

# 第1回全国生物学コンテスト

## 生物チャレンジ2008

### 第1次試験 問題

試験時間 90分

#### 注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 問題は、この冊子の1ページから22ページまでです。
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、監督者の指示に従ってそれぞれ正しく記入しマークしなさい。
  - ① 学校名、氏名、学年欄  
学校名、氏名、学年を記入しなさい。
  - ② 受験番号欄  
受験番号(数字)を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。  
正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
- 5 問題数は、問1)～問50)の50問です。問題はすべて、それぞれ最も適切な解答を選択肢の中から1つずつ選び、記号で答えなさい。
- 6 配点は1点から3点で、各設問の最後に示してあります。50題合計で100点満点です。
- 7 解答は、解答用紙の問題番号に対応した解答欄にマークしなさい。例えば、問1)の問いに対してAと解答する場合は、次の(例)のように問1)の解答欄のAにマークしなさい。複数の選択肢にマークされている場合は、0点となります。  
(例)

#### ▼解答欄

1	<input checked="" type="radio"/>	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
2	<input type="radio"/>	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
3	<input type="radio"/>	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J

- 8 問題冊子の余白等は適宜利用してもかまいませんが、どのページも切り離してはいけません。
- 9 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

国際生物学オリンピック日本委員会 (JBO)

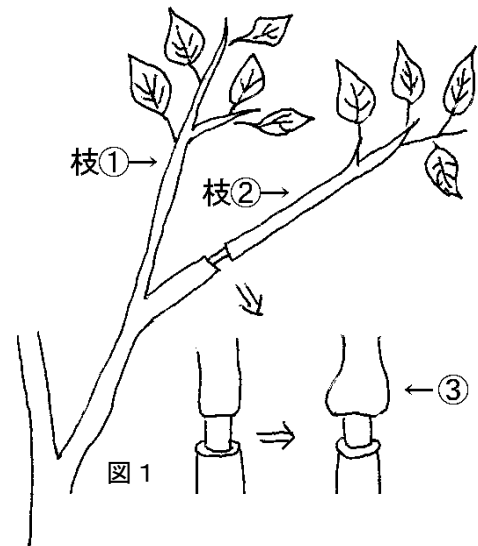
問1)~2) カキノキの茎を使って、実験1と2をおこなった。これを元にあとの各問に答えよ。

[実験1]

カキノキの若い茎の皮を環状に傷つけて、外側の部分を取り除き、一定時間放置したところ、図1に示した③の部分のように、はいだところの上の皮の部分が厚くふくらんできた。なお、皮をはいだ枝②の葉は、皮をはいでいない枝①の葉と同じようにしおれなかった。

[実験2]

枝①を切り取り、赤インクを数滴入れたコップの水の中にさしておいた。しばらくしてから、枝①の茎のうすい横断面の切片(標本)をつくって顕微鏡で観察してみたところ、赤インクによく染まっている部分が見られた。なお、図2は横断面の一部分を模式的に示したものである。



問1) 実験1で、図1③の部分のように厚くふくらんでくるのは、環状に傷つけて皮をはぐときに、図2のア~エのどの位置ではいだときか。適するものをA~Dのうちから選べ。(2点)

- A. ア    B. イ    C. ウ    D. エ

問2) 実験2で、赤インクによく染まっていたのは、図2のa~dのどの部分か。適するものをA~Dのうちから選べ。(2点)

- A. a    B. b    C. c    D. d

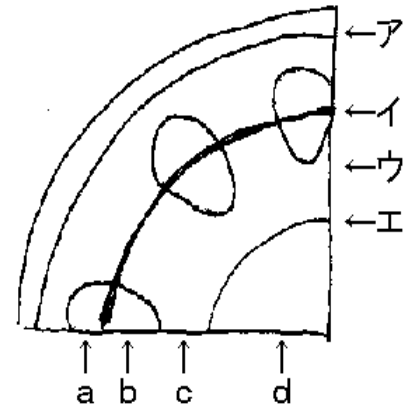
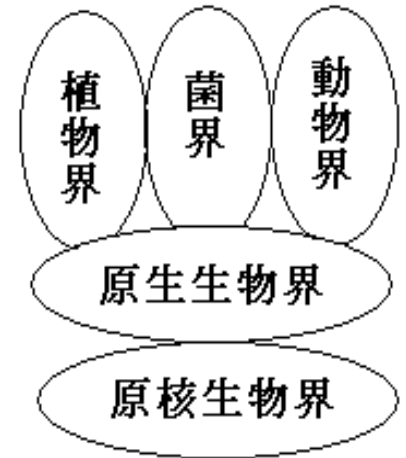


図2

問3) 生物を動物と植物の2つに大別することは古くから行われてきたが、ホイタッカーが五界説(右図)を提案して以来、生物を5つ以上に分類する方法がよく用いられるようになった。次の①~⑤の記述のうち、正しいものを選んでるのはA~Jのうちのどれか。(2点)



- ① 動物界・菌界・植物界の生物を構成する細胞には核があるが、原生生物界と原核生物界の生物を構成する細胞には核はない。
- ② 動物界・菌界・植物界の生物のうち、植物界と菌界の生物は独立栄養生物であるが、動物界の生物は従属栄養生物である。
- ③ 五界説では、大腸菌や酵母菌は原核生物界の生物として分類される。
- ④ 原生生物界にはミドリムシやゾウリムシなどの単細胞生物が含まれるが、ワカメやコンブなどの多細胞生物を原生生物界に分類する考え方もある。
- ⑤ 最近の研究では、五界説で原核生物界とされている生物群は、大きく異なる2つの生物群から成り立っていることがわかり、生物全体を大きく3つに分類する方法が考案されている。

- A. ①と②      B. ①と③      C. ①と④      D. ①と⑤      E. ②と③      F. ②と④  
 G. ②と⑤      H. ③と④      I. ③と⑤      J. ④と⑤

問4) 下の表は、ある生物の個体群成長を示したものである。密度効果はどの時点から現れていると考えられるか。A~Eのうちから選べ。(2点)

	時間						
	1	2	3	4	5	6	7
個体数	10	21	45	70	90	99	101

- A. 2~3の時点
- B. 3~4の時点
- C. 4~5の時点
- D. 5~6の時点
- E. 6~7の時点

問 5) 次の文章のカッコ内に入る最も適切な用語の組合せは A~H のうちのどれか。(2 点)

