植物門
- ケ．不等毛植物門
- コ．クロララクニオン植物門
- サ．ユーグレナ植物門

- (1) 藍色植物門および原核緑色植物門が属する超生物界の名称を答えよ。
- (2) 一次共生由来の葉緑体を有する植物門を全てあげそれらの記号を答えよ。
- (3) 一次共生葉緑体の起源となったと考えられる光合成生物を有する植物門をあげそれらの記号を答えよ。
- (4) 単細胞真核緑藻が原生生物に共生することによって生じた葉緑体（二次共生葉緑体）を有する植物門を全てあげそれらの記号を答えよ。
- (5) 真核光合成生物は真核生物の系統樹上で単系統群を構成しない。その理由を5～6行程度で簡潔に述べよ。
- (6) クロロフィル a および b を有する植物門を全てあげそれらの記号を答えよ。
- (7) クロロフィル a および c を有する植物門を全てあげそれらの記号を答えよ。
- (8) 次の a)～e)の光合成生物が所属する植物門の名称を記号で答えよ。  
a) コンブ    b) 円石藻    c) プロクロロン    d) アサクサノリ    e) アナベナ

### 問題 3

問1 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

(a)カイメンは多細胞動物のなかで最も原始的な動物であり、 門に分類されている。カイメンや板形動物門のセンモウヒラムシは  とよばれ、それ以外の真正後生動物と区別されている。真正後生動物は体を構成する細胞が原則として上皮構造をもち、体内に陥没した消化系をもつ。真正後生動物は と左右相称動物に分類される。発生学的には  は  性、左右相称動物は  性である。左右相称動物は、体の内部に体腔とよばれる空洞があるか否かで、さらに無体腔動物、 動物、 動物の3つに分類される。卵が受精して発生が進むと、細胞集団からなる中空の球形の構造が形成され、(b)その一端が陥没し原口となるが、それが将来何に分化するかによって2つのグループに分かれる。

- (1)  ～  にあてはまる語を記せ。
- (2) 下線部(a)において、この動物の形態的特徴を3行程度で述べよ。
- (3)  に分類される動物門を2つ挙げ、その名称を記せ。
- (4) 下線部(b)において、2つのグループの名称を記し、それぞれが属する門を下の語群から選び、(ア)から(コ)で記せ。  
(ア) 有櫛動物 (イ) 有爪動物 (ウ) 環形動物 (エ) 半索動物  
(オ) 扁形動物 (カ) 刺胞動物 (キ) 箒虫動物 (ク) 棘皮動物

問2 次の語をそれぞれ3行程度で説明せよ。

- (1) カンブリア爆発
- (2) 進化不可逆の法則

## 問題 4

次の表は、哺乳類の動物 5 種のミトコンドリア DNA にコードされたタンパク質のアミノ酸配列全座位の相互比較に基づいて計算されたペアワイズの相違座位数（下三角行列）、および「アミノ酸置換に関する JTT+ $\Gamma$ モデル」を用いて推定した置換数（座位あたり）（上三角行列）を表す。これについて以下の設問に答えよ。

補正した置換数（上三角）置換数／座位

	カバ	マッコウクジラ	コセミクジラ	ザトウクジラ	ナガスクジラ
カバ		0.20313	0.18511	0.17286	0.17530
マッコウクジラ	499		0.12542	0.11412	0.11516
コセミクジラ	467	345		0.04958	0.05310
ザトウクジラ	443	323	154		0.02518
ナガスクジラ	448	325	165	82	

ペアワイズ相違座位数（下三角）全座位数 3,439

- 問 1 補正した置換数の推定値を距離行列として、系統間での進化速度が一定であるとの仮定の下で、UPGMA 法（平均距離法）による系統樹の概形を描き枝長を小数点以下 3 桁の数値（4 桁目を四捨五入）として記入せよ。計算の過程も記すこと。ただし、UPGMA 法の計算法については、問題 4 続き（次頁）に記してあるのでそれを参考にせよ。
- 問 2 クジラ類の中で最初に分岐した動物種を答えよ。
- 問 3 化石のデータから、カバ（の祖先）とクジラ類（の祖先）の分岐年代は、5000 万年前であると推定される。問 1 の系統樹をもとに、ザトウクジラ（の祖先）とナガスクジラ（の祖先）の分岐年代（単位：年）を計算せよ。また、ミトコンドリアタンパク質の進化速度（年あたり 1 座位あたり）を計算せよ。いずれも有効数字を 2 桁として（3 桁目を四捨五入して）結果を表示せよ（例： $a.b \times 10^x$ ）。

