

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 8 月 21 日 (火) 10:00 ~ 12:00 実施

[注意]

- ① この問題冊子は表紙を含め 26 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

被子植物特有の受精形式で、一般に（ア）に花粉管が到達すると、（イ）個の精核がそれぞれ（ウ）および極核と合体する現象のこと。Nawaschin がマルタユリで発見し、Strasburger が（ウ）と精核の合体を（エ）、第二の精核と極核の合体を（オ）、この両者を併せ考えて（カ）とよんだ。

問1 上記の文章の（ア）～（カ）にあてはまる語句を下記から選択し、その番号を記せ。

①：生殖受精、②：重複受精、③：栄養受精、④：2、⑤：3、⑥：胚嚢、⑦：極核、
⑧：卵核、⑨：精核

問2 コケ植物と無種子維管束植物の重要な違いは何か、3行程度で説明せよ。

問3 次の用語について3行程度で説明せよ。

裸子植物と被子植物

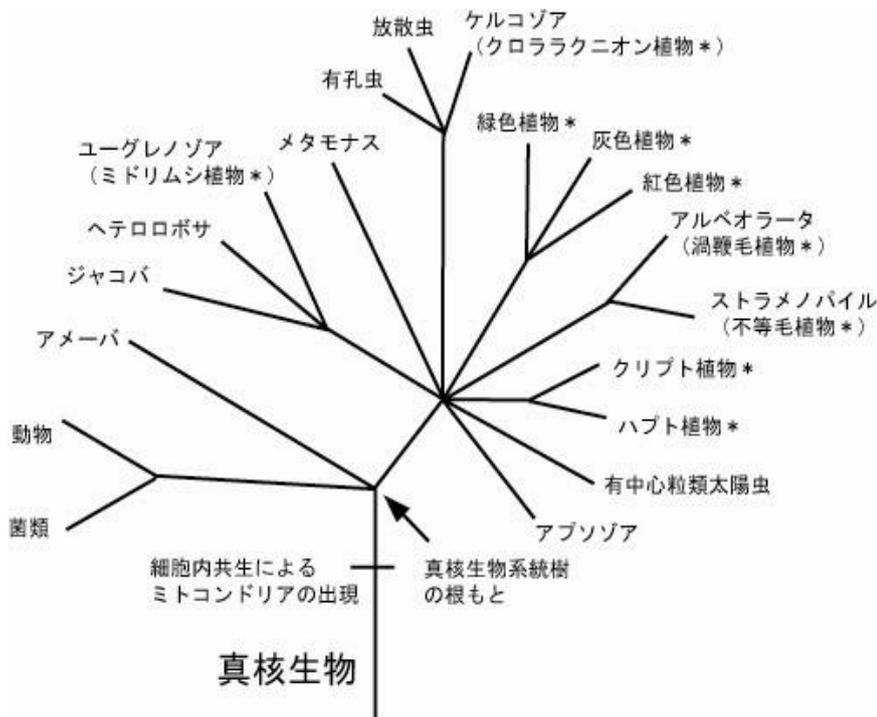
配偶体と孢子体

問題 2

下図は真核生物ドメインを構成する主な系統的グループ相互の進化的位置関係を最近の分子系統学の知見に基づいて模式的に示したものである。真核光合成生物（植物）のグループには*印を付した。すでに確立した大きな系統的グループの内部に位置づけられる場合にはその植物グループ名を（ ）内に記してある。この図に関して以下の設問に答えよ。

- 問1 シアノバクテリアの共生に起源をもつ葉緑体（一次共生葉緑体）を有する植物のグループを全てあげよ。
- 問2 原生生物が単細胞真核紅藻を細胞内共生させることによって生じた葉緑体（二次共生葉緑体）を有する植物グループを全てあげよ。
- 問3 光合成生物（植物）が真核生物系統樹のさまざまな枝に分散して存在するのは何故か。その理由を5～6行程度で簡潔に記せ。
- 問4 多細胞生物が存在するグループ名を4つ答えよ。
- 問5 以下に示したア～コの生物が含まれるグループ名を図中から選び答えよ。

- ア. ワカメ イ. ヒトデ ウ. ヤコウチュウ
 エ. テングサ オ. セネデスマス カ. 細胞性粘菌
 キ. テトラヒメナ ク. 分裂酵母 ケ. 珪藻類 コ. キアノフォラ



問題 3

問1 下の図は動物の門について、それぞれの特徴を表にしたものである。この表について以下の問に答えよ。

	門の名称	形状の特徴	発生の特徴	下位の分類群に関する記述
①	海綿動物門	(A)	無胚葉 無体腔性	石灰海綿綱, 六放海綿綱, を含む。
②	<input type="text" value="1"/> 動物門	放射相称	2 胚葉 <input type="text" value="6"/> 体腔性	ヒドロ虫綱, 花中綱, を含む。
③	有櫛動物門	<input type="text" value="4"/> 相称	3 胚葉 無体腔性	無触手綱, 有触手綱, を含む
④	<input type="text" value="2"/> 動物門	左右相称	<input type="text" value="7"/> 胚葉 無体腔性	条虫綱, 渦虫綱, を含む。
⑤	環形動物門	左右相称	3 胚葉 <input type="text" value="8"/> 体腔性	(C)
⑥	軟体動物門	<input type="text" value="5"/> 相称	3 胚葉 真体腔性	(D)
⑦	<input type="text" value="3"/> 動物門	左右相称	3 胚葉 真体腔性	ウミユリ綱, ナマコ綱, を含む。