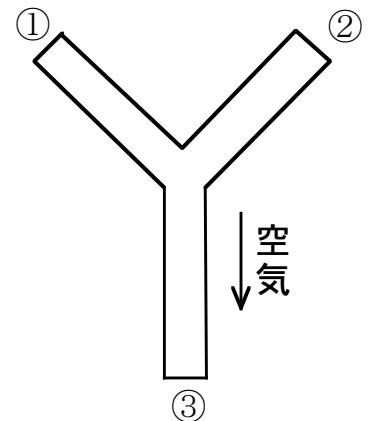
植物の純生産量は、成長量、( ① )、一次消費者による摂食量の 3 種類に分けられる。摂食量のうちで一次消費者の生産に利用できる量は、摂食量から不消化排出量を除いた( ② )から、さらに( ③ )と老廃物排泄量を除いた分になる。

	①	②	③
A	呼吸量	成長量	死亡量
B	呼吸量	成長量	呼吸量
C	呼吸量	同化量	死亡量
D	呼吸量	同化量	呼吸量
E	枯死量	成長量	死亡量
F	枯死量	成長量	呼吸量
G	枯死量	同化量	死亡量
H	枯死量	同化量	呼吸量

問 6) 寄生バチの行動を調べるために、右図のような Y 字のガラス管

を用いた実験を行った。カリヤコマユバチはトウモロコシなどの害虫であるアワヨトウとその近縁種のみ寄生するハチである。このカリヤコマユバチを右図の③に、①と②に異なる試料を置き、③に向かって空気の流れを起こした時、カリヤコマユバチが①、②のどちらに行くかを記録した。

この実験結果から判断できることとして、最も適当なものは A~E のうちのどれか。(2 点)



<実験結果>

位置	置いたもの	結果
①	アワヨトウに食害された葉	++
②	無傷の葉	-
①	サンドペーパーで傷つけた葉	±
②	無傷の葉	±

(注) + : カリヤコマユバチが行ったことを示す。

- : カリヤコマユバチが行かなかったことを示す。

± : カリヤコマユバチが行った場合と行かなかった場合があることを示す。

- A. トウモロコシは、アワヨトウに食害されるとカリヤコマユバチを誘引する物質を作る。
- B. トウモロコシの傷口からは、アワヨトウを誘引する物質が出る。
- C. トウモロコシは無傷でもカリヤコマユバチを誘引する物質を作る。
- D. カリヤコマユバチはアワヨトウのにおいに誘引される。
- E. カリヤコマユバチは、左に曲がる性質がある。

問 7)～8) だ液にはデンプンを分解する消化酵素が含まれていることが知られている。この消化酵素に関する次の実験について、下の各問に答えよ。

[実験 1]

デンプン液 3 cm<sup>3</sup>を入れた試験管 1～5 に表 1 のようにだ液か水を加え、それぞれの温度の水槽につけて 15 分間おいた。その後、室温でヨウ素液を各試験管に入れて青紫色の濃さを調べた。この青紫色の濃さは、濃い方から +++, ++, + で示した。また、青紫色にならないときは - で示した。

表 1 ( 実験 1 の条件と結果 )

試験管	試験管に加えた液	温度条件	青紫色の濃さ
1	だ液 2 cm <sup>3</sup>	2 °C	+++
2	だ液 2 cm <sup>3</sup>	10 °C	+
3	だ液 2 cm <sup>3</sup>	40 °C	-
4	だ液 2 cm <sup>3</sup>	70 °C	++
5	水 2 cm <sup>3</sup>	40 °C	+++

問 7) 右の図 1 のグラフ(ア)～(エ)は、実験 1 の試験管 1～4 における、それぞれの温度条件下においてから 15 分後までの各試験管内のデンプンの量の変化を示したものである。ただし、最初のデンプンの量を 100 としている。試験管 2 と 4 の結果として最も適当なグラフの組合せは次の A～H のうちのどれか。(2 点)

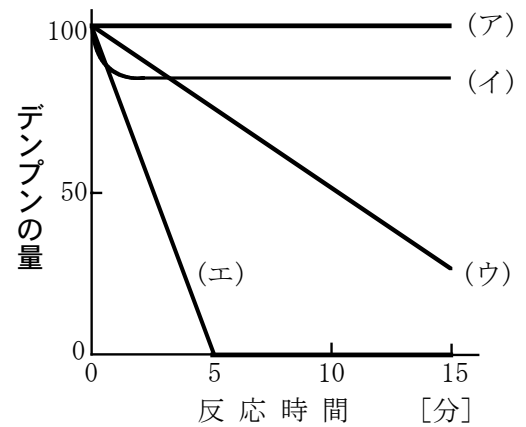


図 1

	試験管 2	試験管 4
A	ア	ウ
B	ア	エ
C	イ	ア
D	イ	ウ
E	ウ	ア
F	ウ	イ
G	エ	ア
H	エ	イ

[実験 2]

次に、実験 1 でヨウ素液に対する色の変化を見たあとに、すべての試験管を 40°C の温度条件下におき、30 分後の各反応液の青紫色の濃さを調べた。

問 8) 実験 2 の結果として最も適当なものは表 2 の A~H のうちのどれか。(3 点)

表 2 ( 実験 2 の結果 )

	試験管 1	試験管 2	試験管 3	試験管 4	試験管 5
A	+++	+	-	++	+++
B	+++	+	-	-	+++
C	+++	-	-	++	+++
D	+	-	-	-	+++
E	-	+	-	++	+++
F	-	+	-	-	+++
G	-	-	-	++	+++
H	-	-	-	-	+++

問 9) ヒトの筋ジストロフィーは骨格筋が崩壊してしまう病気である。その中でもデュシェンヌ型筋ジストロフィーは、X 染色体上にある DMD という遺伝子に突然変異が起こり、その遺伝子から正常なタンパク質がつかれなくなった結果起こる。この筋ジストロフィーは男性では約 3,500 人に一人の割合で発症する。女性では約何人に一人の割合で発症すると考えられるか。A~G のうちから選べ。(2 点)

- A. 1,750 人
- B. 3,500 人
- C. 7,000 人
- D. 140,000 人
- E. 1,400,000 人
- F. 12,000,000 人
- G. 女性では発症しない