問題 4 続き

以下、表 1 の距離行列を用いて UPGMA 法で系統樹を構築する方法について述べる。  
 任意の二つの OTU (Operational Taxonomic Unit, 操作的分類単位)  $i$  と  $j$  の進化距離を  $D_{ij}$  とする。まず最初に表 1 から進化距離が最も小さいものを探し、その二つの OTU を結びつける。 $D_{AB}$  が最小なので、A と B が最も近縁であるとみなして結びつけ、その分岐点  $x$  からの距離を  $D_{AB} / 2 = 0.2$  とする (図 1)。次に A と B を合体させて、一つの OTU (A, B) で表し、距離行列を作り直す。 $D_{(A,B)C}$  は、 $D_{AC}$  と  $D_{BC}$  の平均値であるから、 $(D_{AC} + D_{BC}) / 2 = 1.0$  となる。このようにしてできた新しい距離行列が表 2 である。この中で進化距離が最小になるのは、 $D_{(A,B)C}$  であるから、次に (A, B) と C が最も近縁であるとみなして結びつける。その分岐点を  $y$  とすると、 $D_{yC} = D_{(A,B)C} / 2 = 0.5$ 。 $D_{yC} = D_{yA}$  であるから、 $D_{xy} = D_{yA} - D_{xA} = 0.3$  となる (図 2)。次に (A, B) と C を合体させて一つの OTU とみなし、再び距離行列を作り直す。A, B, C を一つにまとめた OTU (A, B, C) と任意の OTU  $i$  との距離  $D_{(A,B,C)i}$  は、 $(D_{Ai} + D_{Bi} + D_{Ci}) / 3$  となり、再び作り直した距離行列の中から、最も小さい OTU を結びつける。このようにして OTU を結びつけるたびに距離行列を作り直し、全ての OTU が結合するまで続ける。最終的に構築された系統樹が図 3 である。

表 1

	B	C	D	E
A	0.4	0.9	2.1	2.3
B		1.1	2.0	2.1
C			2.3	2.4
D				1.6

表 2

	C	D	E
(A,B)	1.0	2.05	2.2
C		2.3	2.4
D			1.6

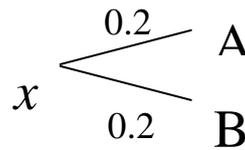


図 1

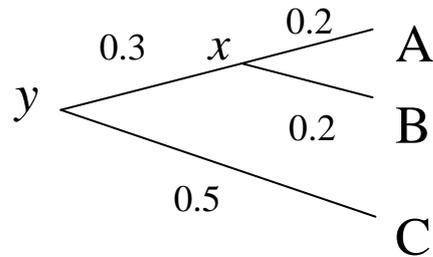


図 2

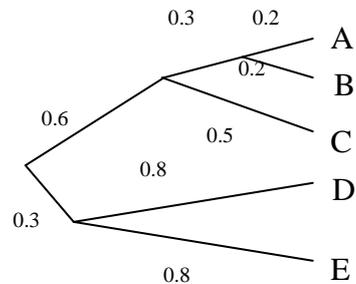
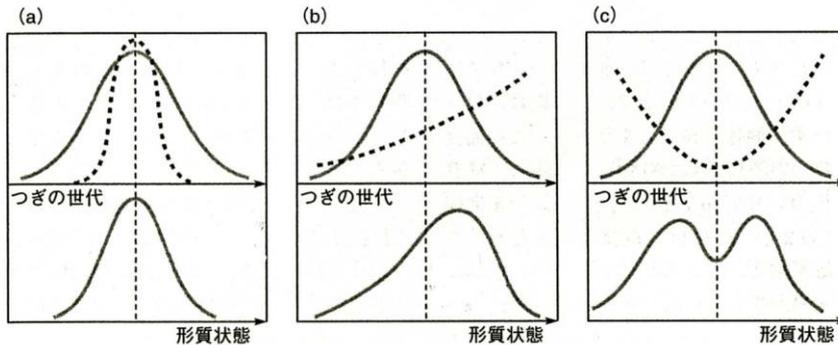


図 3

## 問題 5

生物が繁殖する限り、突然変異はある低い頻度で生じている。その結果、集団には新しい対立遺伝子をもつ個体が追加される。こうした新たな遺伝的変異が世代ごとに追加されれば、生物集団には対立遺伝子の種類がふえつづけることとなるが、現実には自然選択（自然淘汰）により、生存あるいは繁殖上不利な対立遺伝子がどんどん取り除かれていく。自然選択に関する以下の問いに答えよ。

