

# 北大生物 10 年



北海道 manavee 生物科編

2014 年作成

©manavee 生物科



## 傾向分析

### 1. 全体的な傾向分析

#### (1) 時間と問題数について

2005 年までは 2 科目で 120 分。大問は 4 題であった。2006 年より 2 科目で 120 分のままで、大問は 5 題中、前の 3 題は解答必須で後の 2 題から選択解答となった。しかし、2013 年に再び大問 4 題形式に戻った。

#### (2) 論述の形式および量について

論述の形式に関しては、字数設定が多い。字数設定は〇〇字以内という場合と、〇〇字程度という場合がある。枠の大きさで指定したりすることは少ない。よって、ポイントを的確にとらえた解答を書く必要がある。量は、1 つの設問につき 30 字程度のものから 100 字程度のものまで幅があるが、トータルで 400 字程度になるように調節しているようだ。

#### (3) 難易度について

これも近年、年によってばらつきがある。しかし、大きくみれば標準的な問題が多いとあってよいだろう。決して難問ばかりが出題されるわけではない。標準的～やや難あたりをしっかりと練習すれば十分対応できる。ということは、基本的な部分での取りこぼしは許されないということで、高得点での争いになるということである。8 割(医学部では 8 割 5 分)を目指したい。

#### (4) 出題形式について

空所補充、記号選択、記述・論述、計算などがバランスよくちりばめられている。本文がまずあって、下線が引いてあり、下線に関する設問が続く、というのが最も多いパターンである。空所補充は基本的なものが多い。もちろんここでの失点は致命傷となる。しかし、記号選択は意外と迷う場合がある。「選ぶだけだ」とあなどらず慎重に選ぶようにしたい。論述は、書くのに啞然とするような内容のものは少なく、どちらかといえば典型的な定番の論述が多い。すなわち、論述に対してきっちり対策を立てた人とそうでない人とで大きく差がつくような問題だといえる。

計算に関しては、やや難であることが多い。これもきっちり対策をたてておかないと太刀打ちできない。また、グラフや図を描かせることもある。描かされなくても、普段から重要な図やグラフについては、描けるくらいまでしっかり覚えておきたい。

## ① 出題形式の割合分析(全大問の合計を示している)

	空欄補充	記号選択	用語記述	論述	計算	描図
2014	26	5	14	8	5	2
2013	18	12	10	8	8	1
2012	35	9	8	4	1	2
2011	34	19	7	9	4	0
2010	39	16	8	9	0	0

## ② 論述量の推移

2014	350 字程度
2013	350 字程度
2012	200 字程度
2011	400 字程度
2010	400 字程度

## (5) 出題分野について

生命の連続性からの出題が圧倒的に多い。中でも遺伝・分子生物からの出題が目立つ。まず 1 問は遺伝から出題されると思っておいたほうがよい。分子生物は遺伝と絡むほか、遺伝子工学の範囲などで単独の出題もある。北大生物攻略において、遺伝・分子生物は避けては通れないと考えてもいいくらいである。また、生殖、細胞分裂からの出題も多い。ついで恒常性・調節からの出題が多い。この中ではなんとといっても神経行動からの出題が多い。ついでホルモン、植物生理と続く。代謝の中では同化からの出題が多い。

## (6) 対策

## ① 空所補充と用語記述を確実にする。(基礎知識の確認)

→ここで失点しないようにする！&時間をかせぐ！

ア)日ごろから、基礎的な知識を「あ～知っている」で終わらせないこと。

イ)ストーリーの中で納得しながら覚えていくこと。

ウ)図は自分で描きながら覚えておくこと。

エ)用語集などを活用すること。

## ② 論述を、ポイントをはずさず、すばやく書く練習。

→論述で多いのは比較・利点・理由・仕組み

枠の大きさは、かなり余裕をもって設定してあることが多い

☞無理に枠すべてを埋め尽くそうと思わないほうがよい

字数制限は割とタイトなことが多い

☞制限字数ギリギリまで書き切ることが大切

## ③ 実験・考察問題をすばやくメモする練習。

→自分なりのメモのパターンを用意しておく。

(7) 実際に何点ぐらいを目標にするべきか

再現答案や合格者の成績開示によると 7 割から 8 割の間で落ち着いている。先に述べた通り 8 割を目指して勉強する必要があるようだ。

(8) 2015 年出題予想…当たらなくても怒らないでね！！

2 科目 120 分に変化はなし。2012 年まで出題があったが、ここ最近ご無沙汰になっている「進化分類」及び「生態（個体群・群集・生態系）」の範囲からまず 1 問，分子生物と遺伝の複合問題から 1 問（電気泳動が絡みそう），同化の範囲から 1 問，植物生理の範囲から 1 問，の以上 4 問。あくまで予想に過ぎないので，そのつもりで…

## 2. 出題分野分析

## (1) 生命の連続性

	細胞分裂	生殖	発生	遺伝	分子生物	進化分類
2014 前期	○			○	○	
2013 前期		○		○	○	
2012 前期				○	○	○
2011 前期	○				○	○
2010 前期				○	○	○
2009 前期		○		○	○	○
2008 前期	○	○	○	○		
2007 前期		○	○		○	○
2006 前期		○	○	○	○	
2005 前期				○		
2004 前期	○	○	○	○	○	○
2003 前期					○	
2002 前期				○		
2001 前期		○		○		○
2000 前期				○	○	○
1999 前期	○	○			○	
1998 前期	○	○		○		
1997 前期	○			○	○	○
1996 前期		○		○		○
1995 前期	○	○		○		

## (2)恒常性・調節

	血液免疫	神経行動	排出	ホルモン	筋肉	植物生理
2014 前期		○				
2013 前期		○		○		
2012 前期				○		○
2011 前期				○		○
2010 前期	○			○		
2009 前期		○		○		
2008 前期						○
2007 前期		○				○
2006 前期		○				
2005 前期		○				
2004 前期			○	○		
2003 前期		○				
2002 前期		○		○		
2001 前期		○		○		
2000 前期		○				○
1999 前期		○				
1998 前期						○
1997 前期			○	○		
1996 前期						○
1995 前期						

## (3)細胞・代謝・生態

	細胞組織	異化	同化	個体群	群集	生態系
2014 前期	○	○				
2013 前期		○				
2012 前期	○		○			○
2011 前期					○	
2010 前期				○		
2009 前期						○
2008 前期			○		○	
2007 前期				○		
2006 前期		○				
2005 前期		○	○			
2004 前期						
2003 前期			○		○	○
2002 前期			○			○
2001 前期		○				
2000 前期			○			
1999 前期						
1998 前期					○	○
1997 前期					○	○
1996 前期		○	○			
1995 前期	○		○			

## 2005 年

1

## 【解答】

問 1 (ア)高エネルギーリン酸結合 (イ)アルコール発酵 (ウ)細胞質基質 (エ)エタノール  
(オ)二酸化炭素

問 2 ① 一時的に増殖が停止した後、嫌気的条件下よりも速い速度で増殖する。  
② 増殖するにはエネルギーを使う。

問 3 ①マトリックス ②内膜 ③内膜 ④細胞膜

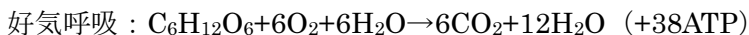
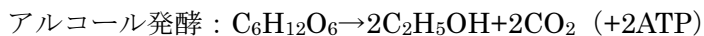
問 4 窒素同化に必要な多くの有機酸を合成する。

問 5 シトクロム酸化酵素

問 6 ①, ②, ④, ⑤

## 【解説】

問 2 増殖するということは、細胞が分裂という**運動**することになる。ということは、**エネルギー (ATP)**が必要になる。つまり、増殖するためにはエネルギーが必要だということになる。このことから、嫌気呼吸から好気呼吸に切り替わることによってエネルギー生産の観点からどのような変化が起こるかを考える必要が出てくる。そこで、**酵母菌**が行う嫌気呼吸 (**アルコール発酵**) と好気呼吸の反応式を考えてみる。



アルコール発酵で得られる ATP はグルコース 1mol あたり 2mol であるのに対し、好気呼吸で得られる ATP はグルコース 1mol あたり 38mol と 19 倍である。このことから圧倒的に**好気呼吸の方がエネルギー生産効率が高い**ということがわかる。よって、嫌気呼吸よりも効率的にエネルギー生産できる好気呼吸により、より多くのエネルギーを得られるようになるので、**増殖速度が上昇**する。また、①の解答に「一時的に増殖を停止した後、」という文言を入れたのは、好気条件下でのエネルギー生産や増殖に必要な酵素が誘導される必要があるからである。しかし、この点に関しては積極的に解答で触れる必要はないと思われる。

問 3 ①～③は素直な聞き方をしていないので、それぞれ読みかえるとわかりやすくなる。①はクエン酸回路の酵素の所在を聞いているが、クエン酸回路の酵素があるということはそ



ここでクエン酸回路の反応が起こる、つまり、①はクエン酸回路の反応が起こる場所を聞いているのである。同様に、②は水素伝達系（電子伝達系）の反応が起こる場所、③はATP合成酵素が存在する電子伝達系の場所を聞いていることになる。このように考えれば、①～③の解答も容易であろう。また、④に関して、葉緑体はシアノバクテリアが、ミトコンドリアは好気性細菌が由来であるとされている。これを共生説という。共生説の根拠は、(1)独自のDNAを持ち、半自律的な増殖を行うこと、(2)内外異質の二重膜を持つこと、(3)ミトコンドリアや葉緑体のリボソームが原核生物のそれと酷似していること、などが挙げられる。このうちの(2)をもう少し詳しくみると、内膜の成分は好気性細菌の細胞膜に似ているのに対し、外膜の成分は真核細胞の細胞膜に似ているということが言える。つまり、内膜≒好気性細菌の細胞膜ということである。

問4 クエン酸回路では、[H]以外に、クエン酸やケトグルタル酸のような有機酸が多量に作られる。ということは、有機酸の観点で解答を書くという方針が立つはずである。ここで、有機酸がこのクエン酸回路以外でどのようなタイミングで登場したのかをよく思い出してみよう。そこで、ケトグルタル酸が窒素同化（グルタミン酸回路）で登場したことを思い出せるかどうかキーになる。また、アミノ酸の基本構造からアミノ基を除くとカルボン酸つまり有機酸になることから窒素同化とクエン酸回路を結び付けられるだろう。ただ、これを思い出すのは少し難しい気もする。

問5 シトクロム酸化酵素は次の反応を触媒する。反応式： $4[H]+O_2 \rightarrow 2H_2O$

問6 ①はナトリウムポンプのことを指している。ナトリウムポンプはNa・K-ATPアーゼという別名を持っており、このATPアーゼの部分からもわかる通り、ATPを加水分解してエネルギーを得ることがわかる。②の発光器と④の発電器は効果器の一つである。効果器の代表例は筋肉であり、この筋肉が発達したものが発光器や発電器である。このことから、これらが筋肉同様ATPを消費することがわかる。③のDNAの相補的な結合は水素結合によってなされており、ATPを消費しない。また、仮にATPを消費していたとしたら、DNAの相補結合維持のために膨大なエネルギーが必要なことになってしまう。⑤の窒素固定の化学反応式は、 $NH_3+8H^++6e^-+16ATP \rightarrow 2NH_4^++16ADP+16H_3PO_4$ である。この反応式を覚えておく必要はなく、自然状態で存在するアンモニアをアンモニウムイオンというエネルギーの高い状態にもっていくためにエネルギーの投入が必要だという風に理解しておいてくれれば問題ない。

2

## 【解答】

問1 毛色を黒色にする遺伝子の性質を明らかにするために必要な黒色遺伝子の純系個体を得るため。

問2 毛色を黄色にする遺伝子は毛色を野生色にする遺伝子に対して優性だが、劣性致死遺伝子でもあるので、毛色を黄色にする遺伝子と毛色を野生色にする遺伝子のヘテロ型個体どうしを交配すると  $1/4$  の確率で毛色を黄色にする遺伝子をホモで持つ個体が生じ、その個体は胎児の間に死亡するから。

問3 黄色：黒色 = 2 : 1

問4 系統 B を司る劣性遺伝子と系統 D を司る劣性遺伝子は別の遺伝子座に存在する。系統 B を司る劣性遺伝子の対立遺伝子と系統 D を司る劣性遺伝子の対立遺伝子は互いに補足遺伝子で、これらの対立遺伝子がそろると毛色が野生色になるから。

問5 野生色：黒色 = 33 : 17

## 【解説】

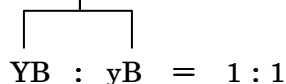
問1 遺伝の問題では、**純系(系統)**がないと対立遺伝子が司る**対立形質の優劣**などの性質が分からないため、純系を得る必要がある。

問2 典型的な**劣性致死遺伝子**の問題になっている。**2 : 1**というのがキーワード。ただし、連鎖に遺伝子雑種などでは  $2 : 1$  の分離比も出現する。ここで、**毛色黄色遺伝子を Y (劣性致死遺伝子を兼ねる)**、**毛色野生色遺伝子を y** と仮定する。まず、初めて毛色が黄色になった個体の遺伝子型を考えてみよう。もともと野生色だった系統(系統 A : 遺伝子型は yy) から黄色が出現したわけだから、毛色を決める遺伝子に変異が入って**黄色**になった個体の遺伝子型は、**Yy** である。なぜならば、遺伝子に変異が入る際、相同染色体上の同じ遺伝子座の 2 つの遺伝子に同時に変異が入ることは非常にまれだからである。そこで、毛色が黄色の個体どうしを交配すると、 **$Yy \times Yy \rightarrow YY : Yy : yy = 1 : 2 : 1$**  となり、黄色：野生色 = 3 : 1 となるはずであるが、今回、**Y は劣性致死遺伝子を兼ねるので、YY 個体は死亡して、黄色：野生色 = 2 : 1** となる。よって、毛色が黄色の個体の遺伝子型は **Yy** となり、問題文に書いてある毛色が黄色の個体どうしの交配を行って得られる黄色個体は常に遺伝子型が **Yy** となり、交配の結果は問題文に合致する。このことから矛盾なく説明できているので、遺伝子 Y は劣性致死遺伝子を兼ねているとあってよい。

問3 とりあえず、**毛色黒遺伝子を B** とする。問2で答えたとおり、Y は劣性致死を兼ねて

いるから系統 C の遺伝子型は Yy。系統 B と系統 C を交配すると、

系統 B(BB) × 系統 C(Yy)

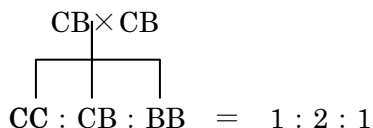


となる。表現型とその分離比は、黄色：野生色=1：1 となっており、表現型を遺伝子記号を用いて[Y]のようにして表すと、[Y]：[y]=1：1 となり、Y>B, y>B という優劣関係が成り立つ。さらに、問 2 で Y(y)の毛色に関する優劣関係は Y>y であったから、遺伝子の優劣順序は Y>y>B となる(複対立遺伝子)。

そこで、毛色黄色遺伝子を C, 毛色野生色遺伝子を A, 毛色黒色遺伝子を B と置き直すと、優劣順序は、C>A>B。

系統 A(野生色)の遺伝子型は AA, 系統 B(黒色)の遺伝子型は BB, 系統 C(黄色)の遺伝子型は CA となるから、系統 B と系統 C の交配で生まれた黄色個体の遺伝子型は CB。

よって、



となるが、劣性致死を考慮して、CB : BB=2 : 1 ∴ 黄色 : 黒色=2 : 1

問 4 単純に考えると、黒×黒→すべて黒だが、なぜか野生色。ここがポイント。まずは、黒色と野生色の優劣関係だが、これは問 3 で示したように「野生色>黒色」である。このことから、劣性形質個体同士の交配で優性形質個体が出現している、つまり補足遺伝子が関与していることがわかる。よって、二遺伝子雑種の問題となる。そこで、系統 B の遺伝子型を BBdd, 系統 D の遺伝子型を bbDD とおいて、BBdd × bbDD → BbDd で毛色が野生色なら納得がいく。

問 5 系統 B と系統 D の F1 どうしの交配 (BbDd × BbDd) によって得られる F2 の遺伝子型は、下の基盤の目表の通り (グレーの網掛けは表現型が野生色のもの)。

F2	BD	Bd	bD	bd
BD	BBDD	BBdD	BbDD	BbDd
Bd	BBdD	BBdd	BbDd	Bbdd
bD	BbDD	BbDd	bbDD	bbDd
bd	BbDd	bbDd	bbDd	bbdd

系統 A・B・D の遺伝子型は、系統 A : BBDD, 系統 B : BBdd, 系統 D : bbDD である。系統 E の遺伝子型について考える。系統 E と A・B・D を交配して得られる子どもの表現型はすべて野生色となっている。この「すべて」がポイント。交配して得られた子どもがすべてと書いてあれば、親は純系である。このことから、系統 E は野生色 (本文中にある) を示す純系、つまり遺伝子型は、系統 E : BBDD となる。また、系統 F と A・B・D の交

配では、純系の交配相手と同じ形質になっていることから、交配自体が検定交配になっている、つまり遺伝子型は、**系統 F : bbdd** となる。系統 E(BBDD)×系統 F(bbdd)で得られる F1 の遺伝子型は BbDd で、F1 どうしの交配で F2 を作る。**組換え価が 20%**ということで、連鎖の組合せを見る必要がある。**連鎖の組合せのチェックは親を見ること**である。今回は、系統 E からの BD の配偶子と系統 F からの bd の配偶子が融合してできた F1 について考えるから、連鎖の組合せは **BD/bd** である。よって、F2 の遺伝子型は下の基盤の目表の通り（グレーの部分は野生色を示す遺伝子型）。

F2	4BD	1Bd	1bD	4bd
4BD	16BBDD	4BBDd	4BbDD	16BbDd
1Bd	4BBDd	1BBdd	1BbDd	4Bbdd
1bD	4BbDD	1BbDd	1bbDD	4bbDd
4bd	16BbDd	4bbDd	4bbDd	16bbdd

∴ 野生色 : 黒色 = 66 : 34 = 33 : 17

3

**【解答】**

問 1 後天的に経験や訓練によって新しい行動を身につけること。

問 2 活動電位の接続時間が長くなることによって、ニューロン A の軸索末端から放出される神経伝達物質の量が増加し、これを受容するニューロン B の興奮の頻度が高くなるため、より大きな殻引き込み行動が起こるようになる。

問 3 ノルアドレナリン・アセチルコリンなど

問 4 (ア)遺伝子 (イ)タンパク質

問 5 短期記憶形成直後から巻貝を冷蔵庫で冷やすと、長期記憶形成に必要な酵素の活性が著しく低くなり、1 時間以内に低温条件が解消されないと長期記憶の形成が不可能になる。

**【解説】**

問 1 学習には、パブロフのイヌで有名な**条件反射**、ローレンツのアヒルで有名な**刷り込み**や、**試行錯誤学習**などがある。

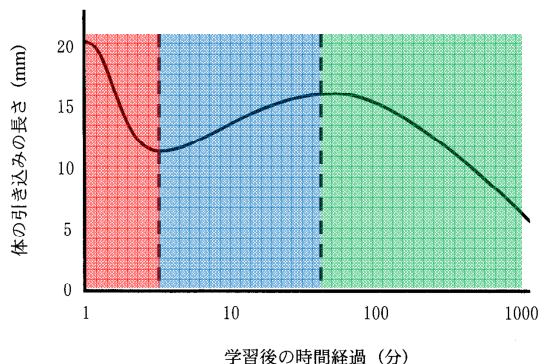
問 2 まず、ニューロン A はニューロン B に神経伝達物質を放出して刺激の入力を行い、その刺激を受けると、ニューロン B は体を殻に引き込む筋肉を直接刺激して、体を殻に引き込ませる。ニューロン A の活動電位の持続時間が長くなると、ニューロン A が神経伝達物質を放

出す時間も長くなる、つまり、ニューロン B がニューロン A から受容する神経伝達物質の量が多くなる。すると、ニューロン B により大きな刺激が入力されて、活動電位の発生頻度が大きくなる。するとニューロン B の筋肉への刺激が大きくなり、筋肉が思いっきり体を殻に引き込むことになる。

問 3 **交感神経**の神経伝達物質は**ノルアドレナリン**、**運動神経・副交感神経**の神経伝達物質は**アセチルコリン**である。神経伝達物質は、ノルアドレナリンとアセチルコリンを覚えておけば OK。

問 4 下線部 b から、長期記憶の成立には特定の遺伝子の発現が必要なことがわかる。遺伝子が発現して生成されるのはタンパク質である。**セントラルドグマ**の流れ (DNA→mRNA→タンパク質) はしっかり押さえておこう。

問 5 問題文の最後の方に酵素について触れられているので、**酵素に注目**するのは言わずもがな。4℃という**低温**にさらされると酵素は**酵素活性を十分に発揮できない**。また、1 時間低温にさらされると長期記憶が成立しないことから、長期記憶成立のための遺伝子が 1 時間以内に発現しなければならないということである。なお、遺伝子発現が酵素反応によって起こることも言わずもがなである。また、今回本文中に与えられている右図を見ても、それをうかがうことができる。右図は大きく 3 つの領域に分けられる。学習から 5 分後まで (赤色部分)、5 分後～約 60 分後 (青色部分)、約 60 分後以降 (緑色部分) である。図の赤色部分はいわゆる短期記憶に相当する部分で、急激に引き込みの長さが短くなっている。しかし、次の青色の部分からは引き込みの長さが回復している。これは、長期記憶の成立への進行に伴って引き込みの長さが回復したと考えられる。そして、長期記憶が成立した緑色部分では、短期記憶よりも緩やかに引き込みの長さが減少していると考えられる。



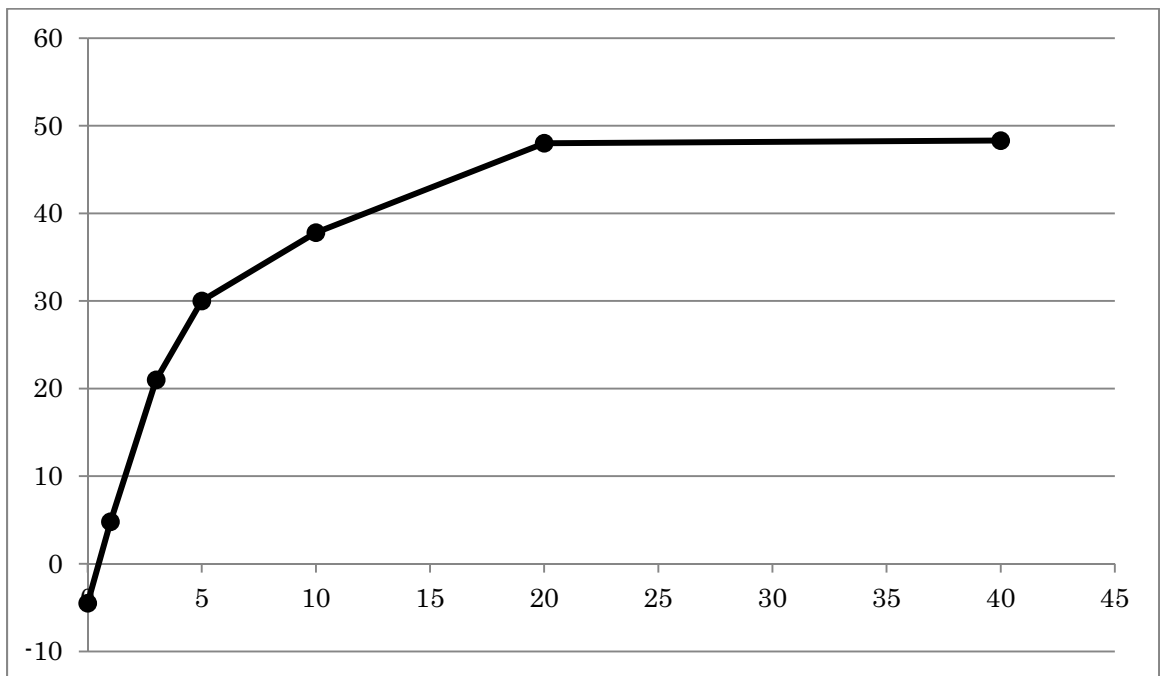
4

【解答】

問 1 ④, ⑤, ⑦, ⑧

問 2 ・食物連鎖の生産者として光合成によって有機物を合成するから。  
 ・多くの生物の呼吸に必要な不可欠な酸素を光合成の副生成物として排出するから。

問 3



問 4 水温と光合成速度の関係を調べる実験なので、光の強さが限定要因となることを防ぐため。

問 5 タイドプールの海藻 : A

理由 : タイドプールは潮間帯よりやや深いところよりも環境水が少ないため、直射日光によって温度が上がりやすい。よって、高温条件下でも光合成を行える A がタイドプールに生育する海藻と考えられる。