- (1) ~ にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) (A) において、この門が他のすべての門と異なる形態的特徴を 2 行程度で述べよ。
- (3) (C) および (D) に属する綱をそれぞれ下の語群からすべて選び、(ア) ~ (ク) で記せ。
- (ア) 頭索綱 (イ) ヒル綱 (ウ) ホヤ綱 (エ) 筍虫綱 (オ) 箱虫綱
(カ) 腹足綱 (キ) 多毛綱 (ク) 多板綱
- (4) 次の (a) から (h) の動物は表中のどの門に属するか、門の番号①~⑦で記せ。
- (a) ミズクラゲ (b) アンモナイト (c) プラナリア (d) サンゴ
(e) カタツムリ (f) ゴカイ (g) ナマコ (h) カブトクラゲ

問2 次の語をそれぞれ 3 行程度で説明せよ。

- (1) 反復説 (ヘッケルが提唱)
(2) 適者生存

問題 4

次の表は、霊長類の動物 8 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+ Γ 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。8 動物種は以下のとおりである。[類人猿]：ヒト(Human)、チンパンジー(Chimpanzee)、ゴリラ(Gorilla)、オラウータン(Orangutan)、テナガザル(Gibbon)、[旧世界ザル]：オナガザル(Baboon)、[新世界ザル]：オマキザル(Capuchin)、[原猿類]：ロリス(Loris)。

表 補正した置換数（上三角） 置換数/座位

	Hum	Chi	Gor	Ora	Gib	Bab	Cap	Lor
Hum		0.0449	0.0609	0.1328	0.1223	0.2488	0.3638	0.3768
Chi	142		0.0625	0.1293	0.1202	0.2417	0.3660	0.3712
Gor	188	193		0.1333	0.1240	0.2546	0.3737	0.3856
Ora	372	364	374		0.1473	0.2559	0.3974	0.3932
Gib	347	344	349	402		0.2459	0.3710	0.3697
Bab	602	590	615	618	594		0.4237	0.4272
Cap	774	786	789	833	794	879		0.4321
Lor	800	794	817	828	786	869	877	

ペアワイズ相違座位数（下三角） 全座位数 3,392

上述の表の上三角行列に示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の一定性を仮定しないで、近隣結合法（NJ 法）によって系統樹の解析を行った。その結果 6 ページに示す出力結果を得た。次に、NJ 法によるブートストラップ解析を 100 回行い、7 ページに示す出力結果を得た。これらの結果をもとに以下の設問に答えよ。

- 問 1 ロリス(Loris)をアウトグループとして、NJ 系統樹の概形（枝長の違いを反映させたもの）を描き、各枝長（内部枝および外部枝）を小数点以下 3 桁目（4 桁目を四捨五入）まで記せ。また各内部枝に対するブートストラップ値を記せ。
- 問 2 ヒトに最も近縁な動物種を答えよ。
- 問 3 旧世界ザルと新世界ザルとではどちらが先に分岐したグループであるか。いずれかを答えよ。
- 問 4 類人猿の起源は旧世界ザルかそれとも新世界ザルか、いずれかを答えよ。
- 問 5 類人猿の中でミトコンドリア蛋白質の進化速度が他に比べて大きい動物種を答えよ。

（次頁に続く）

問題4 続き (NJ法による解析の結果)

Neighbor-Joining/UPGMA method version 3.66

Neighbor-joining method

```

+Chimpanzee
!
! +-Gorilla
5-6
!! +---Orangutan
! +-4
! ! +---Gibbon
! +-3
! ! +-----Baboon
! +-2
! ! +-----Capuchin
! +---1
! +-----Loris
!
+Human
    
```

- 注) ・1~6: 内部結節
 生物種名: 外部結節
- ・この略図の枝長はきわめて
 おおまかなもの、正確な枝長
 は下表
- ・系統樹の鉛直方向の長さ
 には意味はない

Between	And	Length (枝長) (置換/座位)
-----	---	-----
5	Chimpanzee	0.02202
5	6	0.00628
6	Gorilla	0.03297
6	4	0.02574
4	Orangutan	0.07595
4	3	0.00646
3	Gibbon	0.06112
3	2	0.03428
2	Baboon	0.14904
2	1	0.06043
1	Capuchin	0.21371
1	Loris	0.21840
5	Human	0.02290

(次頁に続く)

問題4 続き (NJ法によるブートストラップ解析の結果)

Consensus tree program, version 3.66

Species in order:

1. Chimpanzee
2. Gorilla
3. Orangutan
4. Gibbon
5. Capuchin
6. Loris
7. Baboon
8. Human

Set (species in order)	How many times out of 100.00	
12345678		
....**..	100.00	
....***.	100.00	
..*****.	100.00	
.*****.	98.00	
...****.	84.00	← たとえばこの数値は、「種4,5,6,7が
..*.****.	16.00	1つのグループにまとまる系統樹が100回のブートストラップサンプルから得た100個のNJ系統樹のうち84個あった」ことを示している

問題 5

次の文章を読み以下の問いに答えよ。

2 種間の相互関係において、種 1 と種 2 が双方とも利益を得る場合を (ア)、どちらか一方が利益を得るが、他方が害を受けない場合を (イ)、どちらか一方が利益を得て、他方が害を受ける場合を (ウ) 及び (エ)、どちらか一方が害を受けて、他方が利も害も受けない場合を (オ)、互いに争う場合を (カ) という。

問 1 (ア) ~ (カ) に当てはまる言葉を答えよ。

問 2 下記の微分方程式をみて、下記の問いに答えよ。ただし、 N_1 及び N_2 は種 1 と種 2 の単位面積あたりの個体数、 r_1 、 r_2 は種 1 と種 2 の内的自然増加率、 K_1 、 K_2 は種 1 と種 2 の環境収容力、 α_{12} 、 α_{21} は種 1 と種 2 の競争係数を示す。

$$\frac{1}{N_1} \frac{dN_1}{dt} = r_1 \left(1 - \frac{N_1 + \alpha_{12} N_2}{K_1} \right)$$
$$\frac{1}{N_2} \frac{dN_2}{dt} = r_2 \left(1 - \frac{N_2 + \alpha_{21} N_1}{K_2} \right)$$

- (1) 上記の式はどのような名称でよばれているかを記せ。
- (2) 式で示される種 1 と種 2 の関係が到達する平衡点において、上式がどのような N_1 、 N_2 の方程式として表現されるのかを示せ。
- (3) 平衡点に達した時の式で、種 1 及び種 2 の個体数をそれぞれ横軸、縦軸にとった座標を示し、どのような場合に種 1 と種 2 が安定的に共存するかを示せ

問題 6

次の文章を読み、以下の問いに答えよ

生態系は、ある地域あるいは空間に生息しているすべての生物とそれらの生物の生活に関与する非生物的環境の要素からなるシステムである。生態系には一次生産者、一次消費者、二次消費者、最終消費者、分解者からなる一連の食物連鎖構造が見られる。生態系の生産、食物連鎖、種多様性との関係について下記の問いに答えよ。

問1 年間における生産者1の一次生産と消費者2の二次生産のそれぞれの内訳を、初期の現存量 (B_1 , B_2), 成長量 (G_1 , G_2), 被食量 (P_1 , P_2), 枯死量あるいは死滅量 (D_1 , D_2), 呼吸量 (R_1 , R_2), 不消化排出量 (F_2) とした場合に下記の問いに答えよ。

- (1) 生産者1の総一次生産量 (PP)、純一次生産量 (NP) を表す式を記せ。
- (2) 消費者2の捕食量 (PR)、同化量 (A)、二次生産量 (SP) を表す式を記せ。
- (3) 生産者1の最終現存量 (B_x) と消費者2の最終現存量 (B_y) を表す式を記せ。

問2 生態系食物連鎖の生食連鎖、腐食連鎖とはなにか、それぞれ1~2行程度で記せ。

問3 米国の草原において、種数を変えた実験区を作り、植被率や根圏より下部の硝酸塩濃度と種数の関係について調査した結果、図のような関係が得られた。これらの結果からなにがいえるのか数行で記せ。

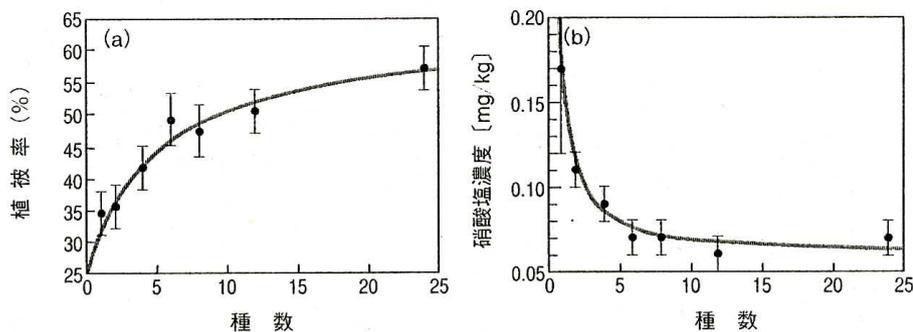


図. 種数を調節した草原実験区における(a)植被率と(b)根圏より下部の硝酸塩濃度

問題 7

問1 (1)～(5)にあてはまる言葉を記せ。

植物は光合成により二酸化炭素を消費し酸素を放出するが、一方では呼吸も行ない酸素を消費し二酸化炭素を放出する。ある光の強さのもとでは両者がつりあい、光合成で消費される二酸化炭素と呼吸により放出される二酸化炭素の量が等しくなる。このときの光の強さを(1)という。弱い光のもとで育つことのできる(2)植物は(1)が低いことが知られている。

