

平成19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18年10月19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

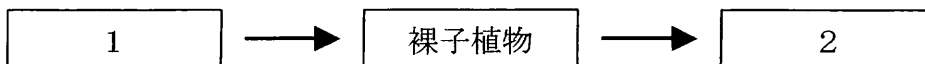
問 1 現在 150 万以上の種が報告されている。以下の 3 つの生物群について種数の多い順に 1～3 の番号を記せ。

菌類 昆虫類 維管束植物

問 2 以下の文章を読み、設問に答えよ。

生物には多様性が見られる一方で、背骨をもつ、維管束をもつなどの共通性をもっているものがある。それらの共通性の中で、陸上での生活により適応した進化の過程には連続性が見られる。たとえば、脊つゝ動物の場合は両生類→は虫類→ほ乳類という連続性を認識できる。維管束植物についても同様の連続性が知られている。

(1) 維管束植物における連続性を示すために、次の空欄 1～2 に最も適切な語を記せ。



(2) 空欄 2 の受精様式の特徴について簡潔に説明せよ。

問 3 五界説において、動物界、原核生物界（モネラ界）以外の 3 つの界を記せ。

問題 2

下図は真核生物ドメイン（超生物界）を構成する主なグループ相互の進化的位置関係を模式的に示したものである。この図に関して以下の問に答えよ。

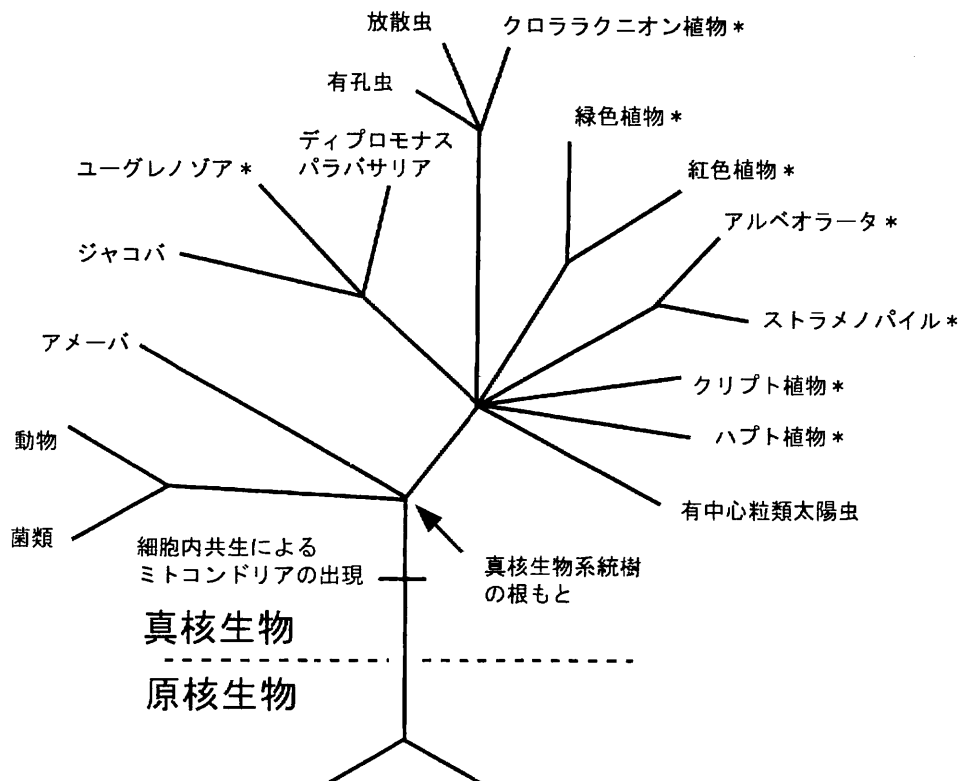
問1 図の下方に示したように原核生物は2つのドメインから構成されていると考えられている。これらのドメインの名前を記せ。表記は和名（俗名）でもよい。

問2 図中*で示したグループは光合成生物を含むグループである。光合成生物が真核生物の系統樹のさまざまな枝に分散して存在するのは何故か。その理由について7～10行程度で記せ。

問3 図中のグループのうち多細胞生物を含むグループを全て挙げよ。

問4 以下に示したア～コの生物が含まれるグループ名を記せ。ただし、真核生物の場合には、下図に示したものの中から選び、原核生物の場合には、それが属するドメイン名を答えよ。