問 1. 自然選択は大きく、分断化選択、安定化選択、方向性選択、の 3 つのタイプにわけることができる。それぞれは図 a,b,c のどれにあてはまるか記せ。



実線は集団中の表現型の頻度分布。破線は表現型に応じた適応度

問 2. 安定化選択、方向性選択、分断化選択はどのようなものなのか、それぞれ 1～2 行程度で記せ。

問 3. 遺伝的浮動とはどんな現象なのか 1～2 行程度で記せ。

問 4. 進化論には中立説という理論がある。どのような理論なのか 1～2 行程度で記せ。

## 問題 6

次の文章を読み、以下の問いに答えよ

分子状窒素 ( $N_2$ ) は地球大気の約 80%を占め、豊富であるとはいえ、ほとんどの生物にとって直接利用できる適切な窒素源とはならない。ほとんどの生物が利用できるのは無機あるいは有機化合物の形の結合型窒素である。空気中の分子状窒素を (ア) に還元する生物学的過程を (イ) という。この過程で生成した窒素化合物は、植物・微生物によってアミノ酸等有機窒素化合物に同化されるが、一方では微生物により (ウ) を経て (エ) に酸化され、はじめて土壌中や水中を自由に拡散するようになる。このような酸化過程を (オ) という。この過程で生成した窒素化合物は植物・微生物によって吸収され、細胞内でふたたび (ア) に還元され、アミノ酸等有機窒素化合物に同化されるが、一方では嫌気的な条件下では微生物により還元されて (ウ) を経て分子状窒素となって大気中に放出される。このような還元過程を (カ) という。植物・微生物によって有機窒素化合物に同化された窒素は、動物の窒素源として利用される。動物は代謝の過程で多量の窒素化合物を排泄する。水生無脊椎動物や (キ) は主に (ア) の形で排泄され、は虫類と (ク) は主に (ケ) の形で、哺乳類は主に (コ) の形で排泄されるが、微生物の還元作用により (ア) へ変換される。

- 問 1. (ア) ~ (コ) に当てはまる語を記せ。
- 問 2. (イ) (オ) (カ) を行う生物はどのように呼ばれているか、それぞれについて記せ。
- 問 3. (イ) については、自然界では共生関係の中で行われている場合が多い。その代表例を示し、どのような共生関係なのか数行で記せ。

## 問題 7

問1 (1)～(5)にあてはまる言葉を記せ。

多くの植物は日長の変化により季節変動を知り花芽をつける。日長が短くなる夏から秋にかけて花芽を形成する植物を( 1 )とよび、反対に春から夏にかけて花芽を形成する植物を( 2 )とよぶ。例えばアサガオの花芽の形成では一定時間以上の( 3 )を与えることにより花芽が誘導される。このように日長に生物が反応する性質を( 4 )という。一方、トマトやキュウリなど日長に関係なく花芽をつける植物を( 5 )という。

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) ニトロゲナーゼ
- (2) アポプラスト
- (3) アレロパシー
- (4) PRタンパク

問3 以下の文章を読んで設問(1)～(3)に答えよ。

暗黒下でシロイヌナズナの種子を発芽させると胚軸が徒長し、葉緑体の発達が抑制される。光を照射すると子葉が展開して緑色になり、胚軸の伸長は停止する。

- (1) このように光の刺激により植物が形を変える現象を何と呼ぶか。
- (2) この現象に深く関わっている赤色光の受容体タンパクについて、知るところを3行程度で述べよ。
- (3) 植物は(2)以外にも青色光の受容体タンパクを持っている。その名前を記せ。

## 問題 8

問1 下記の文章中の（ア）～（エ）にあてはまる言葉を記せ。

植物ホルモンである（ア）は種子形成の初期に含有量が最大となり、種子の乾燥とともにその量は低下する。おそらく、（ア）は未熟種子の発芽を阻害し、種子の成熟とともに（ア）に対する感受性が低下し、発芽に支障がなくなると考えられている。このホルモンは種子発芽以外の生理反応にも効果があり、発根や側芽の休眠に対しては（イ）的効果があり、果実・根・葉の成長やカルスからの茎葉形成に対しては（ウ）的効果がある。

問2 （ア）以外の植物ホルモン名を1つあげ、その生理作用について3行程度で説明せよ。

問3  $C_3$ 植物、 $C_4$ 植物、CAM植物の光合成特性と形態的特性について、

$CO_2$ 固定系、葉組織の構造、最大光合成能力、要水量の4点を中心に比較し、それぞれの植物タイプについて3行程度で説明せよ。

## 問題 9

問1 筋収縮に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

筋原繊維は [ 1 ] からなる細いフィラメントと [ 2 ] からなる太いフィラメントが規則正しく並んだ構造をしている。弛緩している筋では [ 3 ] はアクチンと結合しており、トロポミオシンはミオシンの頭部がアクチンに結合する部位をおおっている。このように [ 3 ] -トロポミオシン複合体は [ 1 ] と [ 2 ] の相互作用を抑制している。運動ニューロンからの刺激によって終板が脱分極すると、(a)筋線維に活動電位が発生する。この活動電位によって [ 4 ] からカルシウム・イオンが放出され、このカルシウム・イオンは [ 3 ] と結合し、その立体構造を変えてトロポミオシンを [ 1 ] の [ 2 ] 結合部位から引き離す。続いて [ 1 ] と [ 2 ] の間の連結橋が形成され、(b)両フィラメントが互いに滑り込むことによって筋節の長さが短くなり、筋肉が収縮する。筋収縮のエネルギー源は [ 5 ] である。

- (1) [ 1 ] ~ [ 5 ] にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 下線部(a)に関与するイオンチャネルの名称を2つ記せ。
- (3) 下線部 (b) の説を何とつか、その名称を記せ。

問2 動物の行動に関する、以下の問いに答えよ。

- (1) 鍵刺激 (信号刺激) の意味を述べ、具体的な行動の例を挙げて3行程度で説明せよ。
- (2) 動物の行動をあらわす以下の語について、その具体例をそれぞれ2つずつ述べよ。

