

○ - /

Theory-1-page-1

# 理論問題

参加者番号：\_\_\_\_\_

第15回国際生物学オリンピック

ブリスベン\*オーストラリア\*2004年

## 理論問題#1

解答時間：2時間半（150分）

得点： 80点満点



### 一般的な注意

お手元にあるのが正しい試験問題と解答用紙であるか、ご確認下さい。

解答時間は、各設問ごとの得点に比例させて使うようお勧めいたします。

### 重要

解答には、与えられた解答用紙を用いること。

自分の氏名と3つの数字からなるコード番号が、各解答ページの上部に記されているか確認すること。

与えられた鉛筆を使用し、解答用紙の適切な円を塗りつぶすこと。

特に指定がない限り、各設問には唯一つの正解が存在する。

部分点は与えられるが、誤りについて減点されることはない。

では、頑張ってください。

### 解答用紙に関する注意

解答においては、適切な円を与えられた HB の鉛筆で完全に塗りつぶしなさい。一行につき、円を一つだけ塗りつぶしなさい。解答を変更する場合には、消しゴムを用いて間違えた箇所を完全に消し、必要な円を新たに塗りつぶしなさい。これは、データの読み取り機が解答を正しく読み取るために重要である。例えば、正しく塗りつぶされた解答は以下のようになる：

「D」を解答として選ぶには：

A B C D E  
正解 ○ ○ ○ ● ○

設問によっては、解答に数字を入れるよう求められる場合がある。その場合、解答の各桁に対応する円を塗りつぶす必要がある。円の上には番号を書き込む空欄があるが、データの読み取り機が解答を読み取るために円も塗りつぶされていなければならない。例えば、正しく塗りつぶされた解答は以下のようになる：

「5. 08」と答えるには：

5.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

問 1～5. 小さい子供のいる家族が、最近ゴールデンレトリバーの子犬を一匹、ペットとして購入した。この家族は、生後 8 週間で、離乳したワクチン接種済みの犬を受け取った。

問 1). 生まれた直後、子犬は乳を飲むためにどのようにして母親の乳首を見つけるか？

(1 点)

- A. 触覚を手がかりにする
- B. 視覚を手がかりにする
- C. 聴覚を手がかりにする
- D. 嗅覚を手がかりにする
- E. 味覚を手がかりにする

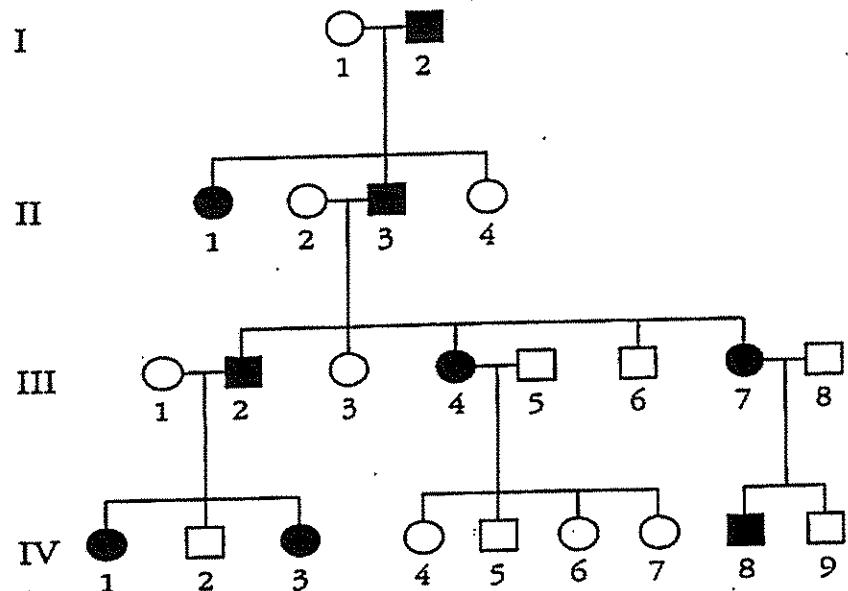
問 2). 子犬は一連の病原性微生物に対するワクチン接種を受ける。防御のために、どの宿主免疫応答が刺激を受けるか？(1 点)

- A. 炎症性免疫応答
- B. 獲得性免疫応答
- C. 過敏性免疫応答
- D. 先天性免疫応答
- E. サイトカイン性免疫応答

問 3). 犬が（歩け、お座り、待てのような）命令に従うようにしつけるには、どの行動様式の改変が関係しているか？(1 点)

- A. 刷り込み
- B. 条件付け
- C. 模倣
- D. 習慣化
- E. 鋭敏化

問4). ゴールデンレトリバー品種は近交系の犬である。下記の血統はまれではあるが比較的穏やかな遺伝性の皮膚疾患を持っている。



1. この疾患はどのように遺伝しているか？ (1点)

- A. 常染色体性, 劣性
- B. 常染色体性, 優性
- C. 伴性, 劣性
- D. 伴性, 優性

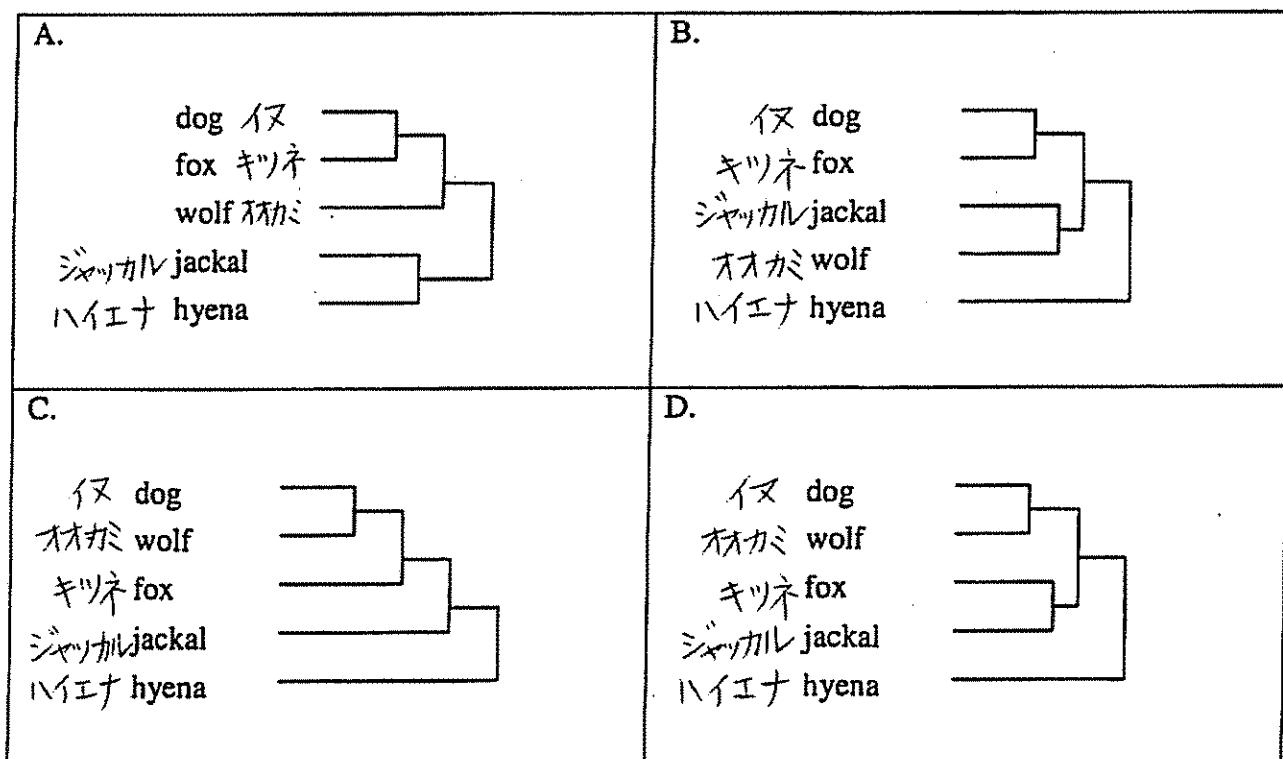
2.  $D=$ 優性,  $d=$ 劣性とすると、上記の血統の個体 III-5 の遺伝型はどれか？ (1点)

- A.  $DD$
- B.  $Dd$
- C.  $dd$

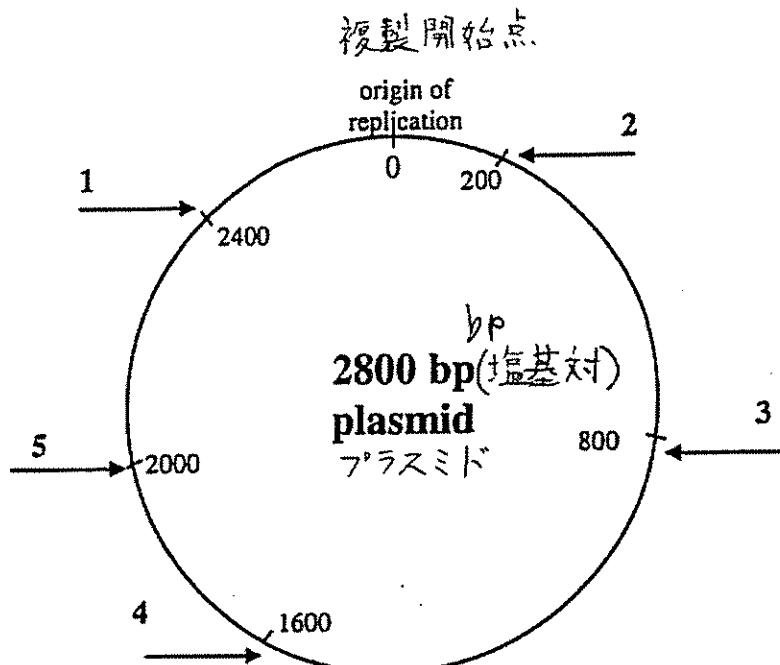
問5). イヌ, キツネ, ジャッカル, オオカミおよびハイエナに関して, いずれも七つの表現形質 (I-VII) を持つ (+) か, 持たない (-) かについて記録された. この結果は以下の表に示されている.

形質	I	II	III	IV	V	VI	VII
イヌ	+	+	+	+	+	+	+
キツネ	-	+	+	-	+	+	-
ジャッカル	+	-	+	-	+	-	-
オオカミ	+	+	+	-	+	+	+
ハイエナ	-	-	-	+	-	-	-

与えられたデータに基づいて考えたとき, どの表型図がこれら五つの動物群の間の系統関係を示しているか? (1点)

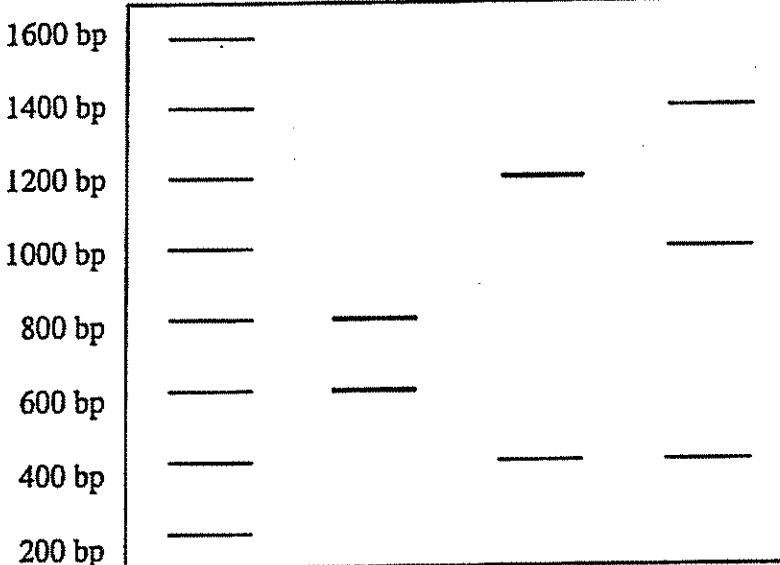


問 6～10. 2800 塩基対 (bp) のプラスミドを、三つの別々な制限酵素の反応で切断した：ある反応では *Bam*HI と *Hind*III を用いた；別の反応では *Bam*HI と *Eco*RI を用いた；さらに別の反応では *Hind*III と *Eco*RI を用いた。制限断片は電気泳動ゲル上で分けられた。



B

サイズマーカー Size Markers	<i>Bam</i> HI + <i>Hind</i> III	<i>Bam</i> HI + <i>Eco</i> RI	<i>Hind</i> III + <i>Eco</i> RI
-------------------------	---------------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------



A

C

D

問 6). 以下のどの記述が誤りか？（1点）

- A. プラスミドはタンパク質のコートを持たない。
- B. プラスミドは環状二本鎖のDNA分子である。
- C. プラスミドは宿主の染色体に入り込むことが出来る。
- D. プラスミド上の遺伝子は、細菌の生存や生殖に必要である。
- E. プラスミドは一般的に宿主細胞に有利に働く。

問 7). プラスミド地図上のどの制限サイト（1～5番）が制限酵素A,B,Cに対応するか？（2点）

制限酵素
A. <i>Bam</i> HI
B. <i>Eco</i> RI
C. <i>Hind</i> III

サイト	答え [A/B/C]
1	
2	
3	
4	
5	

問 8). 電気泳動ゲルの四辺に A,B,C,D の四文字があてられているが、どれが陰極か？（1点）

- A. A
- B. B
- C. C
- D. D
- E. 特定できない

問 9). 制限酵素 EcoRI は、以下のように二本鎖 DNA を切断する：



以下のどの断片が EcoRI によって切断された部分に結合できるか？（1点）

(A)

..CG

..GCAATT

(B)

AATTCG..

GC..

(C)

..TGAATT

..AC

(D)

GT..

TTAAC..

問 10). どのような仕組みで単一のプラスミドが複数の抗生物質耐性の遺伝子を獲得したか？(1点)

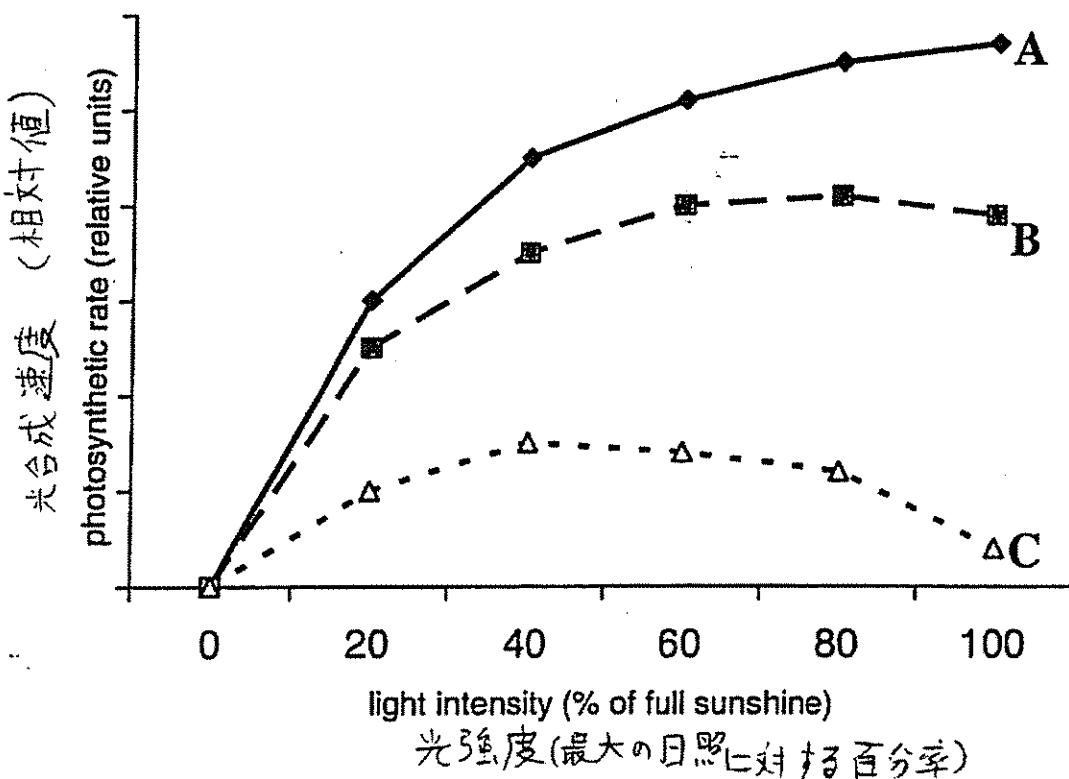
- A. 転位
- B. 対合
- C. 転写
- D. 形質転換
- E. 形質導入

問 11～15. ある研究者が、三つの異なるタイプの、各十個体の植物を十種類の異なる光強度（0から最大の日照まで）の下に数日間置いた。大気は通常の空気で、温度は 32℃、植物には十分な水が与えられた。

なお、三つのタイプの植物とは：

- ・最大の日照での成長に適応した C<sub>3</sub> 植物の一種（陽性植物）
- ・低光強度の環境でしか成長できない C<sub>3</sub> 植物の一種（陰性植物）
- ・C<sub>4</sub> 植物の一種、これは多くの C<sub>4</sub> 植物と同様に最大の日照での生育に適応している

その研究者は、それから各植物の葉の光合成速度を測定し、植物 A,B,C についてその結果を以下のようにプロットした：



続く設問で、A,B,C は上記の曲線 A,B,C またはこれらの曲線に対応する植物を示す。

問 1 1). どの植物のタイプが A,B, C の結果を示すか？(1 点)

1.  $C_3$  陽性植物

2.  $C_3$  陰性植物

3.  $C_4$  植物

Answer  
答え  
[A/B/C]

問 1 2). それぞれ以下の選択肢からは、どの結果 (A,B または C) が得られるか？(1 点)

1. 小麦, 稲, オート麦, 大麦, えんどう豆およびインゲン豆
2. 通常, 特に薄い葉を持つ植物
3. 最大の水利用効率を持つ植物
4. 窒素 (N) を,  $CO_2$  固定の酵素よりも, チラコイドタンパク質やクロロフィルの製造に優先的に用いる植物
5. Rubisco を欠いた葉緑体を一部に含む植物  
(「Rubisco」 = リブロースニリン酸カルボキシラーゼ / オキシゲナーゼ)

Answer  
答え  
[A/B/C]

問 13). 曲線 C を見ると、光強度が最大の日照の 60%から 100%にかけて増加するのに伴い、この植物の光合成は減少している。何故か？ (1 点)

- A. クロロフィル a を欠くため
- B. 乾燥ストレスを受けても気孔を閉じず、強光下で脱水されるため
- C. 強い光を利用できるだけの Rubisco を持たず、そのため活性酸素種が蓄積し、膜を傷つけるため
- D. 強い光がミトコンドリアの（暗）呼吸を刺激し、そのため昼間に光合成で固定するよりも多くの CO<sub>2</sub>を夜間に呼吸するため
- E. 葉緑体が葉の細胞の側面に移動し、葉が透き通って光合成のための光を吸収できなくなるため。

問 14). これらの三種の植物の葉が最大の日照の 60%の光にさらされている時、光合成速度がさらに速くなるのは追加の光を与えられたときか (L)、それとも追加の二酸化炭素を与えられたときか (D) ？ (1 点)

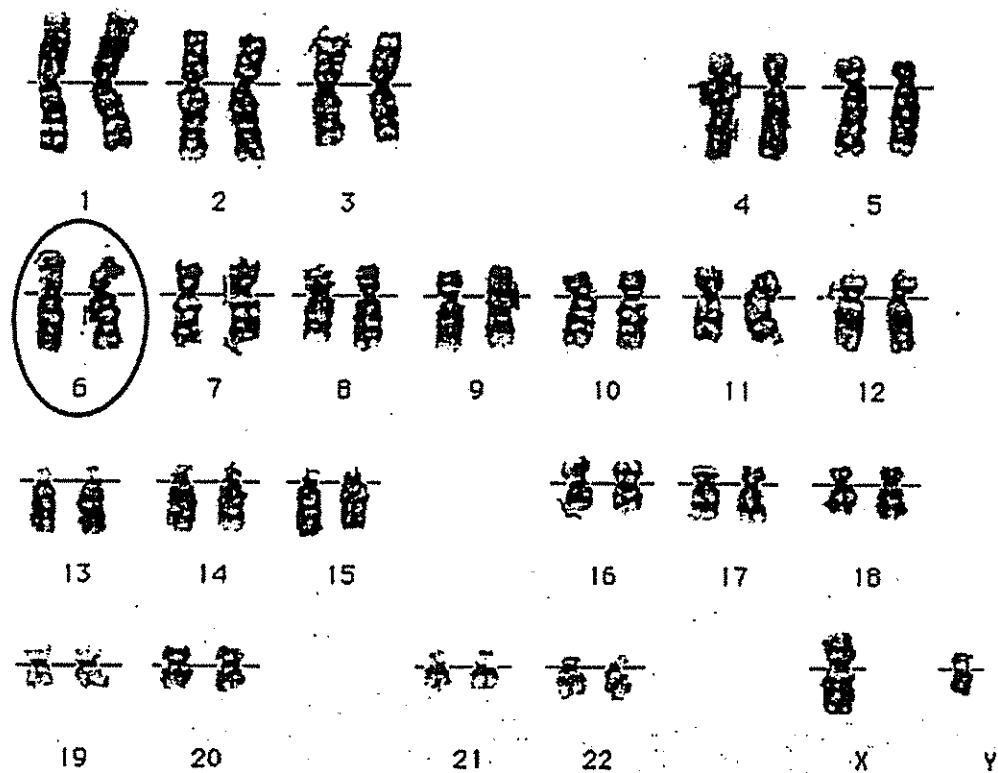
Answer
[L/D]

- 1. 植物 A
- 2. 植物 B
- 3. 植物 C

問 15).  $O_2$  濃度が  $CO_2$  濃度を大きく上回るとき、植物の葉緑体内部で光呼吸が起こる。この場合、 $CO_2$  ではなく  $O_2$  が Rubisco によってカルビンサイクルに取り込まれる。では通常  $CO_2$  と結合する Rubisco の基質は以下のどれか：(1 点)

- A. 3-ホスホグリセリン酸
- B. 2-ホスホグリコール酸
- C. 1,3-二ホスホグリセリン酸
- D. 3-ホスホグリセロアルデヒド
- E. リブロース 1,5-二リン酸

問 16～20. 核型とは、真核細胞が持っている染色体を表示したものを表している。以下の図は通常の人間の男性の核型を示している。



問 16). 核型解析は決まってどの過程にある細胞について行われるか？（1点）

- A. 減数分裂前期
- B. 体細胞分裂後期
- C. 体細胞分裂中期
- D. 体細胞分裂終期
- E. 間期

問17). この写真にはいくつの常染色体が示されているか？（1点）

- A. 2 2
- B. 2 3
- C. 4 4
- D. 4 6
- E. 2

問18). 図の6番の位置にある丸で囲まれた構造を何と呼ぶか？（1点）

- A. 2つの姉妹染色分体
- B. 染色体の相同な対
- C. 1つの染色体
- D. 間期染色体
- E. RNA

問19). どの答えが以下の記述中の空欄に正しく当てはまるか？

「ヒトの染色体は基本的にその『　　』の部分を境に二つの腕部に分けられる。ヒトの染色体地図においては、長腕は『　』として表記され、一方で短腕は『　』と呼ばれる。」（1点）

- A. テロメア； p ; q
- B. 中心体； q ; p
- C. 中心小体； L; S
- D. 中心体； l ; s
- E. 動原体； q ; p

問 2 0). 図に示したような核型を作る技術は、以下のどの技術によって大きく取って代わられたか？  
(1 点)

- A. カラー写真を伴う光学顕微鏡観察
- B. 染色体ペイントと呼ばれる、蛍光インサイチューハイブリダイゼーション (FISH) DNA プローブ
- C. 電子顕微鏡観察とカラーリソグラフィー技術
- D. ポリメラーゼ連鎖反応
- E. 短鎖干渉 RNA (s i RNA) を用いた RNA サイレンシング

問 2 1～2 5. 大洋の真ん中に新たに火山島が形成されることがある。海流が卵や幼生を運ぶにつれ、周囲に礁（裾礁）が形成されて様々な種が定着する。その後、捕食、競合、病気などその他の要因で、礁に住むいくつかの種の絶滅が起こる。