- | | | |
|----------|-----------|------------------|
| ア. コンブ | イ. カイメン | ウ. ミドリムシ (ユーグレナ) |
| エ. アオコ | オ. ボルボックス | カ. 細胞性粘菌 |
| キ. ネンジュモ | ク. メタン産生菌 | ケ. アサクサノリ |
| コ. 酵母 | | |



問題 3

問 1 次の (A) ~ (J) の文章は、それぞれある動物群の特徴を述べたものである。生物の分類項目である「門」の分類において、それぞれが属する門の名称を記せ。

- (A) 体は同じような体節に細分され、体の内部でも神経、神経節、体壁の筋肉や血管が連続して繰り返される。貧毛類、多毛類、ヒル類の 3 綱に分類される。
- (B) 体は放射相称で、多くは口の周りに触手をもつ。組織レベルの体制を備えているが、器官系の発達は見られない。サンゴの類もこれに属する。
- (C) 現存動物種の約 80% を占め、海、淡水、陸上、空中でみられる。最も顕著な特徴は、その不透過性の外骨格である。
- (D) 主として海底で生活する。体には体節がなくまた排出器官をもたない。最大の特徴は水管系とよばれる独特の水力学的な構造であり、これは一連の水管と体壁付属脚である管足からなる。
- (E) 透明で左右相称の体節のない海産動物。体長は普通約 3 センチ。肉食性で捕食力は非常に強い。その形から一般に「ヤムシ」とよばれる仲間が属する。
- (F) 体は扁平で分節しない。器官の発達が見られるが、循環器官系や呼吸器官系はない。体の左右相称が出現した最初の動物群と考えられる。サナダムシなどの寄生虫もこの仲間である。
- (G) ホヤ類とサルパ類の生体は幼生にある中空の神経索をもち続けることがない。一方ナメクジウオは生涯中空の神経系をもち続ける。
- (H) 細胞は組織とか器官に編成されていないが、役割の異なる細胞間にはある程度の協力関係があり、全体としての機能が果たされている。体の構造から、アスココン、サイコン、ロイコンの 3 型に分類される。
- (I) 顕微鏡的な動物で多くは淡水産である。体の前端に繊毛冠をもつことが大きな特徴である。「ワムシ」とよばれる仲間もこれに属する。
- (J) 体は柔らかく、それが石灰質の殻で覆われているものが多い。本来は左右相称だが、多くのものは体がらせん状に巻いて、2 次的に不相称の状態に変わっている。深海に生息して 10 メートル以上になるものもある。

問 2 次の 5 つの用語から 3 つを選んで、それぞれ 2~3 行で説明せよ。

真体腔

カンブリア爆発

トロコフォア幼生

螺旋卵割

ヘッケル説 (反復説)

問題 4

DNA の塩基配列やたんぱく質のアミノ酸配列を生物種間で比較することにより生物の系統関係を推測することができる。配列比較に基づく系統樹を分子系統樹という。分子系統樹に関する以下の問いに答えよ。

問1 次の文の (ア) ~ (エ) にあてはまる適切な数値もしくは語を記せ。

近縁の生物種同士でタンパク質コード遺伝子の塩基配列を比較した場合、コドンの第 (ア) 番目の塩基が、(イ) のみにより偶然固定され、進化時間に比例して蓄積されているとみなせる場合がある。コドンの第 (ア) 番目の塩基は、変異したとしてもアミノ酸に変化を及ぼさない場合が多く、(ウ) に対して中立な変異であると考えられるからである。このような場合にはその変異の程度を現存生物種間で比較することにより、現存生物種の祖先同士がどのくらい前に分岐したのかということ推定できる。これを (エ) 時計という。

問2 次の表は、脊椎動物4種の α ヘモグロビンのアミノ酸配列の相互比較に基づいて計算されたペアワイズの相違度(下三角行列)、および補正式 $k = \ln(1-K)$ を用いて補正した置換数の推定値(座位あたり)(上三角行列)を表す。ただし、 K = ペアワイズ相違度、である。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
	イモリ	ニワトリ	カンガルー	ヒト
イモリ		0.59	0.64	0.58
ニワトリ	0.45		0.34	0.29
カンガルー	0.48	0.29		0.21
ヒト	0.44	0.25	0.19	

ペアワイズ相違度 (下三角) = (ペアワイズ相違数) / (全座位数)