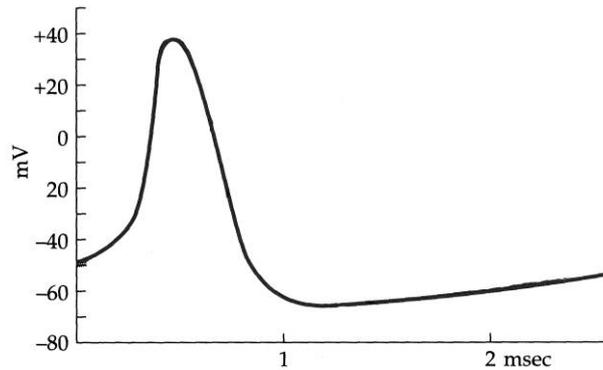
走性

条件反射

## 問題 10

問1 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

右図は活動電位を記録したものである(横軸：時間、縦軸：電位)。横軸 0 の時点で膜電位が  を超えると、急速に膜電位が上昇してピークに達する。これは  チャンネルが開いて  向き電流が生じることによって起こる。膜電位はピークに達した後、急速にもとの静止レベル



に戻る。この電位が回復するプロセスには 2 つの要素が関係している。(a)一つは  チャンネル自体の性質による回復、もう一つは  チャンネルが開いて  向き電流が生じることによっておこる回復である。

- (1)  ~  にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 細胞外溶液の  $\text{Na}^+$ 濃度を生理的な濃度の半分 (50%) にすると、活動電位のピーク値はどのようになると予想されるか、予想される結果を「大きくなる」、「変わらない」、または「小さくなる」で示し、その理由を 3 行程度で述べよ。
- (3) 下線部(a)における、活動電位の回復のメカニズムを 3 行程度で説明せよ。
- (4) 実験的に  チャンネルを阻害すると、活動電位の波形はどのようになると予想されるか、予想される結果とその理由を 3 行程度で述べよ。

問2 ヒトの膝のすぐ下を小槌で打つと下肢が跳ね上がる現象を膝蓋腱反射という。この反射にかかわる神経伝達経路をあらわす模式図を描き、脊髄反射のしくみについて 3 行程度で説明せよ。

」

## 問題 11

脊椎動物の神経形成に於いては、外胚葉に形成された（１）の周囲が隆起して神経褶となり、さらに神経褶の両側が背側正中線上で融合して（２）が形成される。（２）は背原軸に沿った分化がおこり、背側には（３）細胞や（４）神経が形成され、腹側には（５）神経が形成される。発生が進むにつれて、（３）の細胞は（２）を離れて周辺組織に移動した後に様々な組織に分化する。また、（５）神経が腹側に誘導されるためには（６）やその直下に存在する（７）からの分泌性のシグナルが重要な機能を持つことが示されている。

問１ （１）から（７）に当てはまる適切な語を記せ。

問２ （３）に由来する細胞にはどのようなものがあるか、３つをあげよ。

問３ 神経堤細胞の発生運命の解明にはどのような実験発生学的方法が使用されたか、以下の語を使用して３行程度で説明せよ。

ウズラ、ニワトリ、色素

## 問題 12

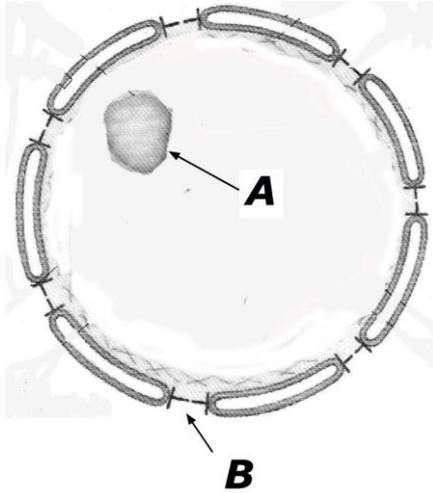
多細胞動物の生殖細胞は（１）細胞の分裂により生み出される。（１）細胞は、卵巣内に移動した後に（２）を生じ、さらに（２）の減数分裂により卵子が形成される。また、精巣内に移動した（１）細胞からは（３）が生じ、（３）の減数分裂により精子が形成される。受精卵は完全な個体を形成する能力を有している。このような能力を（４）という。一方、動物の組織は（５）により構成されており、様々な種類が存在するが、（５）も受精卵と同等の遺伝情報を備えている。

問１ （１）から（５）に適切な語を記せ。

問２ 分化した細胞が受精卵と同等の遺伝情報を備えていることはどのような実験から明らかにされたか。一つあげて、その内容について３行程度で説明せよ。

問３ すべての細胞が同じく一揃いの遺伝子を備えているならば、さまざまな細胞種の違いはどのような機構によりもたらされるか、その機構について３行程度で記述せよ。

## 問題 13



この図は細胞核を模式的に示したものである。Aは[1]であり、ここでは[2]RNAの大部分が合成<sub>イ</sub>される。染色体は塩基性色素によく染まり、主に[3]とヒストンからなる複合体である。生物の遺伝情報はこの染色体に含まれている。メッセンジャーRNAは核内で合成<sub>ロ</sub>され、種々のプロセッシングを受けた後、Bに示す[4]から細胞質へ運ばれ、翻訳される。