問 10) ある哺乳類の細胞を適切な条件で培養すると、細胞周期を一周するのに 24 時間かかる。この条件では G<sub>1</sub> 期は 10 時間、G<sub>2</sub> 期は 4 時間、M 期は 2 時間である。しかし細胞の集団をみてみると、細胞周期の各期の

細胞が混じり合っている。このような細胞の集団を、DNA ポリメラーゼを阻害するアフィディコリンという試薬を加えた培地で 24 時間培養した。その後、アフィディコリンを含まない培地にかえて培養した。多くの細胞で、凝縮した染色体が現れるのは、アフィディコリンを含まない培地にかえてから何時間経過した後か。最も近い時間を A～G のうちから選べ。(3 点)

- A. 2 時間
- B. 4 時間
- C. 8 時間
- D. 10 時間
- E. 12 時間
- F. 14 時間
- G. 24 時間

問 11) 次の①～④の文は、相同染色体の同一遺伝子座に存在する 2 つの対立遺伝子を、それぞれ仮に遺伝子 A および遺伝子 B と表現することにしたときの両者の関係を説明したものである。エンドウにおける種子の形の丸としわの遺伝子の関係を説明したものと、ヒトの ABO 式血液型における遺伝子 A と遺伝子 B の関係について説明した文を、正しく選んだ組合せを A～F のうちから選べ。(3 点)

- ① 遺伝子 A からは正常に機能するタンパク質がつくられ、遺伝子 B からは正常に機能するタンパク質はつくられない。遺伝子型が AA の個体と、AB の個体の表現型には差が見られない。
- ② 遺伝子 A および遺伝子 B のそれぞれから、異なる機能をもつタンパク質がつくられ共に表現型に現れる。
- ③ 遺伝子 A からは正常に機能するタンパク質がつくられ、遺伝子 B からは正常に機能するタンパク質はつくられない。遺伝子型が AA の個体と、AB の個体の表現型に差が見られる。
- ④ 遺伝子 A および遺伝子 B のそれぞれから、異なる機能をもつタンパク質がつくられる。遺伝子 A からつくられるタンパク質は遺伝子 B からつくられるタンパク質の機能を変化させるため、遺伝子型が AA の個体と、AB の個体と BB の個体は、それぞれ異なる表現型を示す。

	エンドウ	血液型
A.	①	②
B.	①	③
C.	①	④
D.	②	③
E.	②	④
F.	③	④

問 12)～15) 次の文章を読み、あとの各問に答えよ。

バラの花の色には、赤色、オレンジ色、黄色、白色などがあるが、青色のものはなく、従来の交配による品種改良

では青色のバラを作り出すことができないと言われていた。しかし、近年、遺伝子組換え技術によって、青色のバラを作り出すことに成功した。植物におけるアントシアニンの合成経路を示した図1を参考に次の各問に答えよ。



図1. 植物におけるアントシアニンの合成経路

※図中のアルファベット及び数字からなる記号は、矢印の反応を促進する酵素名の略号である。

問 12) 赤色のバラの花弁の細胞において、赤色のアントシアニンが含まれている部分は A～E のうちのどれか。(2 点)

- A. 葉緑体
- B. 細胞質基質
- C. ゴルジ体
- D. 液胞
- E. 小胞体

問 13) 図 1 の赤色のアントシアニンの合成に関わる酵素の遺伝子に関して、どの遺伝子にも突然変異がなく、赤色の花を咲かせる純系の系統を正常型とする。この正常型から CHI の遺伝子だけに突然変異が生じて、



白色の花を咲かせる変異型 1 と、F<sub>3</sub>H の遺伝子のみ突然変異が生じて白色の花を咲かせる変異型 2 が得られたと仮定する。この変異型 1 と変異型 2 の交配により F<sub>1</sub> を得て、さらに F<sub>1</sub> どうしを交配して F<sub>2</sub> が得られた場合、F<sub>2</sub> の中で赤い花を咲かせる個体はどのくらいの確率で現れると推定できるか。正しいものを A~F のうちから選べ。(2 点)

- A. 赤い花を咲かせる個体は現れない。
- B.  $3/16$  の確率で現れる。
- C.  $1/4$  の確率で現れる。
- D.  $1/2$  の確率で現れる。
- E.  $9/16$  の確率で現れる。
- F.  $13/16$  の確率で現れる。

問 14) 青い花を咲かせるためには、バラで欠損している F<sub>3</sub>' 5' H の遺伝子を導入しなければならない。どのような微生物を使って導入するか。正しいものを A~F のうちから選べ。(2 点)

- A. バチルス・チューリンゲンシス
- B. アグロバクテリウム
- C. 大腸菌
- D. 放線菌
- E. クロストリジウム
- F. ビフィドバクテリウム

問 15) F<sub>3</sub>' 5' H の遺伝子の導入に成功した株を選別するためには、F<sub>3</sub>' 5' H の遺伝子と共にカナマイシン耐性の遺伝子も導入し、カナマイシンを含む培地で培養する。カナマイシンは、原核細胞のリボソームのタンパク質合成を阻害する抗生物質であるが、真核細胞のリボソームは大きさが異なり、カナマイシンによる阻害を受けない。しかし、カナマイシン耐性遺伝子が導入されなかったバラの組織はカナマイシンを含む培地で生育できない。その理由と最も関係の深い学説を次の A~F のうちから選べ。(2 点)

- A. 突然変異説
- B. 一遺伝子一酵素説
- C. 自然選択説
- D. オペロン説
- E. 化学浸透説
- F. 細胞内共生説

問 16) 動物の体は、4 種類の組織（上皮組織、結合組織、筋肉組織、神経組織）からできている。次のア~オに示す体の部分のうち結合組織以外の組織からできているものはどれとどれか。正しいものの組合せを

下のA~Jのうちから選べ。(2点)

- ア. 皮膚の真皮
- イ. 頭蓋骨
- ウ. アキレス腱
- エ. ヘビの脱皮殻
- オ. 汗腺

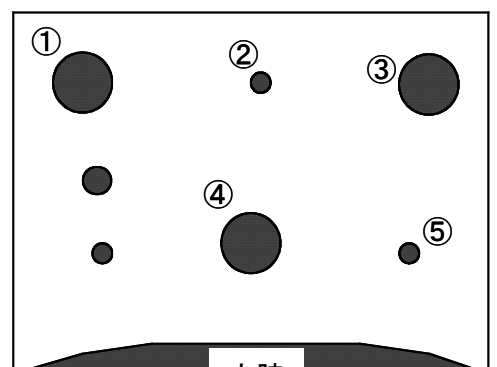
A: (ア・イ), B: (ア・ウ), C: (ア・エ), D: (ア・オ), E: (イ・ウ), F: (イ・エ),  
G: (イ・オ), H: (ウ・エ), I: (ウ・オ), J: (エ・オ)