- (1) ヘモグロビンの機能について1~2行程度で記せ。
- (2) 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)による系統樹を描け。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3 化石のデータから、両生類と有羊膜類の共通祖先の分岐年代は、3億5000万年前であると推定されている。問2の(2)の系統樹をもとに、ヒト(の祖先)とカンガルー(の祖先)の分岐年代を計算せよ。また、 α ヘモグロビンの進化速度(年あたり1座位あたり)を計算せよ。有効数字を2桁として(3桁めを四捨五入して)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OUT 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

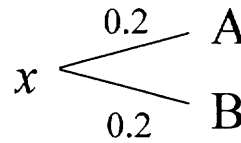


図1

表2

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

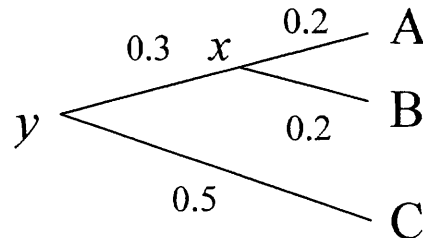


図2

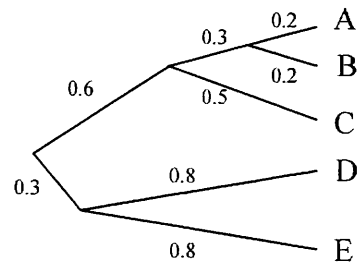


図3

問題 5

問 1 以下の設問に答えよ。

(1) 次の 3 語を使って競争排除則を説明する文章を作れ。

共存・ニッチ・均質環境

(2) 以下の用語の中から、性淘汰と二次遷移の先駆種に関する最も適切なものをそれぞれ一つずつ選べ。

ハンディキャップ理論

赤の女王仮説

マラーのラチェット

埋土種子

食物連鎖

栄養段階

問 2 生態系の炭素循環機能に関する以下の設問に答えよ。

(1) 純一次生産と土壌有機物の分解を規定する最も重要な環境要因はそれぞれ何であるかを記せ。

(2) 伐採跡地に植林を行った場合、その後の純一次生産と土壌有機物の分解はそれぞれどのように変化すると考えられるか、簡潔に述べよ。

(3) 亜寒帯林（北方林）と熱帯多雨林における炭素循環機能の違いについて簡潔に述べよ。

問題 6

問 1 以下の設問に答えよ。

(1) 次の微分方程式の名称を記せ。ただし、 N は単位面積当たりの個体数を示す。

$$dN/dt = rN(1-N/K)$$

(2) 『 r - K 選択説』において r と K は何とよばれているか、それぞれの名称を記せ。

(3) 次の文章は『 r - K 選択説』に関する記述である。正しい文章を 3 つ選び、番号を記せ。

- 1) 平衡状態での個体群密度を高めるように適応した生物の戦略を K 戦略という。
- 2) K 戦略では、かく乱が頻繁に起こる不安定的な環境条件下で競争に勝つような方向への進化が見られる。
- 3) K 戦略では、予測可能な環境条件下で競争に勝つような方向への進化が認められる。
- 4) r を高めるように適応した生物の戦略を r 戦略といい、かく乱が頻繁に起こる環境において低い繁殖力をもつような進化が見られる。
- 5) 一般に、大型の生物は r 戦略的で、小型の生物は K 戦略的である。
- 6) r - K 選択説は r 戦略的な形質と K 戦略的な形質の間にトレードオフが存在することを仮定している。

問 2 植生遷移に関する以下の設問に答えよ。

(1) 一次遷移と二次遷移の違いについて簡潔に説明せよ。

(2) 単極相説と多極相説について、それぞれ簡潔に説明せよ。

(3) 森林で見られるギャップダイナミクス（パッチダイナミクスともいう）とはどんな現象であるか、簡潔に説明せよ。

問題 7

以下の問 1～問 3 に答えよ。

問 1 次の用語をそれぞれ 3 行程度で説明せよ。

- (1) 頂芽優勢
- (2) アベナ屈曲試験
- (3) 不定根

問 2 問 1 の用語は全てある植物ホルモンの作用に関係している。このホルモンの作用を持つ内生物質は複数知られているが、その中でも植物に最も普遍的に存在し生長調節に直接関わっているとされる物質の名前を書け。