問 2 1). 平均的に見て、この礁には一世紀あたり 10 種のサンゴが新たに定着するが、一世紀につき 10 %が絶滅する。この礁の動物相が少なくとも 50 種の異なる種の珊瑚を含むようになるには、どの程度の期間が必要か？ (1 点)

- A. 300 年
- B. 450 年
- C. 500 年
- D. 800 年
- E. 1200 年

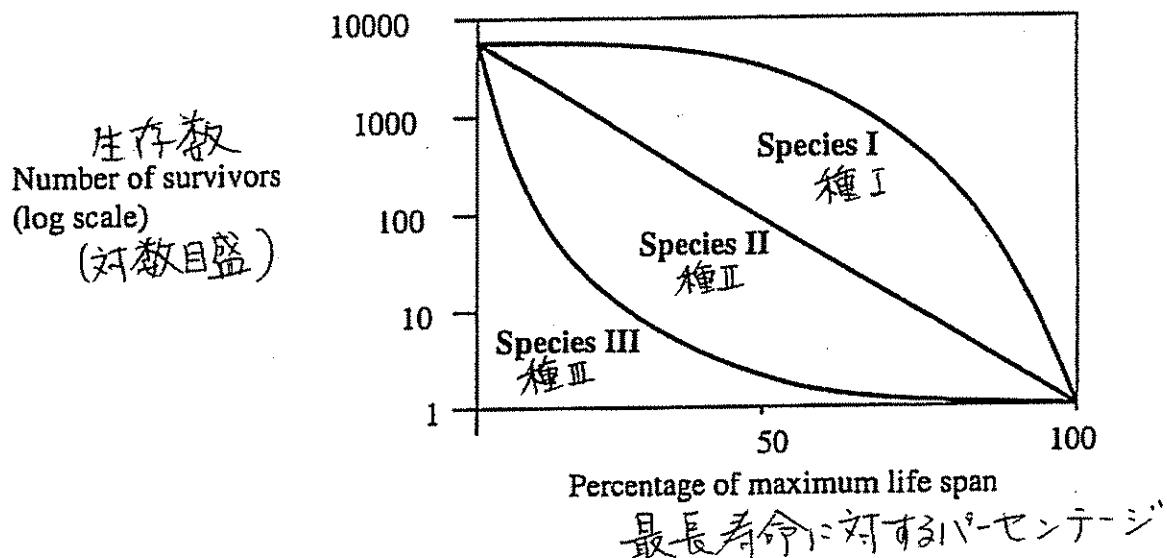
問22). 海流の方向が大きく変化して、一切の新しい種が礁に定着できなくなった。絶滅率が一世紀あたり10%のまま変わらないとすると、礁の生物多様性が50種の珊瑚から30種に減少するまでどの程度の期間がかかるか？（1点）

- A. 300年
- B. 450年
- C. 500年
- D. 800年
- E. 1200年

問23). ある海洋生物学者が、礁に生息する魚の数（N）を計算したいと考え、複数の個体を試料として捕獲し（その数をS1とする）、目印をつけて解放した。一月後、彼は別の試料を採集し（その数をS2とする）、その中にいくつかの目印のついた個体を見つけた（その数をS3とする）。Nを求めるにはどの式を用いればよいか？（1点）

- A.  $N = (S_2 \times S_3) / S_1$
- B.  $N = (S_1 \times S_2 \times S_3)$
- C.  $N = (S_1 \times S_3) / S_2$
- D.  $N = (S_1 \times S_2) / S_3$
- E.  $N = (S_2 + S_1) / S_3$

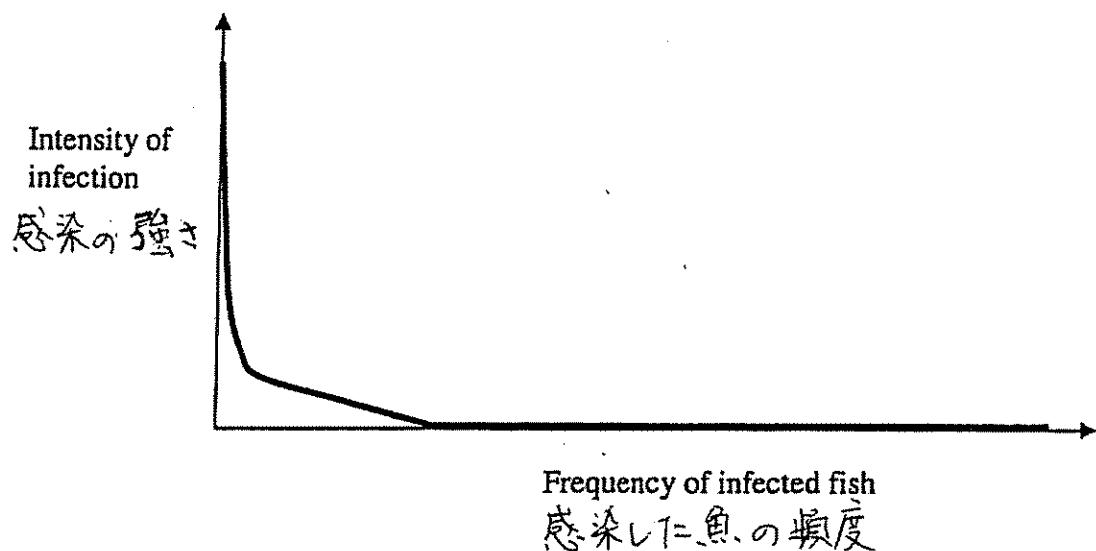
問 24). この礁の三種の生物が以下のような生存曲線を示した：



以下のどの記述が正しくないか？（1点）

- A. 種 III の幼体は種 I のものよりも死亡率が高い
- B. 種 II の死亡率は種 I に比べて均一である
- C. 種 II の出生率は種 III よりも低いと思われる
- D. 種 II の成体は種 III に比べて長い平均余命を持っている
- E. 種 I における高い成体の死亡率は高い出生率により相殺される

問 25). この礁で捕まつた魚が鰓寄生虫に感染しているのが見付かっつ。感染の程度はその頻度に対して以下のようにプロットされた：

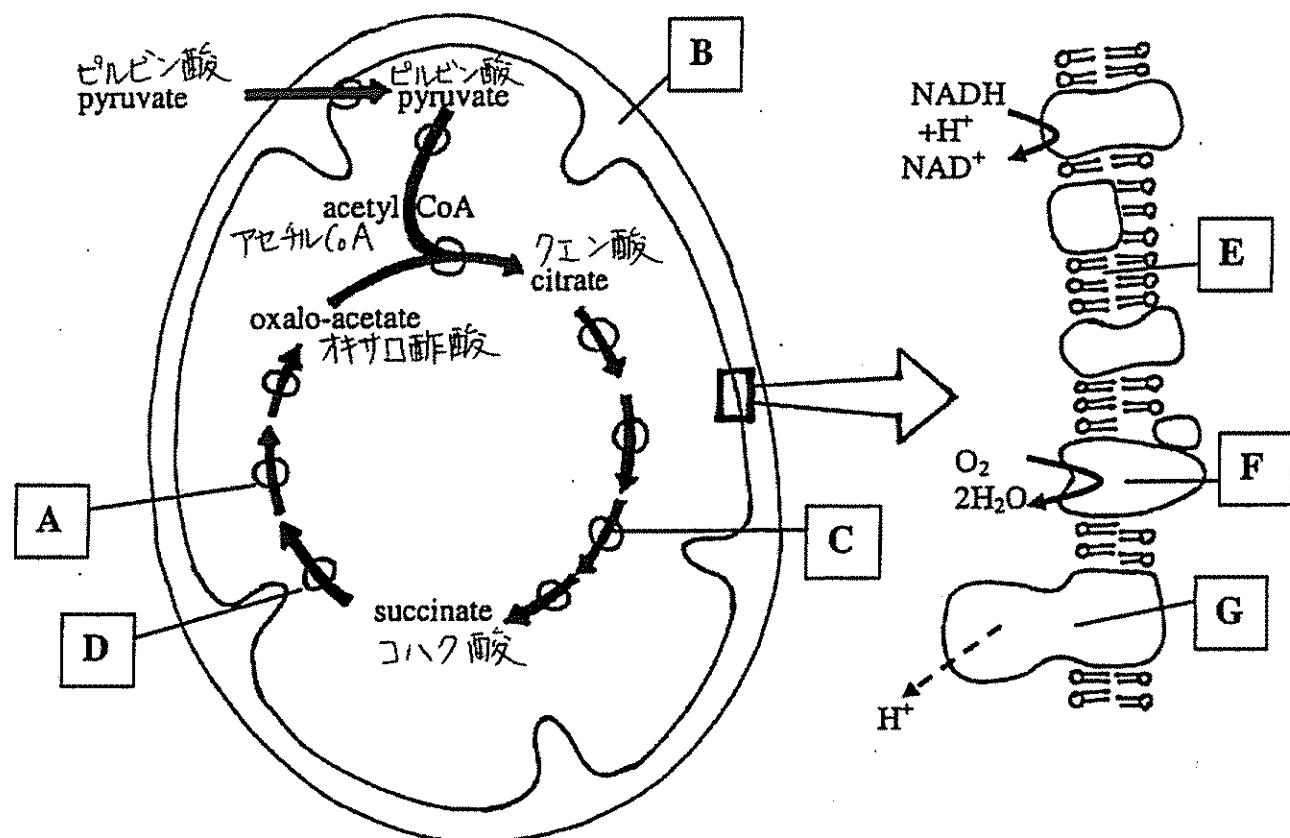


これらの結果から推察されるものとして正しいものは次の文のうち、どれか？（1点）

- A. 寄生虫は年をとった宿主に蓄積する
- B. 少数の宿主がほとんどの寄生虫を持っている
- C. 若い宿主はより多くの寄生虫を得る
- D. 寄生虫の散布は宿主の分布に依存する
- E. 多くの宿主は少数の寄生虫しか持たない

問 26～30. 地球上の生物進化の初期に、ある種の原始的な光合成細胞が水を分解する能力を獲得し、その結果大気中に酸素が蓄積した。他の細胞は別の分子と酸素を結合させることによって、酸素から出るエネルギーを利用した。

問 26). 下図は、基質中で起こるいくつかの生化学反応 (○=酵素) を示したミトコンドリア (左) と、内部のいくつかのタンパク質複合体を示したミトコンドリア内膜の拡大図 (右) である。



AからGの四角にあてはまるものを以下の中から選べ（2点）

1. 呼吸で有名なもので、ATPのほとんどを製造するタンパク質複合体
2. CO<sub>2</sub>を放出するタンパク質
3. 電子伝達の間に移動した水素イオン（H<sup>+</sup>）がここに蓄積し、pHが少なくとも1だけ基質よりも低くなる
4. 補酵素として銅を含むタンパク質
5. リンゴ酸を合成する酵素
6. ユビキノンはここで機能を果たす
7. FADをFADH<sub>2</sub>に還元するタンパク質

1	2	3	4	5	6	7

問27). ミトコンドリアの図中に示されている八つの反応からなるこの代謝回路（クレブス回路/クエン酸回路）について考察せよ（クエン酸からコハク酸を経てオキサロ酢酸を経る回路）。下記のどの記述が正しいか？（1点）

- A. この回路はミトコンドリアの膜間スペースで起こる。
- B. この回路は乳酸発酵の中心的部分である
- C. この回路はNAD<sup>+</sup>が存在しない止まるだろう
- D. この回路は従属栄養細胞のATPのほとんどを直接生み出す。
- E. この回路は酸素を発生する役割を果たしている

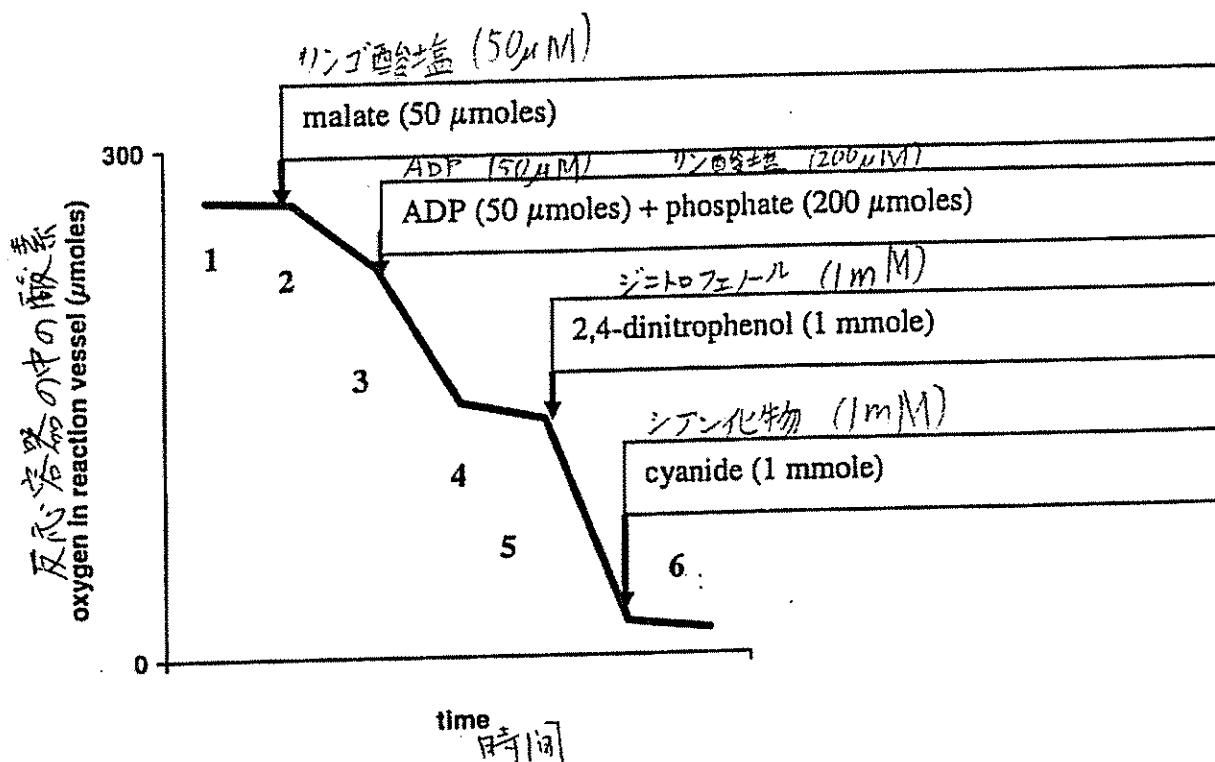
問28). アセチル-COAは呼吸の際にミトコンドリア内で作られる。アセチル-COAはまた、細胞質や植物細胞の色素体を含む、細胞の他の部分でも作られる。この分子は、いくつかの物質の生合成における主要な分子であるが、以下のどの分子の生合成に用いられるか、組み合わせで答えよ（1点）。

1. 芳香族アミノ酸であるトリプトファン、チロシンおよびフェニルアラニン
  2. ステロイド類
  3. 菌類の細胞壁や昆虫の外骨格に存在するキチン
  4. ユビキノンの疎水性尾部
  5. DNAやRNAのプリン塩基
  6. 脂肪酸
  7. 植物ホルモンのジベレリン
- A. 1,5  
B. 2,4,6,7  
C. 2,3,7  
D. 1,4,7  
E. 2,3,5,6,7

問題 29) 酸素呼吸について正しい記述の組み合わせはどれですか？（1点）

1. H<sub>2</sub>O は還元剤である
  2. CO<sub>2</sub> は酸化剤である
  3. O<sub>2</sub> は電子受容体である
  4. H<sub>2</sub>O は有機物質への電子供与体である
  5. H<sub>2</sub>O は最終生成物の一つである
  6. 光リン酸化反応が起こる
  7. 酸化的リン酸化反応が起こる
  8. 基質レベルでのリン酸化反応が起こる
- 
- A. 1, 2, 8
  - B. 2, 3, 4, 7
  - C. 3, 5, 7, 8
  - D. 1, 4, 7, 8
  - E. 2, 3, 5, 6, 7

問題30) ある学生が肝臓から分離されたミトコンドリアを得て、反応槽のミトコンドリア懸濁液1mLの酸素摂取を連続的に調べることで呼吸について研究しました。懸濁液には図のように物質が添加されました。そして以下の結果が得られました。



この学生は図の1~6の部分での酸素摂取の割合に関してさまざまな結論を出しました。

各番号の部分で、A、Bのどちらの結論が正しいか選びなさい。(1点)

1. A. ミトコンドリアは損傷してもはや呼吸することはできないでいた  
B. 呼吸のための糖基質がほとんど存在していなかった

2. A. リンゴ酸塩は呼吸のための糖基質として働いた  
B. リンゴ酸塩は直接酸素と結合して、溶液中から酸素を取り去った
3. A. ミトコンドリアの呼吸は ATP 合成と連動していた  
B. 無機リン酸塩 (Pi) がクレブス回路の酵素の活性化を促進した
4. A. ADP がゆっくりとクレブス回路の酵素を不活性化した。  
B. 供給された ADP が枯渇した
5. A. 2, 4-ジニトロフェノールはミトコンドリア膜を通して水素イオンの漏洩を引き起こす  
B. 2, 4-ジニトロフェノールは呼吸の基質としてリンゴ酸塩よりも適している
6. A. シアン化物 (CN<sup>-</sup>) は呼吸のターミナル・オキシダーゼを阻害する  
B. シアン化物は H<sub>2</sub>O の代わりに HCN を生じながら呼吸の電子伝達で酸素の代わりになれる

問題 3 1 ~ 3 5 ほとんどの高等動物は体内組織に血液や流体を送る心臓血管系を持っています。

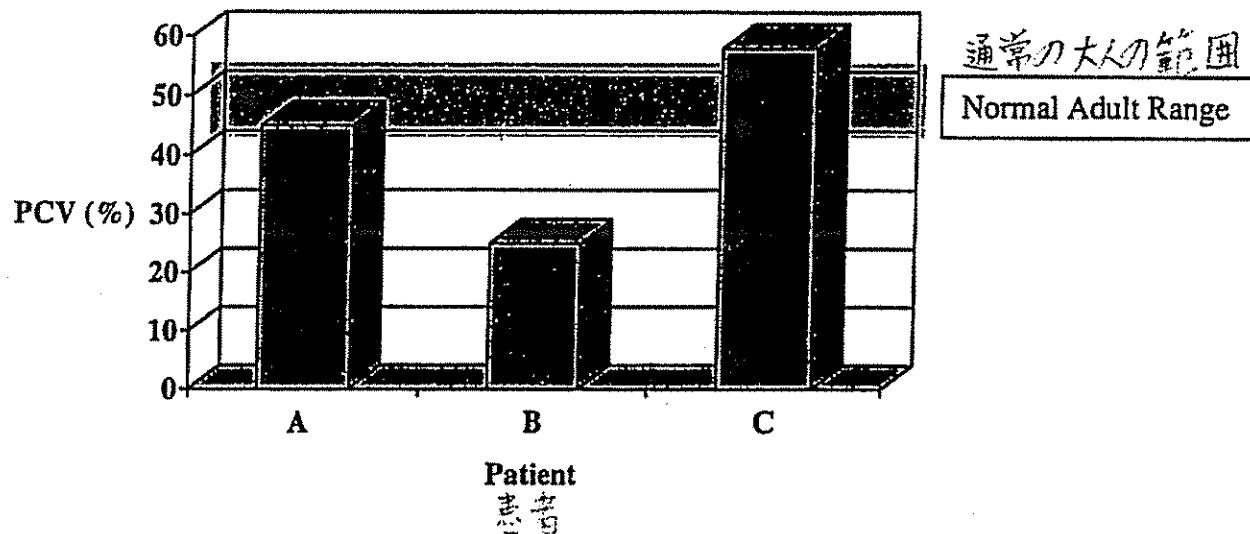
問題 3 1) 脊椎動物の全血液は血漿と浮遊した細胞や小断片から構成されています  
次の記述は一般的な血液標本の構成について述べたものです

- 1) 赤血球はヘモグロビンによって運ばれる廃棄物の CO<sub>2</sub> からその色を得ている
- 2) 赤血球は血液中で最もたくさんある細胞である
- 3) 血小板は核と DNA を含む
- 4) ヘモグロビンは 2 つのポリペプチド鎖から構成される
- 5) ガンマグロブリンは血漿の重要なタンパク質である
- 6) 全ての成熟細胞は骨髓に由来する

次のうちどの組み合わせが正しい記述のみを含んでいますか？（1点）

- A. 3, 4, 5
- B. 2, 5, 6
- C. 1, 2, 3, 5, 6
- D. 4, 5, 6
- E. 2, 4, 6

問題3 2) ヘマトクリット（または細胞体積PCV）は全血液量のうち血液細胞が占める割合のことを示しています。成人男性の標準のヘマトクリットの幅は40～50%です。下表は3人の患者A,B,Cのヘマトクリットの結果を示しています。

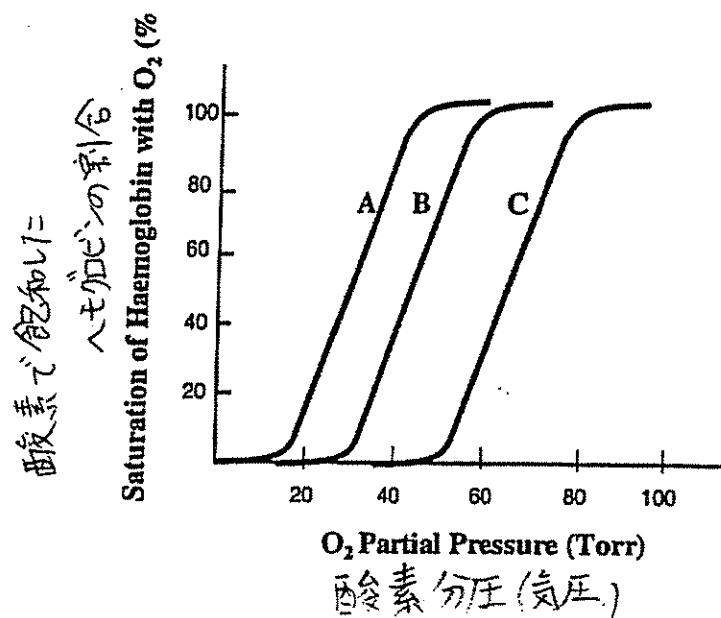


医者はどの患者が次のどの症状に悩まされていると診断できるでしょうか？（該当しないものにはDを記入してください）（1点）

1. 脱水症状
2. 貧血
3. アルブミン量の減少
4. 健康の問題はない

答え [A/B/C/D]

問題 3 3) 血液に運ばれる酸素の量はヘモグロビンのような呼吸色素と酸素分圧に依存します。ヘモグロビン濃度が一定の場合、酸素分圧が大きくなるほどヘモグロビンの酸素による飽和割合は大きくなります。



次のうちどの組み合わせが上表の酸素平衡曲線 A,B,C の状態を適切な順番で表していますか？

(運動後の血液は激しい運動の後に採取された血液のことをいいます。) (1 点)

- A. 普通の血液, 胎児の血液, 運動後の血液
- B. 胎児の血液, 運動後の血液, 普通の血液
- C. 胎児の血液, 普通の血液, 運動後の血液
- D. 運動後の血液, 胎児の血液, 普通の血液
- E. 運動後の血液, 普通の血液, 胎児の血液

問題 3 4) 血液凝固の主要な役割は傷ついた組織や血管の修復を助けることがあります。どの因子がこの過程にとって重要ですか？（1点）

- A. 赤血球, トロンビン, フィブリン, ガンマグロブリン
- B. 短核白血球, ガンマグロブリン, トロンビン, 赤血球
- C. リンパ球, 赤血球, フィブリン, 血小板
- D. 血小板, トロンビン, 赤血球, フィブリン
- E. フィブリン, トロンビン, 血小板, ガンマグロブリン

問題 3 5)

- A)動脈でのコレステロールの堆積
- B)骨髓での赤血球の過剰生産
- C)ヘモグロビン遺伝子コーディング領域での1ヌクレオチド突然変異
- D)血圧の上昇
- E)血液前駆細胞の無制御な増殖
- F)ヘモグロビン合成の減少

を含む様々な異常状態が心臓血管系で発生する場合がある。

これらの異常のどれが次の血液疾患を引き起こしますか？（1点）

答え[A/B/C/D/E/F]	
1. 鎌状赤血球貧血症	
2. 高血圧症	
3. アテローム性動脈硬化	
4. ベータサラセミア	
5. 白血病	
6. 多血症	