問17) カブトガニ類や甲殻類など水生の節足動物の血液中には、銅を含む青い色のタンパク質ヘモシアニンがあつて全身の組織に酸素を運んでいる。しかし陸生の節足動物である昆虫類の血液にはヘモシアニンがない。次のア~オのうち、昆虫類の酸素の運搬に関する正しい記述の組合せを下のA~J から選べ。(2点)

- ア. 多くの昆虫類の血液中には、鉄を含むタンパク質ヘモグロビンがあつて、酸素を運んでいる。
- イ. 多くの昆虫類の血液は酸素を運ばないので、呼吸色素を失ってしまった。
- ウ. 多くの昆虫類の呼吸器官は体節ごとにあつて、体節ごとの細胞に酸素を送っている。
- エ. 多くの昆虫類の呼吸器官は細かく枝分かれして、全身の組織に直接酸素を送っている。
- オ. 多くの昆虫類は翅があつて体表面積が大きいので、全身の体表から酸素を取り込んでいる。

A: (ア・イ), B: (ア・ウ), C: (ア・エ), D: (ア・オ), E: (イ・ウ), F: (イ・エ),  
G: (イ・オ), H: (ウ・エ), I: (ウ・オ), J: (エ・オ)

問18) 島にすむ生物の多くは大陸由来であり、種数は大陸からの移入と島での絶滅、そして島内で希に起こる種分化によ

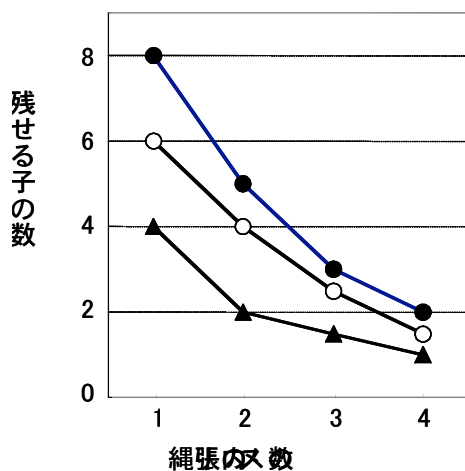


り決まる。いま、移入率は大陸からの孤立の度合い（距離など）に反比例し、絶滅率は島の面積に反比例し、また種分化率は大陸や周辺の島から孤立しているほど高まると考える。右の図のような大陸と島がある場合、以下のa～cの記述に該当する島は①～⑤のどれに相当するか。最も適切な組合せをA～Hのうちから選べ。（3点）

- a. 種の移入と絶滅が最も頻繁に起きている島
- b. 固有種の割合が最も高い島
- c. 遺伝的浮動が最も生じやすい島

	a	b	c
A	②	①	②
B	②	①	⑤
C	②	③	②
D	②	③	⑤
E	⑤	①	②
F	⑤	①	⑤
G	⑤	③	②
H	⑤	③	⑤

問 19) 下の図は、一夫多妻制の鳥類におけるオスの縄張り内にいるメスの数と、その縄張り内でメス1匹が残ることができる子の数の期待値を示したものである。●は質の良い縄張り、○は質の中程度の縄張り、▲は質の悪い縄張りを表す。3つの縄張り合わせて計6匹のメスがいる場合、それぞれの縄張り内のメスの数は何匹になると考えられるか。最も適切なものをA～Eのうちから選べ。ただし、メスは自分が残せる子の数を出来るだけ多くするようにオスの縄張りを自由に選べると仮定する。（3点）

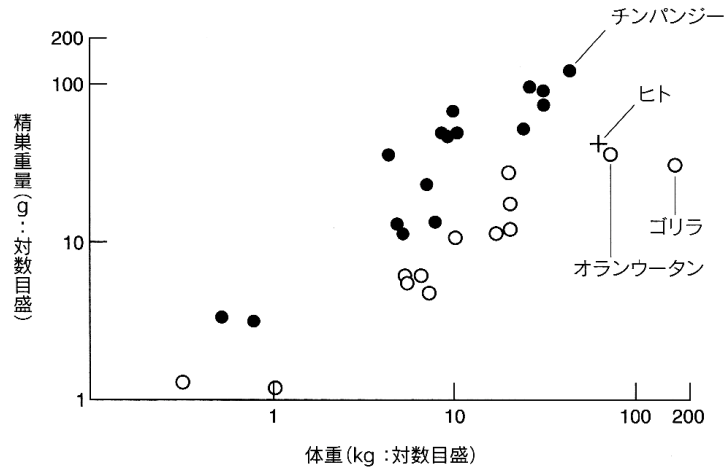


	縄張りの質		
	良い	中程度	悪い
A	4	2	0
B	4	1	1
C	3	3	0
D	3	2	1
E	2	2	2

問20) 哺乳類の雌雄の関係には、性的二型が見られたり、多様な配偶パターンがあって非常に興味深い。哺乳類の配偶パターンは、一夫一妻型、一夫多妻型、一妻多夫型、乱婚型に分かれるが、一妻多夫型はまれである。もう一つ興味深い現象がある。それは、配偶パターンと交尾の際の精子の数との関係である。

両者の関係を、「精子競争」という立場で考えてみよう。乱交的な配偶パターンでは、一回の射精で放出する精子の数が多しものと少しものとは、どちらが子孫を残しやすくなるだろう。同様に、他の配偶パターンでも考えてみよう。

次に示すのは、霊長類の体の大きさと精巣重量の関係である。黒丸と白丸で示したそれぞれの種は、どのような配偶パターンを示すと考えられるか。以下の記述の中で、最も適当なものをA～Eのうちから選べ。(3点)



- A. 緑葉の表皮の細胞に葉緑体が発達しているかどうかを調べる。
- B. 緑葉の葉脈の維管束の師管細胞に葉緑体が発達しているかどうかを調べる。
- C. 緑葉の葉脈の維管束を囲む細胞に葉緑体が発達しているかどうかを調べる。
- D. 緑葉の気孔を囲む孔辺細胞に葉緑体が発達しているかどうかを調べる。
- E. 緑葉の柵状組織の細胞に葉緑体が発達しているかどうかを調べる。