問 3 問 2 の植物ホルモンと拮抗しつつ植物細胞の分化誘導に関わる植物ホルモンの名前を書け。またタバコ細胞の分化においてこれら 2 つの植物ホルモンがどのような作用を示すのか簡単に説明せよ。

問題 8

問1 次の文章を読み、以下の間に答えよ。

C₃植物において無機炭素を有機炭素に変換する酵素は葉緑体におけるカルビン回路の [1] である。[1] の基質である [2] は水環境中では重炭酸イオンと平衡状態にある。pHが [3] 性のストロマでは平衡は重炭酸イオン側に傾き、よって [2] の濃度は低くなりがちである。このために C₃植物の炭素同化は C₄植物に比べて効率が低い。C₄植物では [4] 細胞の [5] が重炭酸イオンを [6] にとりこんで [7] 酸に変換する。この反応の基質は水溶性であり溶解度が高いため、効率よく無機炭素を有機炭素に変換することができる。NADP・リンゴ酸酵素タイプの C₄植物では [7] 酸は還元されてリンゴ酸に変換され、 [8] 細胞葉緑体に移動する。(a)リンゴ酸がピルビン酸に変換する過程で放出した [2] をカルビン回路で同化する。リンゴ酸が溶解する濃度は(二酸化炭素が溶解する濃度に比べて)十分高いので、 [8] 細胞では高濃度の二酸化炭素が供給されるようになる。即ち、C₄植物の光合成は C₃植物に比べ、より無機炭素を効率よく同化しているといえる。なお、 [8] 細胞のピルビン酸は葉肉細胞に戻り、リン酸化されて [6] になり、 [5] の基質となる。

- (1) [1] ~ [8] にあてはまる語を記せ。
- (2) 下線部 (a) の反応はミトコンドリアでもおこるが、葉緑体における反応とミトコンドリアにおける反応では使われる補酵素が異なる。それぞれ、何を補酵素とするか、記せ。
- (3) C₄植物が、 [4] 細胞と [8] 細胞において、場所を変えて行っている反応を、同じ細胞において昼と夜で時間を変えて行っている植物も存在する。そのような植物の代謝の名称を記せ。また、その代謝においてリンゴ酸を貯蔵しておくためのオルガネラの名称を答えよ。

問2 高等植物のキサントフィルサイクルはビオラキササンチン (V) とゼアキササンチン (Z) の相互変換系であり、ビオラキササンチンデエポキシダーゼ (VDE) とゼアキササンチンエポキシダーゼ (ZE) が関わる。これらの酵素の局在性を記せ。また、キサントフィルサイクルのメカニズムと役割を簡潔に述べよ。但し、反応中間体のアンテラキササンチンは無視してよい。

問題 9

問 1 シナプス（神経筋シナプスも含む）に関する以下の設問に答えよ。

- (1) ヒトにおける 2 種類の自律神経系とそれらの神経伝達物質は何か。それぞれの神経系の名称と神経伝達物質の名称を記せ。
- (2) 外液 Ca^{2+} イオンを除去すると化学シナプスの伝達はどのようなになるか。その理由も含めて 3～4 行で述べよ。
- (3) 同一の神経伝達物質でも、それが興奮性シナプスとして作用する場合と抑制性シナプスとして作用する場合がある。このような違いが生じる理由について、4 行程度で述べよ。
- (4) 以下の用語を全て用いて、4 行程度で電気シナプスを説明せよ。

ギャップ結合、コネクシン、電気緊張

問 2 次の 5 個の用語から 3 個を選んで、それぞれ 3 行程度で説明せよ。

鍵刺激（信号刺激）

耳小骨

刷り込み

軸索輸送

ダンス言語

問題 10

問1 カエルの腓腹筋と坐骨神経からなる神経筋標本に関する以下の設問に答えよ。

- (1) 横紋筋の筋節の線維構造に存在する2種の収縮性タンパク質の名称を記せ。
- (2) 2種の収縮性タンパク質の滑りを引き起こす物質の名称を記せ。またその物質が貯蔵されている筋繊維内の構造の名称を記せ。
- (3) 腓腹筋において神経筋シナプスが形成されている部分を何というか。その名称を記せ。
- (4) 筋形質膜で生じた活動電位が筋繊維内に伝導していく構造を何というか。その名称を記せ。
- (5) 神経刺激によって生じる筋の一過性収縮を何というか。その名称を記せ。またその収縮が全か無かの性質を持ち、大きさが一定である理由を3~4行で述べよ。
- (6) Ca^{2+} イオンを除去した溶液に筋を浸して神経刺激を行うと、筋収縮はどのようなになると考えられるか。そう考える理由も含めて3~4行で述べよ。