光合成の速度を決める要因として(3)、(4)、光の強さなどがあげられる。このうち光の強さを増していくと光合成速度は増加するが最後に一定になる。このような状態を(5)と呼ぶ。

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) 春化
- (2) 限界暗期
- (3) 概日リズム
- (4) フィトクロム

問3 以下の文章を読み設問(1)～(4)に答えよ。

フラスコの中に閉じ込めたクロレラは水と二酸化炭素の存在下で光を照射すると、酸素を発生する。1941年、ルーベンがクロレラに与える水を ^{18}O で標識した場合、二酸化炭素を ^{18}O で標識した場合のそれぞれについて、発生する酸素に含まれる ^{18}O の有無を調べた。

- (1) 水と二酸化炭素のどちらを標識したときに ^{18}O で標識された酸素が検出されたか答えよ。
- (2) 酸素を発生する反応がおきる葉緑体の膜組織の名前を書け。
- (3) (2)の膜組織では光のエネルギーを用いて酸素のほかATPとNADPHが合成される。これらの物質を利用して糖を合成する反応の名称を答えよ。
- (4) (2)の膜組織に存在する色素、カロチノイドはどのような働きをしているのか3行程度で説明せよ。

問題 8

太古から人間は経験的に果実に傷をつけて成熟させて食べたという。その後も果実を密閉した容器に入れたり、温めたり、不完全燃焼したガスにさらしたりして果実の成熟を促す実用法が長く用いられてきた。アメリカの W. Crocker たちがカーネーションの「温室の暖房用ガスによる被害」を見出し、不完全燃焼ガスの影響に注目したのは、20世紀初めのことであった。しかし、傷をつけるとこの植物ホルモンが生成し、果実が肥大、成熟することが明らかになったのは今世紀後半のことである。

問1 上記の文章は、ある植物ホルモンの発見に至る歴史についてのものである。下線部分“この植物ホルモン”とは何かを答えよ。

問2 下記の文章の（ア）～（エ）にあてはまる言葉を記せ。

種子の発芽や草丈の制御などに関わる植物ホルモンを（ア）と呼ぶ。生合成遺伝子に変異が生じ植物体内における（ア）のレベルが減少すると草丈は（イ）する。植物病原菌の中には（ア）を合成できる菌が知られており、例えば（ウ）と呼ばれる菌がイネに寄生すると菌が合成した（ア）の作用でイネの草丈は（エ）する。

問3 問1、問2で答えた植物ホルモン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。

問題 9

問1 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

1つのニューロンで生じた信号はシナプスを介して別のニューロンに伝えられる。シナプスは化学シナプスと [1] シナプスに大別される。化学シナプスの場合、次のようなプロセスで信号の伝達が行われる。あるニューロンで生じた活動電位は軸索を伝って神経終末部に伝えられ、そこで膜の脱分極が生じる。その結果、シナプス前終末膜に存在する電位依存性 [2] チャンネルが開き、細胞外から [2] が流入する。それによる細胞内 [2] 濃度の上昇は [3] のシナプス前膜への融合をもたらし、結果的に [3] 内の神経伝達物質（ニューロトランスマITTER）が細胞外に放出される。これを [4] という。放出された神経伝達物質はシナプス間隙を拡散し、シナプス後膜にある神経伝達物質受容体と結合する。その結果、シナプス後膜に電気信号が生じる。神経伝達物質受容体は、その機能的および構造的な特徴からイオンチャンネル型受容体と [5] 受容体の2種類に大別される。

- (1) [1] ~ [5] にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) [1] シナプスの特徴を3行程度で述べよ。
- (3) [5] 受容体について、神経伝達物質の結合から電気信号が発生するまでのメカニズムを3行程度で述べよ。

問2 次の3つの用語から2つを選んで、それぞれ3行程度で説明せよ。

- (1) 電位依存性チャンネル
- (2) 活動電位の相対不応期
- (3) LTP (Long-term potentiation, 長期増強)

問題 10

問1 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

自律神経系の末梢部は [1] 神経系と [2] 神経系の二つより構成されている。^(a) 一般にこれら二つの神経系は互いに反対のはたらきをし、ほとんどの器官は両者からの制御を受けている。 [1] 神経系は脊髄の両側の [1] 神経節を経て内臓などの器官に分布する。 [2] 神経系は、脳神経のうち、顔面神経・舌咽神経・ [3] ・ [4] と、仙髄から出る骨盤神経から成る。神経突起の末端から放出される神経伝達物質は、 [1] 神経系の場合はおもに [5] ， [2] 神経系の場合には [6] である。

- (1) [1] ~ [6] にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 下線部(a)について、心臓の活動を例に2行程度で説明せよ。