問 23) 次の文章中の  と  に入る適切な数字の組合せを A~F のうちから選べ。(3 点)

光合成の明反応の効率は非常に高く、通常、クロロフィル a が光子 1 個を吸収すると光化学反応が 1 回起こり、電子を 1 個伝達することができる。光化学系 2 が水分子 2 個を完全に分解して酸素分子 1 個を生じるには、 個の光子が光化学系 2 に吸収される必要がある。一方、二酸化炭素を取り込んでブドウ糖に変換するには、光化学系 1 からの電子によってつくられる還元物質（還元型補酵素）NADPH が必要である。この NADPH を 1 個つくるには、光化学系 1 に  個の光子が吸収される必要がある。なお、光合成の電子伝達反応では、光化学系 2 と光化学系 1 が直列につながり、水分子から取り出された電子が  $\text{NADP}^+$  を還元する。従って、2 つの光化学系が協働して、水分子 2 個を分解し、酸素分子 1 個と NADPH を 2 個生じるのに、光子は  + 2 ×  個必要である。

	a	b
A.	1	1
B.	2	2
C.	4	1
D.	1	2
E.	2	1
F.	4	2

問 24)~25) 次の文章を読み、あとの各問に答えよ。

[実験]

カエルの骨格筋のグリセリン筋を図 1 の装置に取り付け、グリセリン筋が収縮するとき発生する張力を

測定した。カルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ ) と ATP に関して組成の異なる溶液を用意し、グリセリン筋を浸す実験液として用いた。 $\text{Ca}^{2+}$ 濃度が高く ATP を含まない液から開始して、 $\text{Ca}^{2+}$ 濃度が低く ATP を含む液で終了するまで、実験液を交換しながら張力を記録した。その実験結果は、図 2 に模式的に示しているようになった。

生きた骨格筋が運動神経からの神経信号を受けて収縮し、その後弛緩するまでの過程で起こる事柄を順序立てて述べると次のようになる。運動神経を活動電位が伝導して運動神経終末部に達すると、運動神経から骨格筋への伝達があり、骨格筋でも活動電位が発生する。この膜電位の変化が筋肉細胞の中へと伝えられると、筋小胞体から  $\text{Ca}^{2+}$ が放出されて、ミオシンとアクチンの結合・解離が繰り返し起こって筋肉は収縮する。やがて、 $\text{Ca}^{2+}$ が能動輸送によって取り除かれると筋肉は弛緩する。このときの収縮と弛緩の開始は、グリセリン筋の実験でいえば、それぞれ図 2 の ( ① ) と ( ② ) に対応した出来事をきっかけとして起こる。

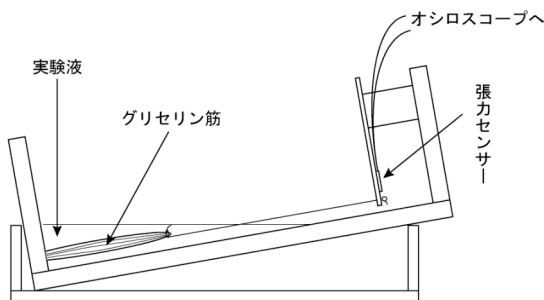


図 1 グリセリン筋の収縮による張力を測定する装置

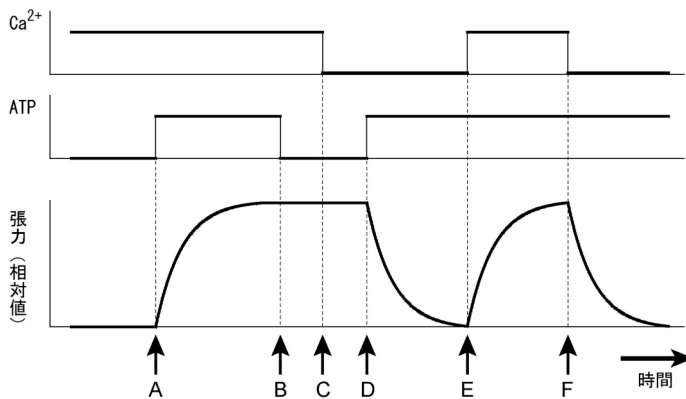


図 2  $\text{Ca}^{2+}$  と ATP の有無に対してグリセリン筋の発生する張力

問 24) 動物の死後に、上の文章の下線部アのミオシンとアクチンの解離が起こらずに、アクチンとミオシンが結合したまま筋肉が固くなることがあり、その状態は硬直 (rigor) と呼ばれている。図 2 の実験で、硬直が開始される時点は図 2 の A~F のうちのどれか。(3 点)

問 25) 上の文章の①, ②に当てはまるものは図 2 の A~F のうちのどれとどれか。正しい組合せを下の A~E から選べ。(3点)

A : (①A, ②E)    B : (①A, ②D)    C : (①A, ②F)    D : (①E, ②D)    E : (①E, ②F)

問 26)~28) 次の文章を読み, あとの各問に答えよ。

脊椎動物の歯は, 中心部のもろいゾウゲ(象牙)質と表面の硬いエナメル質からできている。多くの脊椎動物の胚の時期に見られる歯の形成過程では, 将来歯ぐきになる部分の内側の結合組織が分泌するゾウゲ質が, 外側の上皮組織に向かって伸びて行き, 上皮組織に達すると, 上皮組織が分泌するエナメル質がゾウゲ質の先端部を包んで行く。しかし現生の鳥類の胚では, 他の脊椎動物の胚の歯ぐきに相当する部分の結合組織はゾウゲ質を分泌せず, 上皮組織はエナメル質を分泌せず, したがって歯は形成されない。

鳥類に歯が形成されない理由を知るために, ニワトリとマウスの胚の組織をとり出して培養し, 歯の形成に関する次の4つの実験を行なった。なお, 培養液や温度やpHなどの培養条件は4つの実験を通じて同じであった。

[実験 1]

マウスの胚の将来歯ぐきになる部分の結合組織と上皮組織をとり出し, 両者を一緒にして培養したところ, 正常な発生の場合と同様に, 結合組織はゾウゲ質を作り, また上皮組織はゾウゲ質の表面にエナメル質を作り, ほぼ完全な歯ができた。