問2 次の5個の用語から3個を選んで、それぞれ3行程度で説明せよ。

代謝型受容体
イオンポンプ
定型的行動
有髄神経
伸張受容器

問題 11

次の文章を読み、以下の問1～問4に答えよ。

動物の発生は卵と精子の融合によって生じた受精卵からスタートする。受精卵は細胞分裂を繰り返し、細胞数を増加させ、発生していく。このような発生初期の細胞分裂を卵割と呼ぶ。卵割には卵黄の分布と量によって幾つかの形式が存在している。(a)ウニやヒトでは卵黄がほぼ均一に分布しているため、ほぼ同じ大きさの割球が生じる。一方、(b)両生類では卵黄が植物極側に偏って分布しているため、植物極側の割球が大きくなる。

- 問1 下線(a)のような卵を何と言うか。またそのような卵割を何と言うか。
- 問2 下線(b)のような卵を何と言うか。またそのような卵割を何と言うか。
- 問3 イモリとマウスの2細胞期胚の模式図をそれぞれ描け。また、描いた図には動物極と植物極を必ず記載し、その根拠をそれぞれ説明せよ。
- 問4 卵割は体細胞分裂に比較して分裂が速く、分裂によって生じた割球も成長しない。これらの理由を細胞周期と関連づけて説明せよ。

問題 12

問 1 次の 3 つの語句を簡潔に説明せよ。

幹細胞, 前駆細胞, 分化細胞

問 2 幹細胞, 前駆細胞, 分化細胞という 3 つの語句を用いて細胞分化の概念を説明せよ。

問 3 分化した細胞の局在や動態を調べるための実験系を立案し, その実験系について説明せよ。

問題 13

次の文章を読み、以下の問1～問4に答えよ。

(ア)細胞膜は、細胞を取り囲んでその境界を定め、細胞に外部とは異なる環境を提供する。細胞膜は、主にタンパク質と脂質が非共有結合により集合体を形成した厚さ5nmほどのフィルムである。膜を構成する脂質分子には、リン脂質、(1)、(2)などがある。これらは、すべて両親媒性、つまり、水になじみ易い親水性の部分と、水を嫌う疎水性の部分から構成される。1964年、BanghamとHorneはリン脂質を水溶液中に懸濁すると、親水性の頭部は水層に面し、疎水性の尾部は内側に面した熱力学的に安定な二重膜構造を有する閉鎖小胞が形成されることを示した。これは(3)と呼ばれ、脂質分子がつくる膜の基本構造として今日でも生体膜のモデル実験に広く用いられている。1972年、SingerとNicolsonが脂質二重層中におけるタンパク質の存在様式を示し、現在の細胞膜の基本構造である(イ)モデルが完成した。

一方、(ウ)細胞膜の外側には細胞外被と呼ばれる構造体があり、細胞どうしの認識などに関係している。また、植物の細胞では、外側に丈夫な(4)があり植物体の支持にも働いている。

問1 (1)～(4)にあてはまる適切な語を記せ。

問2 下線部(ア)で示した視点からみて、細胞膜はどのような働きをもつ場であると考えられるか。細胞膜のもつ役割を2つあげ、箇条書きにして記せ。

問3 下線部(イ)で示すモデルの名称を記し、そのモデルの特徴について3行程度で説明せよ。

問4 下線部(ウ)で示す構造体について簡潔に説明せよ。

問題 14

次の文章を読み、以下の問1～問4に答えよ。

一般に、正常細胞の染色体数は $2n$ で、核の染色体は規則的な微細構造をとっていることが知られている。これに対してがん細胞は、(ア) さまざまな点で正常細胞とは異なる特徴をもつ。その一つが、がん細胞のもつ高い増殖能である。この現象は生体内のみならず、培養系でも引き起こすことができる。正常な繊維芽細胞を培養した場合、増殖して細胞同士が互いに触れ合うと、それまで細胞が行っていた増殖や運動を止めるようになる。こうした正常細胞のもつ性質は一般に(1)と呼ばれており、細胞膜や細胞間物質を介した相互認識によって起こると考えられている。ところが、培養したがん細胞では正常細胞のもつこのような性質が失われてしまい、(イ) 隣接する細胞を無視して増殖を続ける。