ヒストンにはヌクレオソームを形成する[5]ヒストンとヌクレオソームを束ねる[6]ヒストンがある。ヒストンは様々な修飾<sub>ハ</sub>を受けることにより、転写活性の制御を行っている。また、哺乳類や一部の植物ではDNAメチル化が遺伝子発現制御に重要な働きを持つことが知られている。

ヒストン修飾やDNAメチル化などのゲノム修飾による遺伝子発現制御はDNAの一次配列の変化を伴わないため[7]な制御ということが出来る。

問1 カッコ[1]～[7]内にふさわしい語句を入れよ。

問2 下線部について、以下の問いに答えよ。

下線部イ) A内での[2]RNA合成に必要なRNA合成酵素の名前をあげよ。

下線部ロ) メッセンジャーRNAの合成に必要なRNA合成酵素の名前をあげよ。

下線部ハ) ヒストンの修飾にはどのような種類があるか、例を2つ以上あげよ。

問3 以下の語句のうち1つを選び、3行以内で簡潔に説明せよ。

ヒストン修飾による転写制御    DNAメチル化    核移行シグナル

## 問題 14

真核生物の細胞質は様々なオルガネラと細胞骨格から構成されている。細胞骨格はその構成要素から3つのタイプの繊維に分類できる。これら中で(1)は8-9 nmの直径があり、(2)タンパク質が重合して作られた二つの繊維が互いに寄り合わせた構造をしている。また、(3)は直径が24 nmの中空の繊維であり、(4)タンパク質が重合して構成されている。さらに、(5)は直径10 nmの繊維であり、様々なタンパク質から構成されたものが存在する。

問1 (1)から(5)に適切な語を記せ。

問2 真核生物の細胞質に存在するオルガネラを3つあげ、それぞれの機能を1—2行で記せ。

問3 直径10 nmの繊維を構成するタンパク質を3つあげよ。

## 問題 15

問1 下記の文章を読み、( ) 内に適切な用語を記せ。

真核細胞では、( 1 ) は、通常、父親および母親から受け継いだ、それぞれ一組ずつ、合計二組のゲノム、すなわち、( 2 ) をもつ。構成している遺伝子の種類や配列順序が等しい染色体を各2本ずつ（一方は父親に他方は母親に由来する）をもつため、2倍体と呼ばれる。一方、( 3 ) によって生じた成熟した生殖細胞は、( 1 ) のもつ各( 2 ) 対のうちの、いずれか一方よりなる一組の染色体群を含んでおり、( 4 ) または、半数体と呼ばれる。( 5 ) 生殖では、生殖細胞（卵と精子）は受精により融合して、接合体を形成し、もとの2倍体の個体に戻る。染色体上でそれぞれの遺伝子が占めている部位を( 6 ) という。( 1 ) の各( 2 ) 対において同じ( 6 ) に対をなして存在する遺伝子は、( 7 ) と呼ばれる。雌雄の性に関係なくすべての接合体で対をなしている染色体を( 8 ) といい、X染色体やY染色体のような性を決定しているものは( 9 ) という。( 8 ) 上の遺伝子で支配される形質は両親に由来する2つの( 7 ) の影響を受けている。言い換えると、一般に各( 6 ) には、そこを占めるべき遺伝子として、DNAの塩基配列の差異に基づいて互いに区別される遺伝子が2つ以上存在するので、それらをその( 6 ) についての( 7 ) と呼ぶ。