問2 次の動物生理学に関する用語をそれぞれ2行程度で説明せよ。

(模式図を用いて説明してもよい。)

- (1) IPSP (Inhibitory post-synaptic potential, 抑制性シナプス後電位)
- (2) 鍵刺激
- (3) シナプス前抑制
- (4) 刷り込み (インプリンティング)

問題 11

動物の発生過程では、初期に形成された組織が別の組織に働きかけ、その形成を促す。このような現象は、(1)として知られており様々な器官の発生過程において観察される。脊椎動物の神経形成に於いては、原腸陥入のあいだに(2)の影響により外胚葉に(3)が形成される。続いて(3)の周囲が隆起して(4)となり、さらに(4)の両側が背側正中線上で融合することにより(5)が形成される。目の形成に於いては、(5)の前端から左右一対の球状の構造が膨らんで(6)が形成される。(6)は先端が次第にくぼみ、(7)になる。(7)は隣接する表皮から(8)を誘導し、(8)はさらに(9)を誘導する。

問1 (1)から(9)に当てはまる適切な語を記せ。

問2 (5)の発生過程について、以下の語を使用して3行程度で説明せよ。

脳、脊髄、脳胞、Otx、前後軸、領域化、Hox

問3 目の形成過程において重要な機能を有する遺伝子を一つあげ、その構造と機能について知るところを数行で述べよ。

問題 12

ほとんどの動物では、発生過程に於いて前後軸に沿った体のボディープランは進化的に保存された (1) 遺伝子により決定される。マウスでは (1) 遺伝子は 4 つ遺伝子複合体を形成している。いずれの遺伝子も (2) 個のアミノ酸から構成される DNA 結合構造を共通して備えており、この構造は (3) ドメインと呼ばれる。それぞれの遺伝子複合体には 1 から 13 まで番号が振られた遺伝子が存在し、前後軸に沿った異なる部位で発現する。これらの遺伝子は相互に (4) と呼ばれている。一方、同じ番号を持つが異なる染色体に存在する遺伝子である *Hoxa-1* や *Hoxb-1* などは (5) とよばれており、互いに重複した部位で発現する。これらの遺伝子はショウジョウバエに於いて最初に発見された。ショウジョウバエではこれらの遺伝子は何れも第 3 染色体上に存在するが、(6) 複合体と (7) 複合体の 2 つの遺伝子群に分かれている。

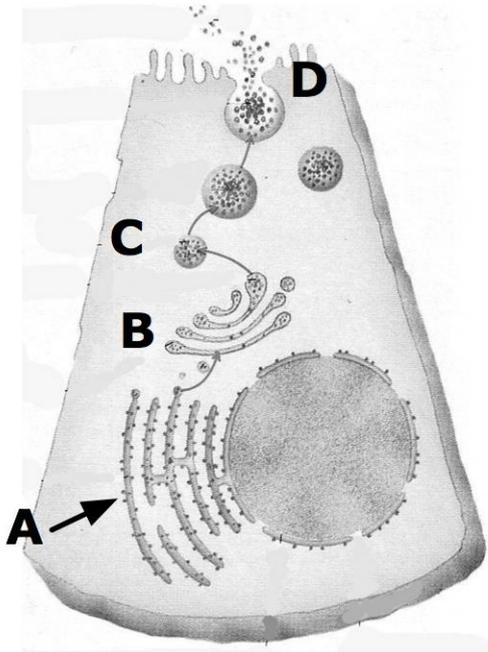
問 1 (1) から (7) に適当な語を記せ。

問 2 ショウジョウバエでは (6) または (7) の遺伝子の突然変異によりどのような発生異常が生じるか、3 行程度で記述せよ。

問 3 ショウジョウバエとマウスの (1) 遺伝子複合体の構成と発現パターンにはどのような共通性がみられるか。以下の語句を使用して数行程度で記述せよ。

染色体上の位置、胚、前後軸、発現部位

問題 13



この図はラットの分泌細胞の細胞内小器官を模式的に示したものである。

A は小胞体とよばれる細胞内膜系である。この図では膜の表面に顆粒状の構造体_{イ)} が付着しているので、[1]と呼ばれる。顆粒が付着していないものは[2]_{ロ)}と呼ばれる。B は[3]で、分泌に重要な役割を持ち、小胞体でつくられた蛋白質の修飾_{ハ)} や輸送を行なう。[3]で修飾を受けた蛋白質はCに示す[4]を経て輸送され、この小胞は細胞膜と融合し、小胞内の蛋白質等は細胞外スペースへ放出される。この過程 D を[5]と呼ぶ。また[3]からは[6]も形成される。[6]は一群の加水分解酵素を持ち、細胞内に取り込まれた生体高分子の消化を行う。