問題 3 6 – 3 8 植物界の中で生殖はさまざまな多くの特徴を持っています

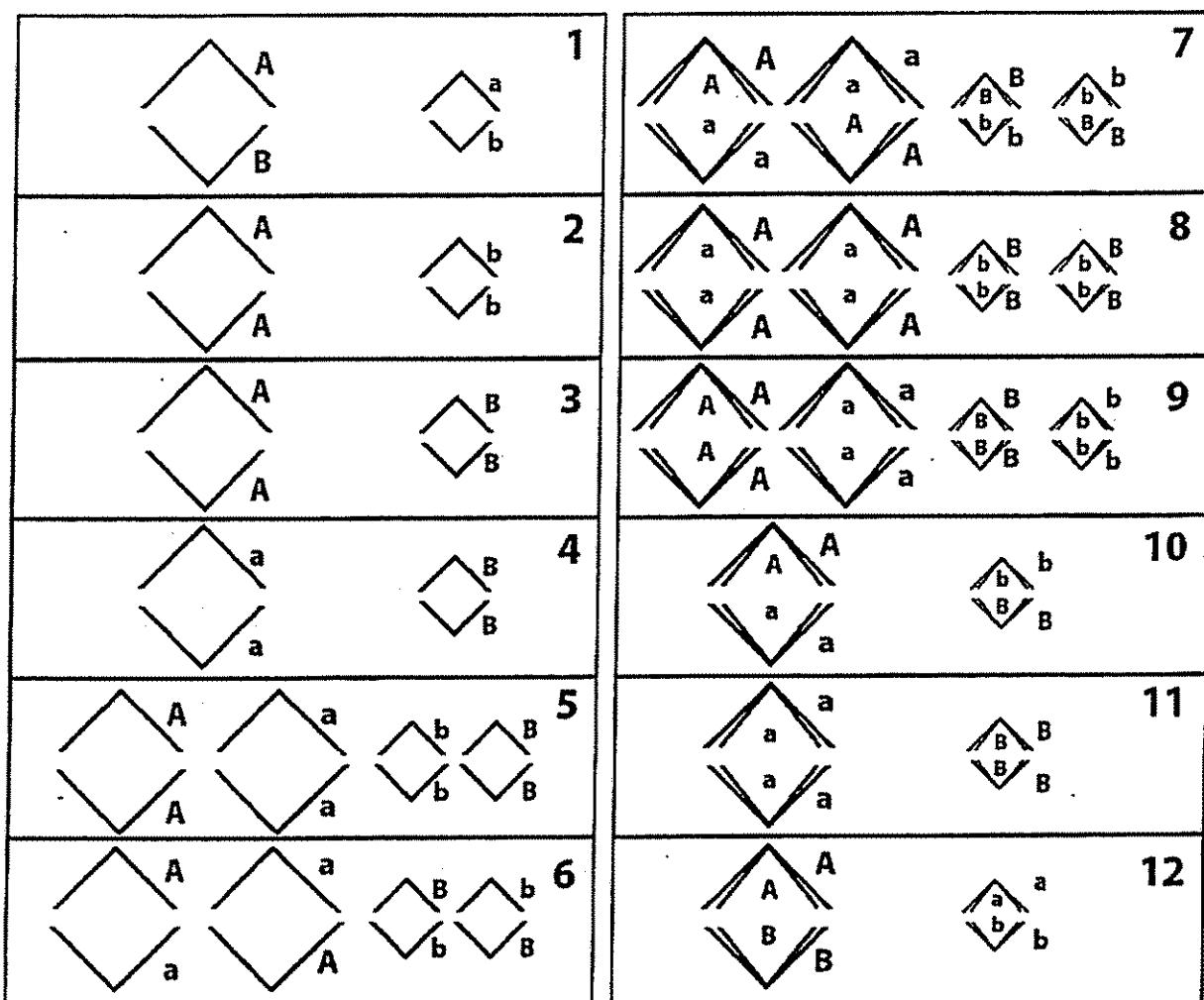
問題 3 6) 生殖に関する次の記述のうちのどれが正しいでしょうか？(1点)

- A. 一倍体生物（言い換えると各染色体を一つずつのみ持っている生物）は存在しない。  
一倍体の細胞は配偶子（卵と精子）のみである
- B. 減数分裂なしで生物が生殖をするのは理論上、また事実上不可能である
- C. 有性生殖はいつも雄と雌の個体個々による精子と卵の産生を必要とする
- D. 全ての真核生物の細胞（菌類もを含む）は一つの核を持つ（一倍体、二倍体どちらも）
- E. 減数分裂なしで有性生殖をするのは不可能である

問題 3 7) 次のうちどれが裸子植物と被子植物の主要な違いですか？(1点)

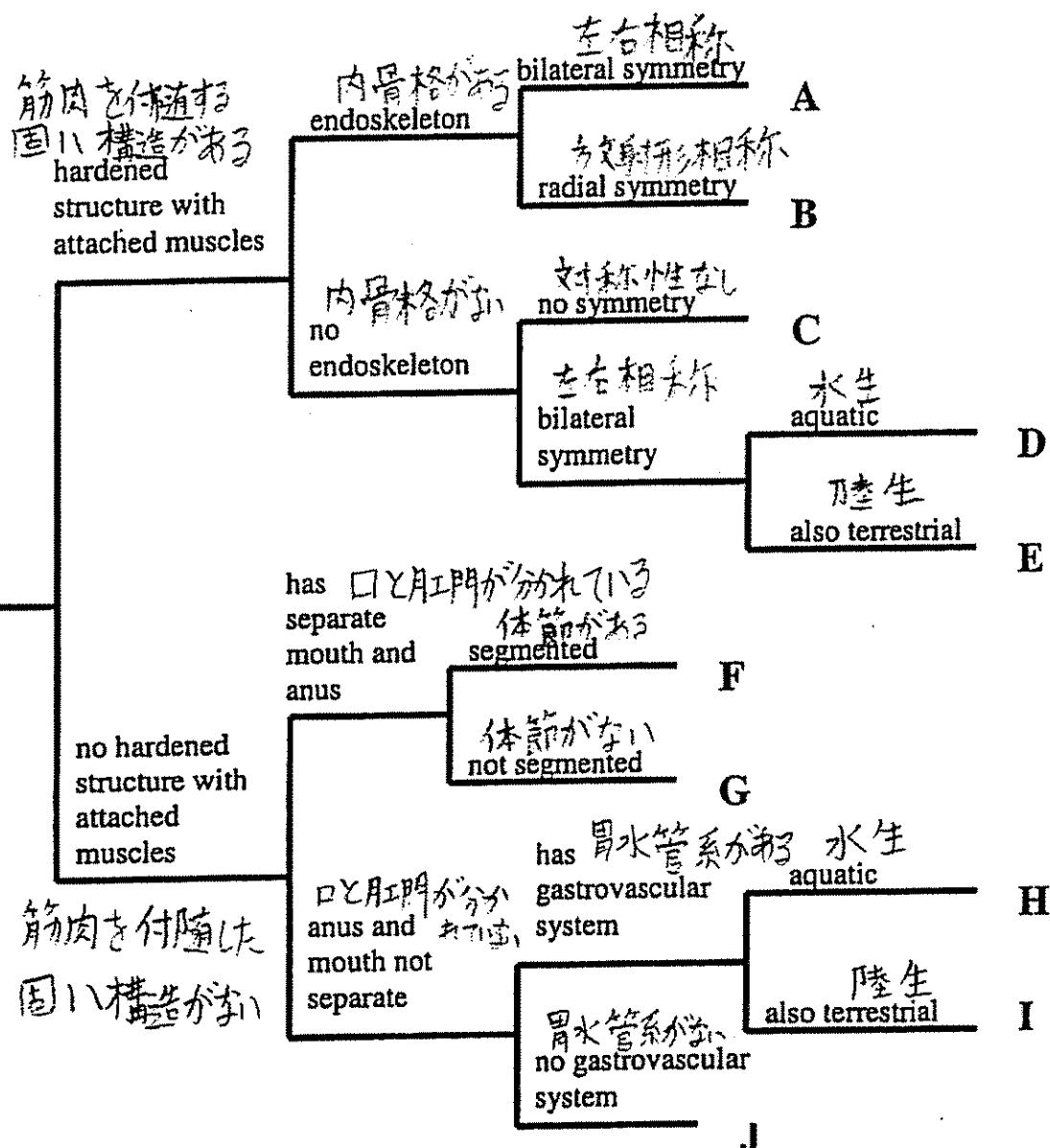
- A. 裸子植物は水中で鞭毛を使い泳ぐ精子を作る。一方、被子植物は花粉の中に封じられた精子を作る
- B. 裸子植物には種がないが、被子植物には種がある。
- C. 裸子植物は胚珠が種子に成長するが、被子植物は子房が種子に成長する
- D. 裸子植物は果実に成長する子房がないが、被子植物は果実に成長する子房を持つ
- E. 裸子植物は鱗状の乾燥した果実を作るが、被子植物は柔らかい水分の多い果実を作る

問題38) 植物の生殖は二倍体で長い対と短い対のたった二組の相同染色体のみをもった *Haplopappus gracilis* ( $2n = 4$ ) を用いて研究されてきました。下図はある二種類の対立遺伝子のうち、片方が長い染色体、もう片方が短い染色体に乗った遺伝学的にいう二重ヘテロ接合体 (AaBb) の減数分裂期、または有糸分裂期の細胞の後期を表しています。1本の線が染色分体を、V字の地点がセントロメアを表しています。



図の各番号の状態で、第一減数分裂期を示しているのなら A、第二減数分裂期を示しているのなら B、有糸分裂期を示しているのなら C、起こりえない状況を示しているのなら D、を解答欄に記述しなさい。（3点）

問題 3 9～4 2) 7つの形質を基にした 10 の動物のグループの二分枝図が作図されました。



問 39) A-J のどのグループが番号 1 から 10 によって表されるか？各文字 (A-J) は一度だけ使うことができるものとする。(2 点)

グループ	文字
1. 環形動物 (環形動物)	
2. 節足動物 (甲殻動物)	
3. 刺胞動物 (クラゲ)	
4. 棘皮動物 (ヒトデ)	
5. 軟体動物 (二枚貝)	
6. 軟体動物 (腹足類)	
7. 脊索動物 (脊索動物)	
8. 線形動物 (円形動物)	
9. 扁形動物 (扁形動物)	
10. 海面動物 (海面動物)	

問 40) 動物の体制は組織の層と体腔の組織化において多様である。二胚葉性の生物 (D) や三胚葉性の生物 (T) がいる。また、無体腔の生物 (A)、擬体腔の生物 (P) や体腔のある生物 (C) がいる。次の動物に対してその特徴を示しなさい。(1 点)

		組織層 [D/T]	体腔 [A/P/C]
1.	扁形動物 (扁形動物)		
2.	環形動物 (多毛類)		
3.	線形動物 (円形動物)		

問 41) 胚発生の違いは、分裂パターン（放射状=R；らせん状=S）、細胞運命（未決定の細胞=I；決定した細胞=D）、胚の口の発達（原口から生じるもの=B；原口の逆側から生じるもの=O）に基づく旧口動物と新口動物への分化をもたらしている。後口動物の記述として正しいものはどれか？（1点）

- A. S,D,O
- B. S,D,B
- C. S,I,O
- D. S,I,B
- E. R,D,O
- F. R,D,B
- G. R,I,O
- H. R,I,B

問 42) 昆虫は単純な成長サイクルや複雑な成長サイクルを持っている。

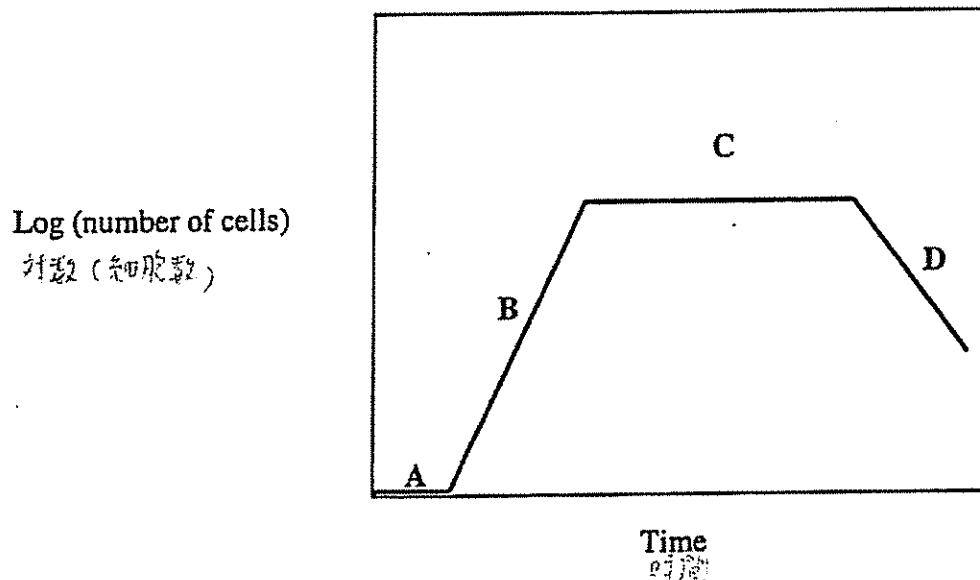
- A. 小さい成体のような形態で卵から孵化する。
- B. 徐々に変化する。（不完全変態）
- C. 完全に変化する。（完全変態）

次の昆虫はどの成長サイクルを経るか？（1点）

答え [A/B/C]	
1. ハエ	
2. 羽のない昆虫	
3. ノミ	
4. シラミ	

問 43-47. バクテリアは原核生物で、様々な環境条件下で生育する微小な生物である。

問 43) 特定の温度での実験室の条件下での細菌の増殖は、培養時間に対して細胞数を対数表示でプロットすることができる。



グラフ上の A～D の記しをつけられた 4つの段階を次の成長相と一致させなさい。(注：1つの相はグラフに示されていないので、E と記入しなさい。)

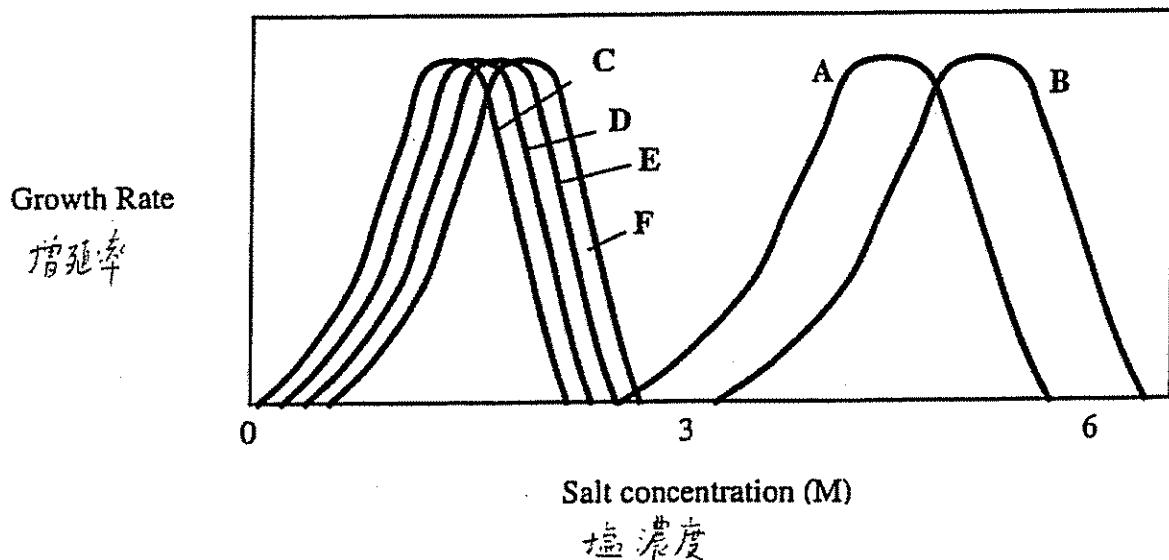
増殖期
1. 指数増殖期
2. 死期
3. 転相期
4. 安定期
5. 遅滞期

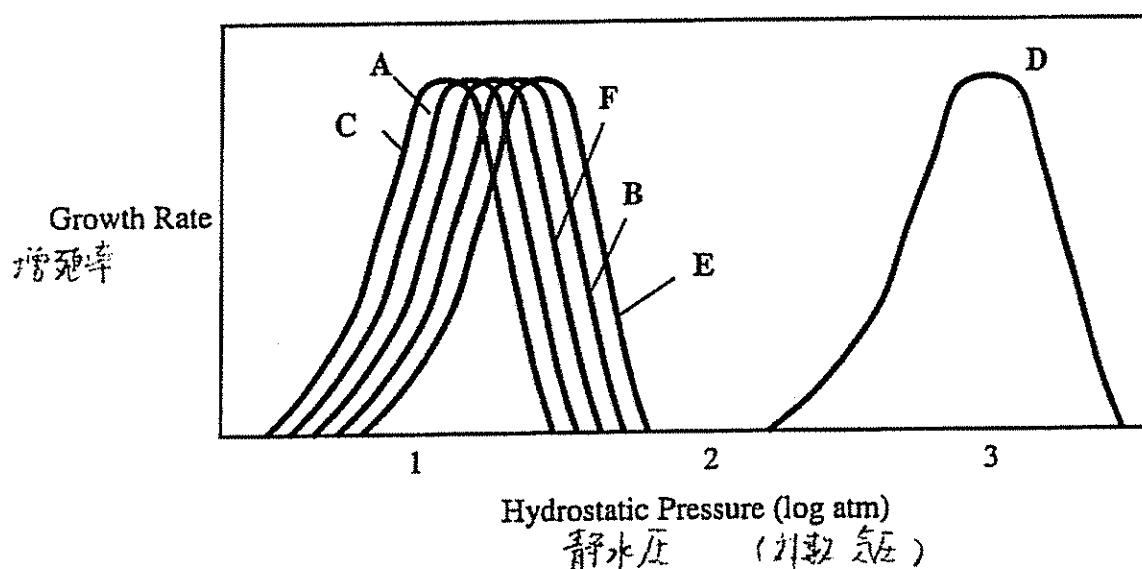
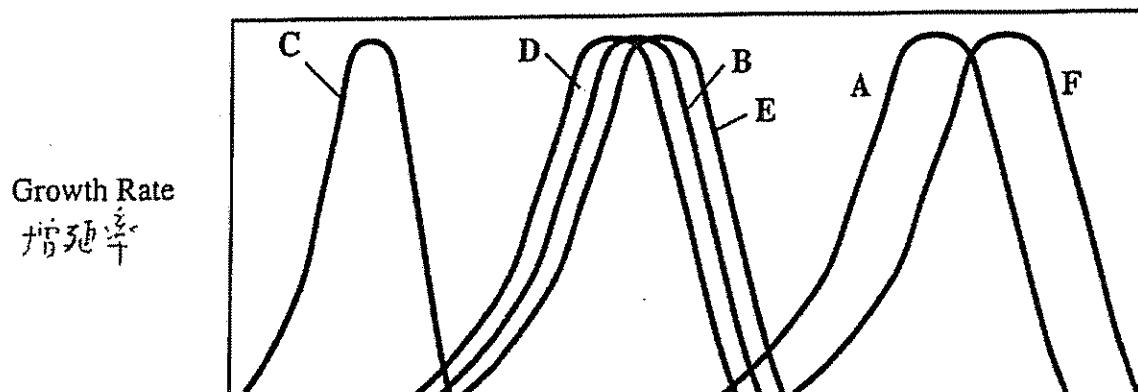
答え [A/B/C/D/E]

問 44) 最もよく知られている細菌は 30℃から 40℃の温度の範囲内で生育するが、好熱性細菌は 80℃までの温度で生きることができる。次のうちどれが好熱性細菌が高温で生きることができる理由か「Yes」または「No」で答えなさい。(1点)

1. 大きいサイズ	答え [Yes/No]
2. 小さいサイズ	
3. 細胞膜の組成	
4. 細胞修復機構の活性化	
5. タンパク質の熱安定性	

問 45) ほとんどの細菌（中温菌）は過酷な条件下では生きられないが、極限環境微生物は高濃度の塩、高圧、極端な温度の環境でも生きることができる。（次の 3つのグラフに示されている）



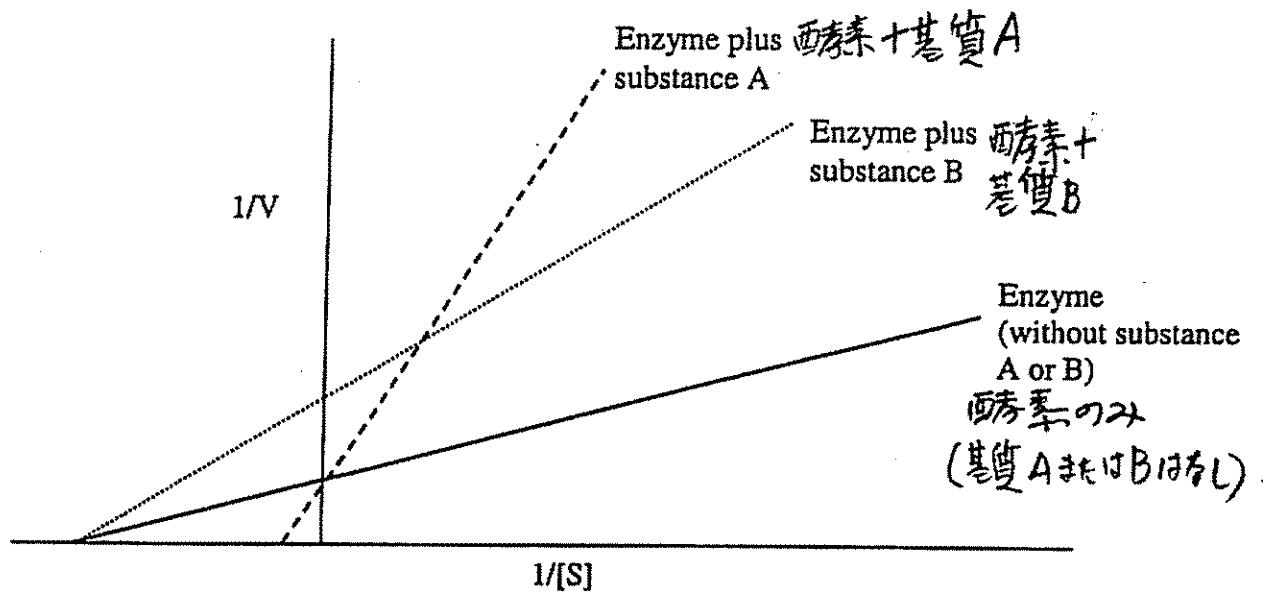


A から F の印をつけられた増殖の特徴を次のタイプの細菌と一致させなさい。(1点)

細菌のタイプ
1. 好圧性最近
2. 中温菌のみ
3. 好熱性細菌のみ
4. 好塩性細菌のみ
5. 低温菌
6. 好熱性細菌と好塩性細菌

答え [A/B/C/D/E/F]

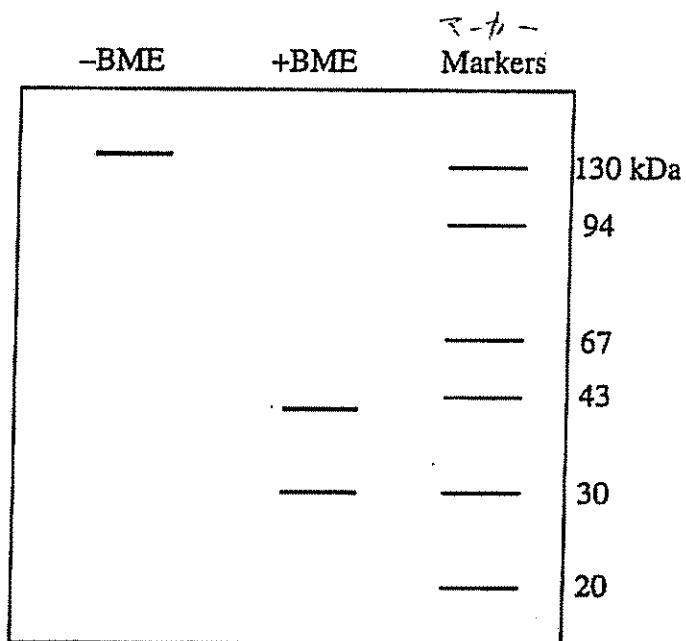
問 46) ラインウィーバー・パークのプロットが下に示されていて、ある細菌の酵素の酵素活性と、A と B ふたつの異なる基質が存在する時の酵素活性が描かれている。各直線の y 切片はそれぞれの条件下での  $1/V_{MAX}$  (最大速度の逆数) を表している。