【解説】

問 1 ①から⑧はそれぞれ① : 棘皮動物, ② : 原生動物, ③ : 触手動物, ④ : ミドリムシ植物, ⑤ : コケ植物, ⑥ : ラン藻植物 (シアノバクテリア), ⑦ : 緑藻植物, ⑧ 黄色植物である。つまり、光合成を行えるのは、④～⑧である。しかし、これは解答ではない。もう一度しっかり下線部を読むと、葉緑体をもつと書いてある。このことから、葉緑体の起源であるシアノバクテリアは除かなければならない。ちなみに、触手動物門とは、1つの体腔を持つ前体、1対の体腔を持つ中体・後体からなる円筒形の動物のことである。

問 2 まずは、植物といえど何をするかを考える。これは下線部 a に合った通り、光合成である。では、光合成では何をするのか。光合成は、二酸化炭素と水から炭水化物と水を作る化学反応である。では、**炭水化物 (有機物)** や **酸素** は他の生物にどのような**恩恵**を与えるかと考えれば、解答にたどり着くはずである。

問3 表 1 は  $4\text{cm}^2$  当たりで作成されているから、 $1\text{cm}^2$  の時の 4 倍で観測されている。つまり、 **$1\text{cm}^2 \cdot 1$  時間で観測した結果は、 $4\text{cm}^2 \cdot 15$  分で観測した結果に等しい。**

問4 光合成の限定要因となりうる要素は、光、二酸化炭素濃度、温度である。今回、下線部 d の前後で、横軸を温度、縦軸を光合成速度としているということは、**温度と光合成速度の関係を調べたい**ということである。つまり、光や二酸化炭素濃度が限定要因となってしまうと、温度と光合成速度の関係が正しく導き出せないことになる。そこで、下線部 d にあるように光の強さを十分にしたり、下線部 d を含む段落の先頭で二酸化炭素濃度を十分にしたりしているわけである。

問5 海藻 A・B を見分けるために与えられているグラフは、横軸が水温、縦軸が光合成速度のグラフである。ということは、**水温に着目**して問題を解く必要がある。そこで、タイドプールと潮間帯よりも深いところの水温について考えることになる。タイドプールは潮間帯より深いところに比べて浅く、周りにある水（**環境水**）が少ない。ということは、同じように日光に熱せられると、潮間帯より深いところよりもタイドプールの方が水温が上がりやすくなる。よって、潮間帯より深いところよりもタイドプールの方が高温条件になるということである。ということは、タイドプールに生育する海藻は高温でも生育できるように、高温に対する耐性をもっている、つまり、最適温度が高温にあることになる。この観点でグラフを見ると、B よりも A の方が高温に光合成の最適値があることから、解答を選べる。

2006 年

1

## 【解答】

I

問 1 実験 1 反応式： $C_6H_{12}O_6+6O_2+6H_2O \rightarrow 6CO_2+12H_2O$  RQ：1.0実験 2 反応式： $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH+2CO_2$  RQ：算出不可能

問 2 92g

問 3 実験 2 のパン酵母の方が 19 倍多くのグルコースを消費する。

問 4 ミトコンドリア

問 5 グルコース以外が呼吸基質になったから。

問 6 乳酸

II

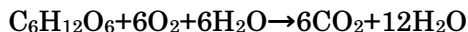
問 1 (1) (イ) (2) (ハ) (3) (ホ) (4) (ニ)

問 2 基質が不足していた。

問 3 フィードバック調節

## 【解説】

問 1 実験 1 は新鮮な空気を与えていることから、酸素が十分に供給されている。よって、実験 1 でパン酵母が行う呼吸は**好気呼吸**で、その反応式は、



である。よって呼吸商 (RQ) の定義より、

$$RQ = \frac{\text{二酸化炭素の物質質量}}{\text{酸素の物質質量}} = 1.0$$

実験 2 は窒素中で行われていることから、酸素が供給されていない。よって、実験 2 でパン酵母が行う呼吸は、酸素を使わない**嫌気呼吸 (アルコール発酵)**で、その反応式は、



である。よって、呼吸商の定義より、

$$RQ = \frac{\text{二酸化炭素の物質質量}}{\text{酸素の物質質量}} = \text{算出不可能}$$



問2  $180 \text{ g} \times \frac{1}{180} \text{ mol} \times 2 \text{ mol} \times 46 \text{ g} = 92 \text{ g}$ …(答)  
 グルコース(g) グルコース(mol) エタノール(mol) エタノール(g)

問3 **好気呼吸**で獲得できる ATP はグルコース 1mol 当たり **38mol**,  
**アルコール発酵**で獲得できる ATP はグルコース 1mol 当たり **2mol**.  
 つまり, 好気呼吸と同じだけ ATP をアルコール発酵で得ようとする, 19 倍多くグル  
 コースを消費することになる。

問4 実験1で行われているのは好気呼吸。ということは, 好気呼吸の場となるミトコンド  
 リアがたくさん存在するはずである。

問5 実験1は  $RQ=1.0$  であった。そこから, 0.9, 0.8, …と低下していくということは, グ  
 ルコース以外の呼吸基質が使われる(例えば, タンパク質や脂質)ことによって,  $RQ$  が低  
 下したと考えられる。なぜ, ほかの呼吸基質が使用されると  $RQ$  が減少するかという  
 と, タンパク質の  $RQ$  は 0.8, 脂質の  $RQ$  は 0.7 であるから, たとえば, 炭水化物と脂質を同量  
 (mol) 使ったとすると, 全体の  $RQ$  としては炭水化物と脂質の  $RQ$  の平均を取ることにな  
 り, 0.85 となって  $RQ$  が低下する。

問6 筋細胞で起こる嫌気呼吸を**解糖**といい, 反応としては**乳酸発酵**と同様である。よって,  
 蓄積する物質は乳酸である。

## II

- 問1 (1) 温度と酵素反応の関係の注目すべき点は, 初めは指数関数的に増加するが, ある温  
 度(**最適温度**)を境に急激に反応速度が低下する。これは, **熱変性**によって**失活**した  
 酵素の割合が増加するからである。
- (2) pH と酵素反応の関係の注目すべき点は, ある pH 以外では反応速度が低くなって  
 いることである。
- (3) 基質量と酵素反応の関係の注目すべき点は, 低濃度領域では一次関数的に反応速度  
 が上昇するが, 一定以上の酵素濃度になると, **酵素が基質で飽和して, 酵素质質複合  
 体がこれ以上作れなくなって, 反応速度が一定**になる。
- (4) 無機触媒は, 酵素のように熱変性によって失活することがないので, 温度上昇に伴  
 って反応速度が上昇する。

問2 酵素反応速度は, 酵素濃度と基質濃度によって決まるものであるから, 酵素を 2 倍に増  
 やしても単純に反応速度が 2 倍になるとは限らない。

問3 北大で非常によく聞かれる問題、そして非常に重要な概念。代謝やホルモン分泌、遺伝子発現まで、体内で起こる酵素反応のほとんどに関与しているといっても過言ではない、この**フィードバック調節**。しっかり覚えておこう。

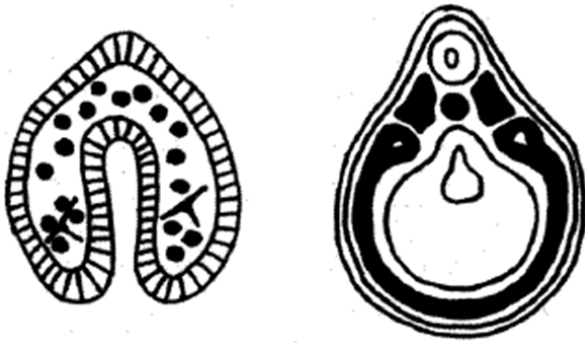
2

【解答】

I

問1 (ア)配偶子 (イ)受精 (ウ)卵割 (エ)割球 (オ)桑実胚 (カ)胞胚 (キ)原腸胚 (ク)原腸 (ケ)原口 (コ)神経 (サ)筋肉 (シ)骨格 (サ・シは別解多数)

問2



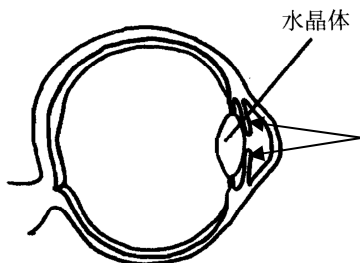
II

問1 誘導

問2 眼胚

問3 網膜

問4



III

問 1 X 細胞：幹細胞 Y 細胞：体細胞

問 2 未受精卵の核を除核するか，紫外線を照射して核を不活化させなければならない。

問 3 クローン臓器の核の遺伝子は患者と同じなので，クローン臓器に対して拒絶反応が起こらないから。

【解説】

I

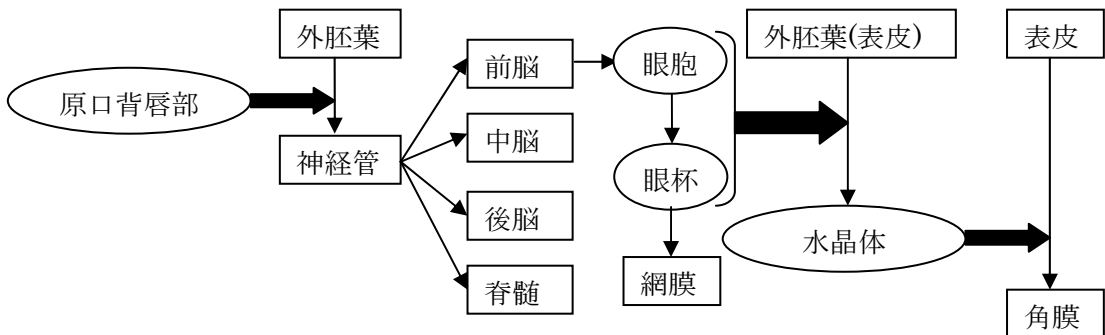
問 1 サ・シにはほかに，腎臓・輸尿管・輸卵管・輸精管・子宮・生殖腺・血管・血球・心臓・内臓筋・胸膜・腹膜・腸間膜などが挙げられる。

問 2 体の内部にあるものは基本的に中胚葉。ただし，外部から陥入したもの，たとえば神経管や腸管は中胚葉ではない。

II

問 1 形成体がある領域に働きかけて予定運命を変更することを誘導という。

問 2・3 いわゆる誘導の連鎖。目の形成はその最たる例である。



丸で囲まれた組織名は形成体で，太い矢印 (➡) は誘導を示す。このように，連続的に誘導が起こることで目は形成される。

III

問 1 X 細胞はいろいろな細胞のもとになる細胞 (本文 4 行目)。ということは，X 細胞は様々な細胞に分化する能力 (分化全能性) をもつ細胞ということになる。また，生物の体を構成する細胞を体細胞ということから Y 細胞の正体もわかる。

問2 未受精卵は言い換えれば卵である。卵にはもちろん卵核が存在するので、何の処理もせずに未受精卵に患者の核を移植すると、卵内には2つの核が存在することになる。骨格筋などを除いて一般的には1つの細胞に1つの核であるから、未受精卵の核を取り除いておく必要がある。

問3 一般的に臓器移植を何も考えずに行うと、**拒絶反応**が起きて生着しない。細胞表面に自己非自己を見分けるためのタンパク質(MHC)が存在し、これはヒトによって型が異なる。よって、自身の遺伝子を使って臓器を作れば、自身のMHCが細胞膜上に発現し、非自己とみなされないため、拒絶反応が起こらない。また、一般的に施術されている臓器移植は、MHCの型が非常に似通ったドナーから譲り受けた臓器を移植している。

3

【解答】

問1 (1) 配偶子形成時、一对の対立遺伝子が互いに分離して別々の配偶子に入る。

(2) 対立遺伝子の優劣が不完全な場合。

(3) 2対の対立遺伝子が連鎖している場合。

問2 (1) AaBb, Aabb (2) 0% (3) 2.5%

問3 (1) コドン2番目 : A→U

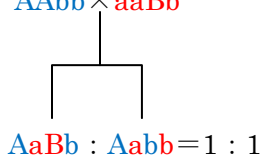
(2) 66.7%

(3) マラリア病原虫は鎌状赤血球には寄生しないので、マラリアが蔓延する地域では正常な赤血球を持つヒトよりも鎌状赤血球貧血症を患っている人の方が生存率が高くなるから。

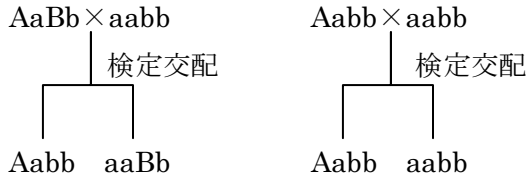
【解説】

問1 メンデルの遺伝の法則は、自力で書けるようにしておこう。

問2 (1) 交配を再現すると、 AAbb × aaBb  
右の通り。



- (2) Aabb は連鎖の組み合わせを考える必要がないが, AaBb の連鎖は連鎖の組み合わせを考える必要がある。連鎖の組み合わせを見るときはいつでも親を見る。今回は問 2 (1) で色分けを行っているのをそれを参考に。連鎖の組み合わせは Ab/aB, 組換え価は 0% である。そこで, 下のように交配を再現する。



表現型が赤くて大きい花になるための条件は, A と B を同時に持つことだが, そのような個体は存在しない。

∴ 0% … (答)

- (3) 遺伝子型 AaBb の個体の連鎖の組み合わせは Ab/aB で, 組換え価は 10% である。これを条件に, AaBb, Aabb を検定交配にかけると, 結果は以下の通り。

<p>AaBb × aabb</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td></td><td style="text-align: center;">ab</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1AB</td><td style="text-align: center;">1AaBb</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">9Ab</td><td style="text-align: center;">9Aabb</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">9aB</td><td style="text-align: center;">9aaBb</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1ab</td><td style="text-align: center;">1aabb</td></tr> </table>		ab	1AB	1AaBb	9Ab	9Aabb	9aB	9aaBb	1ab	1aabb	<p>Aabb × aabb</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td></td><td style="text-align: center;">ab</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Ab</td><td style="text-align: center;">Aabb</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">ab</td><td style="text-align: center;">aabb</td></tr> </table>		ab	Ab	Aabb	ab	aabb
	ab																
1AB	1AaBb																
9Ab	9Aabb																
9aB	9aaBb																
1ab	1aabb																
	ab																
Ab	Aabb																
ab	aabb																

ここで, AaBb × aabb では 20 個体次世代が得られているので, Aabb × aabb も 20 個体になるように合わせる。

	ab	
Ab	Aabb	→ 10Aabb
ab	aabb	→ 10aabb

よって, 赤くて大きい花を持つ個体の割合は,

$$\frac{1}{40} \times 100 = 2.5\% \dots (\text{答})$$

- 問 3 (1) グルタミン酸のコドンもバリンのコドンも 1 塩基目はともに G である。また, グルタミン酸の 3 塩基目は U または G で, これはバリンのコドンの 3 塩基目に同じものがある。しかし, 2 塩基目はグルタミン酸の A と同じ塩基がバリンにはなく, バリンでは U になっている。

- (2) どの塩基が置換反応を起こすかはランダムなので, 1 塩基目が置換する確率も, 2

塩基目が置換する確率も、3 塩基目が置換する確率も、すべて  $1/3$  である。

まず、1 塩基目が  $1/3$  の確率で置換したとすると、指定するアミノ酸は必ず変化する。  
また、2 塩基目が  $1/3$  の確率で置換したとすると、指定するアミノ酸は必ず変化する。  
だが、3 塩基目が  $1/3$  の確率で置換したとしても、指定するアミノ酸は変化しない。  
よって、指定するアミノ酸が変化する確率は、

$$1/3 + 1/3 = 2/3 \rightarrow 66.7\%$$

- (3) 自然選択によって集団中に広まるということは、**鎌状赤血球貧血症はある自然選択の働く地域では、生存に有利**であるということになる。つまり、正常な赤血球は生存に不利ということになる。これは非常によく出題される内容で知っている人も多いと思うが、**鎌状赤血球はマラリア耐性**をもつ。これは、赤血球に感染して増殖するマラリア病原虫が鎌状赤血球に感染すると、鎌状赤血球内で増殖する前に、鎌状赤血球の寿命が来て赤血球が破壊される。これによって、体内でのマラリア病原虫の増殖が抑えられる。

4

【解答】

問 1 (ア)中枢 (イ)末梢 (ウ)体性 (エ)自律 (オ)アセチルコリン (カ)シナプス  
(キ) 1.7 (ク)  $3.3 \times 10^2$  (ケ)傾き

問 2 延髄でニューロンが交差しているから。

問 3 聴覚野：3 視覚野：6

問 4 ノルアドレナリン

問 5 神経伝達物質を持つシナプス小胞は軸索の末端にしかないから。

問 6 (コ)鼓膜 (サ)耳小骨 (シ)うずまき管 器官名：うずまき管

問 7 細胞(A)：桿体細胞 細胞(B)：錐体細胞

【解説】

問1 キ・ク これらに関しては、以下のような対応表を考えるとわかりやすい。

	実際 (m)		拡大後の値 (m)
間隙の距離	$5.0 \times 10^{-8}$	→	キ
細胞体の直径	$1.0 \times 10^{-5}$	→	ク
神経伝達物質の直径	$3.0 \times 10^{-10}$	→	$1.0 \times 10^{-2}$

神経伝達物質は、 $3.0 \times 10^{-10}$  から  $1.0 \times 10^{-2}$  に拡大されているから、その拡大率は、

$$\frac{1.0 \times 10^{-2}}{3.0 \times 10^{-10}} = \frac{1}{3} \times 10^8$$

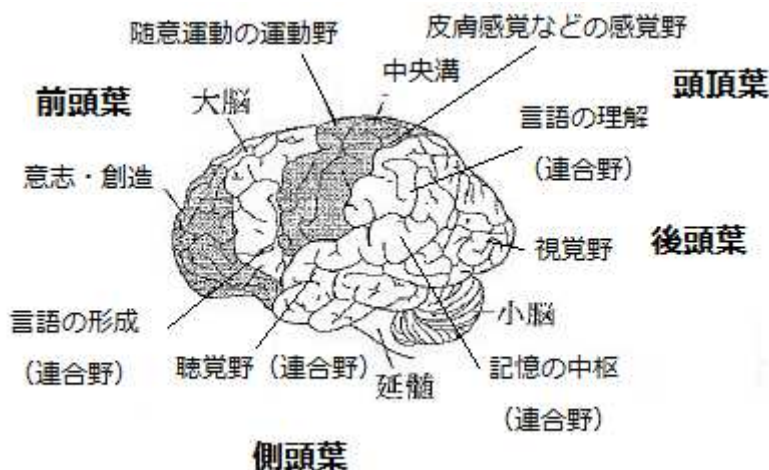
である。よって、間隙の距離および細胞体の直径の拡大後の値は、

間隙の距離：  $5.0 \times 10^{-8} \times \frac{1}{3} \times 10^8 \doteq 1.7$

細胞体の直径：  $1.0 \times 10^{-5} \times \frac{1}{3} \times 10^8 \doteq 3.3 \times 10^2$

問2 脳と体で左右反対に影響が出る、つまり、右脳の指令は左半身に、左脳の指令は右半身に伝わる。ということは、神経がどこかで cross (交叉) していないといけな。そして、キーワードに延髄ときたら、**延髄交叉**を思い出してほしい。

問3 よく漫画などで後頭部を打つと、目の前に星がキラキラしている。実際に、後頭部を打つと、目の前が一瞬びかっつと光ったような感じがする。このことから、眼の感覚である視覚に関係する部位は後頭葉にあると考えられる。また、聴覚野に関しては、耳から近いところにありそうという感覚で、側頭葉のあたりにあると思えばこの問題はいただきである。

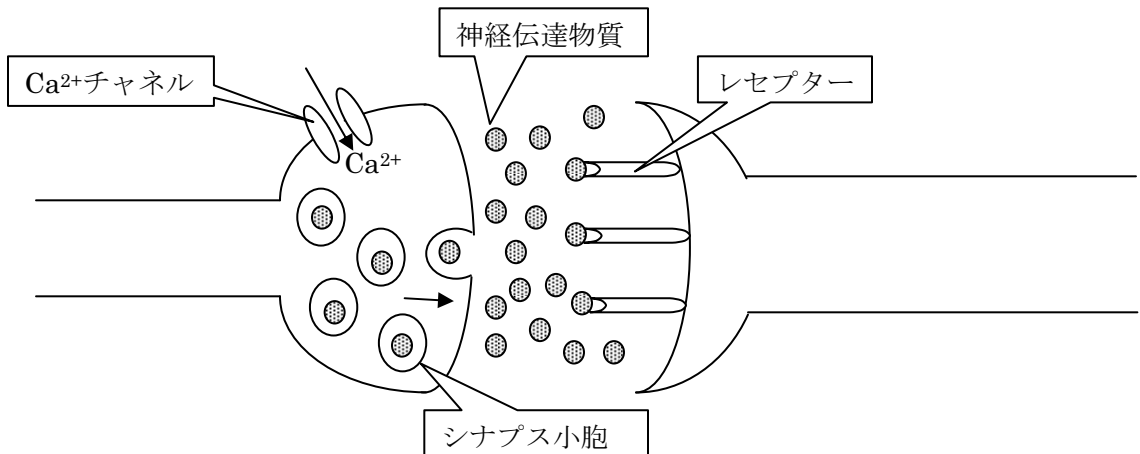


【哺乳類の脳のつくり】

問4 **交感神経**の神経伝達物質は**ノルアドレナリン**，**運動神経・副交感神経**の神経伝達物質は**アセチルコリン**である。神経伝達物質は，ノルアドレナリンとアセチルコリンを覚えておけばOK。

問5 伝達についてまとめると，次のとおりである。

- ① ニューロンとニューロンの接続部をシナプス，ニューロンと筋肉の接合部を神経筋接合部という。



- ② これらの接合部では，活動電位の発生によって， $\text{Ca}^{2+}$ チャネルが開き，神経細胞内に $\text{Ca}^{2+}$ が流入すると，軸索末端のシナプス小胞が移動して膜融合することで，シナプス小胞から神経伝達物質が放出され，これが細胞体や筋肉の細胞膜にある受容体に結合することで，興奮が伝えられる。このような興奮の伝え方を伝達という
- ③ **伝達**の方向は，軸索末端から細胞体や筋肉への**一方向**である



## 2007 年

1

## 【解答】

I

問 1 96 通り

問 2 (4)

問 3 (ア) 二重螺旋 (イ) チミン (ウ) シトシン (エ) 水素 (オ) ポリメラーゼ

問 4 大腸菌は単位時間当たりの増殖速度が大きいので、大腸菌にタンパク質を合成させると特定のタンパク質を短時間で多量に得ることができる点。

II

問 1 ヨウ素ヨウ化カリウム溶液(おそらくヨウ素液でも○)