問1 [1]から[6]にあてはまる語句を入れよ。

問2 下線部イ、ロ、ハについて次の問いに答えよ。

イ) 顆粒状の構造体は何か

ロ) 構造体[2]の機能とは何か

ハ) ここで受ける修飾について例を2つ以上あげよ

問3 以下の語句のうち2つを選び、3行以内で簡潔に説明せよ。

シグナルペプチド 分子シャペロン 小胞体ストレス

問題 14

動物の組織では細胞は様々な構造によって相互に接着している。上皮組織に於いて（1）結合は上部に存在する微絨毛の近くに位置し、様々な物質が細胞間の間隙を抜けて拡散することを防いでいる。また、（2）結合は内部に微小なトンネルのような構造をもち、隣接する細胞のあいだでイオンや低分子の移動を可能にしている。さらに（3）は接着斑とよばれる細胞膜上に存在する円形構造から構成され、細胞膜の下には電子密度の高い構造が存在し、（4）繊維により裏打ちされている。また、類似の構造は細胞が細胞外基質と接着する場所にも見いだすことができる。細胞接着分子には、同じ種類の分子同士が結合する性質を持つ（5）なタイプと、他の接着分子と接着する性質を持つ（6）なタイプのものがあり、多彩で特異的な細胞間の接着を可能としている。また、接着にカルシウムを要求するものと、要求しないものが存在する。

問1 （1）から（6）に適切な語を記せ。

問2 細胞外基質の成分を3つあげよ。

問3 カルシウム依存的に細胞間接着を担うタンパク質について3行程度で記述せよ。

問題 15

問1 下記の文章を読み、() 内に適切な用語を記せ。

突然変異体とは、一般に、その生物種の正常とされる形質を示す株（「野生型株」）に由来し、野生型株の遺伝子構成である（ 1 ）型に変化を生じた個体をいう。多くの場合、野生型株とは異なる表現型、即ち、突然変異形質を示す株として認識されるが、表現型に変化をもたらさない変異もあり、これらは（ 2 ）変異という。頻繁に観察される突然変異は、限定されたDNA部位の1塩基対の置換による（ 3 ）突然変異であるが、真核生物では、倍数性や（ 4 ）異常による変異も広く観察される。また、挿入、転座、重複など、（ 4 ）の幅広い範囲にわたって起こる変異もある。

大腸菌や酵母などの微生物は、大量の個体を扱うことが可能な単細胞であり、また、細胞の構造と代謝に直結した生化学的形質を対象とする突然変異体の選択や分離が容易である。たとえば、ヒスチジン要求性変異体は、野生型の原栄養体（prototroph）が増殖できる（ 5 ）培地にヒスチジンを添加しないと増殖できない（ 6 ）突然変異体（auxotroph）であり、その生育に必須な栄養源を培地に添加することで生存させることができる。しかし、DNAやRNAの合成酵素などが不活性化した突然変異体では、細胞外から代謝物を添加してその細胞の生存を図ることはできない。このような遺伝子は（ 7 ）といい、その完全欠損変異は細胞に致命的である。微生物では、このような遺伝子も（ 8 ）突然変異体として単離が可能である。その最も一般的な形式は温度感受性突然変異体である。変異体のもつアミノ酸配列が一部置き換えられた変異タンパク質では、高温では失活するが低温では機能する場合があります、機能阻害の起こる高温域を（ 9 ）温度とよび、機能阻害を起こさない温度を（ 10 ）温度という。

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) 遺伝子の相同組換え
- (2) イントロンとエキソン
- (3) トランスポゾン
- (4) フレームシフト変異

問題 16

有性生殖をする生物の性決定は後天的になされる¹⁾場合と、遺伝的に決定される場合がある。しかし、多くの生物では特殊な染色体が関与して遺伝的に性決定がなされる。この染色体を[1]と呼ぶが、雌が[2]接合のときは[a]型か XO 型²⁾ で、雄が[3]接合のときは [b]型か ZO 型³⁾ である。哺乳類は[c]型で、X 染色体は比較的大型の染色体だが Y 染色体は非常に小さく、性決定遺伝子以外には精子形成に関与する遺伝子などごく少数の遺伝子しか存在していない。生物にとってゲノムのバランスをとることは重要であり、性染色体に機能分化が起きると、遺伝子量補正機構の出現が必須となる。哺乳類の雌では[d]の一方が[4]を受け、雄とバランスをとっている。またショウジョウバエでは雄の X 染色体が転写量を[5]にすることで補正することが知られている。