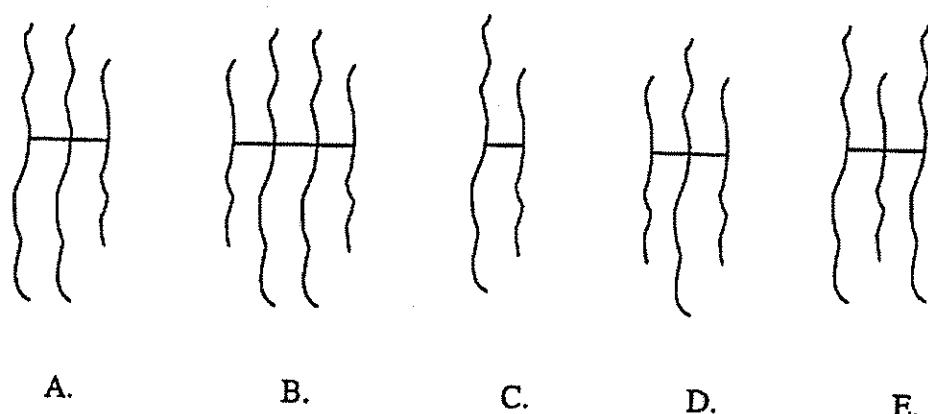
この酵素に関する次の記述のうちどれが上のラインウィーバー・パークのプロットに関して正しいか？（1点）

- A. 基質 B は競争的阻害剤であるが、基質 A は非競争的阻害剤である。
- B. 基質 B は非競争的阻害剤であるが、基質 A は競争的阻害剤である。
- C. 基質 B は競争的阻害剤であるが、基質 A は刺激性の補因子である。
- D. 基質 B は刺激性の補因子であるが、基質 A は競争的阻害剤である。
- E. 基質 A、基質 B どちらも刺激性の補因子である。

問 47) 細菌のタンパク質が過酷な条件下で安定性を維持するひとつの方法はシステイン（アミノ酸）間のジスルフィド結合による架橋である。下の結果はジスルフィド結合を還元する還元剤である $\beta$ -メルカプトエタノール（BME）を使った細菌のタンパク質の分析からのものである。ポリペプチドの産物は SDS ポリアクリルアミドゲル電気泳動によって分子量に基づいて分離された。マーカー＝分子量既知のタンパク質（キロダルトン単位）



この結果に基づいて、次の図のどれが元の細菌のタンパク質のポリペプチドの構造を最もよく表しているか？（注：“—”はジスルフィド結合を表している）（1点）



問 48－52. 脂質は細胞構造と代謝に不可欠である。しかし脂肪には健康に悪いものであるという悪名高い評判がある。

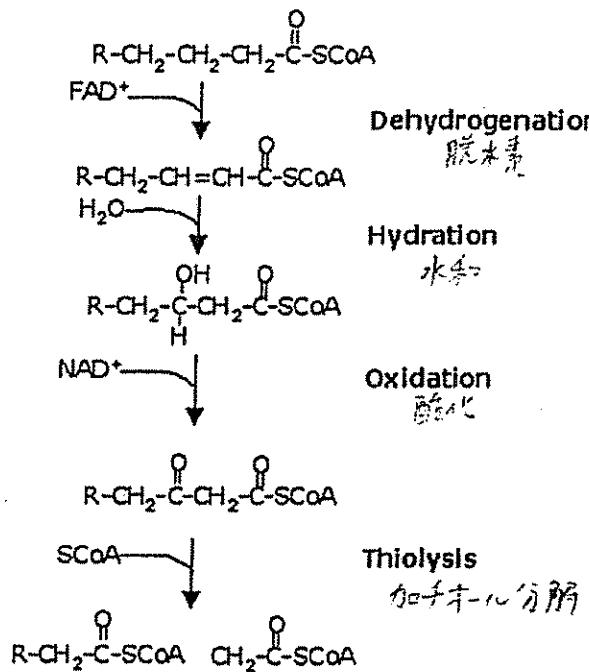
問 48) 肥満の進行の原因の可能性のうち正しくないのは次のうちどれか？

- A. 座りっぱなしの生活スタイル
- B. 視床下部の異常な働き
- C. 環境要因
- D. 甲状腺ホルモンの増加
- E. 高カロリー摂取

問 49) 脂肪組織での脂肪の堆積のホルモンの制御に関してどの記述が正しいか？（1点）

- A. インスリンは脂肪組織でのトリアシルグリセロールの形成を促進する。
- B. インスリンは脂肪組織でのコレステロールの形成を促進する。
- C. アドレナリン（エピネフリン）は脂肪組織でのトリアシルグリセロールの形成を促進する。
- D. アドレナリン（エピネフリン）は脂肪組織でのコレステロールの形成を促進する。
- E. グルカゴンは脂肪組織でのトリアシルグリセロールの形成を促進する。
- F. グルカゴンは脂肪組織でのコレステロールの形成を促進する。

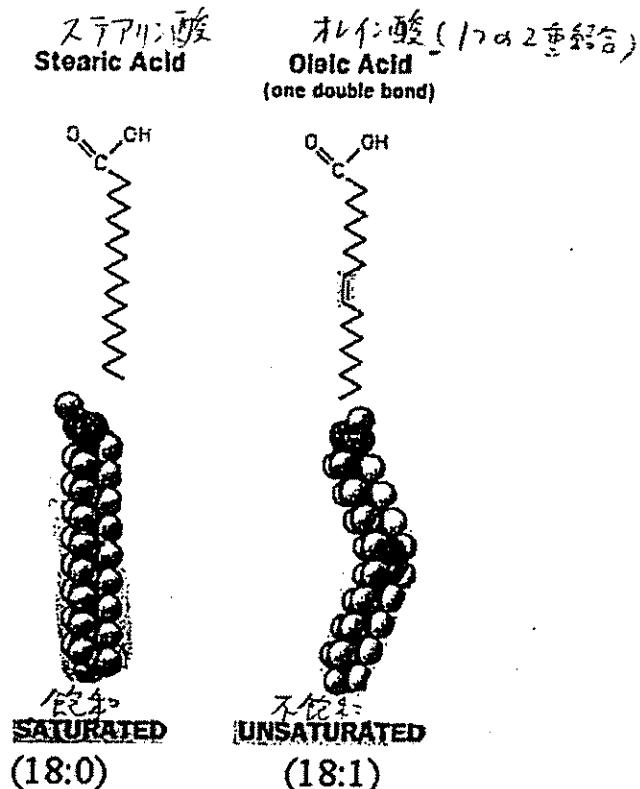
問 50) ミトコンドリアは長鎖脂肪酸の代謝に関して細胞内の主要な場所であり、 $\beta$ 酸化と呼ばれる過程を用いている。補酵素 A (CoA) エステルに先んじて活性化される脂肪酸の $\beta$ 酸化のサイクルが下に示されている。



この図に基づいて、ステアリン酸 (C18:0) を完全に $\beta$ 酸化するためにこの経路は何周する必要があるか？（1点）

- A. 3
- B. 6
- C. 8
- D. 9
- E. 16
- F. 18

問 51) 脂肪を含んだ物質の融解温度は構成成分である脂肪酸鎖の不飽和の程度に依存する。不飽和脂肪酸は脂肪酸の通常の充填を減少させる。不飽和の程度の異なるふたつの 18 炭素の脂肪酸、ステアリン酸とオレイン酸の例が下に図の形式で示されている。



次に挙げる物質のうちどれが不飽和脂肪酸/飽和脂肪酸の比率が最も高いと考えられるか？（1点）

- A. バター
- B. 植物油
- C. マーガリン
- D. ピーナッツペースト
- E. 石鹼

問 52) ヒトでは、コレステロールを含む多くの脂質が、リボタンパク質と呼ばれる大きい球形の脂質一タンパク質複合体として血液中に運ばれる。その構造は構成分子の親水性、疎水性やその他の機能的特徴を反映している。下のリボタンパク質の主な構成成分を考慮に入れて、リボタンパク質の中心(C)にいるか表面(S)にいるかを予測しなさい。(1点)

答え C または S

1. 組織の受容体への結合に関わるタンパク質

2. コレステロール

3. コレステロールエステル(脂肪酸によってエステル化されたコレステロール)

4. リン脂質

5. トリアシルグリセロール

問 53-57. 光合成は、葉緑体が光エネルギーを捉え、それを化学エネルギーに変換して糖や他の有機分子に蓄えるときに、植物内で起こる。

問 53) 12 時間明所に置かれたエンドウと 12 時間暗所に置かれたエンドウの植物体のいくつかの部位から mRNA を抽出して、それを 5 つの異なる遺伝子プローブを用いたノザンプロッティングに使った。

Probe プローブ	Leaf 葉		Stem 茎		Root 根		Tendril つる	
	light 明	dark 暗	light 明	dark 暗	light 明	dark 暗	light 明	dark 暗
1	++++	+	-	-	-	-	++	+++
2	+++	+++	++	+	+	-	+++	+++
3	+++	+	+++	+	+	+	++	+++
4	++++	+	+	-	-	-	+++	+
5	+++	+++	++	++	+	+	+++	+++

どの結果が Rubisco (ルビスコ) の小サブユニット遺伝子がプローブとして用いられたことを最もよく示しているか？（1点）

- A. 1.
- B. 2.
- C. 3.
- D. 4.
- E. 5.

問 54) 主な植物のタイプには、C<sub>3</sub>植物、C<sub>4</sub>植物、そして CAM 植物 (CAM はベンケイソウ型有機酸代謝である) がある。左のコラムに挙げられた 10 のアイテムを右のコラムの 10 の一致するアイテムと合わせなさい。

1. 夜の CAM 植物	A. アミロースとアミロベクチン
2. 乾いた暑い日の CAM 植物	B. 分枝していないグルコースの重合体
3. プラストキノン	C. 巨大液胞内のリンゴ酸の蓄積に先んじて起こる CO <sub>2</sub> 固定
4. CO <sub>2</sub> 補償点	D. チラコイド膜の極性脂質の構成成分
5. セルロース	E. 紫外線フィルターと動物を誘引するもの
6. リノール酸とガラクトース	F. 2つのグリシンが1つのセリンに変化するときに CO <sub>2</sub> が放出される
7. 光呼吸	G. 極性脂質の1層の膜に囲まれた細胞小器官に蓄えられる
7. フラボノイド	H. 電子輸送分子
8. 油脂	I. 光合成は気孔が閉じても進行する
9. デンプン	J. 呼吸+光呼吸=光合成

SKIP

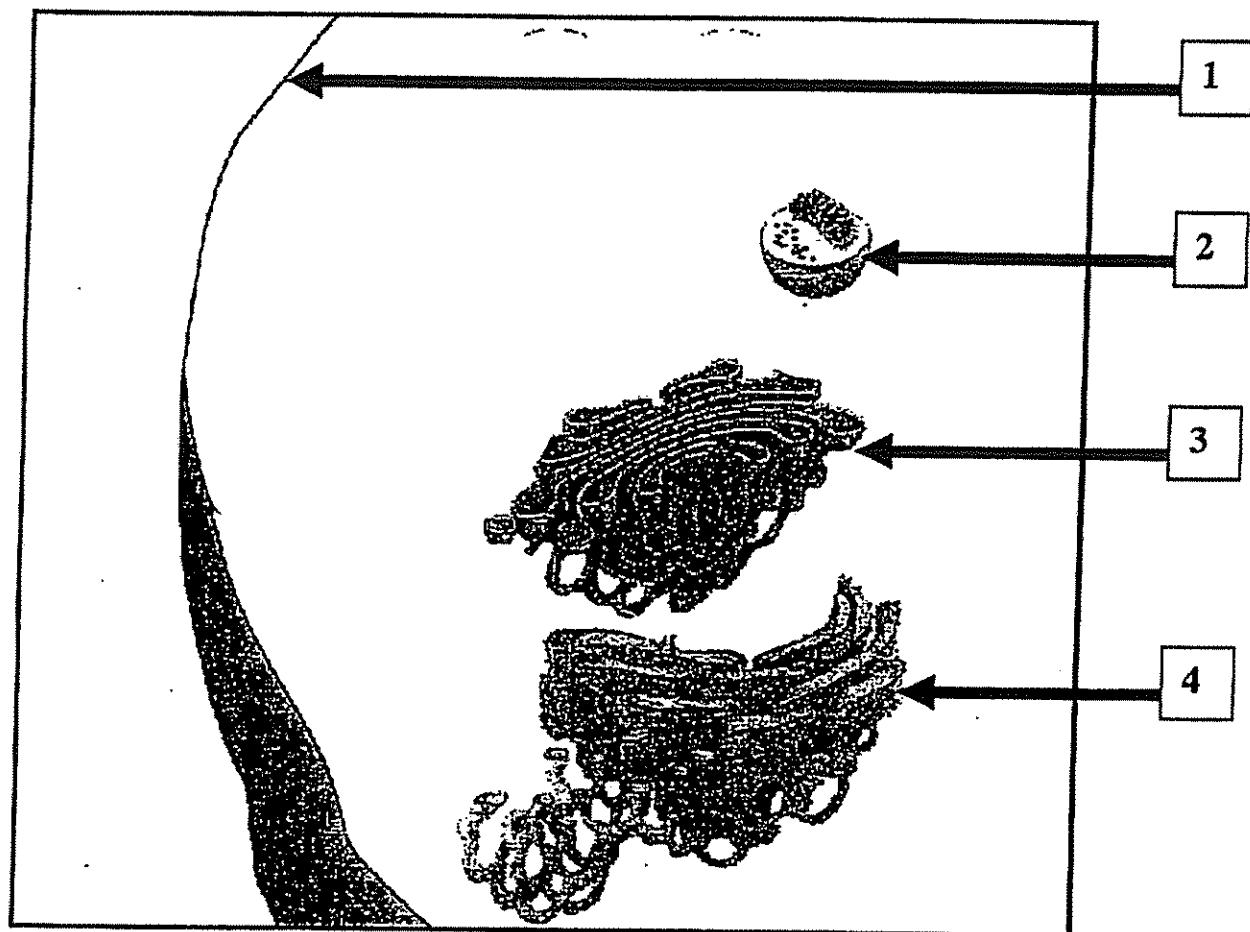
問 56) 土壌中の塩の蓄積が農業の主な制限要因である。非塩生植物（すなわち塩感受性植物）が高濃度の塩の土壌で生育できない主な原因は何か？

- A. 塩の結晶が気孔で形成され、ガス交換をストップさせる。
- B. 大量のナトリウムイオンと塩素イオンが植物の細胞内に入り、細胞を害する。
- C. 塩が根の細胞に蓄積して、浸透流が流入し、細胞の破裂をもたらす。
- D. 土壌の酸素含有量が低すぎる。
- E. 土壌の水ポテンシャルが低すぎる。

問 57) 植物は土壤から重要な生理学的役割をもつ様々な無機質の養分を得ている。右の列の語句を左の列の栄養素と一致させなさい。

1. カルシウム	A. 気孔の孔辺細胞の膨圧の発達に重要な陽イオン
2. 窒素	B. 自然の生態系でよくぶつが吸収できる窒素の形
3. 硝酸塩	C. システインとメチオニン(アミノ酸)の側鎖の生合成に必要なもの
4. ヨウ化物	D. 全てのアミノ酸、ヌクレオチド、クロロフィルの構成成分
5. リン酸塩	E. クロロフィル分子の中心の原子
6. マグネシウム	F. ベクチンを通じて細胞壁の架橋を可能にするもの
7. カリウム	G. DNA と RNA の重要な構成成分だが、プリン基やピリミジン基の構成成分ではないもの
7. 硫酸塩	H. 電子輸送タンパク質に最も共通な金属イオン
8. マンガン	I. 主な機能が光合成における水分子の開裂であるもの
9. 鉄	J. 植物の成長に不可欠でないもの

問 58-62. 真核細胞は様々な機能を果たしている多くの異なる細胞小器官を含んでいる。次の図は典型的な動物細胞内のいくつかの細胞小器官を示している。

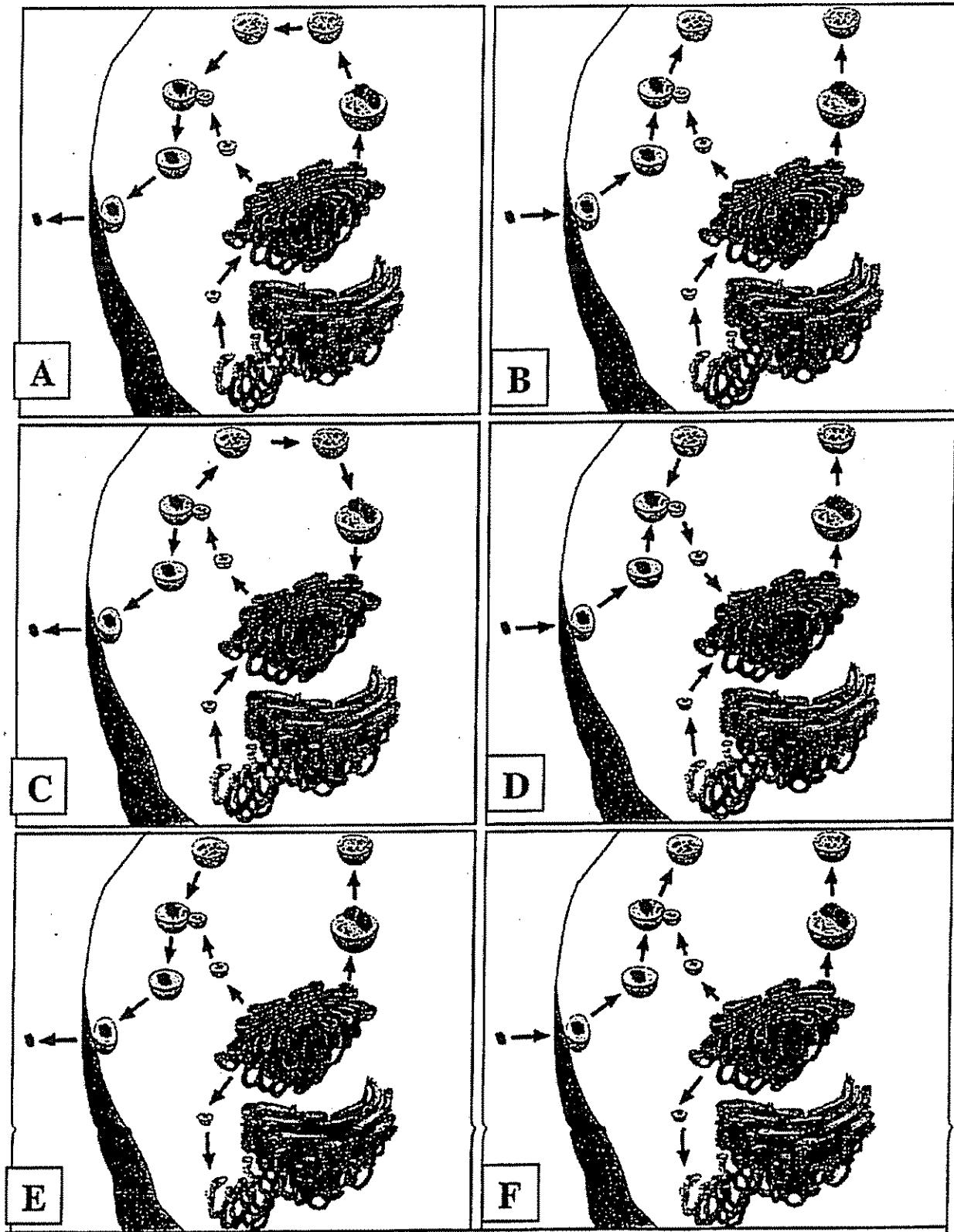


問 58) 次のリストから選んで、1から4の細胞小器官を答えなさい。

- A. 核
- B. ゴルジ体
- C. 細胞膜
- D. ミトコンドリア
- E. 小胞
- F. 小胞体
- G. セントロメア

1.	2.	3.	4.

問 59) 食作用（ファゴサイトーシス）での細胞小器官の相互作用を正しく描いた図はどれか？（1点）



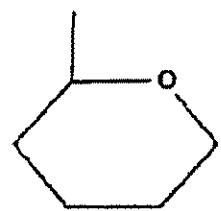
問 60) 多細胞の真核生物では隣り合う細胞がつながっていて、組織や器官を形成している。細胞間の連結の例として正しくないのは次のうちどれか？（1点）

- A. 密着結合
- B. プラーク結合
- C. 原形質連絡
- D. デスマソーム（接着斑）
- E. ギャップ結合

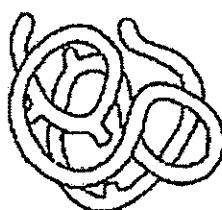
問 61) 細胞小器官は機能によってグループに分けることができる。次のうちどれが機能によるグループ分けとして正しいか？（1点）

- A. 核、ミクロフィラメントと細胞膜が細胞の構造と動きを制御している。
- B. 小胞体、ゴルジ体とミトコンドリアが膜の機能と分泌を維持している。
- C. 核、リボソームと滑面小胞体が遺伝情報を処理している。
- D. 小胞体、輸送小胞と中心小体が膜の機能と分泌を維持している。
- E. 微小管、ミクロフィラメントと中間径繊維が細胞の構造と動きを制御している。

問 62) 次の図を、挙げられている化学物質と一致させなさい。(1点)



A



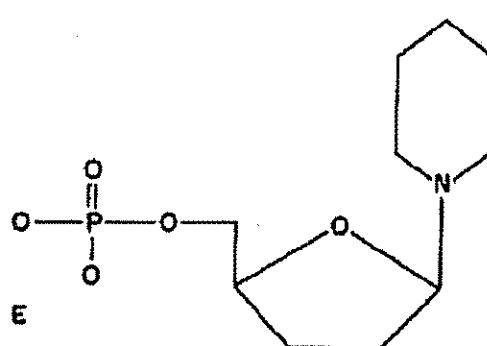
B



C



D

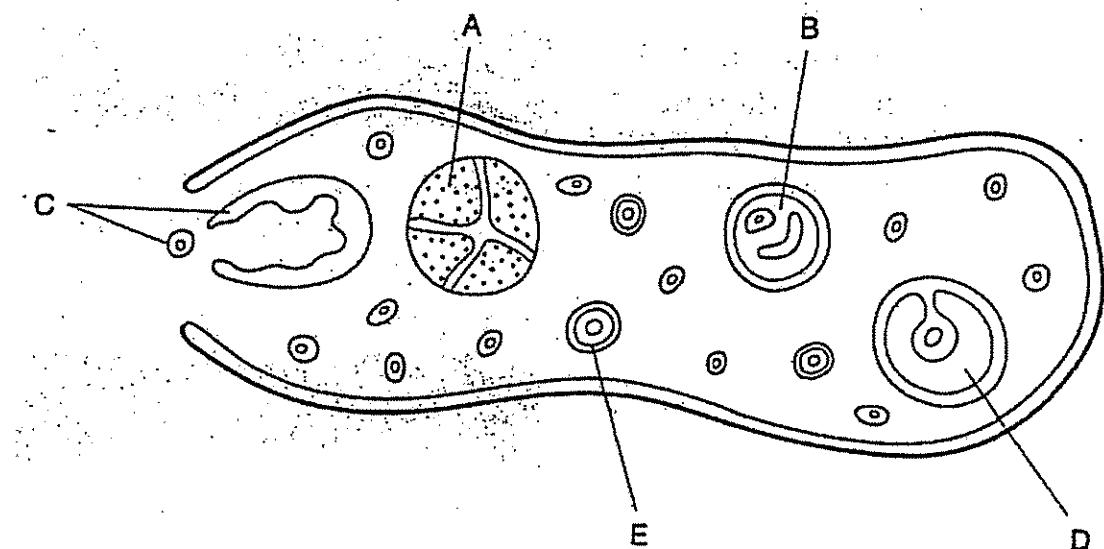


E

- |             |
|-------------|
| 1. 脂質       |
| 2. 機能的タンパク質 |
| 3. ヌクレオチド   |
| 4. 多糖       |
| 5. 単糖       |

答え [A/B/C/D/E]