問 2 基質特異性

問 3 最適 pH が約 2 のペプシンは pH7 の条件下では酵素活性が低下するから。

問 4 分解されない。

理由： ペプシンの最適 pH 付近の pH2 ではペプシンは酵素活性を持ち、アミラーゼを分解してしまうから。

## 【解説】

I

問 1 図 1 中の四角で囲まれた部分のアミノ酸の配列を指定するコドンがそれぞれ何通り存在するかを図 2 をもとに表記していくと、**バリン：4 通り**、**フェニルアラニン：2 通り**、**アスパラギン酸：2 通り**、**アスパラギン：2 通り**、**イソロイシン：3 通り**であるから、図 1 の四角で囲まれた部分のコードンの配列（塩基配列）は、 $4 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 = 96$  通り…(答)

問 2 まず、フェニルアラニン・アスパラギン酸・アスパラギンのいずれかのコドンを探し出し、それを使って四角形で囲まれた 5 つのアミノ酸のコドンを確認する（次ページの図の黄色：フェニルアラニン、薄緑：アスパラギン酸、緑：アスパラギン）。なぜこの 3 つのいずれかに着目するかというと、バリンやイソロイシンよりも指定するコードンの種類が少ないため、少ない数のコドンで短期記憶して図の中から探すのが楽だからである。次に四角形で囲まれた後ろのアミノ酸トリプトファンのコドンをチェックする。これも先と同様の理由で、トリプトファンをしてするコドンは 1 つしかなく、探すのが楽だからである。

- (1) ACC ACT GTG TTC GAC AAC ATC TAA ATC AGG  
 (2) GTC TTT GAT AAT ATC GCT ACT TCT AAT GCA  
 (3) AAA GTT TTC GAC AAC ATT GAC CTA CAT TAA  
 (4) ACA CCC GTC TTT GAC AAC ATC TGG AAC CAG

II

問2 酵素の三大特性の一つ。酵素の三大特性は、**基質特異性・最適温度・最適 pH** の3つ。酵素が触媒する反応が決まっている基質特異性、酵素反応速度が最大になる最適温度や最適 pH。最適温度は、37 度～40 度で、その温度を超えると変性して失活するのが一般的であるが、一部の細菌には高温でも失活しない酵素を持つ場合もある。

問3 最適 pH の問題。ペプシンはどこで働いているかを考えれば、すぐに答えが出るはずである。ペプシンは胃液に含まれる消化酵素で、胃で働いている。つまり、胃の中の条件で働けるということだから、胃液が口の方へ上がってきたときに酸っぱい感じがするのを知っている人は容易に、胃の中が酸性条件だとわかるはず。実験 3 の pH7 は中性であるから、酸性条件から大きく外れている。ちなみに、胃液の pH はだいたい 2 である。

2

【解答】

問1 両眼で受容する光の量が等しくなる

問2 丸印の像が視細胞のない盲斑に結ばれたから。

問3 片目をふさいで視覚障害が現れなくなれば眼球の損傷であり、それでもなお現れれば大脳の損傷である。

問4 (1) (エ) (2) 0.0735(ミリ秒)

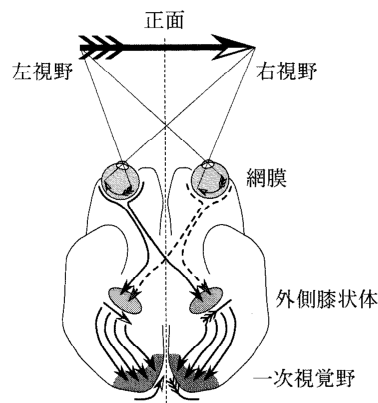
【解説】

問1 やや難しい問題。まず、無処理のハマトビムシがどのような行動をしているかを考える。図 1 を見ると、無処理のハマトビムシは光の方へ向かって飛んでいる。一方、右眼を塗りつぶす(=右眼を遮光した)場合は、左へ向かって飛んでいる。つまり、光を避けるような飛び方をしている。ということは、無処理のハマトビムシが光の方へ向かって飛んでいるということから、ハマトビムシは光へ向かって飛ぶという解釈では間違っているということにな

る。問題文全体を通して視覚に関する内容を問うているので、無処理のハマトビムシは視覚の観点ではどうなっているのかを考えると、両眼に等しく光が入射しているとも考えられる。さらに、この仮定の下で、右眼を遮光したハマトビムシの飛行を見てみると、ハマトビムシが左に向かって飛ぶことで、右眼に光が入射しないのであれば、左眼に入射する光の量を減らそうというように飛んでいると解釈できる。

問2 非常によくある実験で、高校でも学習済みだと思う。この実験を用いた計算問題が他大学で出題されていることから、ぜひ計算問題もやっておいてほしい。

問3 両眼で同時に右側の視野と左側の視野を見ている。仮に、右側の眼球に損傷があって右上の視野がぼやけているのであれば、右眼からの情報を遮断すれば、正常な左眼で右側と左側の視野を正常にみることが出来る。一方、脳に損傷がある場合、眼球での受容には問題はないが、脳で認識することに問題があるため、片眼からの情報を遮断しても右上がぼやけてしまう。



問4 (1) (A), (B)で変えた条件は右耳に入る音の強さである。(A), (B)でともに左に  $10^\circ$  ずれていることから、音の強弱によって左右のずれは変化なし。しかし、(A)で  $35^\circ$  下に、(B)では  $8^\circ$  下にずれていることから、音の強弱によって上下のずれは変化あり。つまり、音の強弱からキャッチしている情報は**上下**である。

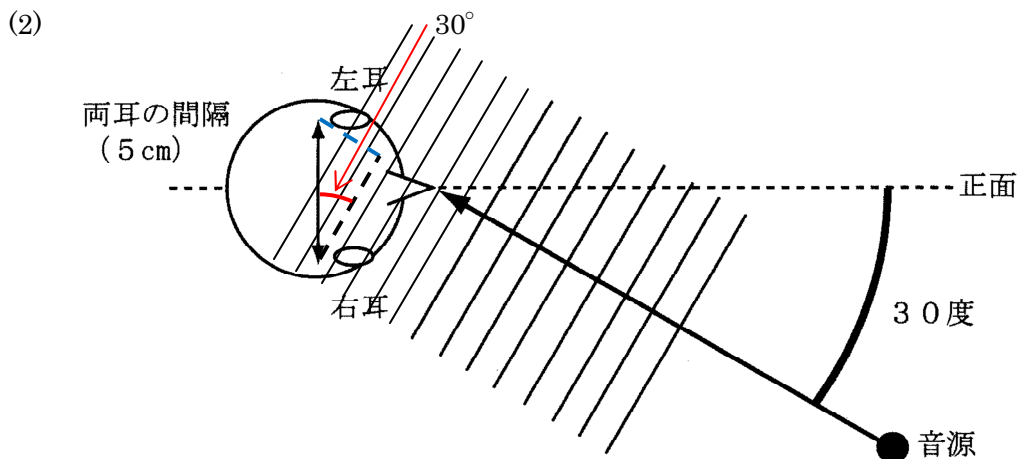


図4

右耳に音が到達してから音は  $5 \times \sin 30^\circ$  (cm)進むと左耳に到達する。よって、左右の耳で生じる音が聞こえるまでの時間のずれは、音が  $5 \times \sin 30^\circ$  (cm)進むのにかかる時間と等しくなり、求める時間は、

$$\frac{5 \times \sin 30^\circ \times 10^{-2}}{340 \times 10^{-3}} = 0.0735 (\text{ミリ秒}) \dots (\text{答})$$

3

【解答】

問1 (ア) 孢子 (イ) 胚珠 (ウ) 精子 (エ) 胚乳核 (オ) 子葉

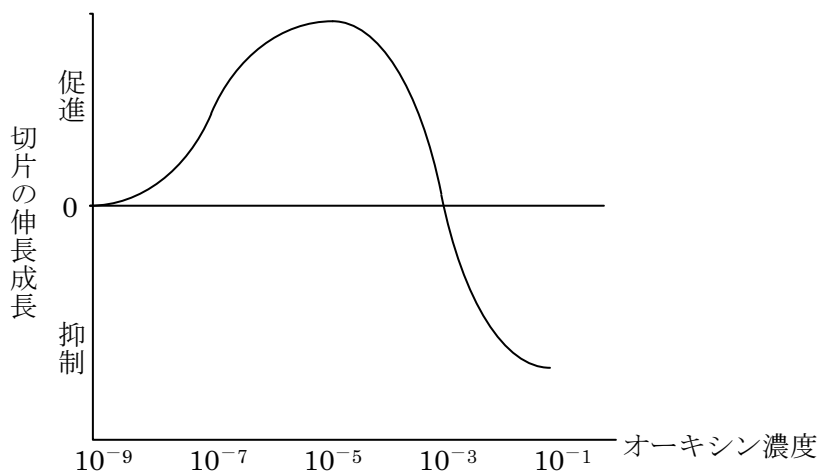
問2 コケ植物：スギゴケ・ゼニゴケ・ミズゴケ・チョウチンゴケ・ツノゴケ

シダ植物：ゼンマイ・ワラビ・スギナ・ヒカゲノカズラ・トクサ・リニア・マツバラン  
(それぞれ 2 種類ずつ)

問3 ③

問4 (1) オーキシシン

(2)



(3)



問5 (1) アブシシン酸(アブシジン酸)

(2) 発芽・発育に不適な時期を低温・乾燥に強い種子の状態です。

問6 (1) 赤色光

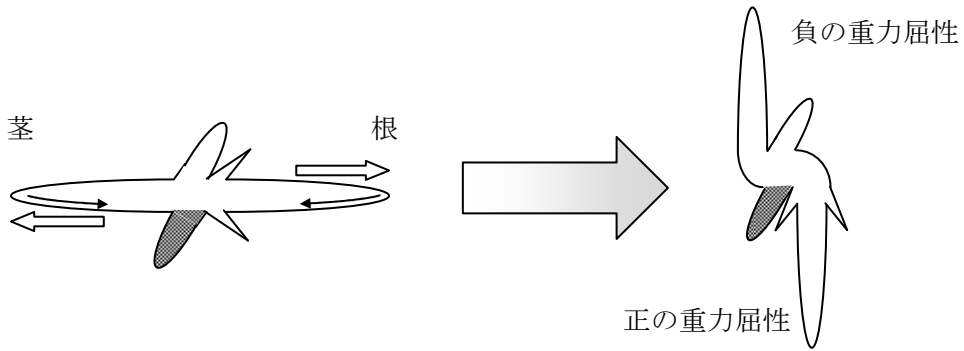
(2) 種子に含まれるフィトクロムの  $P_R$  型が赤色光を吸収して  $P_{FR}$  型に変化することによって核内の遺伝子発現が調節し、種子の発芽を誘導するから。

【解説】

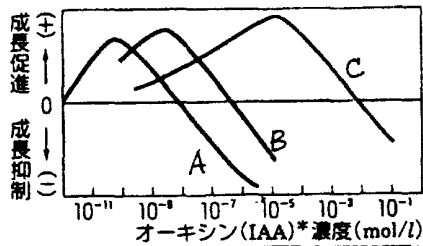
問3 光合成を行う生物の特徴の整理は行っておいた方がよい。実際に整理すると下の通りになる。

被子	子房壁が胚珠を包む 重複受精を行う 道管をもつ	種子形成	維管束をもつ 器官形成 本体が孢子体	陸生	受精を行う	多細胞	真核	クロロフィルaをもつ	光合成
裸子	仮道管を持つ	形成 造卵器							
シダ									
コケ									
車軸藻									
一部緑藻 紅藻 褐藻									
一部緑藻 渦鞭毛藻 珪藻									
ラン藻									
光合成細菌									

問4 (1) **極性移動**のホルモンときたらオーキシン。正常な胚発生のことについて問題文中に書いてあるが、これは、**芽が負の重力屈性**を示して、**根が正の重力屈性**を示すことを指している。植物体は、横方向に重力を感じると、先端部で重力方向にオーキシンが移動し、鉛直下側でオーキシン濃度が高くなる。その結果、芽・茎では細胞伸長が**促進**され、根では細胞伸長が**抑制**される。



(2) 根・側芽・茎のオーキシシン感受性に関するグラフの形状は知識として持っておいてほしい。ただ、茎におけるオーキシシン最適濃度がわからないのは無理もない。今回は、 $10^{-9}$  から  $10^{-1}$  の範囲でグラフを作成することが求められ、横軸が対数グラフになっていることから、横軸の中央である  $10^{-5}$  当たりで最適濃度にした人も多いと思う。しかも、今回はそれが正解になる。また、採点においてはそこまで最適濃度に意識を向けて採点しているとは考えにくいので、なんとなく形があっていれば正解になると考えられる。ちなみに、根・側芽・茎のオーキシシン感受性のグラフは次の通り。



(A : 根, B : 側芽, C : 茎)

(3) 考えるべきことは大きく分けて二つ。一つ目は、オーキシシンが**極性移動**すること。これにより、オーキシシンは必ず重力方向に関係なく先端から基部に移動するので、切片全体での位置情報は、先端を下にしても基部を下にしても変化しない。よって、先端に芽、基部に根はかわらない。二つ目は、**重力屈性**である。芽・茎は負の重力屈性を示し、根は正の重力屈性を示す。

4

【解答】

問1 (ア) 10 (イ) 63 (ウ) 多い (エ) 少ない (オ) 保護 (カ) 少ない

問2 種 A : 0.6 種 B : 0.7

問3 (1) 種 A : L 種 B : M

(2) L 型は初期死亡率が高くその後死亡率は低下するが、M 型は死亡率が一定である。

問 4  $s_0s_1s_2s_3$

問 5 (1) 生存率が齢が進行するとともに上昇する。

(2) 卵や稚魚の状態では体が小さく、捕食される確率が高いが、成長するにつれて捕食される確率が低くなるから。

問 6 (1) 166.7

(2) 問 4 を用いると、齢 4 に生存している個体数は  $1000s_0s_1s_2s_3$  だから、臨界繁殖率は、

$$\frac{1000}{1000s_0s_1s_2s_3} = \frac{1}{s_0s_1s_2s_3}$$

であるから、臨界繁殖率が最小になるために満たすべき条件は、 $s_0s_1s_2s_3$  が最大になることである。

そこで、 $S = s_0s_1s_2s_3$  とおき、 $s_i$  ( $i = 0, 1, 2, 3$ ) の値が  $c$  だけ増えると、 $S$  は  $\Delta S_i$  だけ増えるとする、

$$\Delta S_0 = cs_1s_2s_3$$

$$\Delta S_1 = cs_0s_2s_3$$

$$\Delta S_2 = cs_0s_1s_3$$

$$\Delta S_3 = cs_0s_1s_2$$

となり、

$$\Delta S_0 - \Delta S_1 = cs_2s_3(s_1 - s_0) > 0$$

$$\Delta S_0 - \Delta S_2 = cs_1s_3(s_2 - s_0) > 0$$

$$\Delta S_0 - \Delta S_3 = cs_1s_2(s_3 - s_0) > 0$$

$$(\because s_0 < s_1 < s_2 < s_3)$$

となるから、 $s_0$  が増加した時に  $S + \Delta S_i$  は最大となる

$\therefore$  求める答は、齢 0 … (答)

**【解説】**

問 1 (ア) 種 A の齢 0 の生存個体数から死亡数を引くと齢 1 の生存個体数になることがわかる。このことから、齢 2 の死亡数は、齢 2 の生存個体数から齢 3 の生存個体数を引けばよいので、 $20 - 10 = 10$  (個体) である。(イ) に関しても同様に考えて、 $90 - 27 = 63$  (個体)。同様にして本文中の表を埋めると、次ページのようになる。

種 A

齢	生存個体数	死亡数
0	1000	950
1	50	30
2	20	10
3	10	4
4	6	6

種 B

齢	生存個体数	死亡数
0	1000	700
1	300	210
2	90	63
3	27	19
4	8	8

問 2 死亡率は、何%の確率でその齢で死亡するかであるから、種 A の齢 1 の死亡率は、

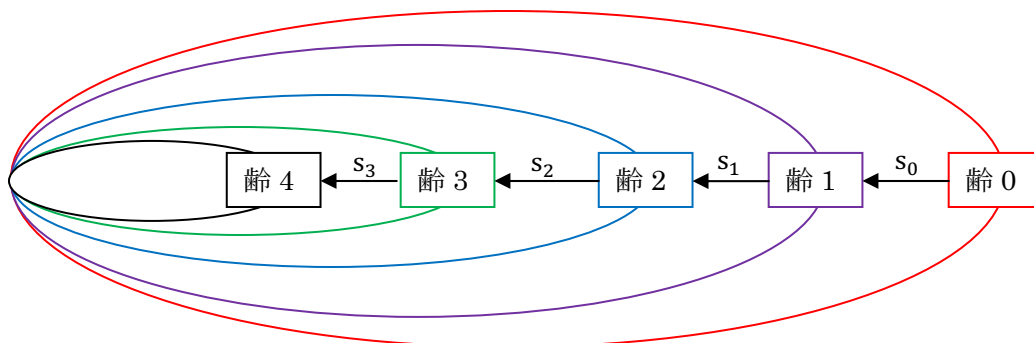
$$\frac{30}{50} = 0.6 \dots (\text{答})$$

であり、種 B の齢 1 の死亡率は、

$$\frac{210}{300} = 0.7 \dots (\text{答})$$

問 3 生存曲線の種類は、死亡率により判別できる。そこで、種 A の死亡率をみると、 $d_1 = 0.95, d_2 = 0.6, d_3 = 0.5, d_4 = 0.4$ であるから、幼齢期の死亡率が高いことがわかる。よって、早死型。一方、種 B の死亡率をみると、 $d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = 0.7$ であり、死亡率が一定であることから、安定型。

問 4 個体数の減少を次のような図を考えるとわかりやすいと思われる。



円の面積が各齢における生存個体数と考えると、例を追うごとに  $s_i$  の割合で円が縮小されていく。つまり、齢 0 の個体数に対する齢 4 の個体数の割合は、齢 0 の円を齢 4 の円に縮小する割合であるから、 $s_0 s_1 s_2 s_3$  である。



問6 (1) 6 個体で 1000 個体まで個体数を回復しなければならないから 1 個体あたりの繁殖率は、 $1000 \div 6 \approx 166.7 \dots$ (答)

2008 年

1

【解答】

問 1 (a) (エ) (b) (イ)

問 2 (1) 局所生体染色法 (2) (c) (ア) (d) (オ) (e) (カ)

問 3 初期原腸胚では、予定神経領域と予定表皮領域の発生運命は決まっておらず、移植先の発生運命に従って分化する。

問 4 予定外胚葉の胞胚腔側から、胚の内部に陥入した原口背唇部が接触することが必要である。

問 5 原口背唇部が胚の内部に陥入して予定外胚葉の胞胚腔側に接触することができないので、誘導が起こらず、神経が分化しない。

問 6 眼杯 : (ア) 水晶体 : (オ)

【解説】

問 1 一般的な体細胞分裂と比べての卵割の特徴をまとめると以下の通り。

① 割球の成長が起こらない

→胚全体の大きさは**不変**、割球自体の大きさは**小型化**。**間期が短く**(G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>がなく)、分裂が**速い**

② 各割球が**同調**分裂する(生じた割球が同時に次の分裂を行う)

③ 割球の**分離**が起こらない

④ 遺伝子の**転写**が起こらない

→細胞質中に存在する**母系 mRNA** を用いてタンパク質合成を行っている

また、体細胞分裂と比べての減数分裂の特徴をまとめると以下の通り。

	体細胞分裂	減数分裂
分裂の回数	1 回ずつ	<b>2 回連続(第一分裂と第二分裂の間に間期なし)</b>
相同染色体	対合しない	<b>対合する(第一分裂前期)→乗換えが起こる</b>
核相(染色体数)	不変	<b>半減する(第一分裂)</b>

さらに、減数分裂に関して、第一分裂と第二分裂を比較すると、次のとおり。

	第一分裂	第二分裂
染色体が分離する面	<b>対合面</b>	<b>縦裂面</b>
体細胞分裂と	<b>異型</b>	<b>同型</b>

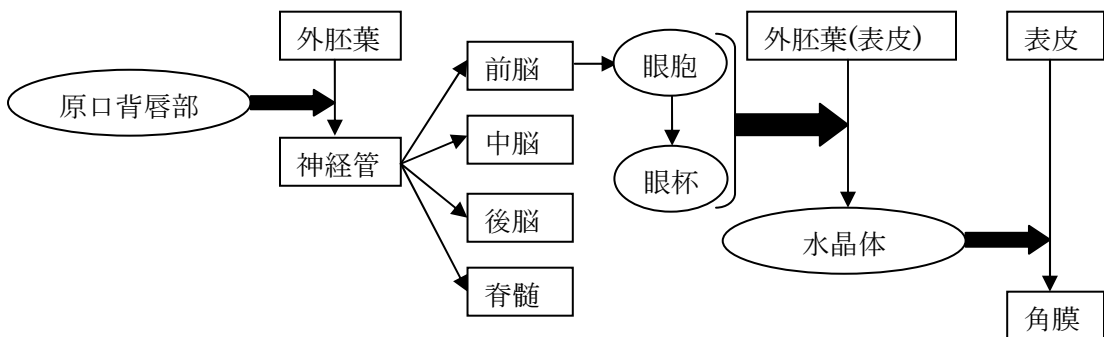
問2 **フォークト**は、イモリの胚を用いて、**原基分布図**（問題の図 1）を作成した。これを作成する際には、細胞を殺さずに発生過程を観察しないといけないので、細胞毒のない、**中性赤**や**ナイル青**を使った。

問3 予定表皮領域と予定神経域の交換移植を行うと、移植先の発生運命（予定運命）に従って分化している。つまり、初期原腸胚では、発生運命は未決定で、移植先の発生運命に上書きされたと考えられる。

問4 予定神経領域は、残念ながらそのままでは神経に分化していない（実験 3）。ということは何らかの刺激が必要だと思いながら、実験 4 を読んでいくと、**原口背唇部を予定神経領域に接触**させるという刺激を与えている。その結果、予定神経領域は神経になっているから、神経に分化するためには、原口背唇部の接触が必要だとわかる。さらに、実験 4 をしっかりと読んでいる人は、胞胚腔側から接触させているという情報もキャッチして、書き込んだ人もいるだろう。

問5 神経が分化してこないということはどういうことかと考えれば、おのずと答えは得られるだろう。問4で神経分化に必要なのは、原口背唇部の接触であるとわかっている。ということは、神経分化しない理由は、原口背唇部の接触がないことによると考えられる。元来、原口背唇部は陥入して、胞胚腔側から接触するはずであるが、今回は陥入していないので、このようなことが起こらないと考えられる。

問6 誘導の連鎖の話。イモリの目の誘導の連鎖は有名なので、下の図をもとにしっかり理解しておこう。



2

【解答】

I (ア) 常染色体 (イ) 伴性遺伝 (ウ) 25 (エ) 0 (オ) 12.5 (カ) 12.5

II

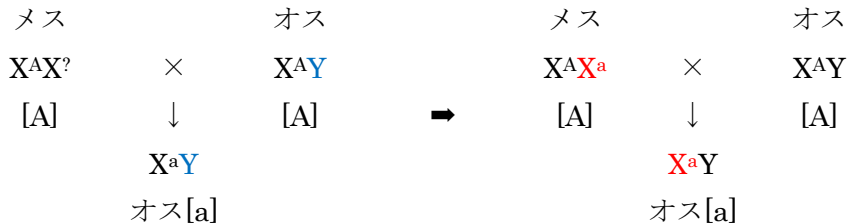
問 1 (1) aabb (2) AABB, AABb (3) AaBB, AaBb