一方, ニワトリの胚のそれに相当する部分の結合組織と上皮組織をとり出し, 両者を一緒にして培養したところ, 正常な発生の場合と同様に, 結合組織はゾウゲ質を作らず, また上皮組織はエナメル質を作らず, したがって歯はできなかった。

[実験 2]

マウスの胚の将来歯ぐきになる部分の結合組織と上皮組織をとり出し, またニワトリの胚のそれに相当する部分の結合組織と上皮組織をとり出し, それぞれの結合組織と上皮組織をそれぞれ単独で培養したところ, どちらの結合組織もゾウゲ質を作らず, またどちらの上皮組織もエナメル質を作らなかった。

[実験 3]

マウスの胚の将来歯ぐきになる部分の上皮組織をとり出し, またニワトリの胚のそれに相当する部分の結合組織をとり出し, 両者を一緒にして培養したところ, ニワトリの結合組織はゾウゲ質を作らず, マウスの上皮組織はエナメル質を作らず, したがって歯はできなかった。

[実験 4]

マウスの胚の将来歯ぐきになる部分の結合組織をとり出し, またニワトリの胚のそれに相当する部分の上皮組織をとり出し, 両者を一緒にして培養したところ, マウスの結合組織はゾウゲ質を作り, ニワトリの上皮組織はそのゾウゲ質の表面にエナメル質を作り, 小さいながら歯ができた。

問26) 実験 1 の結果から言えるものは次のア~オのうちのどれとどれか。正しい記述の組合せを下のA~J のうちから選べ。(2点)

- ア. 実験1の結果は、歯の形成に関してはマウスおよびニワトリの正常な発生の結果と同じなので以下の実験2～4もこれと同じ培養条件下で行なってよい。
- イ. 実験1の結果は、歯の形成に関してはマウスおよびニワトリの正常な発生の結果と同じなので正常な歯の形成過程における上皮組織と結合組織のはたらしの1つのモデルとしてよい。
- ウ. 実験1の結果は、歯の形成に関してはマウスおよびニワトリの正常な発生の結果と同じではあるが、培養条件下での結果なので、正常な歯の形成過程のモデルにはできない。
- エ. 実験1の結果は、歯の形成に関してはマウスおよびニワトリの正常な発生の結果と同じではあるが、ニワトリには歯ができなかったので、歯の形成過程のモデルにはできない。
- オ. 実験1の結果は、歯の形成に関してはマウスおよびニワトリの正常な発生の結果と同じなので実験1～4の中で実験1はなくてもよい。

A:(ア・イ), B:(ア・ウ), C:(ア・エ), D:(ア・オ), E:(イ・ウ), F:(イ・エ),  
G:(イ・オ), H:(ウ・エ), I:(ウ・オ), J:(エ・オ)

問27) 実験1～2の結果から言えるものは次のア～オのうちのどれとどれか。正しい記述の組合せを下のA～Jのうちから選べ。(3点)

- ア. 実験1でマウスの結合組織がゾウゲ質を作ったのは、上皮組織が存在したからである。
- イ. 実験1でニワトリの結合組織がゾウゲ質を作らなかったのは、上皮組織が存在したからである。
- ウ. 実験1でマウスの結合組織がゾウゲ質を作ったのは、上皮組織の存在とは無関係である。
- エ. 実験1でニワトリの上皮組織がエナメル質を作らなかったのは、結合組織が存在したからである。
- オ. 実験1でマウスの上皮組織がエナメル質を作ったのは、結合組織が存在したからである。

A:(ア・イ), B:(ア・ウ), C:(ア・エ), D:(ア・オ), E:(イ・ウ), F:(イ・エ),  
G:(イ・オ), H:(ウ・エ), I:(ウ・オ), J:(エ・オ)

問28) 実験1～4の結果から言えるものは次のア～オのうちのどれとどれか。正しい記述の組合せを下のA～Jのうちから選べ。(3点)

- ア. マウスの結合組織がゾウゲ質を作るには、マウスまたはニワトリの上皮組織が必要である。
- イ. ニワトリの結合組織がゾウゲ質を作るには、マウスまたはニワトリの上皮組織が必要である。
- ウ. マウスの上皮組織がエナメル質を作るには、マウスの結合組織ではなく、ニワトリの結合組織が必要である。
- エ. マウスの結合組織がゾウゲ質を作るには、ニワトリの上皮組織ではなく、マウスの上皮組織が必要である。
- オ. ニワトリの上皮組織がエナメル質を作るには、ニワトリの結合組織ではなく、マウスの結合組織が必要である。

A:(ア・イ), B:(ア・ウ), C:(ア・エ), D:(ア・オ), E:(イ・ウ), F:(イ・エ),  
G:(イ・オ), H:(ウ・エ), I:(ウ・オ), J:(エ・オ)

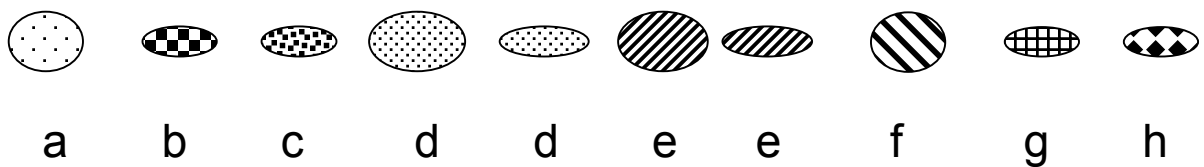
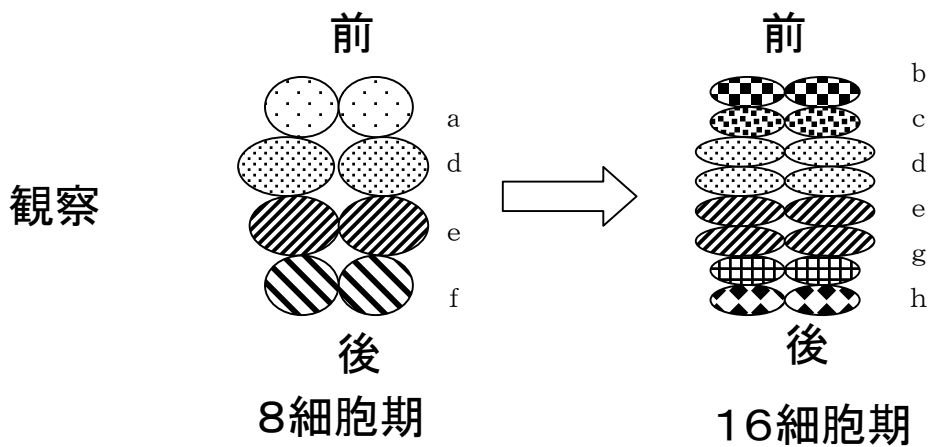
問29)～31)