問 63-67. 下の図は哺乳類の卵巣の切片を示している。



問 63) 印がつけられている構造が発達する順番として正しいのはどれか？

- A. A-B-D-C-E
- B. D-B-E-A-C
- C. B-D-C-E-A
- D. C-E-B-D-A
- E. E-B-D-C-A

Skip

問 65) これらのホルモンは乳房の発達と乳の分泌で下に挙げられた働きのうちどの働きをするか？（1点）

ホルモン	機能
1) プロゲステロン	A. 乳房の発達において背景となる働きをする
2) エストラジオール	B. 肺胞の構成成分の発達を刺激する
3) プロラクチン	C. 管系の成長を刺激する
4) オキシトシン	D. 乳の減少を刺激する
5) インスリン	E. 役割はない

問 66) 精子による卵母細胞の受精はたいていどこで起こるか？（1点）

- A. 膣
- B. 子宮頸部
- C. 子宮
- D. 輸卵管
- E. 卵巣

問 67) ヒトで多精受精を防ぐために次のうちどのようなことが起きているか？（1点）

- A. 卵と精子の融合
- B. 卵母細胞膜の脱分極
- C. 受精した卵母細胞がふくらむ
- D. 表層粒の放出
- E. 上全部

問 68-72. 抗体は、動物が外界から入ってきた抗原物質と出会ったとき B 細胞で作られる。異なる抗体のアイソタイプは抗原にさらした後、異なる時間に作られる；初期の一時的な反応の後に、より持続的な反応が起きる。後にできる抗体は影響を受けないが、感染後すぐに作られる抗体は2-メルカプトエタノール処理によって実験室内で変性させることができる。一個体の動物から連続して集められた6つの血清のサンプルがある。

血清 1—*Brucella abortus* を用いた免疫化の前に集められた。

血清 2—*Brucella abortus* を用いた免疫化の 6 日後に集められた。

血清 3—*Brucella abortus* を用いた免疫化の 42 日後に集められた。

血清 4—血清 2 を 2-メルカプトエタノールで処理したもの。

血清 5—血清 3 を 2-メルカプトエタノールで処理したもの。

血清 6—*Brucella melitensis* を用いた次の免疫化の 42 日後に集められた。

2つの抗原に対して血清をテストし、次の結果を得た。

サンプル	<i>Brucella abortus</i> 抗原	<i>Brucella melitensis</i> 抗原
血清 1	陰性(−)	陰性(−)
血清 2	陽性(+)	陰性(−)
血清 3	陽性(+)	陰性(−)
血清 4	陰性(−)	陰性(−)
血清 5	陽性(+)	陰性(−)
血清 6	陽性(+)	陽性(+)

問 68) 次のうちどの記述が正しいか？（1点）

- A. その動物は *Brucella abortus* にも *Brucella melitensis* にも免疫反応を示さなかった。
- B. *Brucella melitensis* を用いた免疫化からは免疫反応は生じなかった。
- C. *Brucella abortus* を用いた免疫化に対する免疫反応がこのテストによって証明された。
- D. その動物は以前に *Brucella abortus* と *Brucella melitensis* 両方にさらされたことがある。
- E. その動物は以前に *Brucella abortus* と *Brucella melitensis* どちらかにさらされたことがある。

問 69) つぎのうちどの記述が正しいか？（1点）

- A. 血清4と血清6は培養された *Brucella abortus* と *Brucella melitensis* を区別するのに使うことができる。
- B. *Brucella abortus* と *Brucella melitensis* はこのテストによって同じ生物であると証明された。
- C. テストされた血清は *Brucella abortus* と *Brucella melitensis* 両方には特異性を持たない。
- D. *Brucella abortus* と *Brucella melitensis* 両方に対する IgG 抗体は血清6にありそうである。
- E. 抗体の特異性に関する結論はこのデータからは出せない。

問 70) 培養された *Yersinia enterocolitica* を用いた次の血清のテストは血清 3、5、6 が陽性 (+) 反応することを示した。次の記述のうち正しいものはどれか？（1 点）

- A. これらの血清は培養液内の *Yersinia enterocolitica* を特定する抗血清として使える。
- B. *Yersinia enterocolitica* と *Brucella abortus* は抗原決定基を共有している。
- C. テストされた血清は *Brucella abortus* と *Brucella melitensis* と *Yersinia enterocolitica* 全てには特異性を持たない。
- D. *Brucella abortus* と *Brucella melitensis* と *Yersinia enterocolitica* はこれらのテストによって同じ生物であると証明された。
- E. *Yersinia enterocolitica* に特異的な抗体がこのテストで示された。

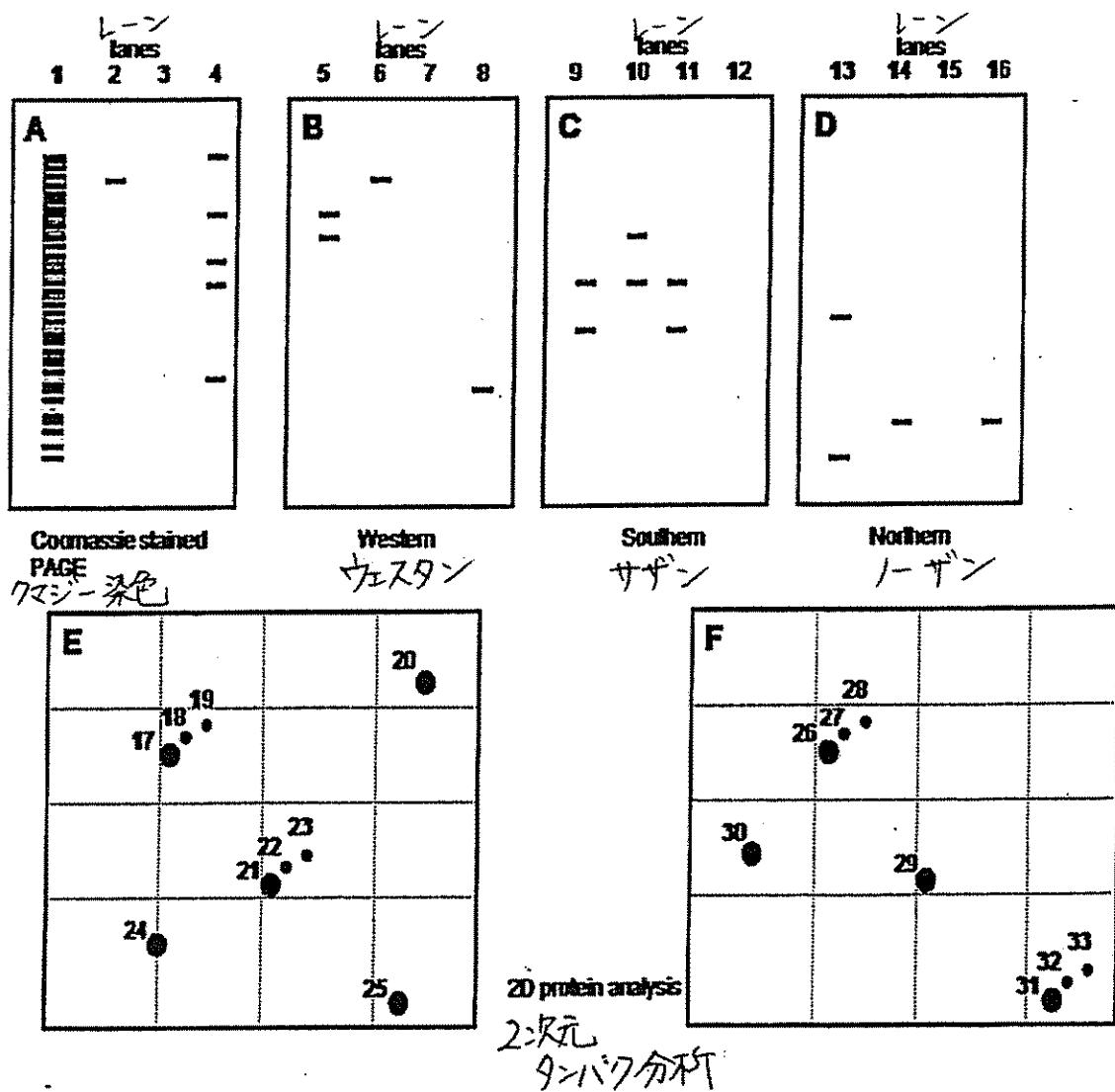
問 71) 次のうちどの記述が正しいか？（1 点）

- A. *Brucella abortus* に対する IgG 抗体が血清 2 にある。
- B. *Brucella melitensis* に対する IgM 抗体が血清 6 にある。
- C. *Brucella abortus* に対する IgM 抗体と IgG 抗体がこれらのテストで示された。
- D. *Brucella abortus* と *Brucella melitensis* 両方に対する IgM 抗体がこれらのテストで示された。
- E. *Brucella abortus* と *Yersinia enterocolitica* 両方に対する IgM 抗体がこれらのテストによって示された。

問 72) 上記の反応から次のうちどれが *Brucella abortus* に特異的な IgM 抗体を含むと想定されるか？(1 点)

- A. 血清 2 と血清 3
- B. 血清 2 と血清 4
- C. 血清 2 と血清 5
- D. 血清 2 と血清 1
- E. 上のいずれでもない

問 73-77. 次の図で、6つの電気泳動の結果が与えられている。バンドはポリアクリルアミドタンパク質電気泳動、ウエスタンプロッティング、サザンプロティング、ノザンプロッティングの数字を付けられたレーンに示されており、スポットは2次元タンパク質電気泳動のゲルに番号が付けられている。この情報を使って次の質問に答えなさい。



問 73) 研究者が分解されたゲノム DNA が試験されたときに遺伝子の 2 つの異なる部分を認識するプローブを設計した。次のうちどれによって通常の組織と比較して腫瘍細胞内でこの遺伝子から DNA の一部が失われていることを確認できるか？（1 点）

- A. 腫瘍からのレーン 10 と通常の組織からのレーン 11 を比較する。
- B. 腫瘍からのレーン 11 と通常の組織からのレーン 10 を比較する。
- C. 観察されるバンドのパターンに変化は無い。
- D. 腫瘍からのレーン 14 と通常の組織からのレーン 13 を比較する。
- E. 腫瘍からのレーン 14 と通常の組織からのレーン 16 を比較する。

問 74) 代謝の病気を患った患者の原因が、その病気に関する代謝経路に関わるタンパク質の翻訳後修飾の変化によってもたらされると示しているのはつぎのうちどれか？（1 点）

- A. 影響を受けた組織からのレーン 6 と通常の組織からのレーン 5
- B. 影響を受けた組織からのレーン 6 と通常の組織からのレーン 8
- C. 影響を受けた組織からのスポット 26、27、28 と比較した通常の組織からのスポット 21、22、23
- D. 影響を受けた組織からのスポット 25 と比較した通常の組織からのスポット 31、32、33
- E. 影響を受けた組織からのスポット 29 と比較した通常の組織からのスポット 20

問題 75) 胚における二つの組織の発達の差が転写によるものであるとの仮説を最も支持する説明は次のうち、どれか。(1 ポイント)

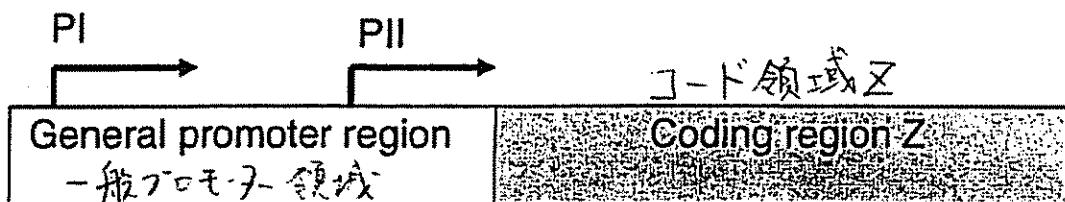
- A. レーン 2 の脳組織と、レーン 3 の肢芽を比較する
- B. 脳由来のスポット 21、22、23 と、肢芽由来のスポット 29 を比較する
- C. 脳由来のレーン 14 と、肢芽由来のレーン 15 を比較する
- D. レーン 8 の脳組織と、レーン 6 の肢芽組織を比較する
- E. レーン 11 の脳組織と、レーン 12 の肢芽組織を比較する

問題 76) 組み替え遺伝子をコードするプラスミドによって、細胞が遺伝子導入されたことを最もよく説明しているのは、パネル A～D のうち、どのレーンか。

(まず、プラスミドから転写された RNA の発現を、特異的な核酸プローブで解析する。その後、発現したタンパク質を精製し、精製されたことを示す。最後に、発現したタンパク質を特異的な抗体と反応させる。)

- A. 14,2,6
- B. 1,6,9
- C. 14,2,8
- D. 13,9,5
- E. 9,8,2

問題 77) 遺伝子 Z には二つのプロモーターがある。プロモーター I は、あるステロイドホルモンによって細胞が刺激されたときに使われる。プロモーター II は、ステロイドホルモンが存在しないときに使われる。P<sub>II</sub> プロモーターを使って転写された mRNA は、P<sub>I</sub> を使って転写された mRNA よりもかなり短い。



分解がなかったと仮定すると、遺伝子 Z の転写産物が、遺伝子 Z のmRNA に対する特異的な核酸で検出されたという結果を最もよくあらわしている二つのレーンはどれか。(ステロイドホルモン処理をした細胞からとった RNA と、ステロイドホルモン処理をしなかった細胞からとった RNA を比較する)

- A. レーン 15 (ステロイド処理をした細胞) とレーン 13 (処理をしなかった細胞) を比較する
- B. レーン 13 (ステロイド処理をした細胞) とレーン 14 (処理をしなかった細胞) を比較する
- C. レーン 13 (ステロイド処理をした細胞) とレーン 15 (処理をしなかった細胞) を比較する
- D. レーン 14 (ステロイド処理をした細胞) とレーン 13 (処理をしなかった細胞) を比較する
- E. 以上の選択肢の中にはない

参加者番号：\_\_\_\_

2004 ブリスベン オーストラリア  
国際生物学オリンピック

第15回国際生物学オリンピック  
ブリスベン, 2004年

理論問題2

解答時間：2時間半（150分）  
得点： 80点満点

### 一般的の注意

お手元にあるのが正しい試験問題と解答用紙であるか、ご確認下さい。

解答時間は、各設問ごとの得点に比例させて使うようお勧めいたします。

### 重要

解答には、与えられた解答用紙を用いること。

自分の氏名と3つの数字からなるコード番号が、各解答ページの上部に記されているか確認すること。

与えられた鉛筆を使用し、解答用紙の適切な円を塗りつぶすこと。

特に指定がない限り、各設問には唯一つの正解が存在する。

部分点は与えられるが、誤りについて減点されることはない。

では、頑張ってください。

## 解答用紙に関する注意

解答においては、適切な円を与えられた HB の鉛筆で完全に塗りつぶしなさい。一行につき、円を一つだけ塗りつぶしなさい。解答を変更する場合には、消しゴムを用いて間違えた箇所を完全に消し、必要な円を新たに塗りつぶしなさい。これは、データの読み取り機が解答を正しく読み取るために重要である。例えば、正しく塗りつぶされた解答は以下のようになる：

「D」を解答として選ぶには：

	A	B	C	D	E
正解	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

誤り	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
誤り	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
誤り	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
誤り	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
誤り	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
誤り	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

設問によっては、解答に数字を入れるよう求められる場合がある。その場合、解答の各桁に対応する円を塗りつぶす必要がある。円の上には番号を書き込む空欄があるが、データの読み取り機が解答を読み取るためにには円も塗りつぶされていなければならない。例えば、正しく塗りつぶされた解答は以下のようになる：

「5. 08」と答えるには：

<input type="checkbox"/> [5]	<input type="checkbox"/> [08]	
1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
9	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
0	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Theory-2-page 3

問題 81-85 14 歳のが顔にできたぶつぶつのことで家庭医にかかった。医者は穏やかな症状のニキビと診断した。

問題 81→

**SKIP**

第 82 問

ニキビとは、炎症を起こした皮膚のことです。炎症のはじめに起こるしるしではないものは、下記のうちどれですか？

(1 点)

- A. 顔が赤くなる（熱）
- B. 発赤（赤み）
- C. 顔面蒼白（青白い）
- D. 痛み（痛み）
- E. 腹痛（腫れ）

Theory-2-page 4

第 83 問

ニキビとは、*Propionibacterium acne* によって起こる脂肪腺の炎症である。これは、グラム陽性菌だが、これは細胞壁が以下のどれで構成されていることを示すか？

(1 点)

- A. リポ多糖層
- B. ペプチドグルカン層
- C. 厚いペプチドグルカン層の上の薄いリポ多糖層
- D. 薄いペプチドグルカン層の上の厚いリポ多糖層
- E. 厚いペプチドグルカン層の上の厚いリポ多糖層

第 84 問

どの免疫細胞が進入した細菌を食菌するために炎症部位に運ばれるか。

(1 点)

- A. リンパ球
- B. 好中球
- C. 好酸球
- D. 好塩基球
- E. プラズマ細胞

第 85 問

抗生素質の処理は、多くの細菌性炎症を克服する助けとなる。なぜ、ペニシリンは多くの細菌にとって有毒なのか。(1 点)

- A. DNA の複製を妨害するため
- B. 転写を抑制するため
- C. 翻訳を混乱させるため
- D. タンパク質合成を妨害するため
- E. 細胞壁の形成を抑制するため

問題 86-90

今日の生物学のもっとも論議を呼ぶ問題のひとつは、人間が消費する食べ物として供給される作物への遺伝子改造である。生物学者は、遺伝子改造の基本的な科学について認識しなければならない。

問題 86→

SKIP

問題 87→

SKIP

問題 88

遺伝子組み換え動物のように、遺伝子組み換え植物は、ひとつ以上の人工的に挿入された遺伝子を持つように遺伝的に操作された品種である。以下のうち、どのような手法が作物に遺伝子を導入することに使われるか。(1 点)

1. *Agrobacterium tumefaciens* の感染

2. エレクトロポレーション

3. 幹細胞のレトロウィルス感染

4. 植物組織培養

5. マイクロ・インジェクション

A. 1,3

B. 1,2,5

C. 2,4,5,

D. 4,5

E. 5つ全て

問 89) 遺伝子技術者は、組み換え DNA 分子を 2 つの酵素を用いて構築する。制限酵素と、DNA リガーゼである。この 2 つの酵素はどのような働きをするのか。(1 点)

- A. これらは異なる反応を触媒する。制限酵素はフラグメントをより大きな分子に接合する。DNA リガーゼは DNA をより小さな分子に加水分解する。
- B. これらは異なる反応を触媒する。制限酵素は DNA をより小さなフラグメントに加水分解する。DNA リガーゼはフラグメントをより大きな分子に接合する。
- C. これらは両方とも DNA を小さなフラグメントに加水分解する。
- D. これらは両方とも DNA のフラグメントをより大きな分子に接合する。
- E. これらは両方とも異なる加水分解反応を触媒する。制限酵素はバクテリアのプラスミド DNA を加水分解する。DNA リガーゼは DNA を真核細胞から加水分解する。

SKIP

SKIP

**SKIP**

**SKIP**

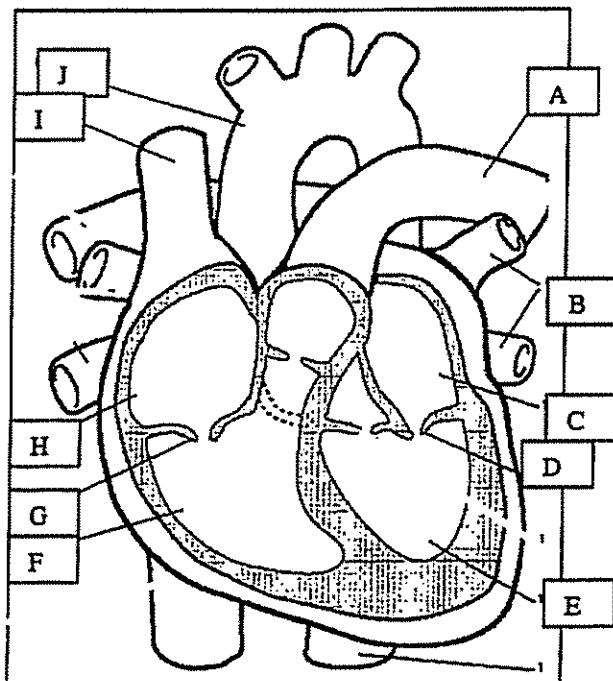
SKIP

**SKIP**

問題 96-100

人間の心臓血管システムは、力強いポンプとバルブと特殊化した血管からなる、閉鎖された循環システムである。

問 96). 図 (A-J) に示されている心臓の解剖学的特徴を下記のリストの単語を使って示せ (1-10)。(1点)



1. 僧帽弁
  2. 右心房
  3. 肺静脈
  4. 三尖弁
  5. 大動脈
  6. 上大静脈
  7. 右心室
  8. 左心房
  9. 肺動脈
  10. 左心室

問 97). 前の図で標識した構造の A,B,C,E,F,H,I,J から、組織循環から血液が入ってくる流れが正しい順序になっているものはどれか。(1 ポイント)

- A. I,H,F,J,B,C,E,A
- B. I,H,F,A,B,C,E,J
- C. A,F,H,I,B,C,E,J
- D. J,E,C,B,AF,H,I,
- E. A,F,H,J,B,C,E,I

問 98). 管の中の流れは方程式  $v = \frac{\pi r^4 p}{8cl}$  に従って決定される。

ここでは  $l = \text{cm}$  単位の管の長さ

$r = \text{cm}$  単位の半径

$p = \text{cm}^2$ あたりのダイン単位での、管の 2 つの端の間の圧力の差

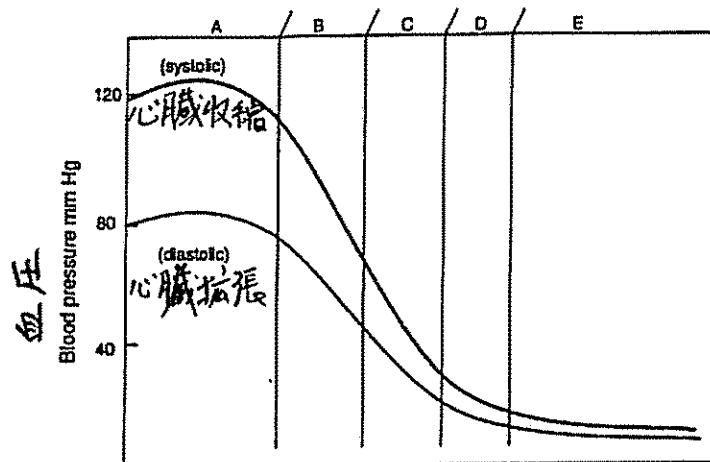
$c = \text{cm}^2$ あたりのダイン/秒単位での粘性の係数

$v =$  一秒あたりの  $\text{cm}^3$ での体積

以下のうちどれが、血液の流れへの抵抗にもっとも大きな効果を持つか。(1 点)

- A. 血管の長さの倍増
- B. 血管の直径の倍増
- C. 血圧の倍増
- D. 血液の粘性の倍増
- E. 血液の粘性の半減

問 99). 下記のグラフは、A-E で標識した異なる血管を通って循環装置を流れる血液の体積の圧力（心臓収縮と心臓拡張）を表している。



どの血管が A-E の文字に当てはまるか。(1 点)