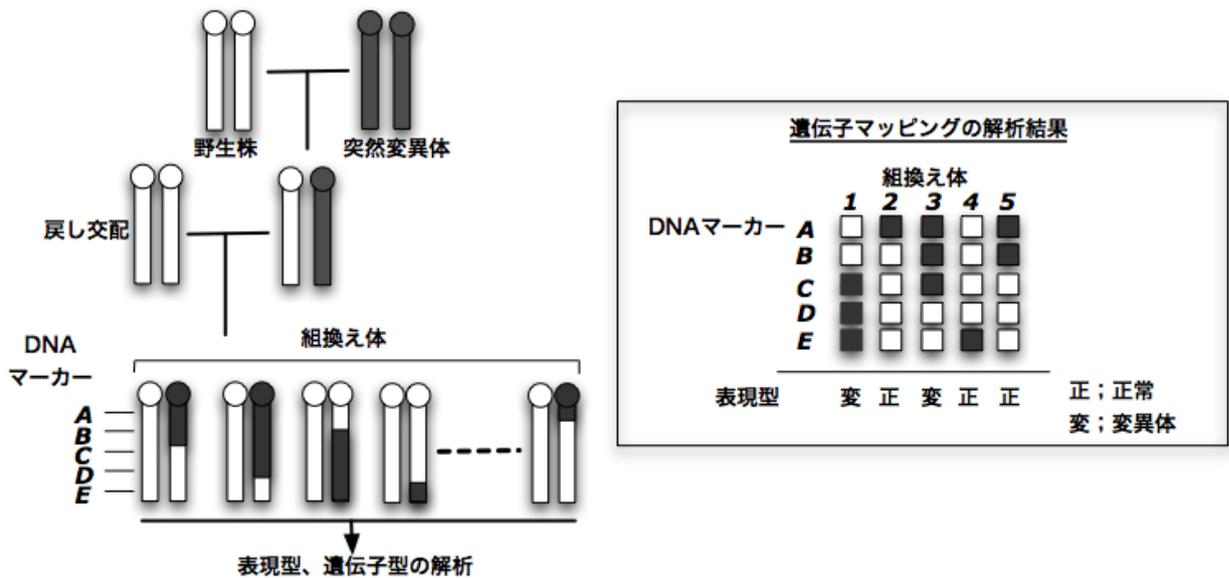
減数分裂により、( 10 ) が作られる際には、各組の2本の( 2 )、従って、それぞれの上にある( 7 ) は、互いに分かれて別々の( 10 ) に入るので、その入り方により、色々な組み合わせの染色体（遺伝子）をもった( 10 ) が作られることになる。

問2 下記の用語の中から2つを選び、その用語の意味を数行程度で説明せよ。

- (1) 抑圧変異（サプレッサー変異）
- (2) mRNA スプライシング
- (3) 制限酵素
- (4) 突然変異誘発剤

## 問題 16

遺伝子の機能を調べる遺伝学的手法には大別して逆遺伝学と順遺伝学という2つの研究手法がある。順遺伝学では遺伝子マッピングを行い、染色体上の遺伝マーカーと表現型との相関を調べて、原因遺伝子が存在する染色体領域を決定する必要がある。遺伝マーカーは古くはマウスの場合では毛色や眼色などの可視的変異を用いたが、現在はDNA多型を利用するのが一般的である。DNA多型を利用した遺伝マーカーとして、[1]サテライトマーカー、制限酵素断片長多型などがあり、最近では[2]多型もよく用いられる。組換え体の遺伝子型、表現型を解析し、原因遺伝子の染色体上の位置を推定し、その知見を元に、原因遺伝子のクローニングを行う。これらの一連の過程を総称して[3]クローニングと呼ぶこともある。下に遺伝子マッピングの例を示す。



問1 カッコ [1]～[3] 内にふさわしい語句を入れよ。

問2 右図に示す遺伝子マッピング実験の結果から原因遺伝子がマップされる染色体領域はDNAマーカー(1)と(2)によって規定される。カッコ内にふさわしいマーカー名を入れよ。

問3 劣性変異の候補遺伝子を見つけ、その蛋白質をコードする配列を決定したところ、ミュータントで点突然変異が見つかった。この遺伝子が原因遺伝子であることを証明するための実験手法について3行程度で簡潔に述べよ。

問4 マウスの逆遺伝学ではトランスジェニックマウス、ノックアウトマウスなどの遺伝子操作マウスが用いられる。両者について数行程度で簡潔に説明し、その利用法を述べよ。

## 問題 17

問1 下記の文章を読み、( ) 内に当てはまる適切な用語を記せ。

解糖系は、グルコースが ( 1 ) または ( 2 ) にまで分解される代謝経路で、細胞質で行われる。グルコースはヘキソキナーゼにより、ATP でリン酸化されて、( 3 ) を生成する反応に始まる。( 3 ) は、異性化されて ( 4 ) になり、さらに、ホスホフルクトキナーゼにより、フルクトース1, 6-ビスリン酸となる。これは、さらに、アルドラーゼの作用を受けて、2分子のトリオースリン酸に開裂し、生成されたトリオースリン酸は、 $\text{NAD}^+$ を ( 5 ) に還元し、直接ATPを生成して、( 1 ) に至る。

この経路では、グルコース1モルあたり、全体として2モルの ( 6 ) を生成し、また、 $\text{NAD}^+$ 、2モルを還元して、( 5 ) を2モル、生成する。

( 7 ) 的条件下では、( 1 ) は乳酸デヒドロゲナーゼにより ( 2 ) に変わり、( 2 ) がこの経路の最終産物である。1モルのグルコースから ( 1 ) は2モル生じるので、この時、( 1 ) から ( 2 ) へ転換するために2モルの ( 5 ) が消費される。結局、( 7 ) 的条件下では1モルのグルコースから2モルのATPと2モルの ( 2 ) が生成される。細胞内に蓄積した ( 2 ) は、細胞外に放出されて肝臓に運ばれ、糖新生系で ( 8 ) が再生される。