問 2 三毛猫は、X 染色体上に遺伝子 A と a をヘテロで持ち、遺伝子 B を持っている。メスは X 染色体を 2 本持つので A と a をヘテロで持つことができるが、オスは通常、X 染色体を 1 本しか持たず、遺伝子 A または a の一方しか持てないから。

問 3 減数分裂時に染色体の不分離が起こって、X 染色体が 2 本入った卵や X 染色体と Y 染色体が入った精子が形成され、それぞれが Y 染色体を持つ精子や X 染色体を持つ卵と受精することによって、X 染色体を 2 本と Y 染色体を 1 本持ったオスが誕生した。

【解説】

I 赤緑色覚異常に関する遺伝子を A(a)とする。なお、遺伝子 a を持つ際に赤緑色覚異常を発現するとする。また、赤緑色覚異常でないという表現型を [A]、赤緑色覚異常という表現型を [a]とする。そこで、問題文中にある、[A]の両親の交配により得られる子ども表現型が[a]になることから、**家系図 1**のようになる。ただし、X 染色体上の遺伝子 A は、 $X^A$ のように表すことにする。オスの子どもがもつ Y 染色体は、オス親から受け継ぐしかないので、雄の子どもが持つ X 染色体（遺伝子 a が座している）はメス親から受け継ぐしかないわけである。



家系図 1

オス親とメス親の遺伝子型が決定したので、実際に交配を碁盤の目表で行うと、**碁盤の目表 1**のようになる。よって、第二子が赤緑色覚異常を示す男児である確率は 25%であり、この表現型を示す女児である確率は 0%である。また、この交配で得られた女児 ( $X^AX^A$ ,  $X^AX^a$ ) と赤緑色覚異常のオスの交配を碁盤の目表で行うと、**碁盤の目表 2**のようになる。

	$X^A$	$X^a$
$X^A$	$X^AX^A$	$X^AX^a$
Y	$X^AY$	$X^aY$

碁盤の目表 1

	$X^A$	$X^A$	$X^A$	$X^a$
$X^a$	$X^AX^a$	$X^AX^a$	$X^AX^a$	$X^aX^a$
Y	$X^AY$	$X^AY$	$X^AY$	$X^aY$

碁盤の目表 2

赤緑色覚異常を示す遺伝子型は灰色で網掛けしてある。

II

問 1 X 染色体上に座する遺伝子を  $X^A$  のように表すことにする。今回はメスに関しての問題

になっているので X 染色体を 2 本持っていることは確定。

黒一色ということは、遺伝子 a をホモで持ち、遺伝子 b をホモで持つことが確定するので、遺伝子型は  $X^aX^abb$ 。

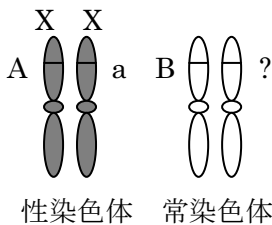
さらに、オレンジと白の二色。まずは、オレンジについて考えてみる。一般的な常染色体上の遺伝子ならば、表現型がオレンジになる遺伝子型は AA と Aa の 2 パターンが考えられるが、今回は  $X^AX^A$ ,  $X^AX^a$  の 2 パターンになると考える人もいるだろう。しかし、残念ながら違う。X 染色体の不活化を考えると 2 本の X 染色体のどちらか一方が不活化されて遺伝子発現しなくなる。遺伝子型  $X^AX^A$  の場合は、どちらの X 染色体が不活化されても遺伝子 A を発現するので、**オレンジ色**になる。一方、 $X^AX^a$  の場合は、 $X^a$  が不活化された場合は遺伝子 A が発現してオレンジ色に、XA が不活化された場合は遺伝子 a が発現して黒色になり、これがランダムに起こるので、遺伝子型  $X^AX^a$  の表現型は**オレンジと黒**の二色。よって、オレンジ色になるための遺伝子型は  $X^AX^A$ 。また、白色になる遺伝子型は BB と Bb の 2 パターン。よって、 $X^AX^ABB$ ,  $X^AX^ABb$  の 2 パターン。

最後に、三毛猫。白色が出るためには先ほど同様 BB または Bb。さらに、オレンジと黒が同時に出るような遺伝子型は先ほど述べたとおり  $X^AX^a$  であるから、三毛猫になる遺伝子型は  $X^AX^aBB$ ,  $X^AX^aBb$  の 2 パターン。

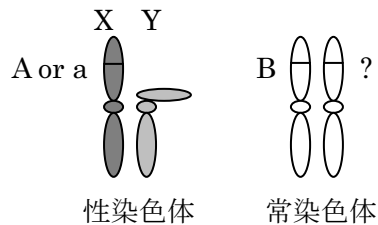
ということで、まとめた答えを書いた人が多いと思いますが、今回問題文で X 染色体上の遺伝子を  $X^A$  のように表記するとはどこにも書いていないので、解答に書いたような表記にしておいてほしい。

問2 三毛猫（メス）と通常のおスの染色体構成と遺伝子構成を図示すると下の通り。X 染色体上には、遺伝子 A または遺伝子 a のどちらか一方しか座していないわけであるから、オスが遺伝子 A と遺伝子 a を同時に持つ（ヘテロになる）ことはない。

三毛猫（メス）の条件



通常♂の染色体構成



問3 三毛猫になるための条件は、X 染色体を 2 本持ち、遺伝子 A と a をヘテロで持つ。オスである条件は Y 染色体を持つこと。ということは、オスの三毛猫が生じるためには、 $X^AX^aY$  という染色体および遺伝子構成になっていなければならない。ということは、通常は両親から 1 本ずつ性染色体を受け継ぐところを、片親から 2 本、もう片親から 1 本受け取ることになる。メスの染色体構成は  $XX$ 、オスの染色体構成は  $XY$  である。メスから 2 本、オスから 1 本の場合は、メスから  $XX$ 、オスから  $Y$  を受け継げば、染色体構成が  $XXY$  となる。また、メ

スから 1 本，オスから 2 本の場合は，メスから X，オスから XY を受け継げば，染色体構成が XXY となる。今回は関係なく，発展的な内容ではあるが，オスから 2 本の性染色体を受け継ぐ場合は XY のほかに，XX や YY のようなパターンも考えられる。ぜひ，どのような減数分裂が起こるとこのような染色体構成になるかも考えておくとよいだろう。

3

**【解答】**

I

問 1 (ア) ストロマ (イ) 5 (ウ) 3 (エ) 脱分化 (オ) カルス  
(カ) 再分化 (キ) 不定胚

問 2 カルビン・ベンソン回路 問 3 分化全能性

II

問 1 細胞の体積の増加の割合よりも茎の直径の増加の割合の方が大きいので，茎の直径の増加は細胞数の増加によると考えられる。

問 2 植物ホルモン X の名称：ジベレリン 植物の病名：イネ馬鹿苗病

問 3 薬品 Y は植物体内において植物ホルモン X の前駆体から植物ホルモン X が合成される過程阻害する作用を持つと考えられる。

**【解説】**

I 前半は光合成の基本的な問題。光化学反応や電子伝達系がチラコイド膜上で起こり，カルビン・ベンソン回路がストロマで起こる。また，カルビン・ベンソン回路で最も大切な反応は炭素の固定反応で，1 分子の炭素数 5 (C<sub>5</sub>) の RuBP (リブローズ二リン酸) と 1 分子の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)が反応して，2 分子の炭素数 3 (C<sub>3</sub>) の PGA (グリセリン酸リン酸，ホスホグリセリン酸) が生成して，大気中の二酸化炭素が固定される。後半は，組織培養の問題。組織培養には未分化な細胞塊 (カルス) が必要なので，分化した体細胞を脱分化させる。そこに，オーキシンやサイトカイニンを加えて，再分化させる。オーキシンやサイトカイニンの濃度を適当にすると不定胚 (初期胚に類似) が生じる。初期胚に類似しているということは個体発生に必要な遺伝子をすべて持っているということになり，文化全能性を保持しているということになる。

II

問 1 実験 1 の結果が表 1 にまとめられているので，表 1 に注目する。この表をどのように扱

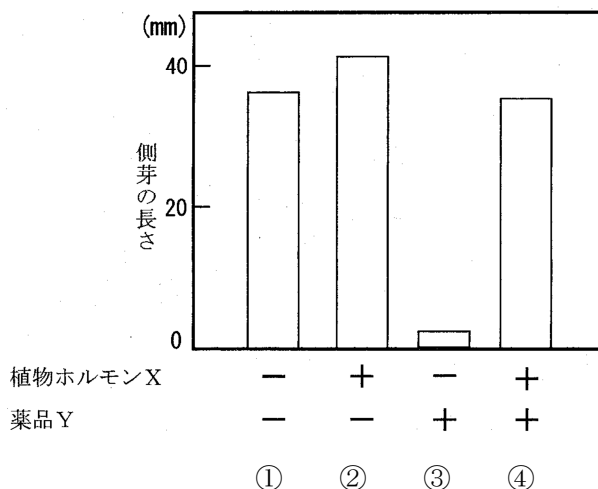
うかがカギになる。問題文には 7 日目から 10 日目にかけての変化は何によるものかという問いかけがなされている。ということは、4 日目から 7 日目にかけての変化と 7 日目から 10 日目にかけての変化には違いがあるということになる。なぜなら、同じ原因で変化が起こるなら、4 日目から 10 日目にかけての変化と問いかけてくるはずだからである。そこで、4 日目から 7 日目と、7 日目から 10 日目にかけて、茎の直径と細胞の大きさが何倍になったかをそれぞれ考えると、次の表の通り。

日程	「4 日目→7 日目」	→	「7 日目→10 日目」
茎の直径	$\frac{3}{2}$	→	$\frac{5}{3}$
細胞の大きさ	$\frac{3}{2}$	→	$\frac{4}{3}$

この表から、7 日目から 10 日目にかけては、**細胞の大きさ（細胞の体積）の増加率よりも、茎の太さの増加率の方が大きい**。つまり、細胞体積の増加によらずに、茎が太くなったということである。細胞体積増加以外で茎を太くするためには、細胞数を増やすしかないとわかるだろう。

問 2 細胞伸長促進といえば、オーキシンやジベレリン。細胞伸長促進の寄与はオーキシンの方が高く、ジベレリン単独での促進能力は低い（オーキシンに比べるとほぼない）。オーキシンと共存するときに、ジベレリンは効力を発揮して細胞伸長が促進される。今回は、細胞伸長促進以外の情報として、**単為結実**の種無しブドウが挙げられている。単為結実といえば、ジベレリン。さらに、ジベレリンの発見は、イネの苗が徒長（ものすごく伸びると解釈しておいていただければ問題ないです）しているのを不思議に思い、その時にイネの馬鹿苗病菌が感染していて、この菌が放出していた物質を単離したことによる。

問 3 図 2 を以下のように①～④と整理する。



②より、植物ホルモン X は伸長成長を促進する。

③より、薬品 Y は伸長成長を抑制する。ということは、図 3 に書かれている、合成または作用を阻害することになる。

④より、伸長成長を阻害する薬剤 Y を加えても、外部から植物ホルモン X を加えれば、伸長成長が阻害されない (①と変わらない)。ということは、薬剤 Y は直接ジベレリンを破壊したり、ジベレリンの作用を阻害したりして、伸長成長を抑制していたわけではないということになる。

以上より、**薬剤 Y は植物ホルモン X の合成を阻害**すると考えられる。

4

【解答】

問 1 (ア) 陽生植物 (イ) 陰生生物

問 2 A : 針葉樹 B : 広葉樹

理由 : A 種の生産構造図はイネ科型のものに似ており、イネ科の植物の葉は針葉であることから、A 種は針葉を斜めにつける針葉樹と考えられる。B 種の生産構造図は広葉型の特徴と酷似していることから、B 種は葉を水平につける広葉樹と考えられる。

問 3 A : 340g B : 340g

問 4 (ウ)  $\frac{5}{100} \times (100 + 500 + 600 + 400 + 200) = 90(gCO_2/m^2)$

(エ)  $\frac{340 \times 12 - 90 \times 12}{24} = 125(gCO_2/m^2)$

問 5 1日・1m<sup>2</sup>あたりの平均光合成量は、葉がすべて a タイプの場合、A 種は 3000gCO<sub>2</sub>、B 種は 3000gCO<sub>2</sub> であり、一部の葉が b タイプの場合、A 種は 3096gCO<sub>2</sub>、B 種は 3288gCO<sub>2</sub> である。よって、葉の一部が b タイプに変化することで、A 種は 96gCO<sub>2</sub>、B 種は 288gCO<sub>2</sub> だけ光合成量が増加し、B 種の方が利益の拡大率が大きいので、光合成特性の変化は A 種よりも B 種の方がより有利であると考えられる。

【解説】

問 1 陽生植物と陰生植物 (陽葉と陰葉) の比較による特徴の整理をしておけば解ける問題。

	呼吸速度	光補償点	光飽和点
陽生植物 (陽葉)	大きい	高い	高い
陰生植物 (陰葉)	小さい	低い	低い



問3 A種について、生産構造図における相対照度ごとに考えていく。図1が葉100gあたりで記載されていることに注意する。この際、図1が葉100gあたりで記載されていることに注意する。

相対照度	葉 100g あたりの CO <sub>2</sub> 吸収速度 gCO <sub>2</sub> /時 (図 1 の a)	各照度における葉の重量 g (図 2 の種 A)	各照度の葉における gCO <sub>2</sub> /時
90%	25	100	25
60%	25	500	125
30%	20	600	120
20%	15	400	60
10%	5	200	10

B種についても同様に考える。

相対照度	葉 100g あたりの CO <sub>2</sub> 吸収速度 gCO <sub>2</sub> /時 (図 1 の a)	各照度における葉の重量 g (図 2 の種 B)	各照度の葉における gCO <sub>2</sub> /時
80%	25	500	125
30%	20	100	200
10%	5	300	15

問4 呼吸速度は光強度 0 で観察されるから、a タイプにおける葉 100g あたりの呼吸速度は、5gCO<sub>2</sub>/時である。種 A の葉の重量の合計は 1800g であるから、

$$\frac{5}{100} \times (100 + 500 + 600 + 400 + 200) = 90(\text{gCO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{時}) \dots (\text{ウ})$$

葉 1g が 1 時間に放出する CO<sub>2</sub> 量(g) A 種が 1 時間に放出する CO<sub>2</sub> 量(g)

昼間は二酸化炭素を吸収するが、夜間は二酸化炭素を放出する。よって、問3で求めた昼間の二酸化炭素吸収速度 gCO<sub>2</sub>/時に昼間の長さ (12 時間) をかけると、昼間の二酸化炭素吸収量が計上される。さらに、(ウ)で求めた夜間の二酸化炭素放出速度 (呼吸速度) gCO<sub>2</sub>/時に夜間の長さ (12 時間) をかけると、夜間の呼吸速度が計上される。昼間の二酸化炭素吸収量から夜間の呼吸量を引けば、1 日当たりの二酸化炭素吸収量が出る。これを 24 時間で割れば、1 時間当たりの平均二酸化炭素吸収速度がわかる。

A 種が昼間に吸収する CO<sub>2</sub> 量(g) A 種が 1 日に吸収する CO<sub>2</sub> 量(g)

$$\frac{340 \times 12}{24} - \frac{90 \times 12}{24} = 125(\text{gCO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{時})$$

A 種の平均 CO<sub>2</sub> 吸収量(h)

問5 a タイプ A 種の 1 日の光合成量は、

$$125 \times 24 = 3000(\text{g}) \dots \textcircled{1}$$

b タイプ A 種が昼間 1 時間に吸収する CO<sub>2</sub> 量は、

$$25 + 125 + 120 + \frac{10}{100} \times 600 = 330(\text{g})$$

b タイプ A 種が夜間に放出する CO<sub>2</sub> 量は,

$$\frac{5}{100} \times (100 + 500 + 600) + \frac{2}{100} \times 600 = 72(\text{g})$$

よって, a タイプ A 種の 1 日の光合成量は,

$$(330 - 72) \times 12 = 3096(\text{g}) \quad \dots \textcircled{2}$$

a タイプ B 種の 1 日の光合成量は,

$$(340 - \frac{5}{100} \times 1800) \times 24 = 3000(\text{g}) \quad \dots \textcircled{3}$$

b タイプ B 種の 1 日の光合成量は,

$$\{125 + 200 + \frac{10}{100} \times 300 - (\frac{5}{100} \times 1500 + \frac{2}{100} \times 300)\} \times 12 = 3288(\text{g}) \quad \dots \textcircled{4}$$

①と②, ③と④をそれぞれ比べてみると B 種の方が増加量が多いので, 有利さは A 種 < B 種である。

2009 年

1

【解答】

問 1 (ア) 恒常性(ホメオスタシス) (イ) ホルモン (ウ) 内分泌腺(内分泌器官)  
 (エ)受容体 (オ) 受容器 (カ) ニューロン (キ) 細胞体 (ク) 軸索  
 (ケ) 樹状突起 (コ) 髄鞘 (サ) 跳躍伝導 (シ) フェロモン

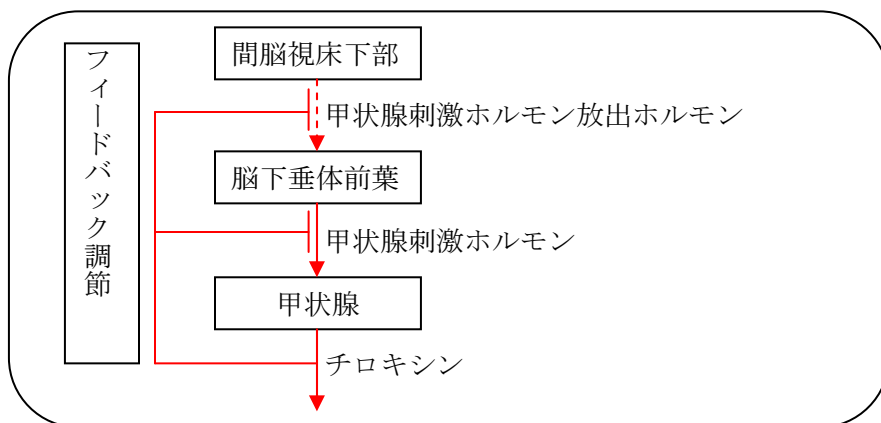
問 2 血中のホルモン濃度の変化がホルモン分泌を指令する中枢にフィードバックして分泌量が調節される。

問 3 後天的に経験によって成立する学習や知能などの習得的行動。

問 4 餌場から巣に帰るときに道しるべフェロモンを分泌して他の個体に餌場の位置を知らせる。

【解説】

問 2 結果が原因に戻って行う調節をフィードバック調節という。たいていは、多い場合には減らす方向に、少ない場合は増やす方向にフィードバックする。これを**負のフィードバック調節**という。北大の入試では非常によく聞かれるので、しっかり頭に入れておくとよい。以下は、チロキシンの分泌調節についての例である。



- ・甲状腺を除去するとチロキシンの濃度が低下するため、  
 甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン・甲状腺刺激ホルモンの分泌量が増加する。
- ・チロキシンを過剰に注射するとチロキシンの濃度が上昇するため、  
 甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン・甲状腺刺激ホルモンの分泌量が減少する。  
 →甲状腺縮小

問 3 用語の定義。覚えていなかった人はここで覚えておくこと。

2

【解答】

問 1 (ア) 減数分裂 (イ) 精細胞 (ウ) 極核 (エ) 重複受精

問 2 W のつくる 2 個の極核の遺伝子型は a, X のつくる精細胞の遺伝子型は A なので, 胚乳の遺伝子型は Aaa となり, 胚乳の表現型はウルチ性となる。

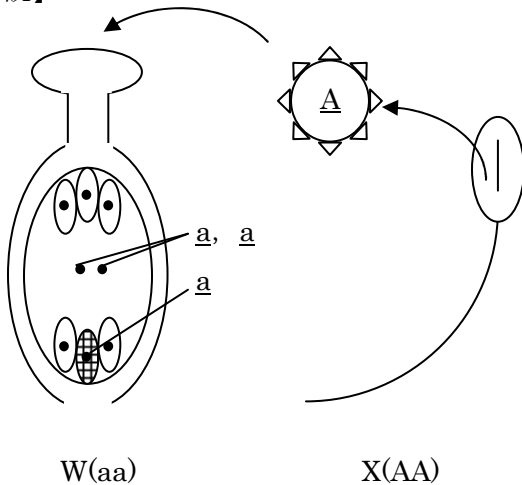
問 3 (1) 劣性ホモ W の花粉を Z のめしべに受粉させる検定交配を行い, 胚乳をヨード染色することで, ウルチ性とモチ性の分離比を調べる。

(2) 交配によって得られた種子の胚乳が, すべてウルチ性だったときの Z の遺伝子型は AA, ウルチ性 : モチ性 = 1 : 1 だったときの Z の遺伝子型は Aa, すべてモチ性だった時の Z の遺伝子型は aa である。

問 4 (1) AAAbbb, AAabbb, Aaabbb (2) ②, ③, ⑤

【解説】

問 2



実験 1 の交配から, ウルチ性が優性で, モチ性が劣性。遺伝子型 a の極核 2 つと遺伝子型 A の精細胞 1 つが合体して胚乳核ができるから, 胚乳核の遺伝子型は Aaa。よって, 胚乳の表現型は [A], つまり, ウルチ性になる。

問 3 遺伝子型の推定に使う実験は, **検定交配 (検定交雑)** である。今回, 遺伝子型のわからない個体 Z の雌花のみ (めしべのみ) が残っているから, 行う検定交配は解答のようになる。個体 Z の遺伝子型の可能性としては, AA, Aa, aa の 3 種類で, 個体 Z がいずれかを検定交配の結果から決定できる。

交配 (♀ 個体 Z × ♂ 系統 W)	胚乳の遺伝子型とその比	胚乳の表現型とその比
AA × aa	すべて AAa	すべてウルチ
Aa × aa	AAa : aaa = 1 : 1	ウルチ : モチ = 1 : 1
aa × aa	すべて aaa	すべてモチ

問4 (1) 実験2の後半には、ウルチ性：高アミロース：モチ性=9：3：4と書かれている。  
このこと(9：3：3：1およびその変形)から、この形質をつかさどる遺伝子は**独立2遺伝子**である。この問題以前で、ウルチ性を司る遺伝子はA、モチ性を司る遺伝子はaである。これらから、表現型[AB]はウルチ性、[aB]および[ab]はモチ性ということになり、残った[Ab]が高アミロース。

(2) 何が間違っているのか。①は高アミロース発現には、遺伝子Aと遺伝子bが必要である。④は③の通り。問題は、補足遺伝子と条件遺伝子の違いであろう。ここがあやふやな人は多い。補足遺伝子は2つの遺伝子(例えば、[AB])がそろったときのみ表現型Xを示し、それ以外(例えば、[Ab]、[aB]、[ab])の場合は表現型Yをしめす。一方、条件遺伝子は、たとえば、遺伝子Aをもつと有色、aのときは無色と大別でき、有色の中には色が2種類ある。遺伝子Aを持つときに遺伝子Bを持ち合わせると有色X、遺伝子Aを持つときに遺伝子bをもつと有色Yになる。要するに、補足遺伝子の時には、2種類の表現型が、条件遺伝子の時には、3種類の表現型が現れる。また、条件遺伝子の際には、一遺伝子一酵素説で表されるような物質代謝の系譜ができる。