1. 細静脈
2. 毛細血管
3. 細動脈
4. 静脈
5. 動脈

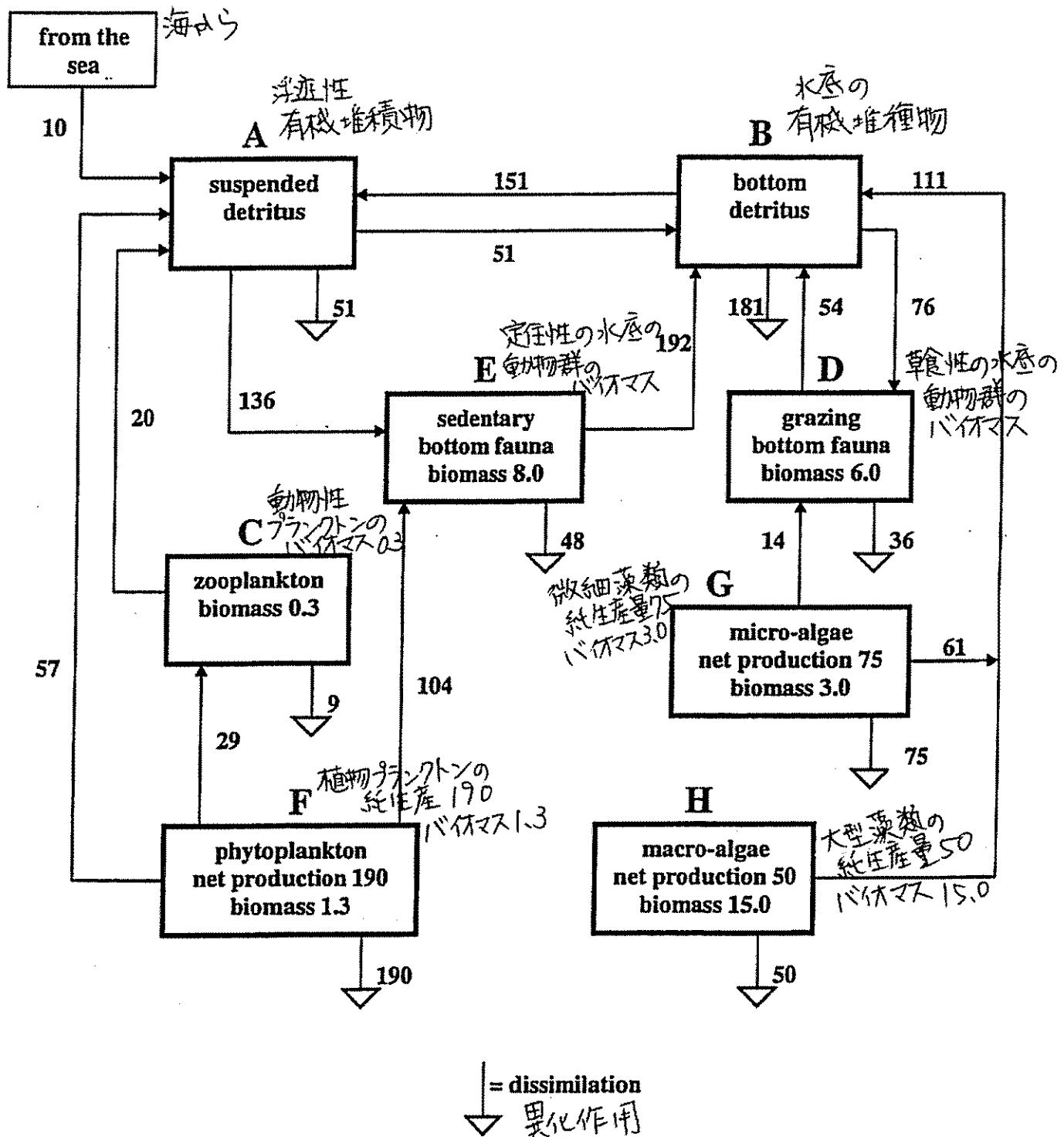
Answer
[A/B/C/D/E/]

問 100). 下記の全ての文章は、ひとつを除いて誤りである。そのひとつとはどれか。(1 点)

- A. 成人の通常の血圧は 140/90 である。
- B. 運動している間、血圧は増加する傾向がある。
- C. 心臓と、血管への交感神経の刺激は、血圧を下げる傾向にある。
- D. 心臓からの拍出量の低下は、血圧を上げる効果がある。
- E. 心雜音は、漏れやすい大動脈の動脈瘤に影響されている可能性がある。

## 問 101-105

研究者は、湖の炭素循環を研究し、その結果を以下のような理論体系をにまとめた（数字は一年ごとの $\text{g/m}^2$ 単位での炭素の流れを表している）。



**SKIP**

問 101). この理論体系の中に表されている消費者のバイオマスの総量は何か。(1 ポイント)

A. 8.3

B. 9.6

C. 14.0

D. 14.3

E. 29.0

問 102). この生態系の一次生産の総計は何か。(1 ポイント)

A. 125

B. 240

C. 265

D. 315

E. 630

問 103). ひとつの生態系の生産力の指示するものとして、P/B 比と呼ばれるものがある。

P = 一次的な総生産、B = バイオマスである。どのグループが最も高い P/B 比を持つか。(1 点)

A. D (草食性の水底の動物群のバイオマス)

B. E (定住性の水底の動物群のバイオマス)

C. F (植物性プランクトン)

D. G (微細藻類)

E. H (巨大藻類)

問 104). 巨大藻類と微細藻類は、それらの総生産が異なる。下記の文章のうち、違いを説明できるものはどれか。(1 点)

- A. バイオマスの体積ごとに、巨大藻類は微細藻類よりも多くの光を受け取る。
- B. 光合成に含まれる微細藻類の比率は、巨大藻類よりもずっと多い。
- C. 微細藻類はより多くの生産に貢献するが、水底の有機堆積物として失われる。
- D. 巨大藻類の異化作用は、微細藻類に比べてずっと大きい。
- E. 巨大藻類はより大きなバイオマスをもち、より多く生産するがより多くを異化作用で失う。

問 105). 湖では、およそどのくらいの日数で微細藻類の全体のバイオマスが更新されるか。

- A. 75
- B. 61
- C. 25
- D. 15
- E. 3

問 106-110). 全ての有機体は少なくとも 2 つのプロセスのうちひとつ以上で生殖する。有性生殖と無性生殖である。双方のプロセスは遺伝物質の複製を含む。無性生殖の場合は、同一の子孫を生産し、有性生殖の場合は変化した子孫（2 つの異なる両親の有機体からの配偶子の組み合わせ）を生産する。真核細胞では、DNA の複製は細胞分裂によって調節されている。

問 106). 人間の性染色体について、間違っているものはどれか。(1 点)

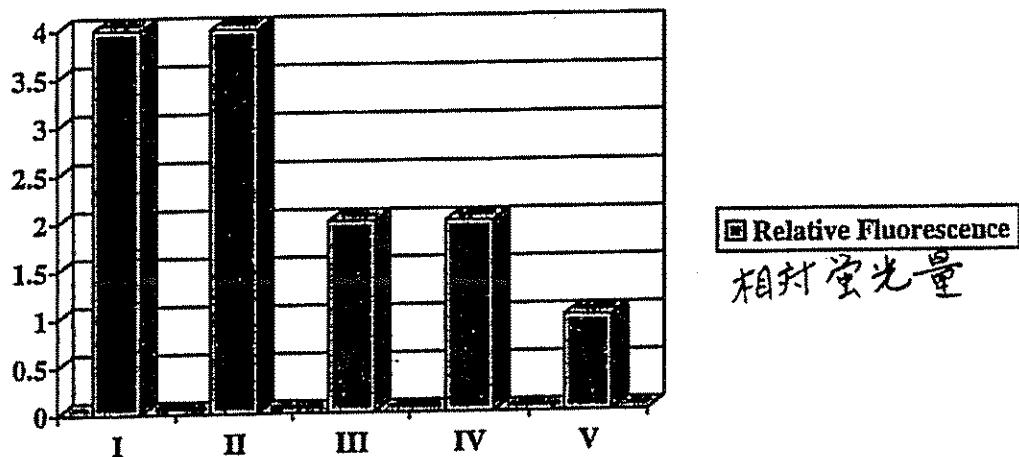
- A. X 染色体は何百もの遺伝子を含んでいる。
- B. Y 染色体は全ての人間の染色体の中でもっともわずかな遺伝子を含んでいる。
- C. Y 染色体は、祖先的な種の X 染色体から進化したと思われる。
- D. ほとんどの X 染色体の遺伝子は、女性の性成熟に関連している。
- E. Y 染色体は、減数分裂の間、交差しないことが他の染色体とは異なる。

問 107). 細胞分裂とは、基本的な細胞の過程であるが、以下のうちどのような特性を持つか。(1 点)

- A. 染色体の同一なセットを受け取った遺伝的に同一な 2 つの娘細胞ができる。
- B. 細胞分裂は、傷ついたり、老化した細胞の交換と、無性生殖のための成長に重要である。
- C. 多くの種で、半数体の細胞は 2 倍体の細胞と同様に細胞分裂する。
- D. 上記のうち 2 つ。
- E. D を除いて全て。

Theory-2-page 22

問 108). ひとつの細胞のうち、DNA 量は DNA の量に正比例するように結合する染色剤の蛍光量によって測定することが出来る。下記の棒グラフは、細胞分裂の異なるステージにおける真核細菌細胞の蛍光を表している(I、II、III、IV、V)。



ステージ I - V と 1-5 の細胞分裂ステージが正しくあっているものは A-E のうちどれか。(1 点)

1. 減数分裂の後期 I
  2. 減数分裂の後期 II
  3. 終期 II に続く細胞質分裂
  4. 減数分裂の前期 II
  5. 減数分裂の前期 I
- A. 1=II, 2=IV, 3=V, 4=III, 5=I
- B. 1=I, 2=II, 3=III, 4=IV, 5=V
- C. 1=V, 2=IV, 3=III, 4=II, 5=I
- D. 1=I, 2=II, 3=IV, 4=III, 5=V
- E. 1=IV, 2=I, 3=II, 4=III, 5=V

問 109). 細胞質分裂とは、もとの動物細胞が 2 つの娘細胞に分かれる過程である。下記のタンパク質のリストの中で、どれが細胞質分裂のステップに含まれるか。(1 点)

チューブリン

フィブロネクチン

ヒストン

アクチン

ミオシン

コラーゲン

アルブミン

A. チューブリン、フィブロネクチン、アルブミン、アクチン

B. ミオシン、コラーゲン、ヒストン、チューブリン

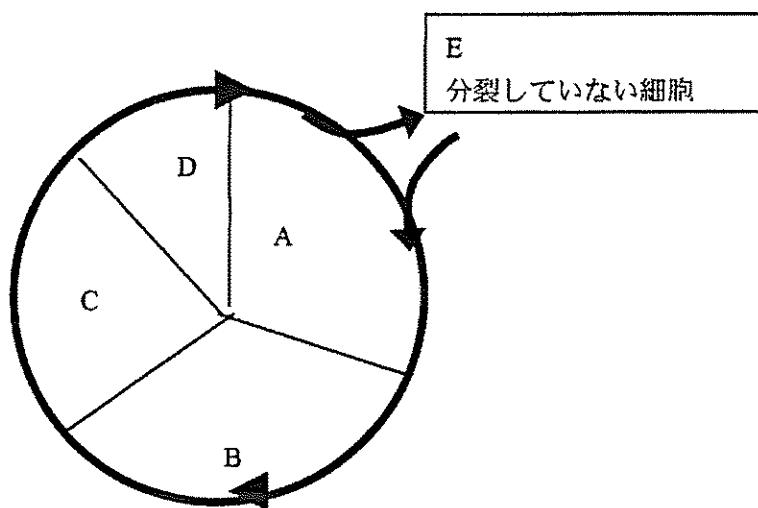
C. アクチン、ヒストン、コラーゲン

D. チューブリン、ミオシン、アクチン

E. ミオシン、フィブロネクチン、コラーゲン、アルブミン

Theory-2-page 24

問 110). 下記の図は 5 つの相にわかれた真核細胞の細胞周期を表している。



図の A-E の段階を表に示した細胞周期のステージと合わせ、F-J の過程を表に示した適切な細胞周期のステージと合わせなさい。(1 点)

F. 細胞質分裂

G. 細胞の主な成長期間

H. DNA の複製

J. 休止細胞

J. 間期の最後の段階

	細胞周期のステージ	周期 [A,B,C,D,E]	機能 [F,G,H,I,J]
1.	$G_2$		
2.	M		
3.	$G_1$		
4.	S		
5.	$G_0$		

問 111-115. 乳牛は牧草地で放牧される。夜が近づくにつれて、乳牛は搾乳小屋へ向かう小さな行列に参加する。

問 111). なぜ、乳牛は自発的に搾乳小屋に行くのか。(0.5 点)

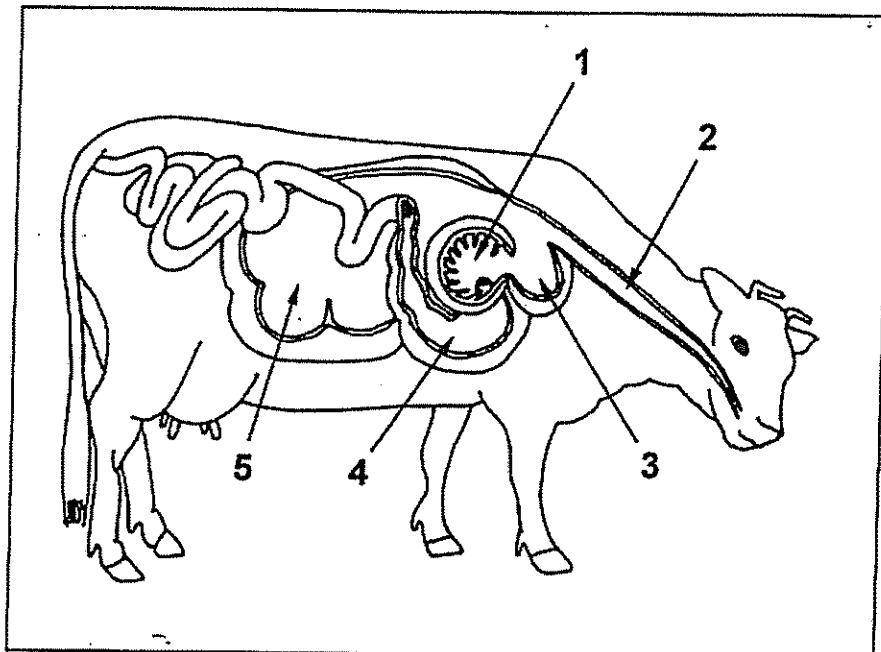
- A. 本能に関する生まれながらの行動（群生の性質）
- B. 母系優位に関する生まれながらの行動（リーダーに従う）
- C. 食べ物の褒美に反応する学習した行動（搾乳の間、餌を与えられる）
- D. 痛みの苦痛に反応する学習した行動（乳房の圧力が搾乳によって解放される）
- E. 喜びに反応する学習した行動（搾乳の刺激が楽しい）

問 112). 牛乳は、酪農用家畜の群れから、一日に二回集められる。以下の文章のうち間違っているものはどれか。(0.5 点)

- A. ホルモンであるオキシトシンが、牛乳が降りてくる反射の原因である。
- B. 牛乳は、泌乳期の乳牛からしか集められない。
- C. 牛乳を出す全ての乳牛は妊娠済みである。
- D. 牛乳は吸引刺激に反応してのみ、生産され続ける。
- E. 牛乳は、乳脂肪と初乳（タンパク質およびミネラル）が豊富である。

問 113). 乳牛は反芻動物である。これらは発酵性の消化を促進する特別な小嚢を持つ消化路を持つ。  
下記のリストの単語を用いて、数字で示された図の器官に名前をつけよ。

(1 点)



- |       |         |         |
|-------|---------|---------|
| A. 葉胃 | B. 十二指腸 | C. 網状組織 |
| D. 食道 | E. 第一胃  | F. 回腸   |
| G. 空腸 | H. 脾胃   | I. 大腸   |

1.
2.
3.
4.
5.

Answer  
答  
[A/B/C/D/E/F/G/H/I]


Theory-2-page 27

問 114). 食物の消化は様々な器官で作られる酵素によって促進される。記載されている酵素が生産される部位を示せ。そしてそれらが働きかける基質はどれか。

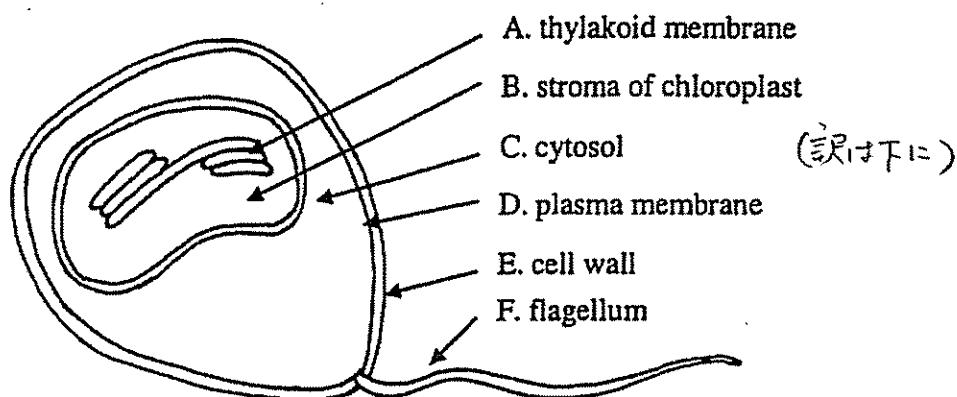
器官	食物の基質	酵素	器官 (A/B/C/D/E)	基質 (F/G/H)
A. 腸	F. 多糖類	1. トリプシン		
B. 胃	G. タンパク質	2. リパーゼ		
C. 脾臓	H. 脂肪	3. アミノペプチダーゼ		
D. 唾液腺		4. キモトリプシン		
E. 肝臓		5. アミラーゼ		
		6. ペプシン		

問 115). 乳牛は、植物細胞を消化する酵素であるセルラーゼを生産することが出来ない。替わりに、内生の共生微生物にその作用を頼っている。植物細胞を消化するためにルーメン（第一胃）の中でセルラーゼを生産する生命体を Yes (Y) か No (N) で示せ。

1. ウィルス	答え [Y/N]
2. 細菌	
3. スピロヘータ	
4. リケッチア	
5. プロテゾア	
6. 菌類	
7. 藻	
8. 寄生虫	

Theory-2-page 28

問 116-120. 下記の図は海生の単細胞の緑藻を表している。そのひとつの葉緑体といくつかのその他の細胞の構成要素が示してある。



- A. チラコイド膜
- B. 葉緑体のストロマ
- C. 細胞質
- D. 原形質膜
- E. 細胞壁
- F. 鞭毛

問 116) 以下を含む構成要素はどれか。(1 点)

答え  
[A/B/C/D/E/F]

1. 光合成のための光エネルギーを受容する褐色と黄色のカロテノイド
2. デンプン
3. 淡水条件下で細胞が破裂するのを防ぐ巨大分子のポリマー
4. ミトコンドリア

問 117) 藻類の成長に必要とされる 2 つのミネラル栄養分はマグネシウム (Mg) とマンガン (Mn) である。これらのミネラルの機能とは何か。(1 点)

- A. Mg は浸透作用を助ける。Mn は鞭毛の動きを助ける。
- B. Mg は葉緑体にある。Mn は光合成能を持つ、水の分解に関わる複合体にある。
- C. Mg はチラコイドのチトクロムにある。Mn はミトコンドリアの呼吸の電子伝達系の末端のチトクロム酸化酵素にある。
- D.  $Mg^{2+}$  はリガンド依存性の  $Ca^{2+}$  チャネルを開く。 $Mn^{2+}$  はこのチャネルを閉める。
- E. Mg は電子伝達に必要である。Mn は膜輸送に必要である。

問 118).

この藻類による、光合成の還元力の発生が、以下に示す細胞内での反応において直接的に不可欠なものであるかどうか、不可欠である(Y)或いは、不可欠でない(N)で示しなさい。(1 点)

	答え [Y/N]
1. $CO_2$ と $H_2O$ から糖を生成する	
2. 窒素のアンモニアへの転化は、アミノ酸の生合成に必要である	
3. グルコースからクエン酸を生産する	
4. 細胞質リン酸の DNA と RNA への取り込み	
5. アミノ酸であるシトシンとメチオニンへの硫酸の同化	

問 119). この藻類の生殖能力をまとめている文章はどれか。 (1 点)

- A. 有糸分裂によって生殖する。この場合は遺伝的に多様な子孫が形成される。
- B. 減数分裂によって生殖する。この場合は遺伝的に同一の子孫が形成される。
- C. 有糸分裂によって生殖する。この場合は遺伝的に同一の子孫が形成される。
- D. 減数分裂によって生殖する。この場合は遺伝的に多様な子孫が形成される。
- E. C と D によって生殖する。

問 120). 鞭毛は、真核生物に一般的である。ある原核生物（細菌）も、同様に鞭毛を持っている。次の問い合わせに答えなさい。

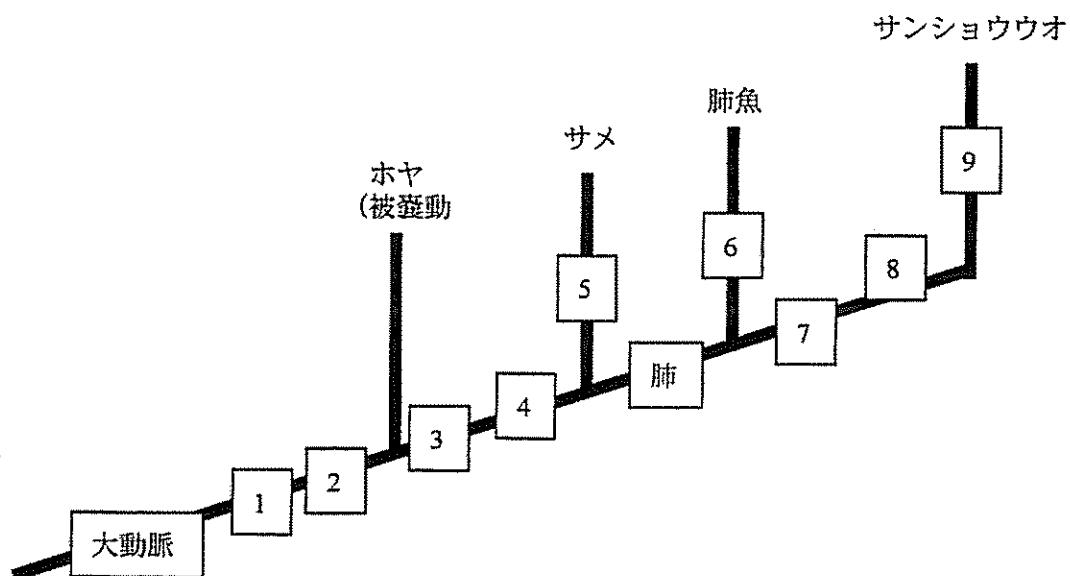
1. 細菌の鞭毛は2層の膜で覆われている。
2. 真核生物の鞭毛は分裂している細胞が動く時に波打つ。
3. 細菌と真核生物の鞭毛は双方ともプロトン勾配を直接的なエネルギー源として用いている。
4. 原核生物の鞭毛はアクチンから成る。真核生物の鞭毛はチューブリンから成る。
5. 原核生物の鞭毛は、複数のタンパク質のローターが結合したタンパク質のらせん形の繊維である。
6. 全ての原核生物の細胞は少なくともひとつの鞭毛を持っている
7. 全ての真核生物の鞭毛は原形質膜の伸長したもので覆われている。
8. 全ての機能のある真核生物の鞭毛は分子モータータンパク質を含んでいる（ダイニン）
9. 原核生物の鞭毛はひとつの方向にのみ回転する
10. それぞれの真核生物の鞭毛はそれ自身の基底小体を持っている。

これらの文章のうち正しいものはどれか。（2点）

- A. 2,5,7,8,10
- B. 1,4,7,9,10
- C. 3,5,6,8,10
- D. 2,4,7,8,9
- E. 1,3,5,7,9

問題 121-123 多くの遺伝的あるいは表現型の特長が動物でも植物でも遺伝子地図の作成や分類学で使用されている。

問題 121) 動物界の系統分類の一部が下に示されている。



下に示す A～O の 16 の選択肢の中から、上の 9 つの位置にあてはまる最も適切な特徴を選びなさい。

(15)

- |           |           |          |
|-----------|-----------|----------|
| A. 有羊膜類の卵 | F. 鰓孔     | K. 筋肉性ひれ |
| B. 硬骨性ひれ  | G. 蝶番頸    | L. 浮き袋   |
| C. 頭化現象   | H. 内生発達卵  | M. 脊椎    |
| D. 三心房性心臓 | I. 手足     | N. 肋骨    |
| E. 筋繊維性骨格 | J. 粘着性の長舌 | O. 尾     |

問題 122) 羽の構造や機能は昆虫の特徴である。右の表にならべた 1~5 の羽の特徴にあてはまる昆虫を、左の A~E からひとつずつ選びなさい。(1 点)

A. トンボ目	1. 1 対の羽を持つが、2 対目の羽は平均棍に置き換わっている
B. ハエ目	2. 膜状の 2 対の羽を持つ
C. バッタ目	3. 羽がない
D. チョウ目	4. 2 対の羽を持つが、前翅は皮状で、後翅は膜状である
E. シラミ目	5. 小さな鱗片で覆われた 2 対の羽根を持つ