問 1 (1) カッコ[1]~[5]内にふさわしい語句を入れよ

(2) カッコ[a]~[d]内にふさわしい染色体構成、(例 ; XO) を入れよ。

問 2 下線部 1), 2), 3)にあるような性決定様式を持つ生物の例をひとつずつあげよ。

問 3 以下の語句のうち 2 つを選び、3 行以内で簡潔に説明せよ。

F 因子

SRY

ゲノム刷り込み

問題 17

問1 下記の文章を読み、() 内に適切な用語または数字を記せ。

(1) 回路は、トリカルボン酸回路、TCAサイクル、クレブス回路とも呼ばれ、(2) 内で行われる基本的な代謝経路である。主に、以下の3つの機能を持っている。①糖質をはじめ、脂質、アミノ酸の炭素部分を完全に酸化して、二酸化炭素とする。②酸化の過程で引き出される水素(電子)が、(3) 系へ移されてATPを生成する。③糖とアミノ酸を相互に変換するほか、糖を脂質へも転換する。解糖系の好气的条件での最終産物である(4) が、(2) 内に入ると、脱水素と脱炭酸(酸化的脱炭酸)を受けて、アセチルCoAに変換される。アセチルCoAは、オキサロ酢酸と縮合して、(1) を生じ、シス-アコニット酸を経て、(5) となる。(5) は、脱水素と脱炭酸を受けて2-オキソグルタル酸(α -ケトグルタル酸)となり、さらに脱水素、脱炭酸とCoAとの結合により、スクシニルCoAを生成する。スクシニルCoAは、GTPの産生を伴ってCoAを離脱し、(6) になる。(6) は、脱水素により、フマル酸に、次に、加水により、リンゴ酸となり、最後に脱水素によりオキサロ酢酸に戻り、回路を一巡する。(4) からアセチルCoAに至る過程で1分子の二酸化炭素を生じる。また、アセチルCoAからの(1) 回路の一巡でアセチル基は完全に酸化されて、(7) 分子の二酸化炭素を生じる。

(4) デヒドロゲナーゼ複合体、および、(1) 回路のイソ(1) デヒドロゲナーゼ、2-オキソグルタル酸デヒドロゲナーゼ複合体、リンゴ酸デヒドロゲナーゼによる反応で NAD^+ が(8) に還元される。また、この回路の(6) デヒドロゲナーゼによる反応で(9) が(9) H_2 に還元される。これらの補酵素によって捕捉された水素(電子)は、(2) 内膜の(3) 系と酸化的(10) 反応によるATP産生に用いられる。(3) と酸化的(10) によって、1モルの(8) から2.5モルのATPを、1モルの(9) Hから1.5モルのATPが生成される。

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

- (1) DNAとRNAの構造上の違いについて(塩基成分、構成糖、2本鎖)
- (2) 真核細胞の遺伝子発現調節について(TATAボックス、エンハンサー、DNA結合タンパク質)
- (3) タンパク質の構造について(1次構造、2次構造、3次構造)
- (4) 生体膜の構造と機能について(リン脂質、両親媒性、脂質2重層)

問題 18

タンパク質のリン酸化と（ア）は、タンパク質の活性を調節するための機構として、広範な細胞機能に関わっている。（イ）からタンパク質にリン酸基を転移する酵素の一般的な名称は、（ウ）である。（エ）は、タンパク質からリン酸基をすばやく除くことのできる酵素の一般的な名称である。リン酸化／（ア）は、細胞の中のスイッチのような働きをしており、さまざまな生命活動のスイッチを、必要なときにオン・オフできる。

問1 （ア）～（エ）にあてはまる言葉を答えよ。

問2 次の用語についてそれぞれ3行程度で説明せよ。

チロシンキナーゼ

二次メッセンジャー（セカンドメッセンジャー）

問3 情報伝達系におけるリン酸化カスケードの例をあげ、3行程度で説明せよ。

問題 19

次の (A) ~ (F) の光合成を行う原核生物について、以下の問いに答えよ。

- (A) シアノバクテリア
- (B) 紅色イオウ細菌
- (C) 紅色非イオウ細菌
- (D) 緑色イオウ細菌
- (E) 緑色非イオウ細菌
- (F) ヘリオバクテリア

問1 シアノバクテリアの光合成と他の光合成細菌の光合成はどう違うのか 1~2 行程度で記せ。

問2 (B) ~ (F) のそれぞれはどのような種のバクテリオクロロフィルをもつか、下記から選んで記号で記せ。

- ア. バクテリオクロロフィル a イ. バクテリオクロロフィル b
- ウ. バクテリオクロロフィル c エ. バクテリオクロロフィル c_s
- オ. バクテリオクロロフィル d カ. バクテリオクロロフィル e
- キ. バクテリオクロロフィル g

問3 植物の光合成における電子伝達には、光化学系 I と光化学系 II の 2 つの光化学系が関与する。(A) ~ (F) のそれぞれの光合成における電子伝達はどちらの光化学系が関与しているのか I と II の記号で記せ。

問4 シアノバクテリアは 27 億年以上前には地球に出現していたと言われている。地球環境形成及び地球生命進化に果たしたシアノバクテリアの役割を数行で記せ。

問題 20

問1 細胞を有する地球上の全ての生物は、真核生物 (*Eukarya*)、古細菌 (*Archaea*)、真正細菌 (*Bacteria*) からなる3つの大きなグループ (ドメイン) に分けられ、それぞれが遺伝的に同レベルの多様性を有すると考えられている。次に示す表は、3ドメインの細胞の特徴を比較したものである。空欄ア～スに相当と考えられる語句を下欄から選んで解答欄に記せ。