3

【解答】

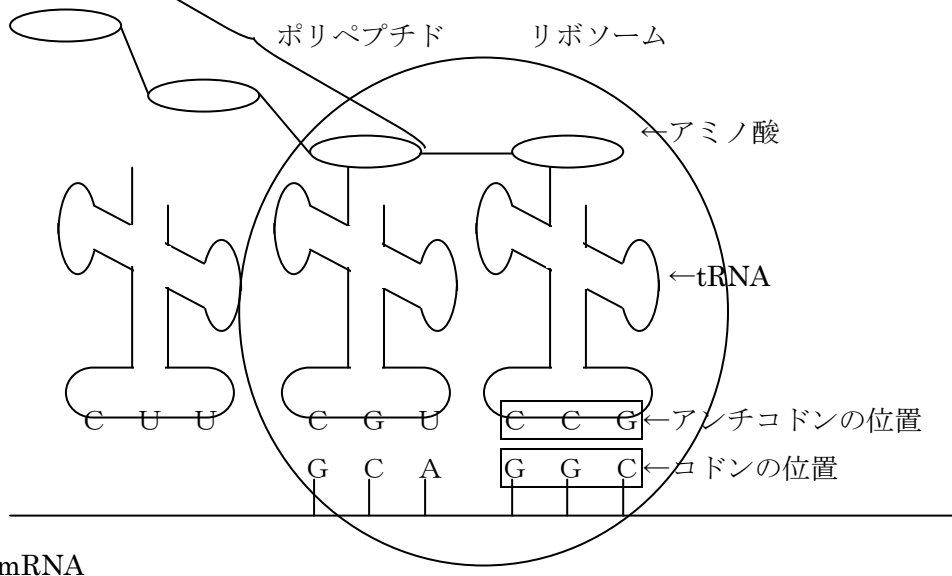
問1 (ア) スプライシング (イ) イントロン (ウ) エキソン (エ) 核小体  
(オ) ペプチド

問2 同一の遺伝子から複数種の mRNA を合成する仕組みによって、多くのタンパク質の情報を少ない遺伝子で賄うことができる。

問3 名称：酵素

働き：最適な温度や最適な pH の付近の条件下で特定の基質とだけ結合して酵素基質複合体を形成し、化学反応の活性化エネルギーを下げる。

問 4



【解説】

問 1 リボソームについて。化学反応の触媒の多くは問 3 のとおり，タンパク質を主成分とする酵素によって行われる。しかし，リボソームにおけるタンパク質合成の活性中心はリボソームタンパク質群ではなく，**rRNA**にある。このように，酵素 (enzyme) のような働きをする RNA のことを，リボザイム (ribozyme) という。単純な構造・生理を示す生物にはこのようなリボザイムが数多く発見されている。

問 2 選択的スプライシングの話。同じアミノ酸配列部分は同じエキソンを使うことで賄うことができる。このことから，同じ塩基配列を複数維持する必要がなく，維持コストが少なくなる。

問 3 酵素の三大特性，**基質特異性**，**最適温度**，**最適 pH**，にふれておくこと。

問 4 よく見る図。一か所だけ注意点。リボソーム内には最大で 2 つの tRNA しか入れないので，そこに注意しておきましょう。ただし，この知識は高校生物範囲外だと思われるため，採点時にそこに注意していたかどうかはやや怪しい。

4

【解答】

問 1 (ア) 適応放散 (イ) 中立 (ウ) 遺伝的浮動 (エ) 小さい

問2 生存競争の結果、ばらつきのある形質のうち環境に適応した個体が生存する。

問3 下線部 b：地理的隔離 下線部 c：生殖的隔離

問4 ②, ⑤ 問5 ②

【解説】

問1 遺伝的浮動の定義はしっかり頭に入れておくこと。今回の問題文に書いてあるものを覚えておけばよい。

問2 自然選択説の3本柱は、**遺伝性**、**多様性**、**適者生存**である。これは必ず押さえておこう。遺伝性とは、形質が親から子へ遺伝することを意味し、多様性とは、集団の表現型の多様性を意味する。これらは、問題文に書かれているから、今回解答するのは適者生存。これは、選択圧に耐えた個体のみが生き残るということである。

問3 種分化の過程は、

- ① 地殻変動による集団の**地理的隔離**
- ② **突然変異**が起こる
- ③ 異なる地域での異なる**選択圧**の作用
- ④ 遺伝的に異なった2つの集団になる＝**種分化**
- ⑤ **生殖的隔離**が成立して完全な別種となる

である。

問4 ②, ⑤のどこが間違っているかを見ていく。まずは②。各々の個体の嘴が発達して大きくなったが×。そもそも短時間で嘴が一気に大きくなるのは想像しにくいだろう。原因は何かというと、元々嘴が大きかった個体のみが適者生存によって生き残り、嘴が小さい個体は死滅した。これにより、個体内の多様性が失われて、嘴が大きい個体に偏ったと考えられる。これがそのまま⑤に直結しており、1976年の時点のばらつき（多様性）と1981年のばらつき（多様性）が同じくらいが×。1976年の時点では、嘴の大きいものから小さいものまで多様性が豊かであるが、1981年の時点では、先に述べたとおり、嘴の大きいものばかりで多様性に乏しい。

5

【解答】

I

問1 ③

問 2 (1) (A)

(2) 重要な違い：捕食者を遅れて入れると、両者はしばらく増殖してから絶滅するが、被食者と捕食者を同時に入れると、両者はすぐに絶滅する。

理由：被食者と捕食者を同時に入れると、被食者に対する捕食者の割合が高く、捕食者はすぐに被食者を食べ尽くし、食糧不足で絶滅する。

問 3 ①, ③

II ②, ③, ⑦

【解説】

I 問 1 被食者が 5 日目で絶滅している。捕食者は被食者がいないと、食べ物がないわけだから、餓死していく。そして最終的には絶滅する。

問 2 実験 2 では、被食者を入れて一日後に捕食者を入れたので、被食者の個体数が少し増えてから、捕食者が入ってきた。つまり、被食者 1 個体あたりが負担する捕食者の個体数が少なくなるので、食べつくされるのに時間がかかる。実験 3 では、捕食者と被食者を同時に入れたことにより、被食者が増加する時間がほとんどないままに、捕食者によって捕食され始める。つまり、実験 2 に比べて、被食者 1 個体あたりが負担する捕食者の個体数が多くなるので、被食者が食べつくされるのが速くなる。

問 3 間違いを含む選択肢のそれぞれ何が間違いなのかを指摘していく。

② 餌が豊富だからといって、長い間食べ続ければいずれは餌がなくなるはず。

④ 生物は、種としての存続を優先するため、ほかの種の生存には基本的に関心がない。つまり、自分の集団を大きくしないような行動はしない。

II 誤りを副選択肢に対してそれぞれ誤りを指摘していく。

① 必ずしも、こうはならない。マメ科植物と根粒菌に代表される相利共生では、2 種間で互いに利益を生み出しあっている。

④ これも、そうとは限らない。たとえ、背の高くなる種であったとしても、陽生植物の場合、薄暗い林床であれば、芽生えは光合成速度を呼吸速度が上回ってしまって、最終的に枯死する。

⑤ 体の大きな個体が優位に立つのは一般的に種内競争でよく見られる現象。種間競争では、住み場所以外にも、餌の奪い合いも激しくなる。

⑥ それぞれの生物には、生息適温が存在するため、温度が変化すると、2 種間の優劣は非



常に簡単に変わる。

- ⑧ 周期的な変化を繰り返すのは，競争関係にある 2 種ではなく，被食—捕食関係にある 2 種である。

2010 年

1

【解答】

問 1 (ア) 卵細胞 (イ) 中央細胞 (ウ) A (エ) a (オ) Aa (カ) Aaa  
(キ) AA

問 2 (1), (5)

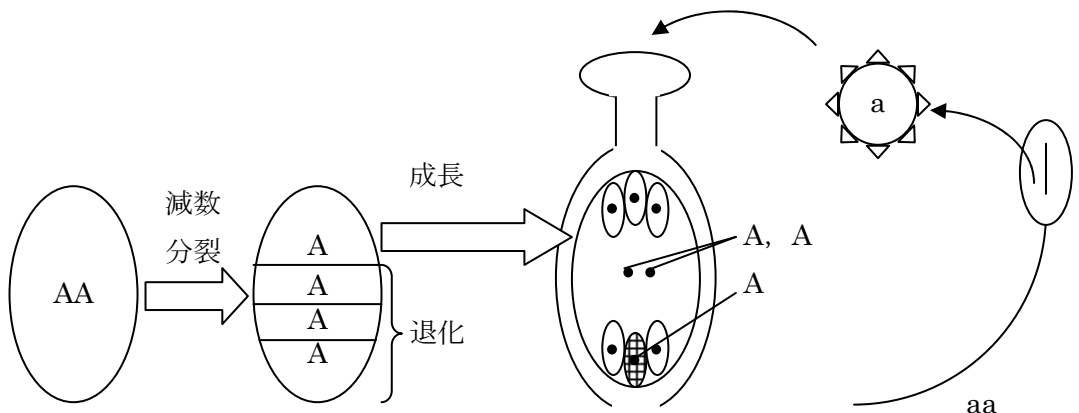
問 3 (1) 系統 1 : BBDD 系統 2 : bbDD 系統 3 : BBdd 系統 4 : bbdd

(2) F<sub>1</sub> の遺伝子型 : bbDd 両親の系統 : 系統 2 ・ 系統 4

問 4 遺伝子 D のエキソンの塩基配列の一部の欠失によって mRNA のコドンの読み枠がずれるフレームシフト変異が起こり、合成される調節タンパク質の立体構造が大きく変異し、失活したと考えられる。

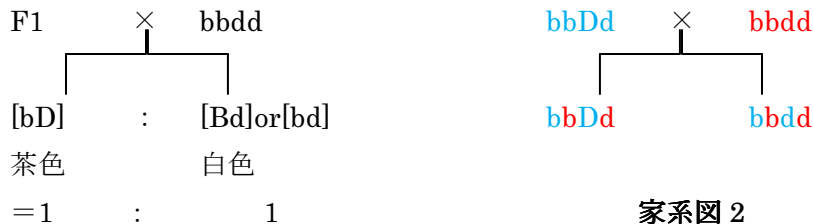
【解説】

問 1 胚のう母細胞 (AA) が減数分裂 (不等分裂) してできた胚のう細胞 (A) が三回の核分裂と細胞質分裂を行って、遺伝子型が A の極核 2 つ、卵細胞、反足細胞 3 つ、助細胞 2 つができる。一方、葯の中では、花粉母細胞 (aa) が減数分裂してできた花粉 (a) 内で体細胞分裂が 2 回起こって 2 つの精細胞 (a) ができる。遺伝子型 a の精細胞と遺伝子型 A の卵細胞が受精して、遺伝子型 Aa の胚ができ、遺伝子型 a の精細胞と遺伝子型 A の極核 2 つが合体して胚乳核ができる。



問 2 表より、系統 1 × 系統 4 および系統 2 × 系統 3 の交配の結果の遺伝子型の分離比が、9 : 3 : 4 (9 : 3 : 3 : 1 およびその変形) であるから、独立 2 遺伝子に支配されており、9 : 3 : 4 は条件遺伝子の分離比である。[AB] : 赤 (系統 1), [Ab] : 白 (系統 3), [aB] : 茶 (系統 2), [ab] : 白 (系統 4) とすると、表のとおりになる。

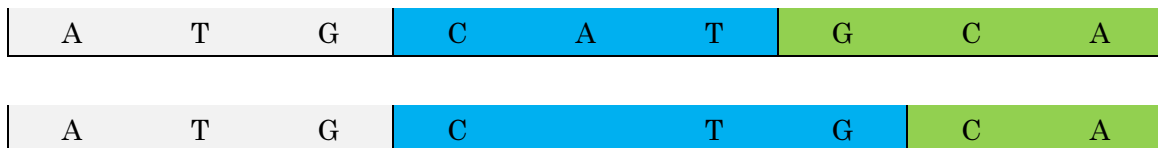
問3 解説の間2における遺伝子 A(a)を B(b)に、遺伝子 B(b)を D(d)に置き換えればよい。さらに、F<sub>1</sub>の検定交配を再現すると、家系図1のとおり。



家系図 1

表現型[bD]は遺伝子型 bbDD または bbDd である。交配の親をみると遺伝子型 bbdd の個体がいるから、その子どもは必ず遺伝子 d をもつので、[bD]の遺伝子型は bbDd である。遺伝子 bbDd の個体のうち bd は bbdd の個体から受け継いできたと考えられるから、残りの bD は F<sub>1</sub>からきたと考えられる。同様に[Bd]は BBdd または Bbdd, [bd]は bbdd。検定交配により、次代は必ず遺伝子 bd を受け継ぐから、生じうる個体の遺伝子型は、Bbdd または bbdd であり、F<sub>1</sub>から受け継ぎうる遺伝子は、Bd または bd である。仮に、Bd を F<sub>1</sub>が供給したとすると、F<sub>1</sub>の遺伝子型は BbDd となるが、この個体を検定交配すると3種類の表現型が時代に現れるはずである(単なる独立二遺伝子雑種ならば4種類だが、今回は条件遺伝子)。よって、F<sub>1</sub>が bd を供給した(F<sub>1</sub>の遺伝子型が bbDd)とすると、矛盾が生じない(家系図2)。

問4 塩基の欠損が起こると以下のようにフレームシフトが生じる。フレームシフトが生じると、指定されるアミノ酸が大きく変化して、タンパク質を構成するアミノ酸が変化して、タンパク質の立体構造が異常になって、活性を示さなくなる。



2

**【解答】**

問1 (ア) 小腸 (イ) 肝門脈 (ウ) 肝臓 (エ) 腎臓  
 (オ) 腎小体(マルピーギ小体) (カ) 原尿 (キ) 細尿管(腎細管) (ク) 再吸収  
 (ケ) 二酸化炭素 (コ) 肺循環 (サ) リンパ系 (シ) リンパ液

問2 (ウ)

問3 (1) (ア) b (イ) c (ウ) e (エ) h (オ) k

(2) 左心室で動脈血と静脈血が混合し、全身に送られる酸素の供給量が減少するから。

【解説】

問2 血液の循環はしっかり頭に入れておこう。

肺（毛細血管）→肺静脈→左心房→左心室→大動脈→器官・組織（毛細血管）→大静脈→右心房→右心室→肺動脈→肺（毛細血管）→……

今回は、大静脈に薬剤を注射しているから、大静脈→右心房→右心室→肺動脈→肺→肺静脈→左心房→左心室→…となる。

問3 状態 1 では、圧力の高い左心室から圧力の低い右心室へ血液が流入する。その結果、右心室内の血液量が増えるので、肺動脈や肺に流れる血液量が増えて負担がかかる。肺動脈や肺の負担を減らすためには、右心室に血液が流入するのを防げばよいから、右心室の圧力が上がってくる（状態 2）。すると、右心室から左心室に血液が流入ようになり、右心室の血液は静脈血であるから、左心室で動脈血と混合すると、大動脈中の酸素濃度が低下する。

3

【解答】

問1 (ア) 形質転換 (イ) ウイルス (ウ) 沈殿 (エ) 上澄み

問2 S 型菌が死んでも残る S 型菌の形質を支配する因子が生きた R 型菌に作用して R 型菌は S 型菌の形質を得たと考えられる。

問3 S 型菌の形質を支配する遺伝子の本体は DNA である。

問4 大腸菌内に T<sub>2</sub> ファージの DNA は入るが、タンパク質は入らない。

問5 (1) タンパク質 (2) 子ファージ

【解説】

問2 この実験のみからでは、遺伝子の本体が DNA とは言えないので、「因子」というような書き方にしておこう。

4

【解答】

問1 (ア) 個体群 (イ) 区画法 (ウ) 標識再捕法 (エ) 混合する (オ) 中

(カ) 高 (キ) 高 (ク) 低下 (ケ) 密度効果 (コ) 捕食

問2 (1) ×

理由：浸透圧の調節能を持っていない生物は、浸透圧の変化の激しい汽水域で暮らすことはできないから。

(2) ×

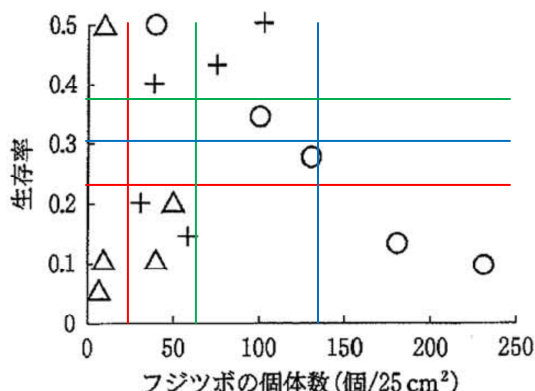
理由：生活空間や食物連鎖上の位置、生活資源が同じでないと生態的地位が同じであるとは言えないから。

(3) ×

理由：上位の栄養段階は下位の栄養段階のエネルギーの一部しか利用できないため、上位の栄養段階の生体量は下位の栄養段階よりも少ないから。

**【解説】**

問1 高域 (△), 中域 (○), 低域 (+) の個体数と生存率の平均値を取る。高域を赤色で、中域を青色で、低域を緑色で示すことにする。



5

**【解答】**

問1 (ア) 水分 (イ) 気孔 (ウ) 維管束 (エ) 支持 (オ) 胚 (カ) 共進化

問2 (1) C (2) C (3) A (4) E (5) G

問3 (ア), (ウ)

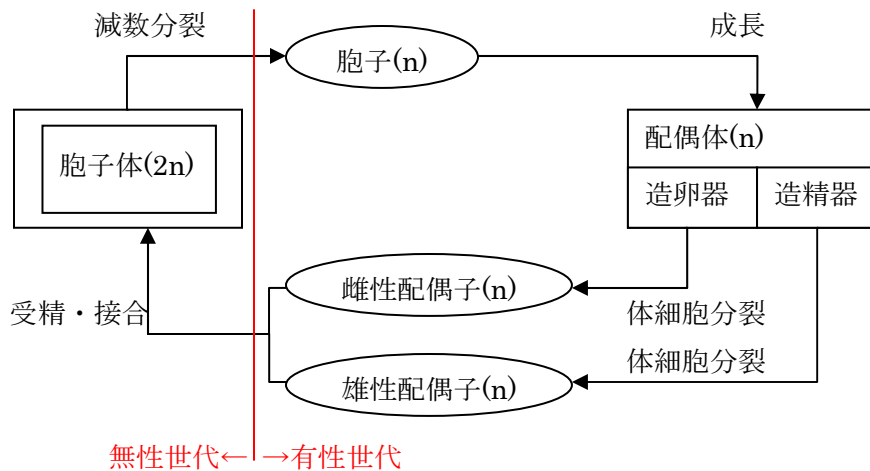
問4 外界の水を使わずに花粉内の精細胞や精子が花粉管内を移動して、胚珠内の卵細胞と受精する。

**【解説】**

問2 光合成を行う生物の機能獲得と進化の流れは関連して整理できる。以下は、それを取りまとめた表なので、しっかりと頭に入れておくこと。

被子	子房壁が胚珠を包む 重複受精を行う 道管をもつ	種子形成	維管束をもつ 器官形成 本体が孢子体	陸生	受精を行う	多細胞	真核	クロロフィル a をもつ	光合成
裸子	仮道管を持つ	形成 造卵器							
シダ									
コケ									
車軸藻									
一部緑藻 紅藻 褐藻									
一部緑藻 渦鞭毛藻 珪藻									
ラン藻									
光合成細菌									

問3 生活環と相同性の問題。生活環の流れを理解していれば、解答するのはそこまで難しくない。陸上植物の生活環を一般化すると、次の通り。



- ・ 胞子体…シダ・種子植物の本体
- ・ 胞子に相当するもの…種子の花粉四分子, 胚のう母細胞
- ・ 配偶体…コケの雄株・雌株, シダの前葉体, 種子の胚のう・花粉
- ・ 雌性配偶子…卵細胞
- ・ 雄性配偶子…精子・精細胞

2010 年

1

【解答】

問 1 (ア) 卵細胞 (イ) 中央細胞 (ウ) A (エ) a (オ) Aa (カ) Aaa  
(キ)AA

問 2 (1), (5)

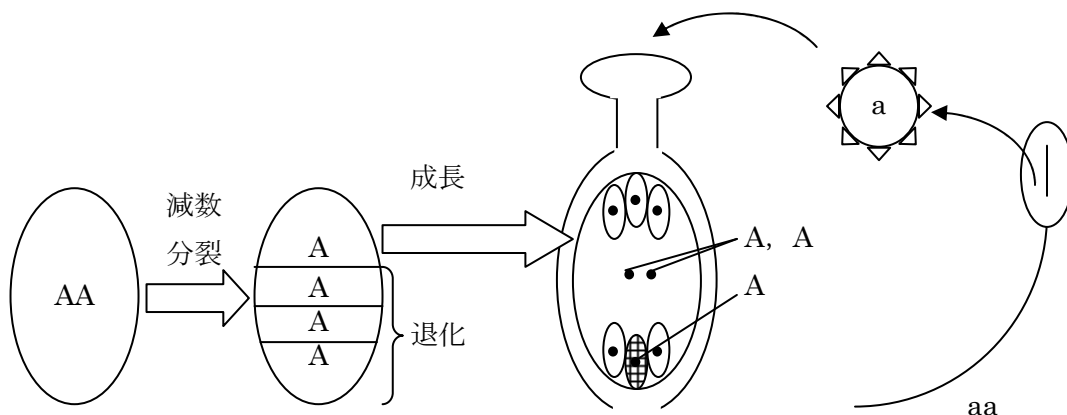
問 3 (1) 系統 1 : BBDD 系統 2 : bbDD 系統 3 : BBdd 系統 4 : bbdd

(2) F<sub>1</sub> の遺伝子型 : bbDd 両親の系統 : 系統 2・系統 4

問 4 遺伝子 D のエキソンの塩基配列の一部の欠失によって mRNA のコドンの読み枠がずれるフレームシフト変異が起こり、合成される調節タンパク質の立体構造が大きく変異し、失活したと考えられる。

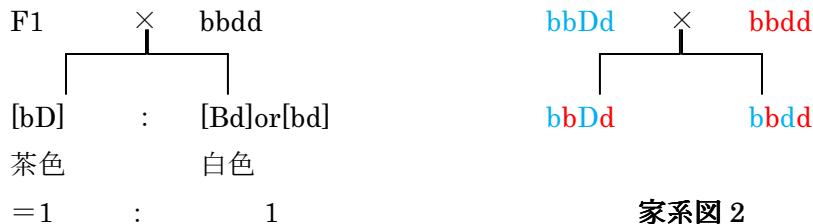
【解説】

問 1 胚のう母細胞 (AA) が減数分裂 (不等分裂) してできた胚のう細胞 (A) が三回の核分裂と細胞質分裂を行って、遺伝子型が A の極核 2 つ、卵細胞、反足細胞 3 つ、助細胞 2 つができる。一方、葯の中では、花粉母細胞 (aa) が減数分裂してできた花粉 (a) 内で体細胞分裂が 2 回起こって 2 つの精細胞 (a) ができる。遺伝子型 a の精細胞と遺伝子型 A の卵細胞が受精して、遺伝子型 Aa の胚ができ、遺伝子型 a の精細胞と遺伝子型 A の極核 2 つが合体して胚乳核ができる。



問 2 表より、系統 1×系統 4 および系統 2×系統 3 の交配の結果の遺伝子型の分離比が、9 : 3 : 4 (9 : 3 : 3 : 1 およびその変形) であるから、独立 2 遺伝子に支配されており、9 : 3 : 4 は条件遺伝子の分離比である。[AB] : 赤(系統 1), [Ab] : 白(系統 3), [aB] : 茶(系統 2), [ab] : 白(系統 4)とすると、表のとおりになる。

問3 解説の間2における遺伝子 A(a)を B(b)に、遺伝子 B(b)を D(d)に置き換えればよい。さらに、F<sub>1</sub>の検定交配を再現すると、家系図1のとおり。