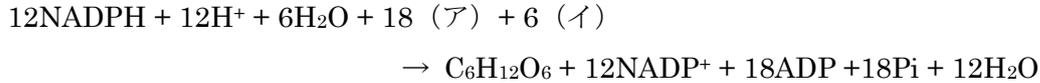
一方、好氣的条件では、この経路の最終産物は ( 1 ) であり、この ( 1 ) は、( 9 ) 膜を通過して ( 9 ) 内に入り、( 10 ) 回路で代謝される。この好氣的条件下の解糖系では、グルコース1モルから2モルのATP、2モルの ( 5 ) と2モルの ( 1 ) が生成される。

問2 下記の項目の中から2つを選び、それぞれの意味を括弧内の用語をすべて使用して、数行程度で説明せよ。

- (1) 核酸塩基の種類と特徴 (プリン塩基、ピリミジン塩基、塩基対)
- (2) タンパク質を構成するアミノ酸の数とその種類 (L-アミノ酸、酸性アミノ酸、塩基性アミノ酸)
- (3) 酵素の活性調節 (アロステリック酵素、S字状、フィードバック阻害)
- (4) ビタミンの種類とその機能 (脂溶性ビタミン、ビタミンB群、補酵素)

## 問題 18

光合成の暗反応、すなわち  $\text{CO}_2$  の固定は次の式で表される。



暗反応の全過程はアメリカの2人の生化学者によって明らかにされ、発見者名にちなんで(ウ)回路と呼ばれている。*Scenedesmus* という緑藻を用いて活発な光合成を行わせ、 $^{14}\text{CO}_2$  を細胞に取り込ませ、 $\text{CO}_2$  がどのような物質にまず入り、標識がどのような物質に移るかが、ペーパークロマトグラフィー法を用いて研究された。 $^{14}\text{CO}_2$  の標識がはじめにあらわれたのは3-ホスホグリセリン酸 (PGA) であった。

1965年にサトウキビやトウモロコシで、 $^{14}\text{CO}_2$  の標識がまず最初にPGAにあらわれないで、リンゴ酸かアスパラギン酸にあらわれることが発見された。これらの植物では、 $\text{CO}_2$  の受け取りが、(ウ)ではなく、(エ)である。(エ)は(エ)カルボキシラーゼの作用で $\text{CO}_2$ と結合して、 $\text{C}_4$ の有機酸であるリンゴ酸かアスパラギン酸に変わる。このため、この回路は(オ)回路と呼ばれている。

問1 上記の文章の(ア)～(オ)にあてはまる用語を答えよ。

問2 上記の(ウ)回路の酵素の働きを抑える阻害剤が知られている。これらの阻害剤は明反応も阻害する。この理由を2行程度で説明せよ。

問3 酵素に関する下記の2つの用語についてそれぞれ3行程度で説明せよ。

(ア) 比活性

(イ) 競合阻害剤

## 問題 19

次の(A)~(K)の研究者について下記の問いに答えよ

- (A) 北里柴三郎, Emil Adolf von Behring (B) Louis Pasteur (C) Kary Mullis  
(D) Martinus Beijerinck (E) Antoni van Leeuwenhoek (F) Carl Woese, George Fox  
(G) James Watson, Francis Crick, Rosalind Franklin (H) Robert Koch  
(I) Craig Venter, Hamilton Smith, (J) Alexander Fleming,  
(K) Francois Jacob, David Perrin, Carmon Sanchez, Jacques Monod