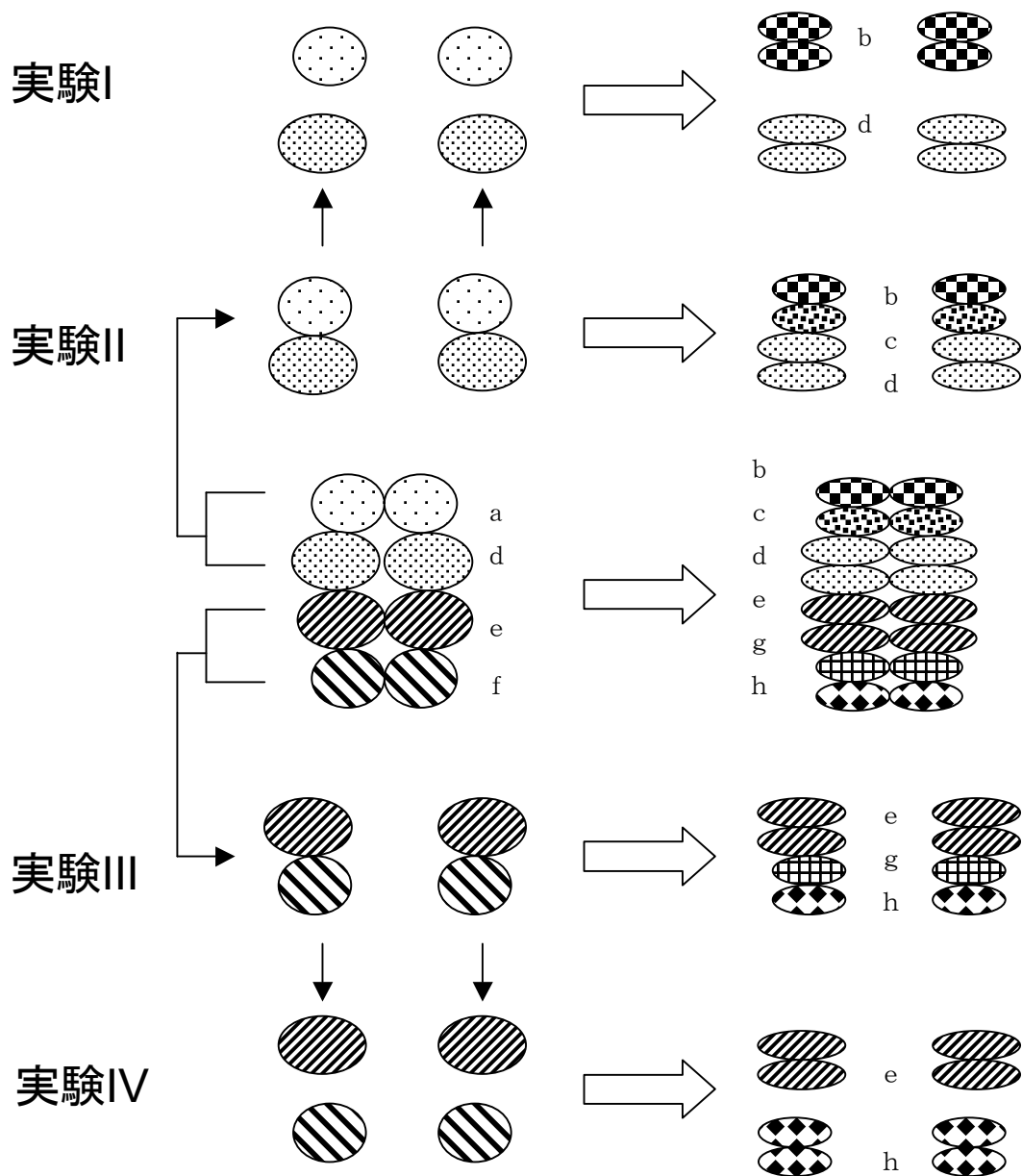
ある海産動物初期胚の発生過程を観察し模式図で示した。8細胞期から、各細胞が分裂した16細胞期において、7種類の細胞が観察されたので、細胞の種類や性質ごとに、異なった模様(a,b,c,d,e,f,g,hの8種類)



として模式的に示してある。a が分裂すると b と c に分化すること、そして f が分裂すると g と h に分化することに興味を持ち、その仕組みについて研究することにした。

まず、各細胞の発生運命が 8 細胞期において、どのように決定されるのか明らかにするために、胚から 2 つの細胞 ad を取り出して、2 細胞が接着（結合）したまま海水中で培養したところ、正常な胚で観察されるのと全く同じように 4 個の細胞で 3 種類（b,c,d）が 16 細胞期において形成された（実験Ⅱ）。また胚から 2 つの細胞 ad を取り出して、2 細胞をさらに分離して、別々に海水中で培養したところ、4 細胞から 2 種類の細胞（b,d）しか形成されなかった（実験Ⅰ）。同様に、胚から 2 つの細胞 ef を取り出して、2 細胞が接着したまま海水中で培養したところ、正常な胚で観察されるのと全く同じように 4 個の細胞で 3 種類（e,g,h）が 16 細胞期において形成された（実験Ⅲ）。また胚から 2 つの細胞 ef を取り出して、2 細胞をさらに分離して、別々に海水中で培養したところ、4 細胞から 2 種類の細胞（e,h）しか形成されなかった（実験Ⅳ）。実験Ⅰ～Ⅱの結果から、仮説 1 「a と d を胚から分離したときの実験的な刺激によって、実験Ⅰでは c は分化せず、b だけ分化した。」と考えてみた。





問 29) この仮説は図の観察結果から、「偽」である可能性が高いと考えられるが、それを証明するためには、実験「8細胞期に、実験(①)のaとdを(②)させてから培養する」を行えばよい。実験の結果、bとcが分化したので、仮説1は「偽」であると結論付けられた。ただし、このときに必要な対照実験は実験(③)である。