家系図 1

家系図 2

表現型[bD]は遺伝子型 bbDD または bbDd である。交配の親をみると遺伝子型 bbdd の個体がいるから、その子どもは必ず遺伝子 d をもつので、[bD]の遺伝子型は bbDd である。遺伝子 bbDd の個体のうち bd は bbdd の個体から受け継いできたと考えられるから、残りの bD は F<sub>1</sub>からきたと考えられる。同様に[Bd]は BBdd または Bbdd, [bd]は bbdd。検定交配により、次代は必ず遺伝子 bd を受け継ぐから、生じうる個体の遺伝子型は、Bbdd または bbdd であり、F<sub>1</sub>から受け継ぎうる遺伝子は、Bd または bd である。仮に、Bd を F<sub>1</sub>が供給したとすると、F<sub>1</sub>の遺伝子型は BbDd となるが、この個体を検定交配すると3種類の表現型が時代に現れるはずである（単なる独立二遺伝子雑種ならば4種類だが、今回は条件遺伝子）。よって、F<sub>1</sub>が bd を供給した（F<sub>1</sub>の遺伝子型が bbDd）とすると、矛盾が生じない（家系図2）。

問4 塩基の欠損が起こると以下のようにフレームシフトが生じる。フレームシフトが生じると、指定されるアミノ酸が大きく変化して、タンパク質を構成するアミノ酸が変化して、タンパク質の立体構造が異常になって、活性を示さなくなる。



2

【解答】

問1 (ア) 小腸 (イ) 肝門脈 (ウ) 肝臓 (エ) 腎臓  
 (オ) 腎小体(マルピーギ小体) (カ) 原尿 (キ) 細尿管(腎細管) (ク) 再吸収  
 (ケ) 二酸化炭素 (コ) 肺循環 (サ) リンパ系 (シ) リンパ液

問2 (ウ)

問3 (1) (ア) b (イ) c (ウ) e (エ) h (オ) k



(2) 左心室で動脈血と静脈血が混合し、全身に送られる酸素の供給量が減少するから。

**【解説】**

問2 血液の循環はしっかり頭に入れておこう。

肺（毛細血管）→肺静脈→左心房→左心室→大動脈→器官・組織（毛細血管）→大静脈→右心房→右心室→肺動脈→肺（毛細血管）→……

今回は、大静脈に薬剤を注射しているから、大静脈→右心房→右心室→肺動脈→肺→肺静脈→左心房→左心室→…となる。

問3 状態 1 では、圧力の高い左心室から圧力の低い右心室へ血液が流入する。その結果、右心室内の血液量が増えるので、肺動脈や肺に流れる血液量が増えて負担がかかる。肺動脈や肺の負担を減らすためには、右心室に血液が流入するのを防げばよいから、右心室の圧力が上がってくる（状態 2）。すると、右心室から左心室に血液が流入するようになり、右心室の血液は静脈血であるから、左心室で動脈血と混合すると、大動脈中の酸素濃度が低下する。

**3**

**【解答】**

問1 (ア) 形質転換 (イ) ウイルス (ウ) 沈殿 (エ) 上澄み

問2 S 型菌が死んでも残る S 型菌の形質を支配する因子が生きた R 型菌に作用して R 型菌は S 型菌の形質を得たと考えられる。

問3 S 型菌の形質を支配する遺伝子の本体は DNA である。

問4 大腸菌内に T<sub>2</sub> ファージの DNA は入るが、タンパク質は入らない。

問5 (1) タンパク質 (2) 子ファージ

**【解説】**

問2 この実験のみからでは、遺伝子の本体が DNA とは言えないので、「因子」というような書き方にしておこう。

**4**

**【解答】**

問1 (ア) 個体群 (イ) 区画法 (ウ) 標識再捕法 (エ) 混合する (オ) 中

(カ) 高 (キ) 高 (ク) 低下 (ケ) 密度効果 (コ) 捕食

問2 (1) ×

理由：浸透圧の調節能を持っていない生物は、浸透圧の変化の激しい汽水域で暮らすことはできないから。

(2) ×

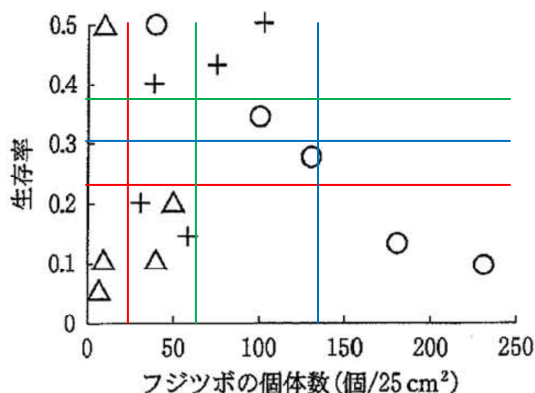
理由：生活空間や食物連鎖上の位置、生活資源が同じでないと生態的地位が同じであるとは言えないから。

(3) ×

理由：上位の栄養段階は下位の栄養段階のエネルギーの一部しか利用できないため、上位の栄養段階の生体量は下位の栄養段階よりも少ないから。

**【解説】**

問1 高域 (△), 中域 (○), 低域 (+) の個体数と生存率の平均値を取る。高域を赤色で、中域を青色で、低域を緑色で示すことにする。



5

**【解答】**

問1 (ア) 水分 (イ) 気孔 (ウ) 維管束 (エ) 支持 (オ) 胚 (カ) 共進化

問2 (1) C (2) C (3) A (4) E (5) G

問3 (ア), (ウ)

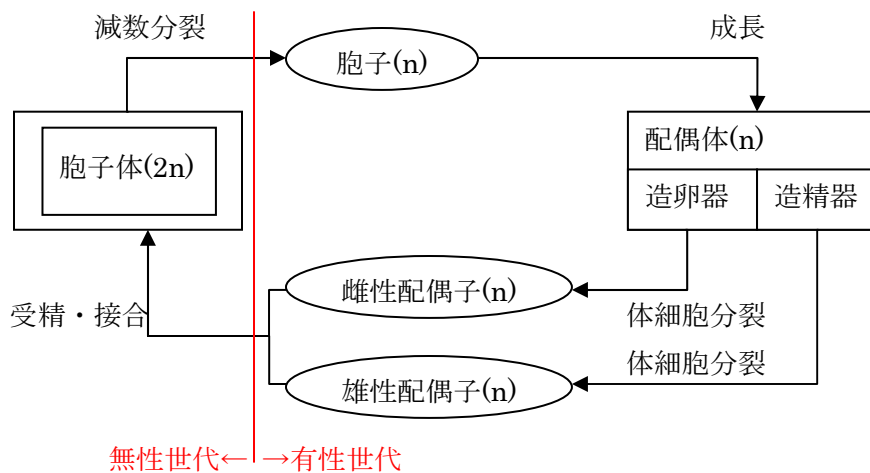
問4 外界の水を使わずに花粉内の精細胞や精子が花粉管内を移動して、胚珠内の卵細胞と受精する。

**【解説】**

問2 光合成を行う生物の機能獲得と進化の流れは関連して整理できる。以下は、それを取りまとめた表なので、しっかりと頭に入れておくこと。

被子	子房壁が胚珠を包む 重複受精を行う 道管をもつ	種子形成	維管束をもつ 器官形成 本体が孢子体	陸生	受精を行う	多細胞	真核	クロロフィル a をもつ	光合成
裸子	仮道管を持つ	形成 造卵器							
シダ									
コケ									
車軸藻									
一部緑藻 紅藻 褐藻									
一部緑藻 渦鞭毛藻 珪藻									
ラン藻									
光合成細菌									

問3 生活環と相同性の問題。生活環の流れを理解していれば、解答するのはそこまで難しくない。陸上植物の生活環を一般化すると、次の通り。



- ・ 孢子体…シダ・種子植物の本体
- ・ 孢子に相当するもの…種子の花粉四分子, 胚のう母細胞
- ・ 配偶体…コケの雄株・雌株, シダの前葉体, 種子の胚のう・花粉
- ・ 雌性配偶子…卵細胞
- ・ 雄性配偶子…精子・精細胞

問4 種子植物の受精様式を考えればよい。高等学校では被子植物の受精様式（重複受精）を中心に学習する。被子植物では，精細胞と卵細胞が受精して受精卵を形成し，精細胞と極核 2 つが合体して胚乳核を形成する。一方，裸子植物では精細胞と極核の合体は起こらない。また，一部の裸子植物（イチョウヤソテツ）は雄性配偶子として精細胞ではなく精子を使うため，そこもカバーしたような書き方がよいだろう。

2011 年

1

【解答】

問 1 (1) B (2) 間期 (3) (エ)

問 2 (1) B (2) G<sub>2</sub> 期の細胞と M 期の細胞が含まれる。

(3) すべての細胞が細胞分裂を完了して分化し、G<sub>1</sub> 期に入らなかった。

問 3 (1) (ア) (2) (ア), (イ)

問 4 (1) 半保存的複製 (2) (ア) × (イ) ○ (ウ) ○ (エ) ×

【解説】

問 1 (3) 細胞質分裂が終了するのは、分裂期の終期の終り。

問 2 (1) 図 2 の II の DNA 量 (相対値) は 3 であるから、図 1 の DNA 量 (相対値) (縦軸) が 3 であるのは B。

(2) 図 2 の III の DNA 量 (相対値) は 4 であるから、図 1 の DNA 量 (相対値) (縦軸) が 3 であるのは C~G。

(3) II, III がみられない (細胞分裂がみられない) ということは、細胞周期から脱しているということになる。未分化な細胞は細胞周期をグルグル回って、細胞分裂を繰り返す。一方、分化した細胞は細胞周期を脱して、細胞分裂を行わない。

問 3 減数分裂についてまとめると下の表の通り。

<整理> 第一分裂と第二分裂の比較

	第一分裂	第二分裂
染色体が分離する面	対合面	縦裂面
体細胞分裂と	異型	同型

<整理> 体細胞分裂との比較

	体細胞分裂	減数分裂
分裂の回数	1 回ずつ	2 回連続(第一分裂と第二分裂の間に間期なし)
相同染色体	対合しない	対合する(第一分裂前期)→乗換えが起こる
核相(染色体数)	不変	半減する(第一分裂)

問4 (2) ×の選択肢の内容を改めておく。

(ア) 解離した1本鎖それぞれが鋳型となって、新たな2本鎖が2組できる。

(エ) DNAの中ではアデニンとチミン、シトシンとグアニンが相補的に結合する。

2

【解答】

問1 (ア) 外分泌腺 (イ) 標的器官 (ウ) フィードバック (エ) 内分泌腺  
(オ) 間脳視床下部 (カ) 神経分泌細胞 (キ) 放出ホルモン (ク) 抑制ホルモン

問2 代謝の促進や血糖量の低下には、多くの標的器官が反応する必要があるから。

問3 (ウ), (オ) 問4 (イ) 問5 (c)

【解説】

問2 甲状腺ホルモンやインスリンの受容体が多数の組織に存在するという事は、甲状腺ホルモンやインスリンによる作用が多数の組織でなされるということになる。甲状腺ホルモン(チロキシン)の作用は代謝の促進、インスリンの作用は血糖量の低下であるから、これらの作用には多くの組織が関わることになる。

問3 文章(3)の図より、バセドウ病(1月時点)では、血中チロキシン濃度が高いことから、甲状腺が異常に刺激されていることになる。ということは、甲状腺刺激ホルモン受容体からの刺激入力に異常が起こっている、つまり、甲状腺刺激ホルモン受容体に結合する抗体が多数結合している。要するに、血中に多量に存在する甲状腺刺激ホルモン結合性抗体が甲状腺刺激ホルモンに結合して、甲状腺が過剰に刺激されてチロキシンが過剰に分泌されていると考えられる。

問4 血中チロキシン(甲状腺ホルモン)濃度が低下していることから、チロキシンの分泌が阻害されたと考えられる。

問5 チロキシンの分泌は、フィードバック調節の好例として知られている。

負のフィードバック調節

間脳視床下部 |—————| チロキシン

↓ 甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン      ↑

脳下垂体前葉—————→甲状腺

甲状腺刺激ホルモン

チロキシン濃度が高まると、間脳視床下部からの甲状腺刺激ホルモン放出ホルモンの分

泌が抑制され、脳下垂体前葉からの甲状腺刺激ホルモンの分泌が低下し、甲状腺からのチロキシン分泌が低下する。一方、チロキシン濃度が低下すると、甲状腺刺激ホルモン放出ホルモンの分泌抑制が緩くなって、甲状腺刺激ホルモン放出ホルモンが分泌されて、脳下垂体前葉から甲状腺刺激ホルモンが分泌されて、甲状腺からチロキシンが分泌される。

3

## 【解答】

問1 (ア) セルラーゼ (イ) ペクチナーゼ (ウ) プロトプラスト (エ) 未分化  
(オ) 組織培養 (カ) 分化全能性 (キ) オーキシン (ク) サイトカイニン  
(ケ) オレタチ (コ) 茎頂分裂組織

問2 (1) 酵素液をやや高張に保つことで、プロトプラストの吸水による破裂を防ぐため。

(2) プロトプラストが吸水して膨張し破裂する。

問3 (1)  $1.0 \times 10^6$  (個) (2) 0.05 (mL)

問4 (1)× (2)× (3)○ (4)○ (5)○

## 【解説】

問2 一般的に植物は、限界まで吸水した、緊張状態にある。つまり、破裂寸前ではあるが細胞壁によって破裂が抑えられているような状態になっている。このような状況のまま、細胞壁を分解してプロトプラストを得ようとする、まるで赤血球が吸水して破裂するような形で、破裂する。そこで、植物細胞から脱水するために外液の浸透圧を上昇させる必要があり、マンニトールを添加した。

問3 (1)  $1(\text{mm}) \times 1(\text{mm}) \times 0.1(\text{mm}) = 0.1(\text{mm}^3)$ の中に 100(個)の細胞が観察され、 $1(\text{mL}) = 1000(\text{mm}^3)$ であるから、 $1(\text{mL})$ 中の細胞数を  $x$  とすると、  
 $0.1 : 100 = 1000 : x \Leftrightarrow x = 1.0 \times 10^6(\text{個}) \cdots (\text{答})$

(2) 細胞 1(個)あたりの体積を 1000 倍すればよいから、

$$\frac{1.5}{30000} \times 1000 = 0.05(\text{mL}) \cdots (\text{答})$$

問4 BA  $1.0(\text{mg/mL})$ に対して NAA  $0.1(\text{mg/mL})$ ,  $1.0(\text{mg/mL})$ を作用させると不定芽が分化していることから(1)は×。NAA  $0(\text{mg/mL})$ に対して BA を加えると組織は不定芽に分化する

ことから、BA の作用は不定芽分化の促進であり、同様に考えて、NAA の作用は不定根の分化の促進である。BA 1.0(mg/mL), NAA 1.0(mg/mL)の組み合わせの時、不定芽に分化していることから、BA の作用の方が強い。よって、(2)は×。

4

【解答】

問 1 (ア) 科 (イ) 目 (ウ) 綱 (エ) 門

問 2 (1) (A) 菌界 (B) 原生生物界(プロチスタ界)

(2) (B)

問 3 (1) 二名法

(2) 和名ではトドマツはモミよりもトドマツと近縁だと思われるが、二名法ではトドマツはカラマツよりもモミと近縁であり、同属であるという正確な類縁関係が分かる。

問 4 (2) 地理的隔離 (4) 生殖的隔離 問 5  $n-1$

【解説】

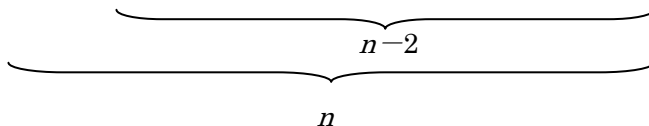
問 2 (2) 菌界は、担子菌門、子嚢菌門、接合菌門、ツボカビ門で構成されるため、変形菌類は原生生物界 (B)。

問 5 例えば、 $n=5$  のとき、下図のように階層分けをしたときに最も階層数が多くなる。

○ ○ | ○ | ○ | ○ |

よって、一般に  $n$  種類の生物を階層分けするとグループ数は最大で  $n-1$ …(答)となる。

○ ○ | ○ | ○ | ○ | ..... ○ |



5

【解答】

問 1 (ア) 降水量 (イ) 気温 (ウ) 照葉 (エ) 夏緑 (オ) 針葉  
 (カ) 高山草原(お花畑) (キ) 森林限界 (ク) 山地帯  
 (ケ) みかけの光合成(純生産) (コ) 生産



問 2 (1) 寒冷や乾燥といった植物が生育に適さない環境下で、休眠芽を植物体のどの位置につけるかによって生活形を類別した。

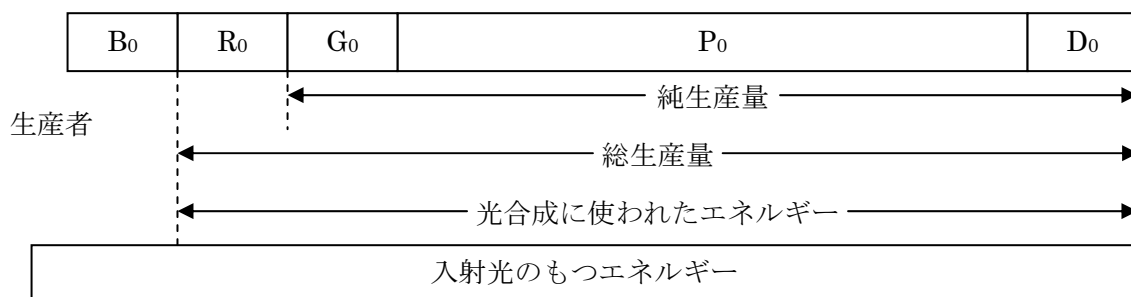
(2) (b), (c), (d)

問 3 0.2 (kg/年)

問 4 ・生産層の栄養塩類の減少に伴って植物プランクトンが減少した。  
 ・プランクトンが上位の栄養段階に捕食されて減少した。

(いずれか 1 つ)

問 1 (ケ)の見かけの光合成量＝純生産量というのは非常に大事。以下の関係図はしっかり把握しておいてほしい。



- ① 現存量・生体量(B)…植物体の乾物重量を器官別に分けて測定したものの総和
- ② 総生産量(X)…植物が一定期間中に光合成系である葉で作りに出した総量
- ③ 純生産量…総生産量から器官の呼吸により消費された量を差し引いたもの  

$$= (\text{総生産量}) - (\text{呼吸量}) \rightarrow \text{見かけの光合成速度に相当}$$
- ④ 成長量(G)  $= (\text{純生産量}) - \{(\text{被食量}) - (\text{枯死量})\} [\text{生産者}]$   

$$= (\text{同化量}) - \{(\text{被食量}) - (\text{死亡量}) - (\text{呼吸量})\}$$
- ⑤ 呼吸量(R)
- ⑥ 被食量(P)…実際はかなり値としては小さい
- ⑦ 枯死量・死亡量(D)
- ※ B+G が次の現存量

問 2 ラウンケルは、低温期や乾燥期のような植物の生活に不適當な時期に、植物が形成する休眠芽(抵抗芽)の地表面からの位置によって分類したこれをラウンケルの生活形という。低温や乾燥のような悪条件は、地表面から上に離れるほど厳しくなるため、低温の厳しい地域になるほど地上植物の割合が低下し、半地中植物の割合が増加する。乾燥の厳しい地域では一年生植物の割合が増加する。

問3 問1の図を参考にして、

$$\text{成長量} = \text{総生産量} - (\text{呼吸量} + \text{被食量} + \text{枯死量}) = 1.5 - (0.6 + 0.3 + 0.4) = 0.2(\text{kg/年}) \cdots (\text{答})$$

問4 補償深度が深くなるということは、深いところまで光が届くようになった、つまり、透明度が高くなったということになる。透明度のアップダウンは、水中の浮遊物の密度により変化する。水中の浮遊物の多くを占めるのはプランクトンであるから、プランクトンの個体数が減少して、密度が低下したと考えられる。プランクトンが減少する要因としては、捕食されることがすぐあげられると思うが、富栄養化で植物プランクトンが増殖する逆で、貧栄養化して植物プランクトンの増殖速度が低下したとも考えられる。

## 2012 年

1

## 【解答】

問1 (ア) 触媒 (イ) 転写 (ウ) 翻訳 (エ) ヌクレオチド (オ) プラスミド  
(カ) バイオリクター

問2 (ア), (エ), (オ)

問3 (1) (ウ) (2) (ア) (3) DNA ポリメラーゼ

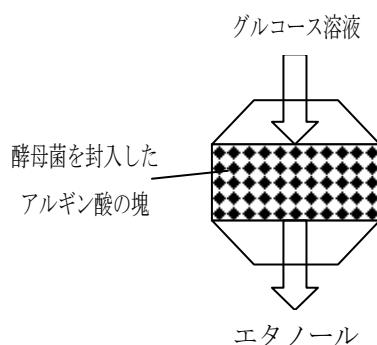
(4) 耐熱性 DNA ポリメラーゼは、高温でもタンパク質の立体構造が変化せず、変性、失活しない。

問4 細菌に感染したウイルスの DNA を切断することによって、細菌体内でのウイルスの増殖を防ぐ。

問5 ・有用遺伝子を増やして合成された遺伝子産物を医薬品として利用できる点。  
・特定の遺伝子産物を短時間で増幅できる点。

## 【解説】

問1 (カ)は難問。ほとんどの教科書には載っていないはず。資料集の隅のあたりに参考程度に書いてあるくらい。答えられなくても気落ちする必要性はないが、今回せっかく出会った内容であるから、少し説明しておく。バイオリクターはエタノールを生成する装置である。生物でエタノール生成といえば、アルコール発酵であり、アルコール発酵を行う微生物は酵母菌である。本文にある内容と合わせると、酵母菌をアルギン酸の塊の中に封入し、右図のようにグルコース溶液を注入すると、アルコール発酵が起こって、エタノールが生成する。実際には、グルコース溶液を連続的に流し込んで、連続的にエタノールを生成させる。



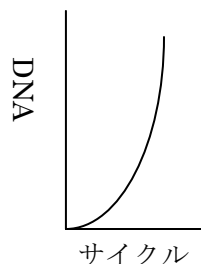
問2 (ア) 選択的スプライシングの話。一つの遺伝子の中には複数のエキソンが存在し、状況に応じて必要なエキソンのみを選択して mRNA を生成する。このようなことをすることによって、1 か所の塩基配列で複数のタンパク質をコードすることができるようになり、複数のタンパク質を維持するコストが少なく済むのである。ここでい

うコストの例としては、塩基配列に変異が入った場合、それを修復することである。1 つのタンパク質に対して 1 領域の塩基配列となる場合、変異が一定の確率でおこると、複数の塩基配列で変異が起こって、それをすべて修復しなければならない。一方、タンパク質の共通部分が存在する複数のタンパク質に対して 1 領域の塩基配列となる場合、一度変異が入ると複数のタンパク質に影響が出そうであるが、その変異を直すだけで、複数のタンパク質を一気にリカバリーできる。この点で、1 領域にいくつかのタンパク質の情報を詰め込むことは非常に有用である。

- (イ) 真核細胞では、核内で合成された mRNA が細胞質に移動して、そこでリボソームと結合して、翻訳が行われる。つまり、転写と翻訳は同時には起こらない。一方、原核生物は、核で囲まれた核を持たない、つまり、DNA が細胞質にむき出しなので、転写が起こって mRNA が合成されはじめると、リボソームが集まってきて翻訳が始まる。つまり、転写と翻訳が同時に起こる。
- (ウ) 真核生物の核内には、染色体が存在する。染色体の主な構成要素は DNA とヒストンである。ヒストンは 8 量体のタンパク質である。つまり、8 つのサブユニットからなる四次構造を持ったタンパク質である。