1	2	3	4	5

問題 123) 植物のある一つの通常染色体上に、連鎖している三つの遺伝子座 (a, b, c) がある。ABC/abc という雑種を、劣性個体と掛け合わせた結果、得られた配偶子の比率は以下のようであった。

<i>ABC</i>	414	<i>Abc</i>	70
<i>ABc</i>	28	<i>abC</i>	1
<i>abc</i>	386	<i>aBC</i>	80
<i>AbC</i>	20	<i>ABc</i>	1

1. これらの遺伝子の染色体上の並ぶ順は次のどれか。 (1 点)

- A. abc
- B. acb
- C. bac

2. それぞれの遺伝子座の距離(地図単位)を正しくあらわしているのは次のどれか。 (2 点)

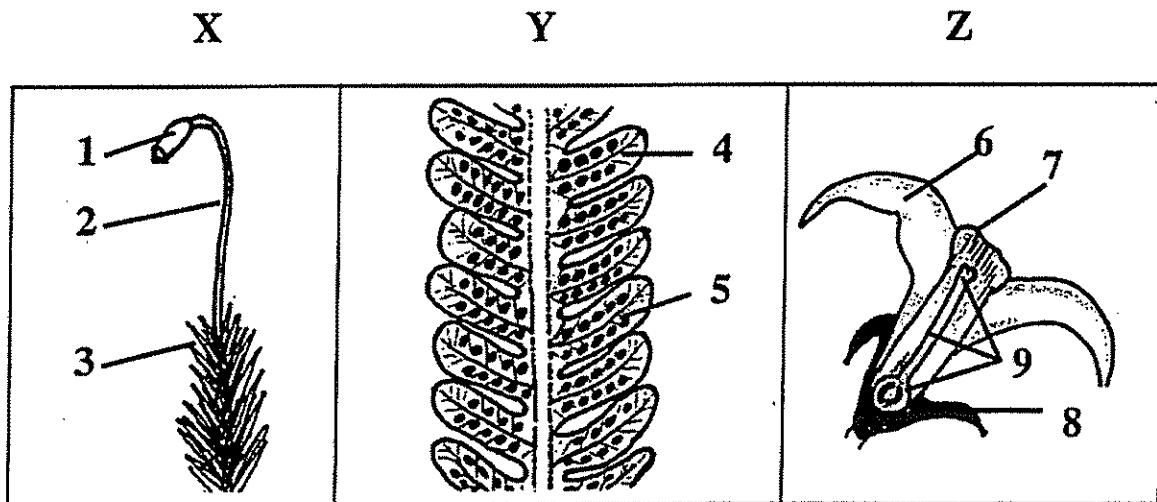
	a と c の距離	b と c の距離
A.	2.1	2.4
B.	3.4	5.0
C.	5.0	15.2
D.	15.2	3.4
E.	15.2	5.0

(問題 124-126) ある植物学者がコケ、シダ、顕花植物（トマト）の生殖器官の研究をしている。この植物学者は次のスケッチを描いた。

X. コケの葉、剛毛、蒴

Y. シダの葉の裏側

Z. トマトの花の断面図



9つの構造物に1～9の番号がつけてある。

問題 124) 次のような特徴を持っている構造はどれか、示しなさい。 (2点)

1. 半数体の細胞で、光合成を行う

A. 4,5のみ

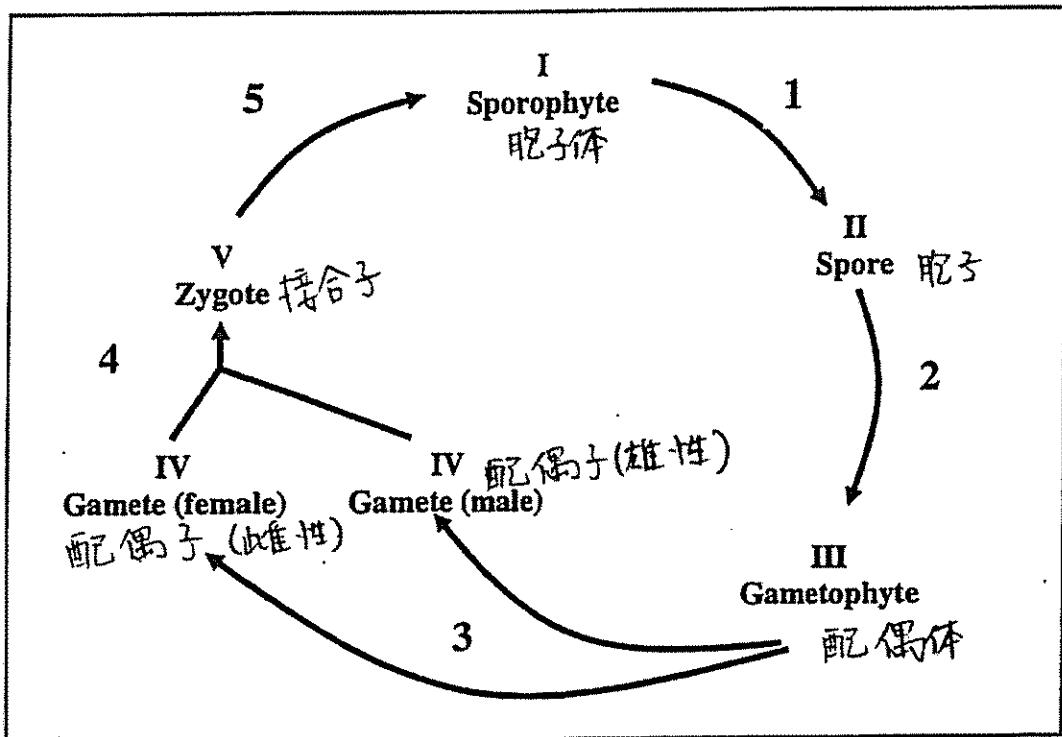
B. 3のみ

C. 1,2,6のみ

D. 4,8のみ

2. 2倍体細胞で、光合成を行う
- A. 1,2,3 のみ
  - B. 3 のみ
  - C. 3,4,8 のみ
  - D. 4,8 のみ
3. 光合成以外の機能を持つように葉が変化したものである。
- A. 1,2 のみ
  - B. 1,2,6,7 のみ
  - C. 1,5,9 のみ
  - D. 6,7,9 のみ
4. 減数分裂が起こっている、あるいは減数分裂が起きたばかりの構造
- A. 1,5,7,9 のみ
  - B. 3,4,8 のみ
  - C. 1,2,5 のみ
  - D. 2,8 のみ
5. 胞子を形成する構造で、その胞子は発芽して半数対の光合成を行う植物体となる
- A. 1 のみ
  - B. 1,5 のみ
  - C. 1,5,7 のみ
  - D. 5,7 のみ

問題 125) 下の図にはシダ植物の生活環が示されている。5つの過程 (1~5 の番号) と、5つのステージ (I ~ V) がある。



次の説明にあてはまる過程、またはステージを答えなさい。 (2点)

1. 遺伝的多様性を作り出すもの

A. 1,3のみ

B. 2,3,4のみ

C. 1,4のみ

D. 3のみ

2. 減数分裂が行われるもの

- A. 1のみ
- B. 1,2,3のみ
- C. 2,5のみ
- D. 3,4のみ

3. 半数体の細胞でできているもの

- A. I、III、IVのみ
- B. II、III、IVのみ
- C. I、Vのみ
- D. IVのみ

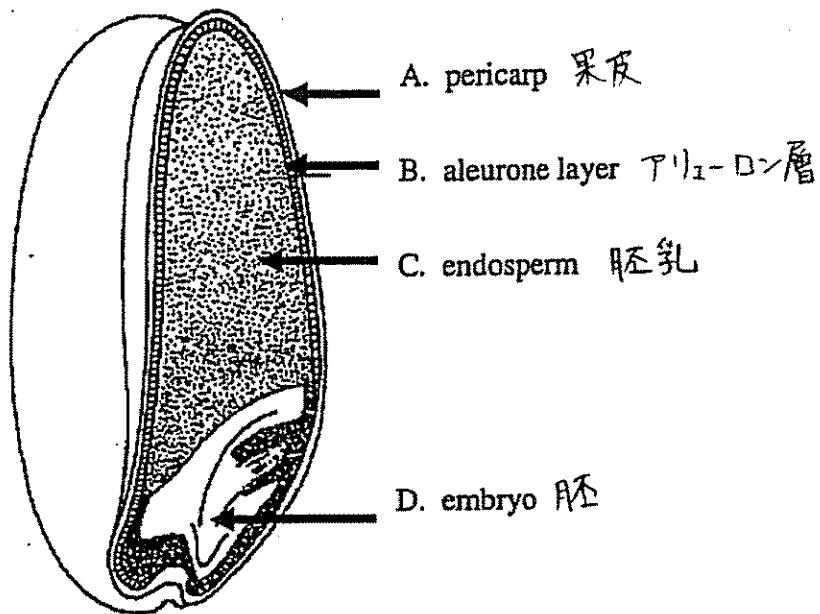
4. 2倍体の細胞でできているもの

- A. I、II、IIIのみ
- B. I、II、III、IVのみ
- C. II、Vのみ
- D. I、Vのみ

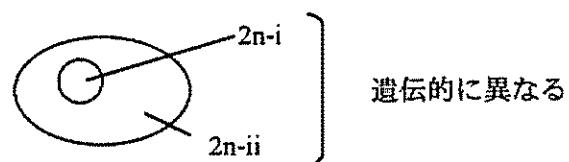
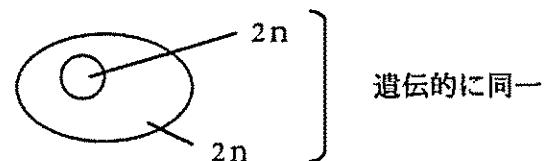
5. 人間の生活環には相当のステージが存在しないもの

- A. I、IIIのみ
- B. II、IIIのみ
- C. III、IVのみ
- D. II、III、Vのみ

問題 126) 単子葉植物の生殖器官を観察した。図はイネの種子の断面を示しており、A～D にはそれぞれの部分の名前が記されている。



それぞれの部分の倍数性 ( $n, 2n, 3n$  など) について答えなさい。もし、二つ以上の組織が同じ倍数性であるときは、遺伝的に同一の組織であるか、あるいは異なる組織であるかを次のように答えなさい。

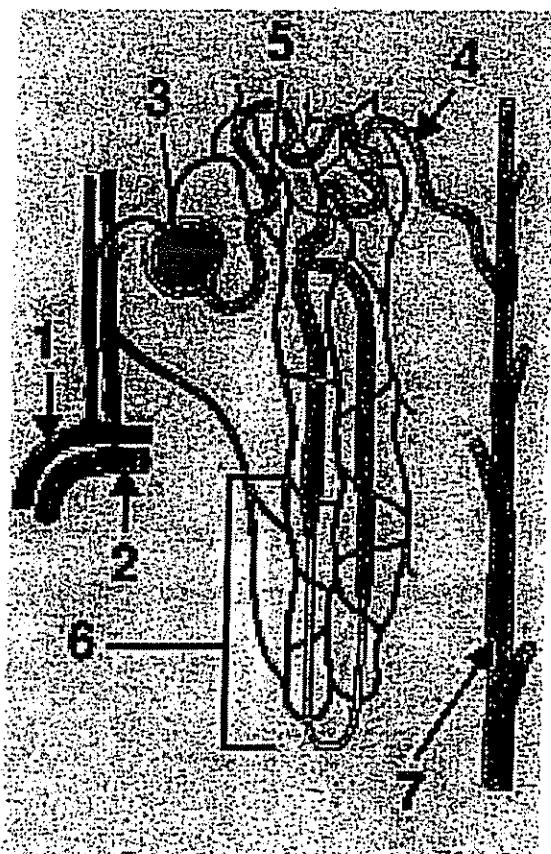


- |    |         |          |           |          |
|----|---------|----------|-----------|----------|
| A. | A: 2n   | B: n     | C: n      | D: 2n    |
| B. | A: 2n-i | B: 3n    | C: 3n     | D: 2n-ii |
| C. | A: 3n-i | B: 3n-ii | C: 3n-iii | D: 2n    |
| D. | A: 2n-i | B: n     | C: 2n-ii  | D: 3n    |
| E. | A: 2n   | B: 3n-i  | C: 3n-ii  | D: 2n    |

Theory 2-page-40

問題 127-131 分子量 68,000 のアルブミンは、血漿中で最も豊富に存在するタンパク質であり、血漿中の総タンパクの約 60%を占める。

問題 127) ある人が腎臓の障害によって、血漿中のアルブミン量が少ないことがわかった。下の腎臓の図の中から、この患者の障害が疑われる場所を選びなさい。(1 点)

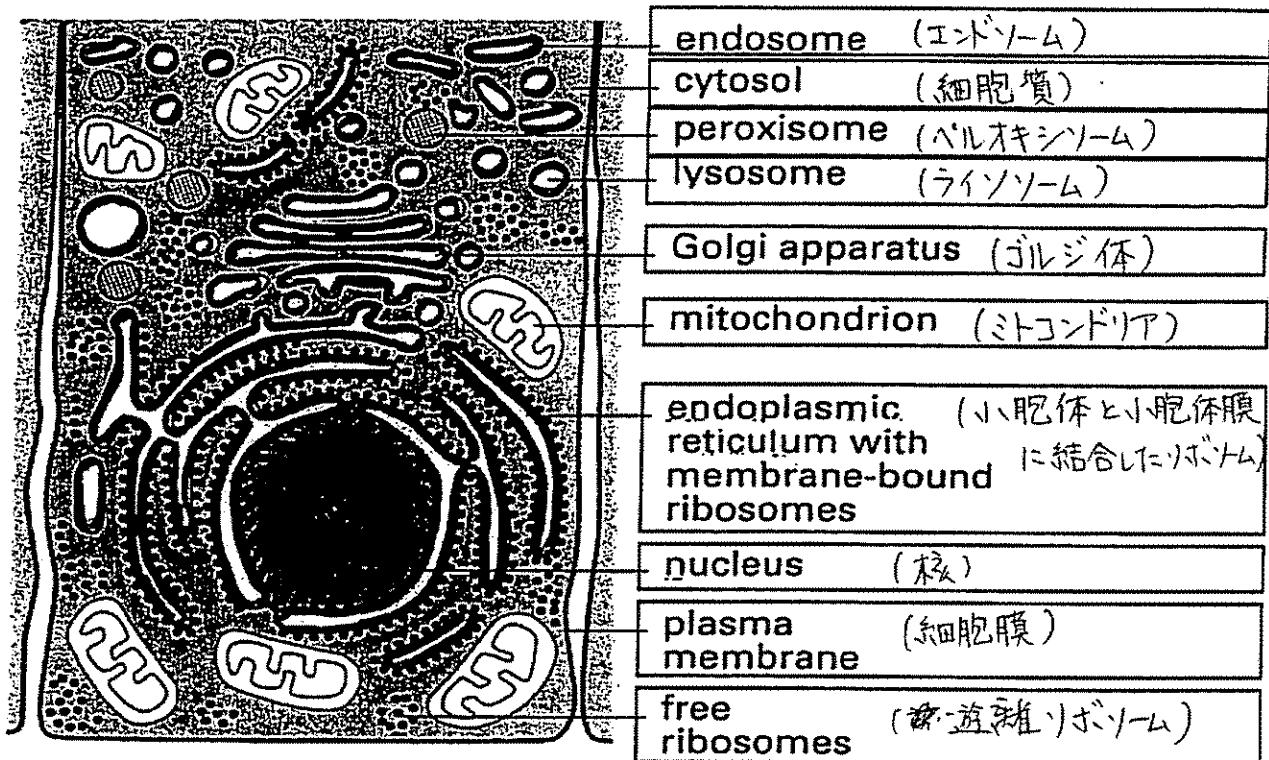


- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5
- F. 6
- G. 7

問題 128) アルブミンの主な役割は、血液の浸透圧を維持することである。この患者は足の周囲が腫れていた。血漿中のアルブミン濃度の低下によってこの症状が起きたとすれば、その適切な説明は次のどれか。（1点）

- A. 高血圧
- B. 組織の脱水
- C. 足への血液供給の増加
- D. 血管の拡張
- E. 総血液量の低下

問題 129) アルブミンは肝臓の細胞で合成され、血漿中に分泌される。肝細胞の微細構造を下の図に示す。



アルブミンの合成と、細胞膜での分泌のためのアルブミンの輸送に関わる細胞小器官の組み合わせは次のうちのどれか。(1点)

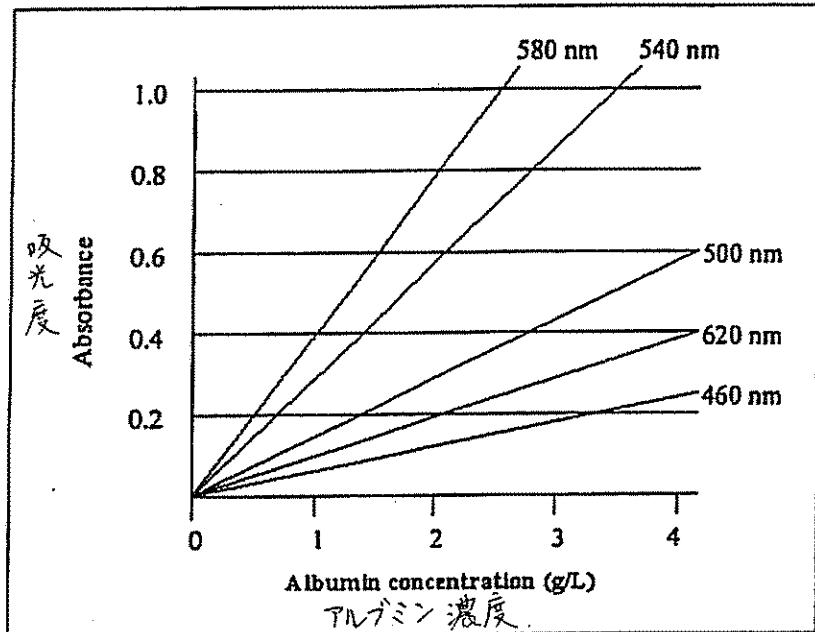
- A. 核、遊離リボソーム
- B. ミトコンドリア、エンドソーム
- C. ペルオキシソーム、小胞体
- D. 小胞体、ゴルジ体
- E. ゴルジ体、リソゾーム
- F. エンドソーム、細胞質

問題 130) 真核生物の核ゲノムにコードされているタンパク質は AUG の開始コドンから翻訳される---したがって新たに合成されたタンパク質には N 末にメチオニン残基がある。しかし、ヒトの血漿から単離したアルブミンには N 末にメチオニンがない。この理由の正しい説明は次のうちどれか。(1 点)

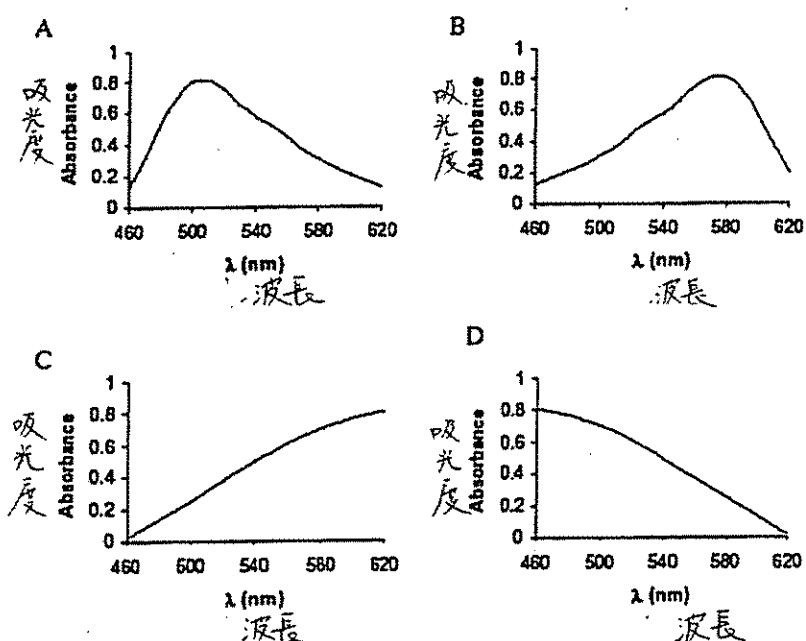
- A. アルブミンは核ゲノムではなく、ミトコンドリアゲノムにコードされているため
- B. アルブミンは細胞質中でタンパク質分解酵素により修飾されるため
- C. アルブミンは細胞内膜系を通過する際にタンパク質分解酵素により修飾されるため
- D. このタンパク質の単離法ではアルブミンタンパク質の N 末が修飾されてしまうため
- E. アルブミンの N 末部分は肝細胞の細胞膜を通過する際に修飾されるため

Theory 2-page-44

問題 131) 血漿中のアルブミン濃度はアルブミンと色素の特異的な結合に基づいた検査によって測定することができる。下のグラフには様々な波長の光に対する、アルブミンと色素の結合体の吸光度を示してある。



上のグラフを参考に、2g/L のアルブミンの吸光度曲線を下から選びなさい。



E. None of the above

あてはまるものがない

問題 132-136) 酸素濃度が低いと、発酵を行ってエネルギーを得る細胞がある。たとえば、パンやビール、ワインの生産に使う酵母もこのような細胞である。

問題 132) パンやビール、ワインの生産では、酵母によってブドウ糖からエタノールができる、アルコール発酵が使われている。次の 8 つの分のうち、正しい説明の組み合わせを下から選びなさい。(2 点)

1. 酵母にはミトコンドリアがないので、このような発酵を行う
  2. 1 分子のエタノールが作られるときに同時に 1 分子の  $\text{CO}_2$  が発生する
  3. 発酵により、1 分子のブドウ糖から最終的に 2 分子の ATP が生産される
  4. ブドウ糖の化学エネルギーの 80% が熱として発散される
  5. 解糖は発酵の一過程である
  6. 発酵においては、1 分子のクエン酸から 1 分子のリンゴ酸と 2 分子の  $\text{CO}_2$  への変換が不可欠な部分である
  7. アルコール脱水素酵素によって触媒される、エタノール生成の電子受容体は NADH である
  8. アルコール発酵によってビールを作るとき、 $\text{CO}_2$  が発生するが、アルコール発酵によってパンやワインを作るときには  $\text{CO}_2$  は発生しない。
- A. 1,2,3,4,5  
B. 1,4,7,8  
C. 2,3,5,7  
D. 2,3,6,7,8  
E. 3,4,5,7,8

問題 133) 健康な生徒が、200 メートルレースに出場することにした。この生徒は競技者としての訓練は受けたことはなく、十分な食事を取る以外はレースのために準備する機会はほとんどなかった。レースの日、この生徒は 27 秒で走りきった。レースの後、彼は疲労困憊し、足の筋肉痛に悩まされた。

(1 点)

1. レース中のこの生徒の主なエネルギー源は何か
  - A. 筋肉中のブドウ糖とグリコーゲン
  - B. 筋肉中の遊離アミノ酸
  - C. 血液中の低密度脂質タンパク質の、脂質部分
  - D. 最後に食べた食事中の糖分
2. レース中、足の筋肉の代謝の様子はどれか
  - A. 主として好気呼吸
  - B. 好気呼吸と発酵
  - C. 主として発酵
  - D. 血中ヘモグロビンによる酸素の供給に完全に依存して起こる反応
3. レース中、筋肉中で重要な生化学的反応は次のうちどれか
  - A. 脂肪酸の酸化
  - B. 解糖
  - C. 糖新生
  - D. NADPH による酸化的ペントースリン酸経路

4. この生徒が筋肉痛になったのはなぜか

- A. 急速な呼吸により、CO<sub>2</sub>の気泡が筋肉中に蓄積したから
- B. 発酵による乳酸が筋肉中に蓄積したから
- C. 筋原細胞から Ca<sup>2+</sup>が細胞外に大量に放出されたから
- D. 筋肉のモータータンパク質（ミオシン）が ATP と筋原繊維（アクチン）の結合を必要としたから

問題 134) ヒトの肝臓中のブドウ糖は糖でない材料から合成される。材料の正しい組み合わせは次のうちどれか。（1点）

- 1. アデニン
  - 2. アラニン
  - 3. 乳酸
  - 4. パルミチン酸
  - 5. グリセロール
- 
- A. 1,2,3 のみ
  - B. 1,4 のみ
  - C. 2,3,4,5 のみ
  - D. 4,5 のみ
  - E. 2,3,5 のみ