	<i>Eukarya</i>	<i>Archaea</i>	<i>Bacteria</i>
核膜	あり	ア	なし
微小管	あり	イ	なし
細胞壁のムレイン*	ウ	エ	あり
細胞膜の主なグリセロ脂質	オ	カ	エステル型
細胞膜脂質の側鎖	直鎖脂肪酸	キ	ク
転写プロモーター	TATA box	ケ	-10, -35 配列
リボソームのジフテリア毒感受性	あり	コ	なし
化学無機栄養的生育 (Fe, S, H ₂) (Chemolithotrophy)	なし	あり	サ
酸素発生型光合成生物の存在	あり	なし	シ
80°C以上で生育する生物の存在	なし	あり	ス

*ペプチドグリカン

語句：あり、なし、エステル型、エーテル型、直鎖脂肪酸、
イソプレノイド、TATA box、-10, -35 配列 (Pribnow box)

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) 遺伝子の水平転移 | (2) アーケゾア仮説 |
| (3) 嫌気呼吸 | (4) プロテオバクテリア |
| (5) グラム染色 | |

問題 21

問1 以下の物質の構造式を書き分子量を計算せよ。

- (1) 酢酸エチル
- (2) 安息香酸
- (3) アセトニトリル

問2 以下の用語の中から2つを選び説明せよ。必要に応じて構造式を用いてよい。

- (1) 幾何異性体
- (2) 鏡像異性体
- (3) 互変異性体
- (4) 不斉炭素

問3 以下の文章を読んで設問(1)、(2)に答えよ。

触媒存在下でシクロヘキセンに水素分子を付加させてシクロヘキサンとすると反応系は発熱し、その量は 119kJ/mol である。これに対してベンゼン環の場合、構造式上は二重結合を3個持つことになるが、同様に付加反応がおきても発熱量は 206kJ/mol にとどまる。

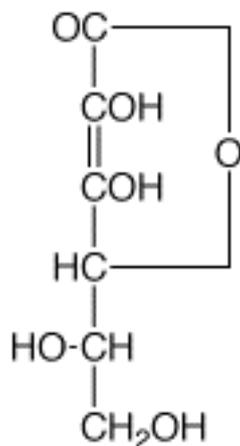
- (1) シクロヘキセンとベンゼンの構造式を書け。
- (2) なぜベンゼンを還元したときは発熱量が少ないのか説明せよ。必要に応じて構造式を使っても良い。

問題 22

問1 (1)～(5)にあてはまる言葉を記せ。

植物由来の芳香成分の多くは化学的にテルペン類と総称される化合物のグループに属する。テルペン類が生合成されるときには基本単位である(1)が(2)の様式で結合するため(3)と呼ばれることがある。また(1)が6個結合した化合物群は(4)と呼ばれ、これを出発原料として生合成される著名な化合物群としては(5)が知られている。(5)にはエストロゲンなどホルモンも含まれることから生物学的にも重要である。

問2 ビタミンC(アスコルビン酸)は強い還元力を持ち、他の物質を還元して自らは酸化型のデヒドロアスコルビン酸となる。以下に示すアスコルビン酸の構造式を参考にしてデヒドロアスコルビン酸の構造式を記せ。



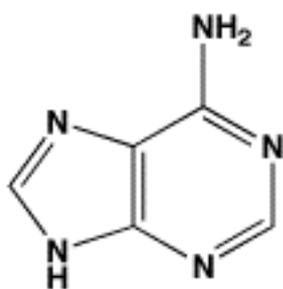
ビタミンC

(次頁に続く)

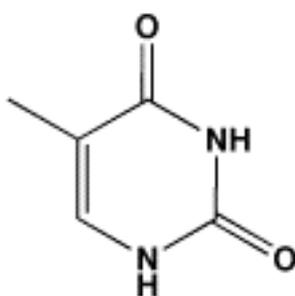
問題 22 続き

問 3 以下に示す構造式を参考にしつつ次の設問に答えよ。

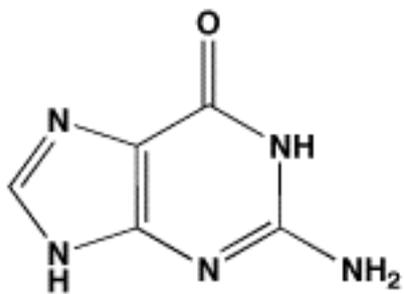
- (1) DNA はアデニンとチミン、グアニンとシトシンが水素結合をすることにより二本鎖になることが知られている。塩基間に生じる水素結合を構造式を用いて示せ。
- (2) PCR 反応（ポリメラーゼ連鎖反応）を行なうとき、プライマーとなる DNA に含まれるアデニンとチミンの割合が高いと鋳型の DNA と対合を形成させるためのアニーリング温度をより低く設定する必要がある。その理由について考察し 3 行程度で説明せよ。



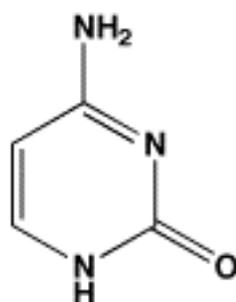
アデニン



チミン



グアニン



シトシン