これまでに、正常細胞のがん化に関わる数多くの遺伝子の存在が知られている。このような遺伝子は、正常細胞の染色体 DNA の中にごく普通に存在しており、RNA 腫瘍ウイルスのもつがん遺伝子と極めて高い相同性をもつ。これらの遺伝子は、(ウ) さまざまな刺激により変異してがん遺伝子に変わり得ることから、一般に(2)と呼ばれている。このような遺伝子を多くの動物がもっているのは、おそらく動物の間で共通に必要な因子をコードしているためであると考えられる。現在知られているがん遺伝子の多くは、それらの遺伝子がコードするタンパク質の細胞内の局在と役割から考えて、(3)型、受容体型、細胞内シグナル因子型、(4)型の4つに分類することができる。

問1 (1)～(4)にあてはまる適切な語を記せ。

問2 下線部(ア)のがん細胞の特徴に基づいて、細胞ががん化したことを確かめるにはどのような実験を行えばよいか。文中には示していない実験を2つ考え、各々3行程度で説明せよ。

問3 下線部(イ)の状態を継続すると、プレート上の細胞ががん細胞ならではの特殊な形態を示すようになる。どのような形態を示すと考えられるか、3行程度で説明せよ。

問4 下線部(ウ)の刺激として考えられるものを3つ箇条書きにして記せ。

問題 15

問 1 以下の文章の空欄 1 ～ 4 にあてはまる適切な語句を記せ。

生物の遺伝子発現は様々な段階で制御され、結果として遺伝子産物であるタンパク質の量が調節されている。例えば、大腸菌のラクトースを分解する酵素群の遺伝子は、1 という 1 つの単位をとっていて、転写の 2 段階でその一連の遺伝子発現が調節されている。通常、3 が 4 に結合して一連の遺伝子発現を抑制しているが、ラクトースが添加されると 3 が 4 からはずれて転写がおこる仕組みになっている。

問 2 酵母や哺乳類のような真核生物では転写された RNA が修飾を受け、その後、成熟 mRNA となる。このような転写後修飾の代表例を 3 つ挙げ、それらの修飾について簡潔に説明せよ。

問 3 生物の遺伝子発現は転写段階や翻訳段階で調節されているが、哺乳類における遺伝子発現は染色体レベルでも調節されていることが知られている。その典型であるライオン (Lyon) の仮説について説明せよ。

問題 16

次の文章を読み、以下の問1～問4に答えよ。

減数分裂は、真核生物の(1)形成時にみられる特殊な細胞分裂様式である。すなわち、体細胞分裂では $2n$ の細胞から同じ $2n$ の細胞が作られるのに対して、減数分裂では染色体複製の後で2回連続して細胞分裂が起こり、結果的に半数性(n)細胞が形成される。半数性の(1)同士は接合(受精)することによって接合子を形成し、体細胞と同じ $2n$ 細胞ができる。

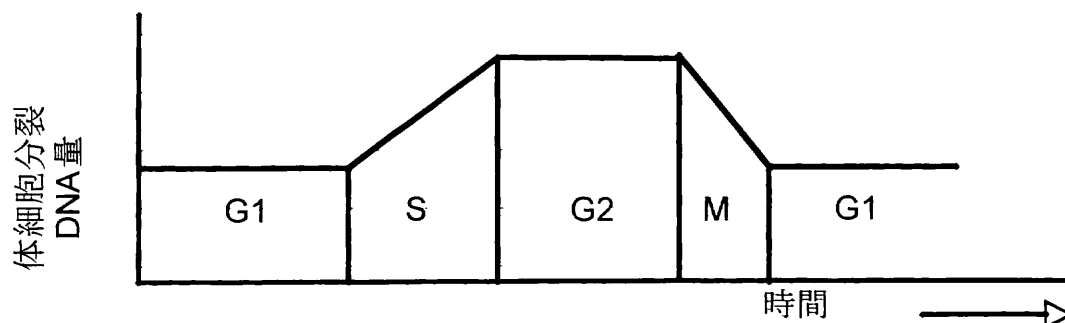
減数分裂の過程は、大きく減数第一分裂と減数第二分裂とに分けられる。分裂に先立ってまず染色体の複製が起こり、次いで大きさや形の等しい相同染色体同士がお互いを見つけ出し(2)する。(2)した染色体には実質的に4本の染色分体が含まれ、この状態の染色体は(3)と呼ばれている。また、電子顕微鏡で観察すると、(2)した相同染色体の一部が交差してX字型になった構造がしばしば認められる。第一分裂では各相同染色体が(4)によって両極に引かれ、2つの細胞に分配される。続いて起こる第二分裂では、相同染色体を構成していた姉妹染色体が2細胞に分配され、結果として各相同染色体を1本ずつもつ半数性の細胞が4個できる。ただし、卵形成時には、(5)により1個の卵母細胞から1個の卵細胞がつくられる。