問題 135) 次のうち、発酵の説明として間違っているものはどれか。 (1点)、

1. 動物細胞は発酵を行うことができるが、植物細胞はできない
  2. 乳酸発酵では、酸素の代わりとなる電子受容体はピルビン酸である
  3. エタノール発酵では、ピルビン酸は酸素の代わりとなる電子受容体である
  4. 酸化的リン酸化が起こる
  5. 基質レベルでのリン酸化が起こる
  6. 光リン酸化反応が起こる
- 
- A. 1,5 のみ
  - B. 1,2,6 のみ
  - C. 1,3,4,6 のみ
  - D. 2 のみ
  - E. 2,5 のみ

問題 136) 次の説明のうち、正しいのはどれか。 (1点)

- A. 発酵では最終段階の電子受容体は必ず有機分子である (酸素以外)
- B. 発酵では必ず 1 種類の産物の生成を伴う
- C. 発酵では必ず CO<sub>2</sub> の生成を伴う
- D. 発酵では必ず発酵可能な基質を入れた大きなバット中で生育する酵母やバクテリアを伴う
- E. 発酵では必ずエタノールの生成を伴う。

問題 137-141) ミトコンドリアはほとんどの真核細胞中で見られる 2 重膜構造を持った細胞小器官である。ミトコンドリアは細胞の呼吸や代謝に関与している。

問題 137) 最も広く受け入れられている説においては、ミトコンドリアは細胞内共生したバクテリアに起源する。下の説明文のうち、この説を支持する説明には Y を、支持しない説明文には N を書き入れなさい。 (1 点)

1. ミトコンドリアは独自の DNA を持つ
2. ミトコンドリアは独自のリボソームを持つ
3. ミトコンドリアは、もともとあったミトコンドリアが分裂することによって増える
4. ヒトのミトコンドリアのゲノムにはインtronがない
5. ミトコンドリアのゲノム DNA の配列には、好気細菌のものと似ている部分がある

[Y/N]

問題 138) 次の文のうち、ミトコンドリアの説明として正しいものには Y、間違っているものには N を書き入れなさい。 (1 点)

1. クレブス回路においてアセチル CoA がクエン酸に変換される
2. ミトコンドリアのマトリックスにおいて、ブドウ糖が酸化されてピルビン酸に変化する
3. ミトコンドリアの電子伝達経路はミトコンドリアの内膜上に存在する
4. ミトコンドリアの内膜には代謝物質が膜の内外に自由に移動するのを阻害する機能がある
5. ミトコンドリアには独自の膜輸送タンパク質がある

[Y/N]

問題 139) 電子伝達による NADH の酸化においては、プロトンはミトコンドリアの内膜を横切って輸送される。このプロセスの説明として間違っているものを選びなさい。 (1 点)

- A. 水素の変化と電子伝達経路の電子伝達体によってプロトンの能動輸送が行われる
- B. ユビキノン（コエンザイム Q）は水素伝達体である
- C. チトクロムは電子伝達体であるが、水素伝達体ではない
- D. ATP 合成酵素複合体はプロトンの勾配を利用して ATP を生産する
- E. ATP 合成反応では反復反応回路がある
- F. プロトンの能動輸送によってミトコンドリアのマトリックス pH が 1 下がる
- G. 鉄硫黄タンパクは電子伝達体である

問題 140) ミトコンドリアの DNA とタンパク質合成について正しいものを次の文の中から選びなさい。 (1 点)

- A. ミトコンドリアのタンパク質は全てミトコンドリアゲノムの中にコードされている
- B. 突然変異は、ミトコンドリアの DNA 中の方が核 DNA 中よりも蓄積するのに時間がかかる
- C. ミトコンドリアの DNA は両親から等分に引き継がれる
- D. ミトコンドリアのリボソームは哺乳類のリボソームと同じサイズである
- E. 抗生物質はバクテリアとミトコンドリアの両方のタンパク質合成を阻害する
- F. ミトコンドリア DNA は活性型 RNA 分子をコードするものであって、タンパク質はコードされていない
- G. ミトコンドリアでの ATP の產生は年齢による影響を受けない

問題 141) 電気化学的なプロトンの勾配はバクテリアの鞭毛を動かすエネルギーとしても重要である。ブドウ糖の酸化において、プロトンは細胞外へ能動輸送はされ、電子化学的な勾配ができる。鞭毛モーターはプロトンの勾配によってプロトンが直接的に細胞内へ流入することによって動く。 $K^+$ イオンの濃度が高い条件下でイオン輸送体である FCCP をこうしたバクテリアに添加するとバクテリアモーターは失活する。次の説明文の中から、FCCP の作用について最も正しいものを選びなさい。(1 点)

- A. FCCP はバクテリアの膜内外の  $H^+$ イオン濃度差を消失させた
- B. FCCP によって  $K^+$ イオンがバクテリア膜を通過した
- C. FCCP によってブドウ糖が大量消費された
- D. FCCP によってタンパク質がバクテリア膜を通過した
- E. FCCP によってブドウ糖の酸化が阻害された

問題 142-146) 動物は複雑な行動パターンを持つが、厳密な実験を通じてこの行動パターンを解釈する研究はまだ十分とは言えない。動物は複雑な生態系の中で生活しており、様々な要素がその行動様式に影響を与えるのである。

問題 142) 下の表には象の攻撃傾向と逃避傾向に関連した頭部の様子が示してある（1～4 番の図が抜けている）。

攻撃傾向 tendency to fight →			
逃避傾向 tendency to fly ↓	1	3	
2	4		

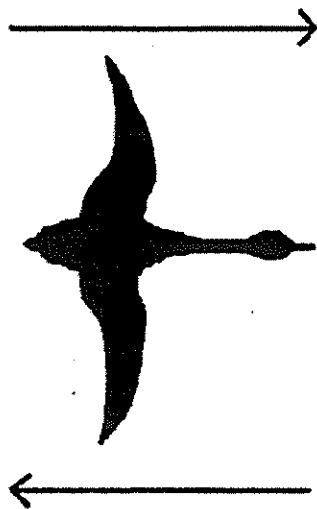
下の I ~ IV の図は、上の表の 1 ~ 4 の場所のどこかにあてはまる図である。



I ~ IV の図は上の表の 1 ~ 4 のどの場所にあてはまるか、下からその組み合わせを選びなさい。(1 点)

	場所 1	場所 2	場所 3	場所 4
	Position 1	Position 2	Position 3	Position 4
A.	I	II	III	IV
B.	I	IV	II	III
C.	II	I	IV	III
D.	II	IV	III	I
E.	III	I	II	IV

問題 143) マガモの子ガモを野外の広い囲いに放し、下の図のような影を囲いの上で断続的に矢印の方向へ動かす実験をした。



次に示すのは考えられる子ガモの行動を説明する 8 つの説明文である。

1. 影を左から右へ動かすと、子ガモは身をかがめて走った
2. 影を右から左へ動かしても子ガモは反応しなかった
3. 子ガモはカモの形の影よりも、タカの形の影により強く反応した
4. 子ガモを親ガモと一緒に育てて一緒に実験をすると、タカの形の影に対する反応は、走りまわるよりもかがみこむケースが多かった
5. 子ガモはタカの形の影よりも、カモの形の影により強く反応した
6. 子ガモを子ガモだけで育てて子ガモだけで実験をすると、タカの形の影に対する反応は、かがみこむよりも走り回るケースが多かった
7. 子ガモを親ガモと一緒に育てて親ガモと一緒に実験をすると、タカの形の影に対する反応は、かがみこむよりも走り回るケースが多かった
8. 子ガモを子ガモだけで育てて子ガモだけで実験をすると、タカの形の影に対する反応は、走りまわるよりもかがみこむケースが多かった

予ガモの反応として正しい組み合わせを次から選びなさい。(1点)

A. 1,5,8

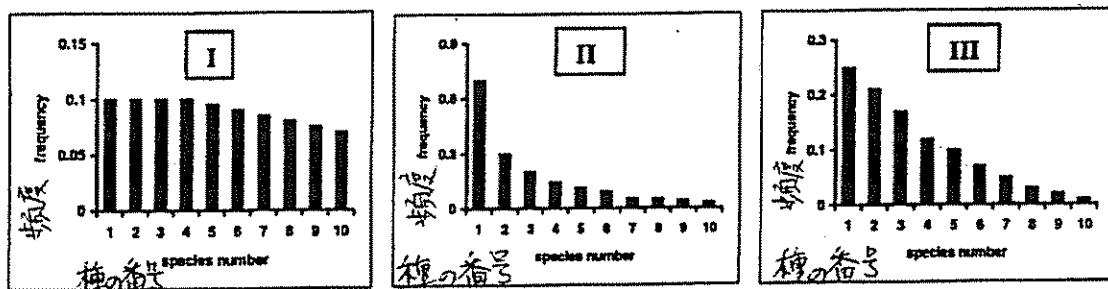
B. 3,5,6

C. 2,3,7

D. 3,4,6

E. 4,7,8

問題 144) 10 種の動物からなる I、II、III の三つの集団について、答えなさい。次のグラフはそれぞれの種の相対存在量（縦軸）を示している。動物種は、相対存在量が多い順に並べてある（横軸）。



この三つの集団のを、種の多様性が高い順に並べるとすると、適当なものは次のうちどれか。

A. I = II = III

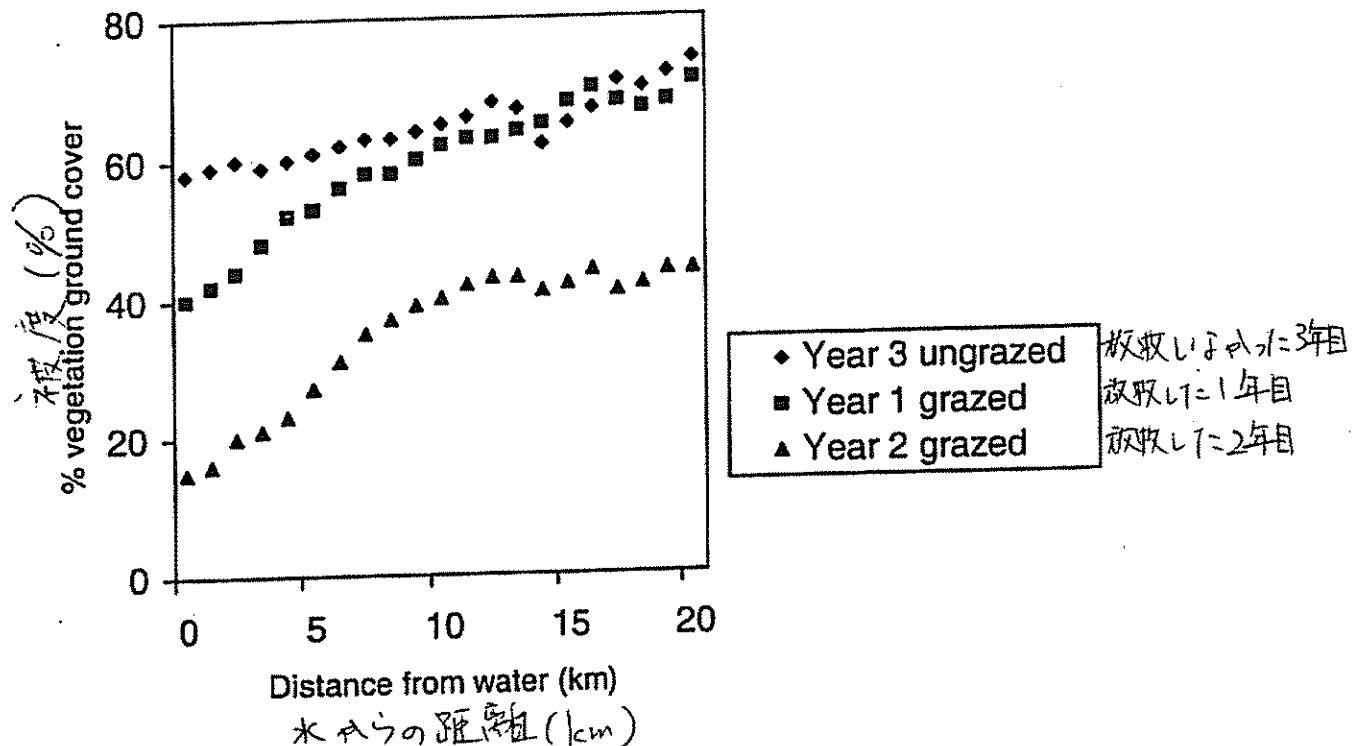
B. I > III > II

C. III > II > I

D. II > III > I

E. I > II > III

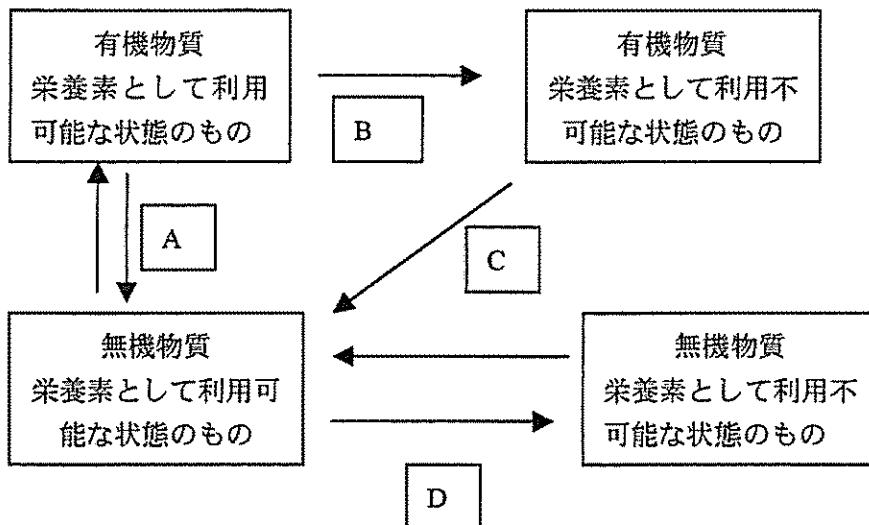
問題 145) 下のグラフは準乾燥地帯の牧草地で、連続する三年の間、水源からの距離と地表被度との関係を表したものである。この牧草地では、1 年目と 2 年目は放牧が行われたが、3 年目は放牧が行われなかった。



水源からの距離に対応する被度のパターンから、指摘できることは次のうちどれか。（1点）

- A. 降水量は 1 年目と 3 年目でほぼ同じだったが、2 年目はやや少なかった
- B. 雨が多かった年よりも乾燥した年のほうが放牧による圧力が深刻である
- C. 1 年目と 2 年目の放牧は 3 年目の被度に影響を与えた。また、放牧による圧力は水源からの距離とは反比例する
- D. 放牧は水源から 10 km 以内の地域でのみ実施された
- E. 貯蔵密度は 2 年目よりも 1 年目の方が高かった

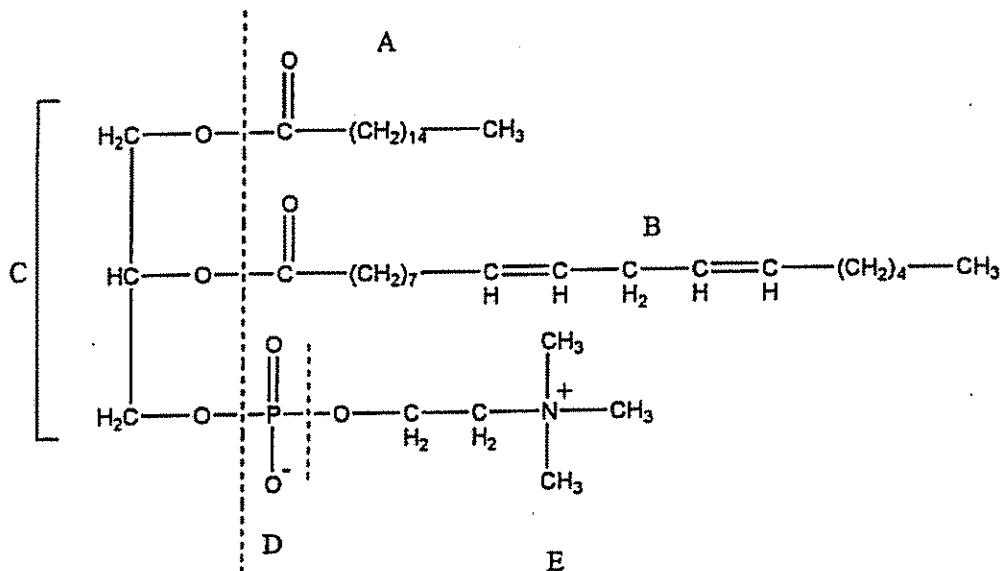
問題 146) 下の図に示す、生態系の中の一般的な栄養塩類の循環について答えなさい。A～D の矢印は各状態の変換を示す。



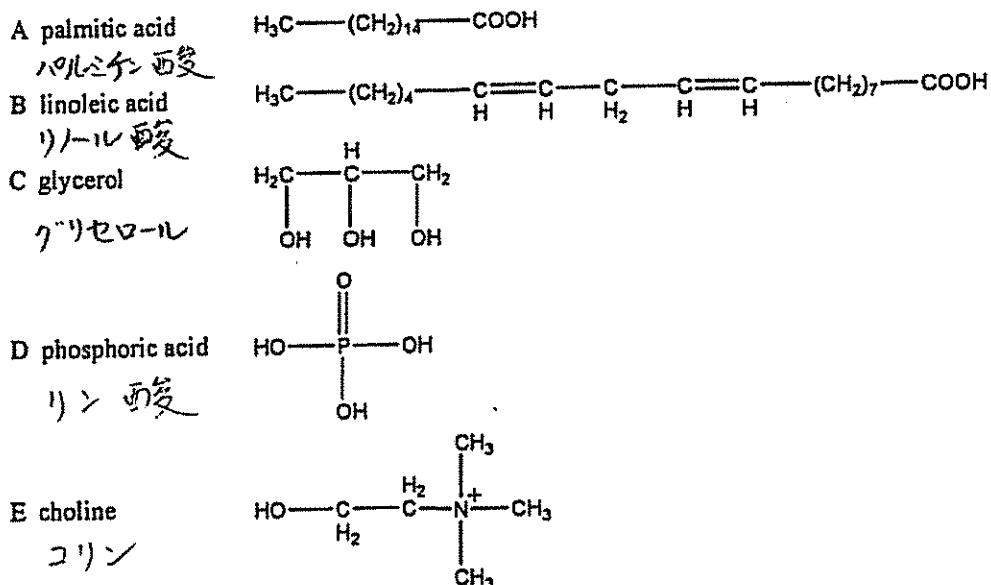
A～D の単位時間あたりの変換速度についての説明文として正しいものは次のうちどれか。 (1 点)

- A. A の変換速度は B の変換速度よりも遅い
- B. D の変換速度は A の変換速度よりも速い
- C. 全ての変換は同じ速度で起こる
- D. A の変換速度は B の変化速度よりも速い
- E. A～D の全ての変換は人間の活動から影響を受けない

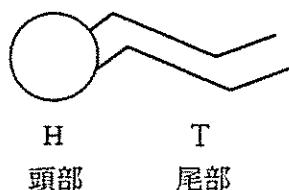
問題 147-151) リン脂質とタンパク質は生体膜の主要成分である。一般的なリン脂質である、1-パルミトイール-2-リノレノール-ホスファチジルコリンの構造を下に示す。



A~E の部分はそれぞれ下の図に示してある。



問題 147) リン脂質は、下の図のように、頭部と尾部のようく表されることが多い。



フォスファチジルコリンの A~E のそれぞれの部分が、頭部 (H) であるか尾部 (T) であるか、書き入れなさい。 (1 点)

- |           |
|-----------|
| A. パルミチン酸 |
| B. リノレイン酸 |
| C. グリセロール |
| D. リン酸    |
| E. コリン    |

答え (H または T)

問題 148) 次の説明文のうち、AB,C,D,E にあてはまるものはどれか。 (1 点)

1. この分子は 1-パルミトイル-2-リノレノール-ホスファチジルコリンの不飽和脂肪酸部分である
2. 動物性脂肪を多く含む食事は、細胞膜中にこの脂肪酸を多く蓄積する結果となる
3. この分子は DNA にも含まれている

答え (A/B/C/D/E)

問題 149) 膜脂質とタンパク質の役割と、以下のいくつかの膜の機能について答えなさい。次に示すタンパク質と脂質の比にあてはまる生体膜を下の A~C から選びなさい。

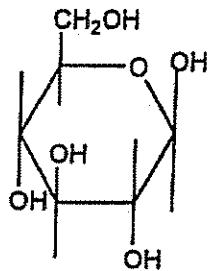
- A. シュワン細胞膜（ミエリン鞘）
- B. エリスロサイト（赤血球）膜
- C. ミトコンドリア内膜

	タンパク質／脂質	答え (A/B/C)
1.	1 : 1	
2.	4 : 1	
3.	1 : 4	

問題 150) タンパク質は 20 の非極性アミノ酸で  $\alpha$ ヘリックスの構造をとることにより、膜を貫通することができる。 $\alpha$ ヘリックスは 0.54 nm の間隔で、3.6 アミノ酸残基で 1 周することがわかっている。脂質 2 重層の非極性中央部分の厚さは次のうちどれか。（1 点）

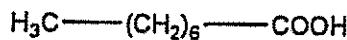
- A. 0.18 nm
- B. 3.0 nm
- C. 5.5 nm
- D. 10.2 nm
- E. 37.0 nm

問題 151) 生体 2 重膜をそのままの構造で拡散によって通過できる二つの分子の組み合わせを、下の A~F の中から選びなさい。 (1 点)



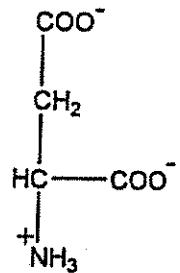
1

$\beta$ -D-glucose  
 $\beta$ -D-グルコース



2

Octanoic acid  
オクタン 酸



3

Aspartic acid  
アスパラギン酸



4

Water  
水

A. 1+2

B. 1+3

C. 1+4

D. 2+3

E. 2+4

F. 3+4

問題 152-156) 2 種の蜜食性の鳥が同じ草地で餌を取っている。どちらの種の鳥も、越冬地から移動してきたものだが、両種ともさらに繁殖地に移動する必要がある。この草地に留まっているあいだ、それぞれの鳥は、餌をとるためのテリトリーを確保する。2 種類の鳥の両方が、1 種類の植物の花の蜜を餌とする。

問題 152) 蜜の主要な二つの栄養素は次のうちどれか。(1 点)

- A. 脂肪とタンパク質
- B. 花粉と炭水化物
- C. 炭水化物とタンパク質
- D. 脂肪とタンパク質
- E. 水分とタンパク質

問題 153) この草地に滞在する間の、この鳥たちの第一の目的は何か。(1 点)

- A. 交配相手をみつけること
- B. エネルギーの増加率を最大にすること
- C. 若い個体を育てること
- D. エネルギー消費を最小限にすること
- E. 他の種と競争すること

問題 154) 植物と鳥類の相互作用、および 2 種の鳥の相互作用はそれぞれ何と呼ばれるか。次から正しいものを選びなさい。(1 点)

- A. 捕食関係と相利共生
- B. 捕食関係と競争関係
- C. 相利共生と捕食関係
- D. 競争関係と相利共生
- E. 相利共生と競争関係

問題 155) 他の条件が同一であるならば、鳥が好むのはどのようなタイプの花か？(1 点)

- A. より蜜の多い花
- B. 紫色の花
- C. 蜜の供給量が変化する花
- D. 地面との距離が近い花
- E. 受粉したばかりの花

問題 156) その遺伝子が発現している間は蜜を分泌しないような遺伝子を持っている植物はごく稀である。次の文の中から、正しいものを選びなさい。(1 点)

- A. 鳥はそうした花を訪れないで、この種の植物は子孫を残せないから
- B. 蜜を分泌しない花は種子を作ることができないから
- C. 蜜を分泌しない花はその分のエネルギーを節約できるので、成長や植物の持っている他の機能にそのエネルギーを使うことができる
- D. 蜜を分泌しない形質は劣性形質なので、自然選択の過程で淘汰されてしまう
- E. より多くの蜜を分泌する植物は、より多くの子孫を残す。