問 3 (1) 具体的な温度は実験によって異なるが、 $95^{\circ}\text{C} \rightarrow 55^{\circ}\text{C} \rightarrow 72^{\circ}\text{C}$  のように、高温  $\rightarrow$  低温  $\rightarrow$  中温と変化させると理解しておけばよい。

- (2) 目的の DNA 領域を含む DNA の本数で考えて、それを半分にすることで組数を数えることにする。2 サイクル目では 2 本、3 サイクル目では 8 本、4 サイクル目では 22 本となっていて、指数関数的に値が増えていっている。ということは、グラフの概形としては、右図のような概形を思い浮かべるかもしれないが、今回の選択肢のグラフをよく見てみよう。縦軸が対数グラフになっている。つまり、指数関数はグラフでは直線になる。



- (4) 熱水噴出孔周辺に生息する細菌は、高温域に生息するため耐熱性を持ったタンパク質を保持している。タンパク質は一般的に熱に弱く、熱変性によって立体構造が崩壊し、失活するが、耐熱性を持ったタンパク質は高温に耐えることができる。このため、PCR のような高温での反応に対応できる。

問 4 制限酵素についての問題。詳しく授業等で習っている人は少ないと思うので、ここは本文を頼りに頑張ってみよう。まず、最大のヒントは、制限酵素が細菌由来であること。細菌といえば大腸菌を思い出すだろう（というより思い出してほしい）。大腸菌の授業での登場回数はそれほど多くないが、大腸菌の非常に重要な実験を知っているはずである。

ハーシーとチェイスの実験である。ハーシーとチェイスの実験では、細菌である大腸菌にウイルスの T<sub>2</sub> ファージを感染させると、大腸菌内でファージが増殖して、大腸菌を殺して次代のファージが大腸菌外にでていくというものであった。これだけしか習わないのが一般的であると思うが、少し考えてみれば、大腸菌はファージに感染されればなしなのだろうか。そんなことはないはずである。ファージが何の制限もなく大腸菌に感染するのであれば、大腸菌は感染によって絶滅してしまう。でも、そんなことになっていない。ということは、大腸菌には何かしらファージに抵抗する手段を持っているということになる。大腸菌に感染する際にファージは、大腸菌内に自身の DNA を注入するわけだから、この DNA の活性を制限してしまえば、感染に抵抗できる。この働きをするのが制限酵素である。

問 5 大腸菌は、増殖速度が速いので、短時間で有用遺伝子を増やすことができる。さらに、大腸菌内に有用遺伝子から合成されたタンパク質は保持され、外部のタンパク質と混合しないので、抽出して医薬品として使用できる。

2

【解答】

問 1 (ア) 原腸 (イ) リパーゼ (ウ) 迷走神経(副交感神経) (エ) インスリン  
(オ) 血糖量 (カ) ランゲルハンス

問 2 導管(排出管)

問 3 (1) C

(2) 疎水性の油脂がリパーゼによって親水性の脂肪酸とグリセリンに分解され液に溶ける。

問 4 (A), (D), (F) 問 5 (B)

問 6 (1) (キ) 食胞 (ク) ヒドラ (ケ) 腔腸  
(コ) 能動輸送(おそらく輸送タンパクでも○) (2) マクロファージ

【解説】

問 3 (1)消化酵素の実験。酵素には、最適温度、最適 pH、基質特異性の 3 大特性が存在し、今回はそのうちの温度。最適温度は、体温付近 (35℃~37℃) で、この温度を超えると、熱変性により失活するものが多い。(2)さらに、今回話題の酵素、リパーゼは疎水性の油脂を親水性の脂肪酸とグリセリンに分解する。その理由は、体液はそのほとんどが水により

構成されており、体内を輸送する際には、親水性物質の方が都合がよいからである。

問 4 副交感神経を電気刺激して、膵液分泌にどのようなつながるかを考える問題。膵液を分泌するためには、膵臓の細胞（膵液分泌細胞）が何らかの働きをしなければならない。細胞間のシグナルは、化学物質による刺激や電氣的な刺激が考えられる。電氣的な刺激の話としては(A)、化学的刺激としては、電気刺激により副交感神経から分泌されるアセチルコリン (D)、更には、副交感神経の働きである消化促進により、胃液が分泌され、胃液の酸が十二指腸に入ると、セクレチンの分泌が促進されて、膵臓に働きかけることで、弱塩基性の膵液の分泌を促進する。これは、酸を中和するためである。

問 5 ランゲルハンス島などの内分泌腺の周りには、毛細血管が発達しているから、今回の図でいうと、赤インクの管が多いところにランゲルハンス島があるはずである。

問 6 (2) いわゆる食作用を行う細胞の問題。今回は解答として、マクロファージを挙げたが、樹状細胞や好酸球なども答えとしてもよい。

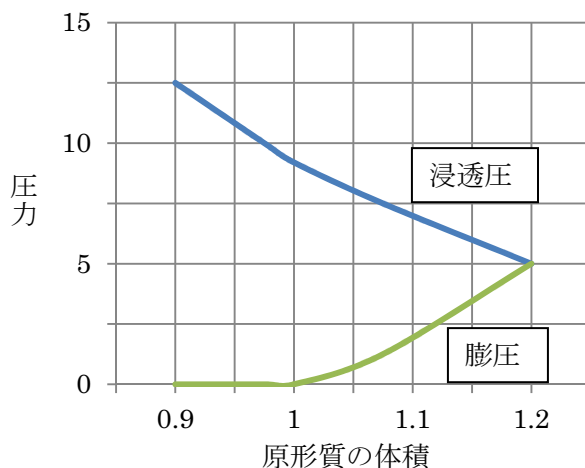
3

【解答】

問 1 (ア) 高 (イ) 脱水 (ウ) 低下 (エ) 上昇

問 2 (1) 原形質分離 (2) 原形質復帰

問 3 (1) ( $\times 10^5 \text{Pa}$ )



(等張液の原形質の体積を 1 とした時の相対値)

問 4 (オ) 気孔 (カ) 蒸散 (キ) 二酸化炭素 (ク) ナトリウム (ケ) 塩化物

問5 (コ) 有害 (サ) 吸収 (シ) 上昇 (ス) 培養液 (セ) 細胞

【解説】

問2 高張液に植物細胞を浸したときに観察される現象と、高張液につけてから低張液に植物細胞を浸して、吸水させることによって細胞質の体積が増加する現象の名前を答える問題。

問3 細胞の体積が少ない方が、細胞から脱水されて浸透圧が上昇しているはず。逆に、細胞の体積が多い方が、細胞が吸水して浸透圧が低下しているはずである。よって、細胞体積と浸透圧の組み合わせは、 $(0.9, 12.5 \times 10^5)$ 、 $(1.2, 5 \times 10^5)$ である。さらに、今回は、膨圧も聞かれている。膨圧は、低張液に浸されると生じるので、高張液・等張液中では

問5 問題の解き方は、結果から。細胞の吸水力が回復したということは、外液よりも細胞浸透圧が高くなったということである。浸透圧を高くする方法としては、可溶性成分をたくさん細胞内に保持するという方法がある。ただ、ナトリウムイオンや塩化物イオンのような代謝を阻害するような有害なイオンを細胞浸透圧上昇のために取り込むのは本末転倒なので、有害なイオンの吸収は抑制する。

4

【解答】

問1 (1) ハーディ・ワインベルグの法則 (2) 遺伝的浮動 (3) (A), (D)

問2 脊椎動物門鳥綱

問3 この動物の性決定様式はZW型であり、遺伝子座AはZ染色体上にのみ存在する。

問4 雄… $A_1A_1 : 0.49$ ,  $A_1A_2 : 0.42$ ,  $A_2A_2 : 0.09$

雌… $A_1 : 0.70$ ,  $A_2 : 0.03$

【解説】

問1 (2) 次代の遺伝子頻度の偶然による変化のことを遺伝的浮動という。遺伝的浮動の説明は記述できるようにしておきたい。

問2 この問題はかなり難しい。知識と考察をかなり要する問題である。雌雄で持つ遺伝子の組み合わせ(遺伝子型)が違うので、伴性遺伝を疑う。そこで、 $A_1$ ,  $A_2$ を性染色体(X染色体)上に乗っているものと考え、問題文に合うように遺伝子と染色体を配分すると、

♂ :  $X^{A1}X^{A1}$ ,  $X^{A1}X^{A2}$ ,  $X^{A2}X^{A2}$

♀ :  $X^{A1}Y$ ,  $X^{A2}Y$

となるが、これでは、性決定様式（オスヘテロの XY 型）と考えた染色体の組み合わせが一致しない。つまり、今回はオスヘテロではなく、メスヘテロと考えられる。よって、

♂ :  $Z^{A1}Z^{A1}$ ,  $Z^{A1}Z^{A2}$ ,  $Z^{A2}Z^{A2}$

♀ :  $Z^{A1}W$ ,  $Z^{A2}W$  または  $Z^{A1}$ ,  $Z^{A2}$

（オスは、ZW 型でも ZO 型でも染色体構成は変わらないが、メスは ZW 型と ZO 型で異なるので、併記しておいた。）このことから、性決定の方法は ZW 型または、ZO 型。ZW 型の代表例は、カイコガ、チョウ、ニワトリ、カエル、ZO 型の代表例は、ミノガである。本文より、恒温動物だから上の代表例から考えられるのはニワトリだけである。

問 4  $A_2$  の頻度が 0.30 であるから、 $A_1$  の頻度は、

$$1 - 0.30 = 0.70$$

よって、 $A_1A_1$ ,  $A_1A_2$ ,  $A_2A_2$ ,  $A_1$ ,  $A_2$  の遺伝子型の頻度はそれぞれ、

$$0.70 \times 0.70 = 0.49$$

$$2C_1 \times 0.70 \times 0.30 = 0.42$$

$$0.30 \times 0.30 = 0.09$$

$$0.30$$

$$0.70$$

である。

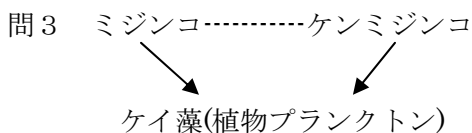
5

【解答】

問 1 (ア) 個体群 (イ) 個体群密度 (ウ) 生物群集 (エ) 生態的地位  
(オ) 栄養段階

問 2 区画法：移動性が少ない，又は，なく，行動範囲の狭い生物に用いる。

標識再捕法：移動性に富み，行動範囲の広い生物に用いる。



問 4 二次消費者の摂食量 = ⑧ - ⑨ - ⑩ - ⑫, ⑦ - ⑨ - ⑩ - ⑪ - ⑫

二次消費者の被食量 = ① + ⑤, ② + ③ + ④ + ⑤ + ⑥



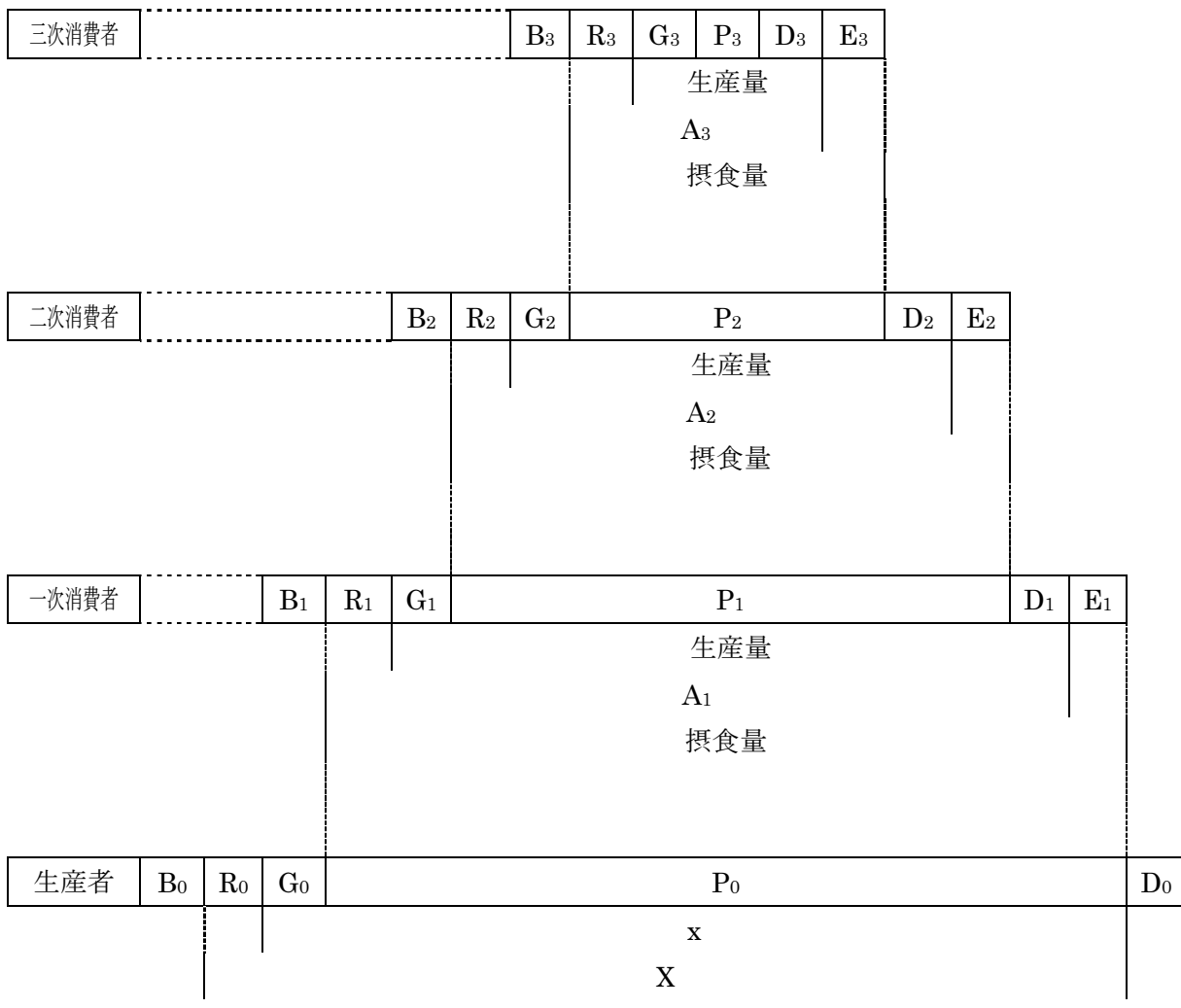
【解説】

問3 リスト中の生物のうち、被食者になりうる生物とそれに対する捕食者を列挙すると、以下の表の通り。

被食者	それに対する捕食者
ケンミジンコ	魚類
タニシ	水鳥
アブラムシ	テントウムシ
ミジンコ	魚類
ケイ藻 (植物プランクトン)	動物プランクトン・魚類
ナミテントウ	大型肉食昆虫
アザラシ	ホッキョクグマ・シャチ

よって、条件を満たす三者関係を結べるのは、珪藻と動物プランクトンであるケンミジンコとミジンコ。

問4



総生産量(X), 純生産量(x), 現存量・生体量(B), 成長量(G), 呼吸量(R), 被食量(P), 枯死量・死亡量(D), 同化量(A), 不消化排出量(E)と表すことにする。

∴二次消費者の摂食量=⑧-⑨-⑩-⑫, ⑦-⑨-⑩-⑪-⑫

二次消費者の被食量=①+⑤, ②+③+④+⑤+⑥

## 2013 年

1

## 【解答】

問 1 (1) (A), (B), (E)

(2) (ア) 第一分裂前期 (イ) 第二分裂中期

(3) (ア) 4 (イ) 2

(4) (ウ) 精原細胞から均等な 4 つの精子ができる。

(エ) 1 つの一次卵母細胞が不等分裂し 1 つの卵と 3 つの極体ができる。

問 2 (1) ホルモン受容体 (2) (D) (3) 負のフィードバック

(4) 黄体形成ホルモンを分泌させず排卵を抑える。

(5) 肥厚した子宮内膜が脱落して月経が起こる。

## 【解説】

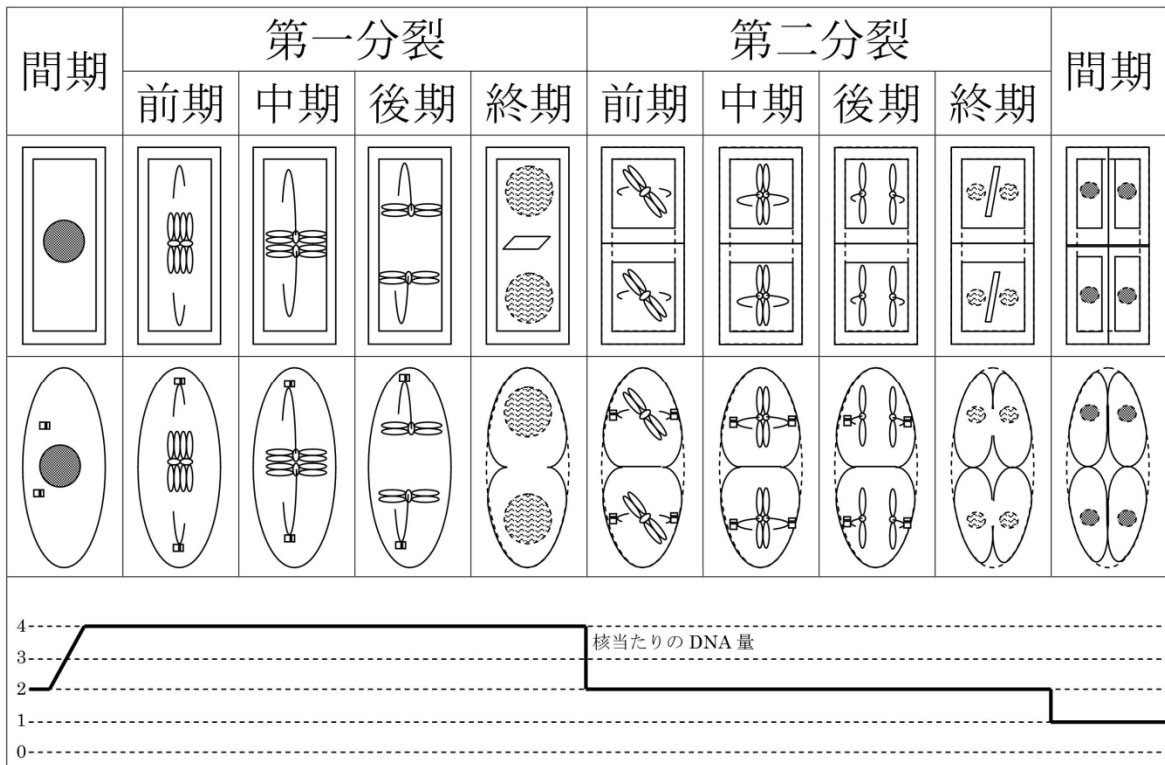
問 1 (1) 誤りを含む部分を指摘していく。

(A) 「第一分裂中期になって初めて」ではなく、「第一分裂前期になって初めて」である。

(B) 「減数分裂をするが体細胞分裂をすることはない」ではなく、「減数分裂も体細胞分裂もする」である。精原細胞や卵原細胞が増殖するときには体細胞分裂を行うからである。

(C) 「減数分裂第一分裂終了後にもみられる」ではなく、「減数分裂第一分裂終了後にはおはみられない」である。減数分裂の特徴の一つで、連続した 2 回の細胞分裂を行う。

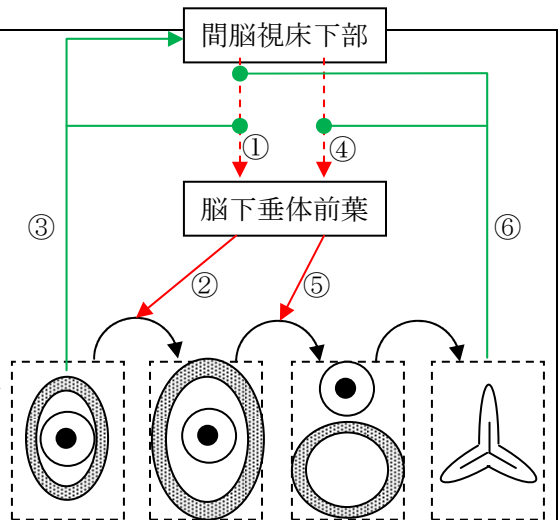
(3) 減数分裂の進行に伴う、DNA 量の変化を示すと、次ページのようになる。これは非常に重要なグラフなので、しっかり頭に入れておこう。



問2 性周期は、以下のようにまとめられる。

(1) 関与するホルモン

- ① 放出因子…脳下垂体前葉からの濾胞ホルモンの放出を促進する
- ② 濾胞刺激ホルモン…濾胞の発育  
濾胞ホルモンの分泌促進
- ③ 濾胞ホルモン…発情・子宮壁の肥厚  
エストロゲン 雌の二次性徴
- ④ 放出因子…脳下垂体前葉からの黄体形成ホルモンの放出を促進する
- ⑤ 黄体形成ホルモン…排卵・黄体形成の促進  
黄体ホルモンの分泌促進
- ⑥ 黄体ホルモン(プロゲステロン)…妊娠の維持  
放出ホルモンの分泌抑制



(2) 排卵した卵が受精しなかった場合…黄体が退化し濾胞ホルモン・黄体ホルモンが減少  
→抑制が外れて濾胞刺激ホルモンが放出され、次の性周期へ移行

(3) 排卵した卵が受精した場合…黄体は引き続き発達し、濾胞ホルモン・黄体ホルモンが出る

① 濾胞ホルモン…子宮壁の発達、濾胞ホルモン分泌抑制→妊娠の維持

② 黄体ホルモン…黄体形成ホルモン分泌抑制→排卵抑制

(3)分娩時…オキシトシン(→子宮の収縮促進)が脳下垂体後葉から分泌される

- (2) 上記が頭に入っていれば、濾胞刺激ホルモンが増えて、続いて正のフィードバックにより、エストロゲンが増え、負のフィードバックによる濾胞刺激ホルモンのホルモン量の低下と正のフィードバックによる黄体形成ホルモンのホルモン量の増加が起こり、黄体形成ホルモンの作用により形成された黄体からプロゲステロンが分泌されて、プロゲステロンのホルモン量が増加することがわかる。グラフを読み取るポイントは、ホルモン量のピークの順番である。
- (4) エストロゲンとプロゲステロンによる負のフィードバックによって、黄体形成ホルモンの分泌が抑制された結果、排卵が起こらなくなる。
- (5) エストロゲンによる子宮壁の肥厚の作用がなくなるため、肥厚した子宮壁が脱落する。

2

【解答】

問1 (ア)マルトース (イ)解糖系 (ウ)ATP アーゼ (エ)酸化的リン酸化 (オ)乳酸  
(カ)エタノール

問2 (1) 強酸性の胃液によりアミラーゼの立体構造が崩れ、変性するから。

(2) 基質特異性

問3 (A), (E)

問4 好気呼吸

問5 (1) d: マトリックス; ウ e: クリステ(内膜); エ (2) 3分子

問6 19分子

【解説】

問2 (1) アミラーゼの最適 pH は pH7 前後であるのに対し、胃の内腔は胃酸により pH2 前後に保たれている。そのため、アミラーゼが変性して失活する。

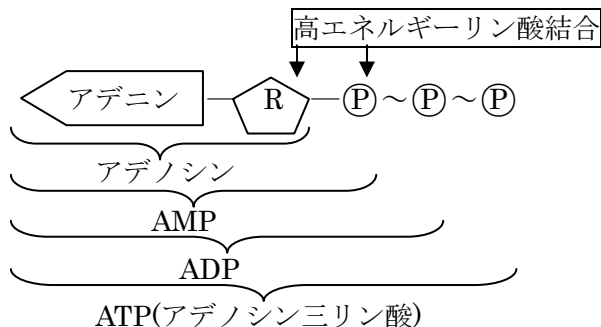
問3 誤りを含む部分を訂正していく。

(B) 「ATP が消費される」ではなく、「ATP は消費されない」である。ヘモグロビンと酸

素の結合は、酸素分圧と二酸化炭素分圧、温度によって規定されるもので、エネルギーを必要としない。

(C) 「リン酸とリボースとの間」ではなく、「リン酸とリン酸との間」である。ATP の構造は以下の通り。

※ATP の構造



(D) 「ミトコンドリア以外で生成されない」ではなく、「ミトコンドリア以外でも生成される」である。細胞質基質における解糖系の反応でも ATP が生成される。また、筋肉での低酸素条件下では解糖により ATP が生成される。