問1 下記に示す微生物学において歴史的に重要な発見や理論構築をおこなった研究者を(A)~(K)より選べ。

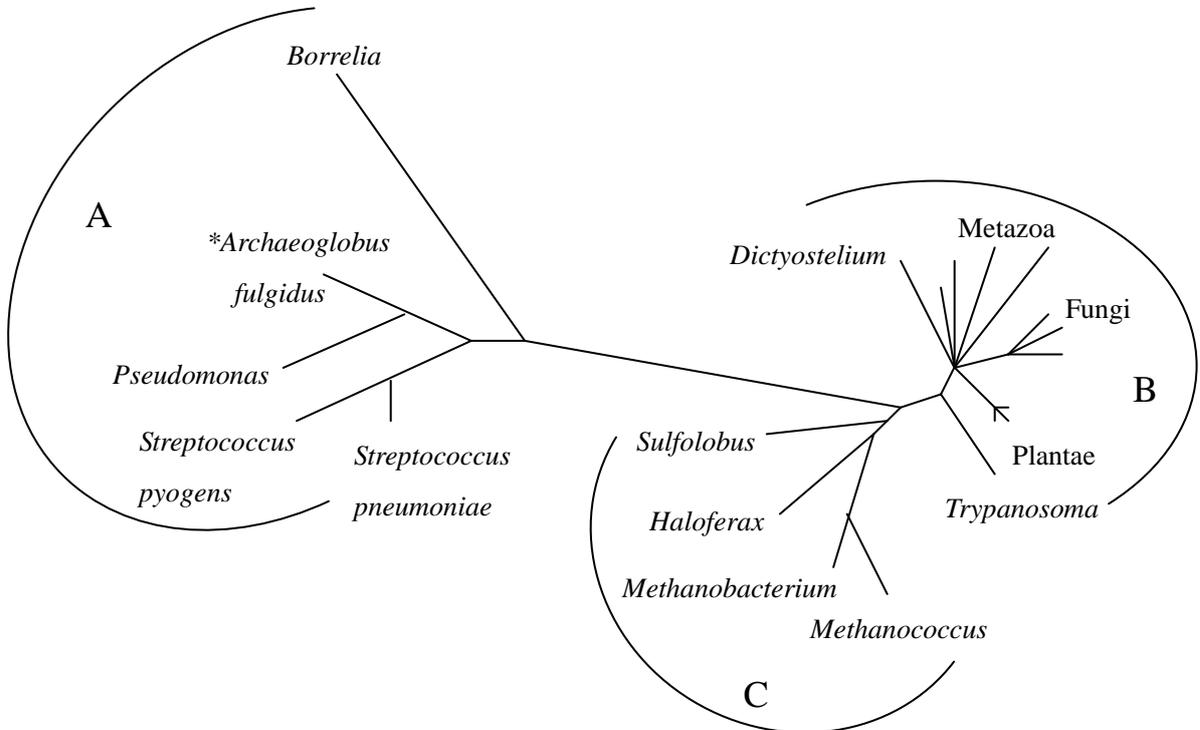
- ア) 最初に細菌を発見(1684年)  
イ) 自然発生説の否定(1864年)  
ウ) 固形培地による純粋培養の確立(1881年)  
エ) 血清療法の発見(1890年)  
オ) 集積培養法(選択培養法)の開発(1901年)  
カ) DNA構造を解明(1953年)  
キ) 古細菌の発見(1977年)  
ク) ポリメラーゼ連鎖反応法(PCR)の開発(1985年)  
ケ) 細菌ゲノムの完全配列の決定(1995年)  
コ) ペニシリンの発見(1929年)  
サ) オペロンの概念(1960年)

問2 細菌の純粋培養法の確立において固形培地を使用した利点は何であったのか数行で記せ。

問3 集積培養法とは何か。微生物学においてなぜそれが便利なのか数行で記せ

## 問題 20

問1 次の図は HMG CoA reductase の分子系統樹である。これを見て以下の設問に答えよ。



- (1) A, B, C はそれぞれ単系統群を構成しており、これらは三大生物界を構成するドメインに対応すると考えられる。それぞれのドメイン名を記せ。
- (2) \*で示した *Archaeoglobus* は系統的にはCドメインに属する生物であるが、Aドメインの内部に位置づけられている。*Archaeoglobus* の HMG CoA reductase\_の進化的起源について考えられることを1～2行程度で記せ。
- (3) Cドメインの内部で最も早く分岐した生物の属名を答えよ。
- (4) 病原微生物を含む属名を1つ選び答えよ。

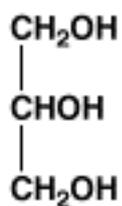
問2 次に示す事項のうちから2つを選び、それぞれについて3～4行程度で説明せよ。

- |                |              |
|----------------|--------------|
| (1) シアノバクテリア   | (2) 発酵       |
| (3) オルソログとパラログ | (4) ヒドロゲノソーム |
| (5) マイトソーム     |              |

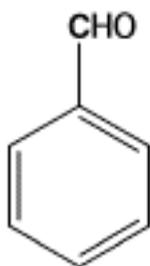
## 問題 21

問1 構造式(ア)～(ウ)で示す化合物について以下の設問に答えよ。

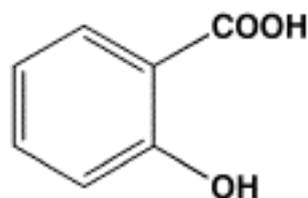
- (1) 分子量を計算せよ。
- (2) 慣用名を記せ。
- (3) それぞれの化合物が持つ官能基の名称を記せ。



(ア)



(イ)



(ウ)

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。

- (1) ヘテロ原子
- (2) 求核反応
- (3) 非共有電子対
- (4) 共役系

問3  $\text{S}_{\text{N}}2$  反応では通常反応中心の炭素が3級であると反応がおこらない。その理由について3行程度で説明せよ。

## 問題 22

問1 タンパク質の生合成に使われるアミノ酸に関して設問(1)～(3)に答えよ。

- (1) 最も分子量の小さいアミノ酸の名前と構造式を書け。
- (2) 酸性アミノ酸と塩基性アミノ酸に分類されるアミノ酸の名前をそれぞれ1つ書け。
- (3) タンパク質はアミノ酸同士が結合して合成される。カルボン酸とアミンが脱水縮合して形成される結合の名前を記せ。またアミノ酸同士の間はこの様式の結合がおきた場合は何とよぶか答えよ。

問2 以下の用語の中から3つを選びそれぞれ3行程度で説明せよ。

- (1) 不飽和度
- (2) 等電点
- (3) エポキシ
- (4) けん化
- (5) 配糖体

問3 人体内ではエチルアルコールは下図に示すステップで解毒される。

内にあてはまる物質の構造式と名称を記せ。