問1 (1)～(5)にあてはまる適切な語を記せ。

問2 下線部で示した構造の名称を記し、その遺伝学的な意味について3行程度で説明せよ。

問3 有性生殖を行う生物にとって、減数分裂はどのような遺伝学的な利点をもつと考えられるか、3行程度で説明せよ。

問4 下図は体細胞分裂における、細胞周期とDNA量の変動を模式的に示したものである。この例にならって、減数分裂における細胞周期とDNA量の関係を示す図を模式的に描け。



問題 17

問1 サザンブロットを行うため、細胞から DNA を抽出したい。タンパク質や RNA や膜成分から DNA を分離するにはどのようにしたらよいか、簡潔に説明せよ。

問2 下記の文章を読み、() 内にあてはまる適切な用語を記せ。

酵素は反応を著しく促進するが、それは (a) 状態を安定化することによる。その反応機構には例えば (b) 触媒、(c) 触媒などがある。消化酵素として知られるトリプシンやキモトリプシンはともに (d) と総称されるタンパク質分解酵素である。この酵素の触媒機構は3つのアミノ酸残基(e)、(f)、(g) がいわゆる (h) を形成する。(e) 残基の側鎖の酸素原子がペプチド結合の (i) を (j) 攻撃することで、ペプチド結合の加水分解を進行させる。

問題 18

問 1 下記の標準遺伝暗号表を見て、以下の設問に答えよ。

- (1) 標準遺伝暗号表を見て気付く特徴を 3 つあげよ。
- (2) 試験管内タンパク質合成系を使って、ポリ(U)RNA を読ませると、ポリ(Phe)ができた。では、ポリ(AG)RNA を読ませるとどのようなポリペプチドができるか予想せよ。

1字目		2字目								3字目
		U		C		A		G		
U	UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys	U	
	UUC		UCC		UAC		UGC		C	
	UUA	Leu	UCA		UAA	Stop	UGA	Stop	A	
	UUG		UCG		UAG		UGG	Trp	G	
C	CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg	U	
	CUC		CCC		CAC		CGC		C	
	CUA		CCA		CAA	Gln	CGA		A	
	CUG		CCG		CAG		CGG		G	
A	AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser	U	
	AUC		ACC		AAC		AGC		C	
	AUA		ACA		AAA	Lys	AGA	Arg	A	
	AUG	Met	ACG		AAG		AGG		G	
G	GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly	U	
	GUC		GCC		GAC		GGC		C	
	GUA		GCA		GAA	Glu	GGA		A	
	GUG		GCG		GAG		GGG		G	

問 2 下記の用語の中から 2 つ選び、その用語の意味を数行程度で説明せよ。

- (1) RNA ワールド
- (2) テロメア
- (3) アロステリック効果
- (4) シャイン・ダルガーノ配列

問題 19

問1 例にならい，次の属名から推察される細菌の形態と性質について記せ。

例 *Prochlorothrix*: クロロフィル *a, b* をもつ原核生物 (原核緑藻) であり糸状菌

- (1) *Deferribacter*
- (2) *Thermotoga*
- (3) *Desulfovibrio*
- (4) *Halobacterium*
- (5) *Staphylococcus*

問2 古細菌の膜脂質と真正細菌の膜脂質の類似点・相違点について，それぞれ，簡潔に記せ。

問3 硫酸還元細菌が独立栄養で増殖する時には水素のエネルギーにより硫酸イオンを硫化水素に還元する反応でエネルギーを得る。この反応のイオン反応式を書け。また，下の pH 7 における標準自由エネルギーの表を用いて，1 mol の硫酸イオンあたり得られるエネルギーを計算せよ。答えは小数点以下を四捨五入して記せ。ただし，表は必要ない数値も含んでいる。