問 5 (3) 好気呼吸の過程でピルビン酸は 2 分子生成され、二酸化炭素は 6 分子生成する。このことから、ピルビン酸 1 分子当たり二酸化炭素は 3 分子生成すると考えられる。

問 6 酸素利用できない条件では解糖系でつくられる ATP 2 分子のみなので、グルコースを好気呼吸により分解した際に得られる 38 分子の ATP を得るためには、19 分子のグルコースを解糖系で分解しなければならない。

3

【解答】

問 1 系統 1 : (3), 系統 2 : (2), 系統 3 : (1)

問 2 (ア)3 : 1 (イ)3 : 1 (ウ)3 : 1 (エ)1 : 0 (オ)9 : 7 (カ)3 : 1

問 3 (1) QQRr と QqRr (2) 50%

問 4 (C)

問 5 1 つの酵素が異なる種類のサブユニットからなる四次構造を持っている場合。

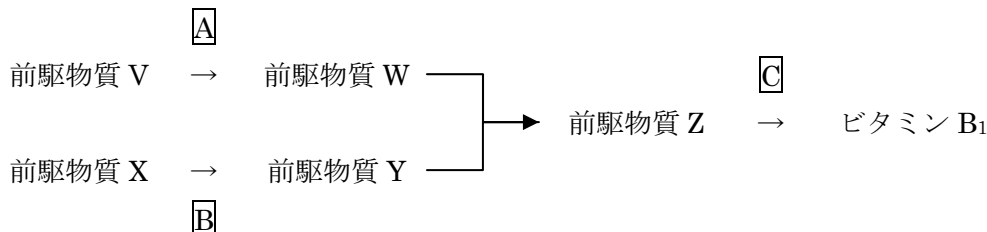
【解説】

問 1 表の上 4 段を整理する。生存を +, 致死を - で表すと,

	最少培地	最少培地+W	最少培地+Y
系統 1	-	-	-
系統 2	-	-	+
系統 3	-	+	-
系統 4	+	+	+

この表から, 系統 1~3 は変異株, 系統 4 は野生株。

(1)~(3)の段階を触媒する酵素を **A**~**C**, その遺伝子を A~C とする。



系統 1 は W, Y を加えても生育できないことから酵素 **C** が失活している。系統 2 は Y を加えれば生育できることから Y を合成できない, つまり, 酵素 **B** が失活している。系統 3 は W を加えれば生育できることから W を合成できない, つまり, 酵素 **A** が失活している。

問 2 問 1 より遺伝子型を, 系統 1 : AABbCc, 系統 2 : AAbbCC, 系統 3 : aaBBCC, 系統 4 : AABbCC とする。

☆Point☆

三遺伝子雑種以上の問題

→・独立した遺伝子は独立させて計算。

・交配する際に, 同じホモなら略して ([[A]]などで) 交配。

系統 1×系統 4 → [[AB]]Cc → [[AB]]CC : [[AB]]Cc : [[AB]]cc = 1 : 2 : 1

系統 2×系統 4 → [[AC]]Bb → [[AC]]BB : [[AC]]Bb : [[AC]]bb = 1 : 2 : 1

系統 1×系統 2 → [[A]]BbCc → [[A]][BC] : [[A]][Bc] : [[A]][bC] : [[A]][bc] = 9 : 3 : 3 : 1

A だけ持たない個体は W 添加で生育

B だけ持たない個体は Y 添加で生育

C だけ持たない個体は Z 添加で生育

問 3 系統 2 の遺伝子型は QQrr なので, つくられる配偶子の遺伝子型は Qr。

よって, 最少培地で生育できなくするためには, もう片方の親から遺伝子 r を含んだ配偶子が提供される必要がある。つまり, 親の遺伝子型内に r が含まれていることが条件になる。それを満たし, かつ, 表現型が [QR] になるのは QQRr と QqRr である。系統 2 によって遺伝子 R が確実に子に伝わるから R, r に関してのみ考えて, Rr×rr → [R] : [r] = 1 : 1。

問 4 花の形態に関する遺伝子を T, t とすると, 系統 1 : qqRRtt, 系統 2 : QQrrTT。

系統 1 × 系統 2 → QqRrTt (Rt/rT)

Q(q)は R(r), T(t)と独立なので, 別計算 → Qq × Qq → [Q] : [q] = 3 : 1

(最少培地で生育することが前提なので実はこれは不要)

残りは地道に計算。さらに, 正常花を○, 異常花を×で表記。

	1RT	19Rt	19rT	1rt
1RT	1○	19○	19○	1○
19Rt	19○	361×	361○	19×
19rT	19○	361○		
1rt	1○	19×		

[Q] : [q] = 3 : 1 だが, これは表の中のすべての個体に対して平等に働くから, 最少培地内で議論する際には考えなくてよい。(Q を持っていないと最小培地では生きられない。)

よって, 表内のすべての個体が遺伝子 Q を持っているとしてよく,

$$○ : 1 + 19 + 19 + 1 + 19 + 361 + 19 + 361 + 1 = 801$$

$$× : 361 + 19 + 19 = 399$$

$$\therefore 801 : 399 \div 3 = 2 : 1$$

不安な人は次の表を使って確認してみてください。

	1QRT	19QRt	19QrT	1Qrt	1qRT	19qRt	19qrT	1qrt
1QRT	1	19	19	1	1	19	19	1
19QRt	19	361	361	19	19	361	361	19
19QrT	19	361	361	19	19	361	361	19
1Qrt	1	19	19	1	1	19	19	1
1qRT	1	19	19	1	1	19	19	1
19qRt	19	361	361	19	19	361	361	19
19qrT	19	361	361	19	19	361	361	19
1qrt	1	19	19	1	1	19	19	1

4

【解答】

I  
問 1 (ア)反射 (イ)ニューロン (ウ)体節 (エ)間脳 (オ)中脳 (カ)小脳 (キ)脳幹

問 2 (エ)D, G, J (オ)B, E, I (カ)A, C

問 3 情動反応・本能行動



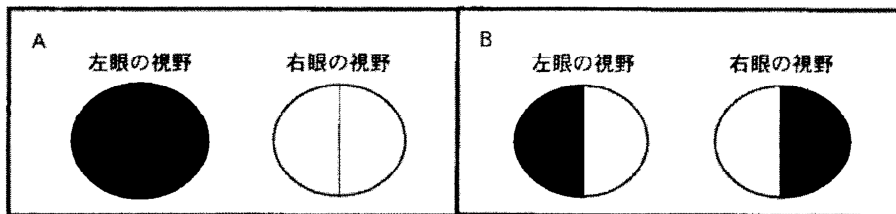
II

問 4 (ク)虹彩 (ケ)網膜 (コ)ガラス体

問 5 チン小帯が緊張して水晶体を外側に引いて薄くする。

問 6 視神経細胞の軸索の束が網膜を貫いている。

問 7



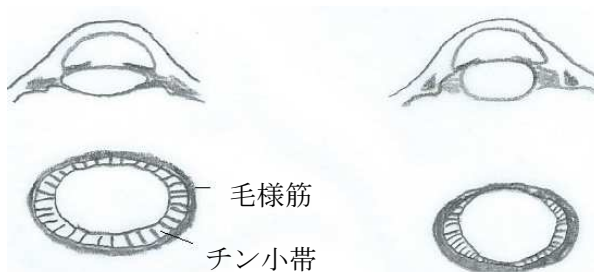
【解説】

I

問 2 ちなみに F, H の中枢は延髄。

II

問 5 遠近調節は以下の通り。



<p>&lt;遠くを見る時&gt;</p> <p>①毛様筋が弛緩 ↓ ②毛様体が後退 ↓ ③チン小帯が ↓引っぱり張られる ④水晶体が 薄くなる</p>		<p>&lt;近くを見る時&gt;</p> <p>①毛様筋が緊張 ↓ ②毛様体が ↓レンズに近づく ③チン小帯が緩む ↓ ④水晶体が自身の 弾性で厚くなる</p>
--	--	---

問7 A が切断されると左眼からの情報がなくなる。B が切断されると，左目からの外側視野の情報と，右眼からの外側視野の情報がなくなる。

## 2013 年

1

## 【解答】

問 1 (ア) 原核 (イ) 真核 (ウ) 2 (エ) 60 (オ) 二酸化炭素  
(カ) 窒素 (キ) 好気

問 2 核膜で囲まれた核を含むか否か。

問 3 名称：プロトプラスト 酵素：セルラーゼ・ペクチナーゼ

問 4 溶液の浸透圧を細胞の浸透圧と等張またはやや高張な溶液にしておく。

問 5  $1.5 \times 10^6 \times 2^{2 \times 60 \div 20} = 9.6 \times 10^7 / \text{mL}$

問 6 細胞の増殖とともに DNA の複製が行われている。

問 7 発現している遺伝子と発現していない遺伝子があるから。

問 8 細胞質基質

問 9 DNA クローニング・ポリメラーゼ連鎖反応法 (PCR 法)

問 10 プラスミド

問 11 (A), (C), (D), (E)

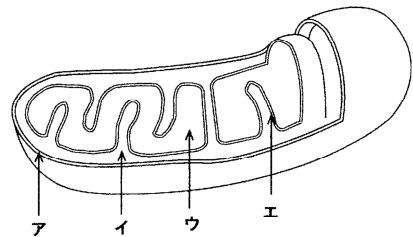
## 【解説】

問 4 細胞壁を失うと、動物細胞と同様、極端に低張な液に浸されると、細胞の体積の増加に細胞膜が耐え切れずに破裂してしまうため、等張またはやや高張な液に浸しながら、作業を行う。

問 5 世代時間が 20 分ということは、2 時間で、 $2 \times 60 \div 20 = 6$  回分裂を行う。1 回分裂するごとに細胞数は 2 倍になるから、6 回分裂すると  $2^6$  倍になる。

問 6 大腸菌の分裂 (体細胞分裂) が行われるときには、必ず DNA が複製されるため、DNA の全体量は細胞数の増加と同様の変化を示す。

問7 ミトコンドリアは好気性細菌が共生して生じた細胞小器官で、外膜は宿主細胞の細胞膜に酷似し、内膜は好気性細菌の細胞膜に酷似している。つまり、内膜より内部が好気性細菌に相当するから、内膜に囲まれた基質部分（ミトコンドリアでいうマトリックス）は、細菌の細胞質基質に相当する。



ミトコンドリアの断面の模式図

問11 誤りを指摘していく。

(B) グルタミン酸を合成できなかつたら、グルタミン酸要求株、つまり、変異株になってしまう。

(F)・(G) これら二つに関しては問題文等で全く触れられていないので、可能性がゼロというわけではないが、問題文から判断できない選択肢として誤っている。

2

【解答】

問1 (ア) 優性 (イ) 劣性 (ウ) ドーパキノン (エ) チロシン

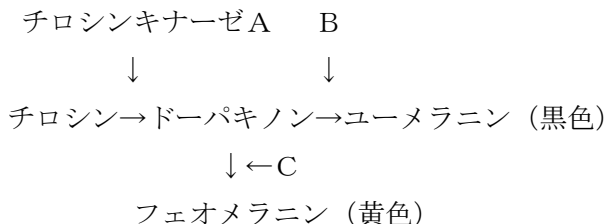
問2 チロシンキナーゼの失活により、チロシンがドーパキノンに代謝されず、チロシンが蓄積したから。

問3 野生色 : 黒色 : 白色 = 9 : 3 : 4

問4 (1) (A) (2) ♀ 野生色 : まだら = 1 : 1 ♂ 野生色 : 白色 = 1 : 1

【解説】

初めのリード文(1行目~6行目)まで読んで、以下の図を作成できなければならない。また、正常なチロシンキナーゼを司る遺伝子を A、ドーパキノンからユーメラニン(黒色)を合成する正常な酵素を司る遺伝子を B、ドーパキノンからフェオメラニン(黄色)を合成する正常な酵素を司る遺伝子を C とした。



そして、順番に実験を見ていく。

実験 1

$$\begin{array}{ccc}
 A A B B C C \times A A B B c c \\
 \text{野生} \quad \downarrow \quad \text{黒} \\
 A A B B C c \\
 \text{野生}
 \end{array}$$

実験 2・3 より、野生色が優性であり、チロシンキナーゼ活性が認められないことから、白系統の遺伝子型は、 $a a B B C C$ 。

$$\begin{array}{l}
 \text{問 3 } A A B B c c \times a a B B C C \Rightarrow A A c c \times a a C C \\
 \downarrow \\
 A a C c \times A a C c \\
 \downarrow \\
 [A C] : [A c] : [a C] : [a c] \\
 = 9 : 3 : 3 : 1 \\
 \Rightarrow [A B C] : [A B c] : [a B C] : [a B c] \\
 = 9 : 3 : 3 : 1 \\
 \text{野生色} \quad \text{黒色} \quad \text{白色}
 \end{array}$$

実験 4

遺伝子 A が組み込まれた X 染色体を  $X^A$ 、遺伝子 A が組み込まれていない X 染色体を  $X^\phi$  と表すことにすると、

$$\begin{array}{l}
 X^A X^\phi \times X^\phi Y \\
 \downarrow \\
 X^A X^\phi : X^\phi X^\phi : X^A Y : X^\phi Y = 1 : 1 : 1 : 1 \\
 \text{♀} \quad \text{♀} \quad \text{♂} \quad \text{♂}
 \end{array}$$

問 4 (1) 野生色の組織では、遺伝子 A が発現している、つまり、遺伝子 A が組み込まれた X 染色体が不活化されておらず、いろいろ部分では遺伝子 A が発現していない（存在しない）、つまり、遺伝子 A が組み込まれた X 染色体は不活化されている。

$$\begin{array}{l}
 \text{(2) } X^A Y \times X^A X^\phi \\
 \downarrow \\
 X^A X^A : X^A X^\phi : X^A Y : X^\phi Y = 1 : 1 : 1 : 1 \\
 \text{♀} \quad \text{♀} \quad \text{♂} \quad \text{♂}
 \end{array}$$

【解答】

問 1 (ア) コラーゲン (イ) インスリン (ウ) フィブリノーゲン  
 (エ) ヘモグロビン(オ) 側鎖 (カ) 基質特異性 (キ) フィードバック調節  
 (ク) アロステリック

問 2 アミノ酸のアミノ基と他のアミノ酸のカルボキシル基間の脱水反応により形成される。

問 3 ジスルフィド結合・疎水結合・イオン結合・水素結合 (などから一つ)

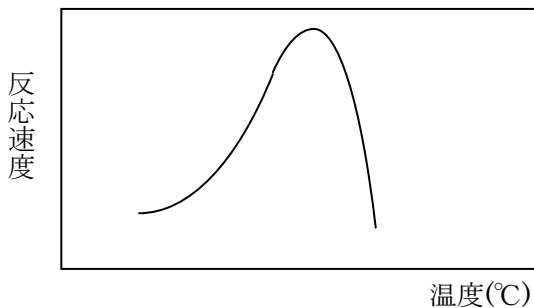
問 4 変性

問 5 酵素によって化学反応に必要な活性化エネルギーを低下して、反応速度を上昇する。

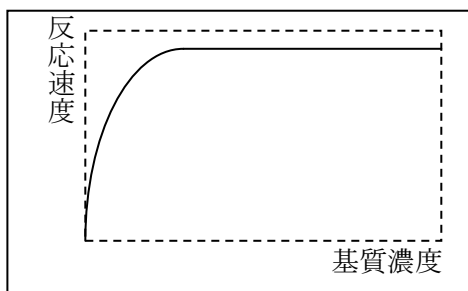
問 6 補酵素, Fe・Mn・Zn・Mg<sup>2+</sup>・Ca<sup>2+</sup> (などから一つ)

問 7 基質と類似した構造をもつ物質が、酵素の活性部位に結合し、酵素作用を阻害すること。

問 8 温度—反応速度グラフ



基質濃度—反応速度グラフ



【解説】

問 4 立体構造が変化することは、変性、機能を失うことは、失活。

問6 酵素の中には、タンパク質以外の物質を必要とする酵素がある。それらをまとめると以下の通り。

ア) タンパク質部分をアポ酵素，非タンパク質部分を補助因子あるいは共同因子といい，それらをあわせてホロ酵素という

イ) 補助因子が，タンパク質部分と容易に可逆的に解離できる低分子有機化合物の場合は補酵素という ↳ビタミン B など

例)ピルビン酸脱水素酵素補酵素：NAD

グリセルアルデヒドリン酸脱水素酵素補酵素：NADP

ウ) 補助因子が，タンパク質部分と強固に結合している場合は補欠因子という

例)コハク酸脱水素酵素補欠因子：FAD(フラビンアデニンジヌクレオチド)

エ) 反応に金属元素(イオン)を必要とするものもある

例)カタラーゼ(Fe)・アルギナーゼ(Mn)・DNA ポリメラーゼ(Zn)・ATP アーゼ(Mg<sup>2+</sup>)・アミラーゼ(Ca<sup>2+</sup>)

問8 温度—反応速度グラフは，最適温度が存在し，それを超えると熱変性により失活することが重要。基質濃度—反応速度グラフは，酵素の反応速度は酵素基質複合体の濃度に比例するが，基質濃度が一定以上になると，すべての酵素が常に酵素基質複合体を形成するようになり，それ以上酵素基質複合体の濃度が増加しないことにより，反応速度が頭打ちになることが重要。

#### 4

##### 【解答】

問1 (ア) 負 (イ) 静止電位 (ウ) カリウムイオン (エ) ナトリウムイオン  
(オ) チャネル (カ) 正 (キ) 閾値

問2 ナトリウムポンプ (Na・K—ATP アーゼ)

問3 ルシフェラーゼ・H<sup>+</sup>—ATP アーゼ・ミオシン ATP アーゼ・ダイニン ATP アーゼ

問4 アセチルコリン・ノルアドレナリン・ドーパミン

問5 ナトリウムイオンチャネルの開放にやや遅れて，電位変化依存性のカリウムイオンチャネルが開き，細胞外へカリウムイオンが流出し，細胞内の正電荷が減少することで，細胞内の電位が負に戻る。

問 6 12(m/秒)

問 7 2.3(m 秒)

問 8 (B), (D)

問 9 (B)

問10 (D)

## 【解説】

問 6 計測までの時間は、伝導時間+伝達時間+間隔ニューロンが興奮するまでの時間で計測され、伝達時間は一定であるから、2 つの計測時間の差は、伝導時間の差に相当する。伝導時間の差は、距離の差によって生じるので、距離の差を伝導時間の差で割ると、伝導速度が産出される。この際、距離の単位を mm、時間の単位を m 秒として、m (ミリ) で分母子を計算すると、分母子で m ( $\times 10^{-3}$ ) が約分されて、m/秒となる。

$$(32-8) \div (6-4) = 12\text{mm/ms} \rightarrow 12(\text{m/s})$$

問 7 計測された時間から、伝導時間 (問 6 の伝導速度を用いて計算) と間隔ニューロンの興奮にかかる時間 (問題文より 1m 秒) を引くと、伝達時間が産出される。今回は、電極 Y での計測結果を使って計算すると、

$$4 - 8 \div 12 - 1 = 2.33 \dots \div 2.3(\text{ms})$$

問 8 誤っている点を指摘していく。

(A)(C) 刺激の強さは、活動電位の高さではなく活動電位の頻度で示される。

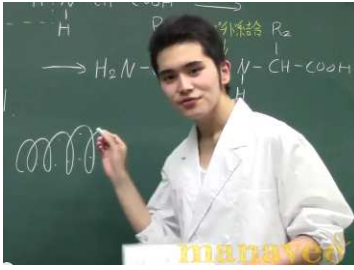
(E) 刺激の強さは、興奮する神経の数で示される。

問 9 電位変化の計測が早いということは、早く興奮が伝わっていることになる。興奮が早く伝わる条件は、軸索が太く、温度が高く、髄鞘があるとき、であるから、この条件を満たす選択肢は、(B)に限られる。

問 10 電極で活動電位を観測するまでには、①感覚ニューロンから巨大軸索への伝達と②巨大軸索の伝導の 2 段階を経る。実験 3 では、これらが混ざった結果として活動電位が発生しないという結果が得られている。したがって、これらを区別するような追加実験を行わなければならない。そこで、カルシウムイオンがない条件下でも、上記①、②のうち、②は成立して電位変化が観測されれば、カルシウムイオンが存在しない条件で電位変化が見られなかった原因が①にあることがわかり、伝達にカルシウムイオンが必須であることがわかる。そこで、②にのみ関係する選択肢に注目する。(A)~(C)は①を含むため論外。(E)は体壁収縮、つまり、筋収縮が起こるため、神経から筋肉への伝達を含んでしまうため×。



## 【解答解説著者紹介】



著者：tomson

manavee 北海道キャンパスに所属し、生物科講師として活動。「無理なく」「漏れなく」「無駄なく」の3Mをモットーに授業を行っている。manavee では、主に生物の理系用演習系カリキュラムを担当。高卒認定試験の問題から東大などの難問まで幅広く手掛ける。1月から3月にかけてはネット上に出される入試問題の中から面白そうな問題を探す旅に出る。面白い問題を見つけてはキープ、ということを受験生時代から積み重ねた結果、家族から「もはや入試問題を見るのが趣味」と言われてしまった(笑)。この蓄積した良問を、manavee の授業に役立てていることは言うまでもない。主なカリキュラムは、「生物総合実践攻略【夏の陣】」、「生物総合実践攻略【冬の陣】PART I・II」、「遺伝の究極攻略【二次への架け橋】」、「攻略！！北大生物シリーズ」である。

## 【主なカリキュラム紹介】

- ・ゼロから始める理系生物（細胞と個体の成り立ち）
- ・ゼロから始める理系生物（生殖と発生）
- ・ゼロから始める理系生物（遺伝）
- ・ゼロから始める理系生物（遺伝情報とその発現）
- ・ゼロから始める理系生物（生体の機能とタンパク質）
- ・ゼロから始める理系生物（動物の反応と調節）
- ・ゼロから始める理系生物（植物の反応と調節）
- ・ゼロから始める理系生物（個体群の構造と成り立ち）
- ・ゼロから始める理系生物（生物の進化と分類）
- ・分野別攻略Ⅰ（生命の連続性）
- ・分野別攻略Ⅱ（恒常性・調節）
- ・分野別攻略Ⅲ（細胞・代謝・生態）
- ・遺伝の完全攻略
- ・*High speed marking*～細胞と組織～
- ・*High speed marking*～生殖と発生～
- ・*High speed marking*～遺伝と遺伝子の本体～
- ・*High speed marking*～動物の環境応答～
- ・*High speed marking*～植物の環境応答～
- ・生物総合実践攻略【夏の陣】
- ・生物難問攻略
- ・生物総合実践攻略【冬の陣】
- ・遺伝の究極攻略【二次への架け橋】
- ・攻略！！北大生物 2004
- ・攻略！！北大生物 2005
- ・攻略！！北大生物 2006
- ・攻略！！北大生物 2007
- ・攻略！！北大生物 2008
- ・攻略！！北大生物 2009
- ・攻略！！北大生物 2010
- ・攻略！！北大生物 2011
- ・攻略！！北大生物 2012
- ・攻略！！北大生物 2013
- ・攻略！！北大生物 2014

(2014年10月現在)