標準自由エネルギー G_f^0 (kJ/mol)

C compound		Fe compound		O, H, S-related compound		N compound	
CO	-137.34	Fe ²⁺	-78.87	H ₂	0	N ₂	0
CO ₂	-394.4	Fe ³⁺	-4.6	H ⁺	0 at pH 0	NO	+86.57
CH ₄	-50.75	FeCO ₃	-673.23		-5.69 /pH unit	NO ₂ ⁻	-37.2
H ₂ CO ₃	-623.16	FeS ₂	-150.84	O ₂	0	NO ₃ ⁻	-111.34
HCO ₃ ⁻	-586.85	FeSO ₄	-829.62	H ₂ O	-237.17	NH ₃	-26.57
CO ₃ ²⁻	-527.9			S ⁰	0	NH ₄ ⁺	-79.37
methanol	-175.39			H ₂ S	-27.87	N ₂ O	+104.18
ethanol	-181.75			HS ⁻	+12.05		
glycerol	-488.52			S ²⁻	+85.8		
glucose	-917.22			S ₂ O ₃ ²⁻	-513.4		
acetate	-369.41			SO ₄ ²⁻	-744.6		
fumarate	-604.21						
succinate	-690.23						

問題 20

問1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

アーケゾア仮説とはミトコンドリアをもたない原始的な真核生物が [1] を共生させて現在の真核生物になったという説である。この説はミトコンドリアをもたない真核生物が発見されたことから生まれた。しかし、その後の研究により、このような生物にも嫌気環境で [2] 発生に伴ってATP合成するヒドロゲノソームあるいはATP合成活性をもたない [3] が存在することが判明した。これらのオルガネラにはゲノムも内膜系も存在しない^注。しかし、オルガネラの膜にはミトコンドリアタイプの [4] が、可溶性部分にもミトコンドリアタイプの [5] が存在することが示された。この発見は、ヒドロゲノソーム・ [3] は、進化の過程で一旦獲得されたミトコンドリアが退化したものであることを示している。このように、原始的な真核生物の存在が否定された現在はアーケゾア仮説を積極的に支持する根拠はない。

^注ゲノムをもつヒドロゲノソームの例が1つある。

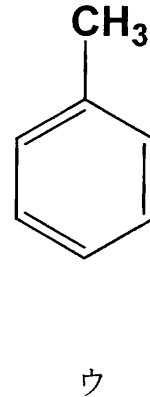
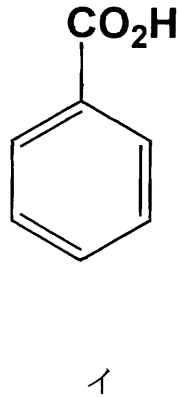
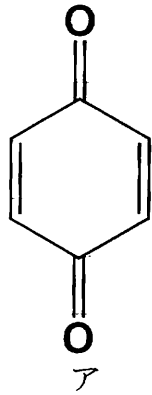
(1) [1] ~ [5] にあてはまる語を記せ。

(2) ヒドロゲノソームにおけるATP合成は発酵と呼ぶべきか、それとも嫌気呼吸と呼ぶべきか、答えよ。また、そう考える理由は何か、簡潔に記せ。

問2 遺伝子水平転移の3つのメカニズムの名称を記し、それぞれの定義を簡潔に記せ。

問題 21

以下の構造式ア～ウが示す化合物について問1～問3に答えよ。



- 問1 化合物ア～ウの慣用名と分子量を答えよ。
- 問2 化合物アが還元されて生じる物質の構造と名称を書け。
- 問3 生体内で重要な働きをしている物質のうち部分構造が化合物アと一致する物質の名称を一つ答えよ。また生体におけるその物質の機能について3行程度で説明せよ。

問題 22

以下の問1～問3に答えよ。

問1 構造式ア～オで示す構造の一般名（または官能基の名前）を書け。

ア $R\cdot CO_2\cdot R'$ イ $R\cdot CONH_2$ ウ $R\cdot NO_2$ エ $R\cdot CN$ オ $R\cdot NH_2$

問2 構造式アが示す化合物に水の存在下で強酸を作用させると生成する物質の構造式と一般名を書け。

問3 構造式オが示す化合物は塩基性を示すが、 R がフェニル基となった物質カは R がアルキル基である場合に比べ塩基性が弱くなる。物質カの慣用名を書け。また塩基性が弱くなる理由について説明せよ。