文中の①～③に当てはまる語句として、正しい組合せはA～Fのうちどれか。(3点)

- A. ① : I    ② : 接着    ③ : I
- B. ① : I    ② : 接着    ③ : IとII
- C. ① : I    ② : 接着    ③ : II
- D. ① : II    ② : 分離    ③ : I
- E. ① : II    ② : 分離    ③ : IとII
- F. ① : II    ② : 分離    ③ : II

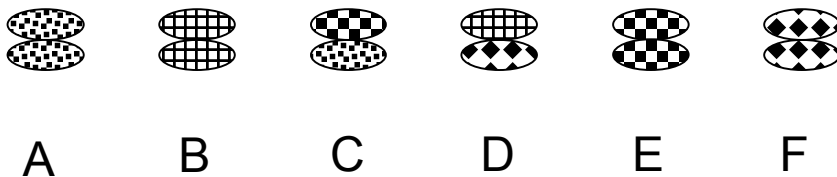
問 30) そこで新たな仮説 2 「8 細胞期に d から出された分化誘導刺激が a に働き、細胞分裂後に b と c に分化する。」を立てたところ、胚の後ろ側の細胞 e と f についても、同様な仮説が立てられることに気づいた。

さて、abcdefgh のそれぞれの細胞は、遺伝子発現などで異なった性質を示していたが、d と e の間には、明瞭な違いが観察できていなかった。もしも d と e が同じ性質を持つ細胞であるならば、同じ模様で表すべきである。そこで

仮説 3 「d と e がそれぞれ同じ分化誘導物質を分泌し、その物質が刺激として a と f に働く」を立てた。もしもこの仮説が正しいなら、( ④ ) だろう。実際に実験すると、予想通りの結果が得られた。文中の④に当てはまる文として、正しいものは A~E のうちどれか。(3 点)

- A. 8 細胞期に分離した a と f を接着させて培養すれば、a は細胞分裂後に b と c に分化する
- B. 8 細胞期に分離した a と e を接着させて培養すれば、a は細胞分裂後に g と h に分化する
- C. 8 細胞期に分離した a と d を接着させて培養すれば、a は細胞分裂後に b と c に分化する
- D. 8 細胞期に分離した d と f を接着させて培養すれば、f は細胞分裂後に g と h に分化する
- E. 8 細胞期に分離した d と e を接着させて培養すれば、a は細胞分裂後に b と c に分化する

問 31) 仮説 3 で仮定した物質は、ある種の増殖因子であると予想された。もしもこの予想が正しいければその増殖因子を含む海水中で 8 細胞期に分離した f を培養すれば、16 細胞期にどのような細胞が形成されるだろうか。下の図 A~F のうちから選べ。(2 点)



問 32) 免疫系はヒトの生存に不可欠であるために、優性遺伝形質により免疫不全を起こした場合、その保因者

のほとんどは子孫を残さず死んだものと思われる。したがって、現在知られている先天性免疫不全症のほとんどは、単一遺伝子の突然変異による劣性形質によるものである。これらのうち、XLA と X-SCID は、ともに X 染色体上の遺伝子に異常をもち、前者では B 細胞が、後者では T 細胞がほとんど産生されない遺伝性疾患である。原因遺伝子が X 染色体上にある場合、保因者の男児の半数に発症するという際だった特徴があるために、発見されやすかったという歴史的な経緯がある。

これらの疾患はどのような症状を示すと考えられるか、A～E のうちから選べ。(3 点)

- A. いずれの疾患も通常の日常生活で症状が現れることはない。
- B. いずれの疾患も微生物感染を起こしやすいが、XLA の方がより重症である。
- C. いずれの疾患も微生物感染を起こしやすいが、X-SCID の方がより重症である。
- D. いずれの疾患も微生物感染を起こしやすいが、重症度に違いはない。
- E. いずれの疾患もアトピーなどのアレルギー症状を示す。

問 33) 実験心理学では、動物の行動を調べるために、スキナー箱を用いる。これは、動物がレバーを押して自分でエサをとることを学習する装置であり、レバーを押すと自動的にエサがシュートから落とされるしくみになっている。

2 頭のブタが動き回れるほどの大きなスキナー箱で、ブタを調教した。エサが出てくるシュートはレバーの反対側にあるため、レバーを押したブタは、大急ぎでシュートに戻ってエサ桶の中のエサを食べることを学習する。なお、エサの量は一口では食べきれない量に調節した。

この巨大スキナー箱に、順位に差のある 2 頭のブタを入れると両者は最終的にどのような行動をとるだろうか。最も適当なものを A～G のうちから選べ。(3 点)

- A. レバーを押すのは優位ブタで、エサをよりたくさん食べるのも優位ブタとなる。
- B. レバーを押すのは優位ブタで、エサをよりたくさん食べるのは劣位ブタとなる。
- C. レバーを押すのは劣位ブタで、エサをよりたくさん食べるのは優位ブタとなる。
- D. レバーを押すのは劣位ブタで、エサをよりたくさん食べるのも劣位ブタとなる。
- E. レバーを押すのは両方のブタがほぼ交互に行い、エサをよりたくさん食べるのは優位ブタとなる。
- F. レバーを押すのは両方のブタがほぼ交互に行い、エサをよりたくさん食べるのは劣位ブタとなる。
- G. どちらがレバーを押すか、より多くのエサを食べるのかの規則性は見られなかった。

問34) 磯では潮の干満などの環境の違いにより、生物の分布にすみわけがみられる。イギリスの海岸で、*Chthamalus stellatus* (C種) と *Balanus balanoides* (B種) という2種類のフジツボのすみわけについて調べた。なお、フジツボの卵は親の体内でふ化し、幼生となって親の体外へ泳ぎだしてプランクトン生活をおこない、その後、磯の岩にたどり着いてから変態してフジツボの姿となり、固着生活に入る。

右図は2種のフジツボのすみわけの様子と実験区の設定の仕方を描いたものである。実験区1は平均潮位位置の上方107cm、実験区2は67cmのところにある。各実験区はB種を除去した場合(除去区)としない場合(自然区)の2つに分けた。これらの実験区で、秋に岩に付着したC種の個体数が一年間にどのように推移するかを調べ、表1にその結果を示した。表2は一年間に2つの自然区で死んだ個体数を死因ごとにまとめたものである。

図と表から読み取れる内容として、最も適切なものはA~Gのうちのどれか。(3点)

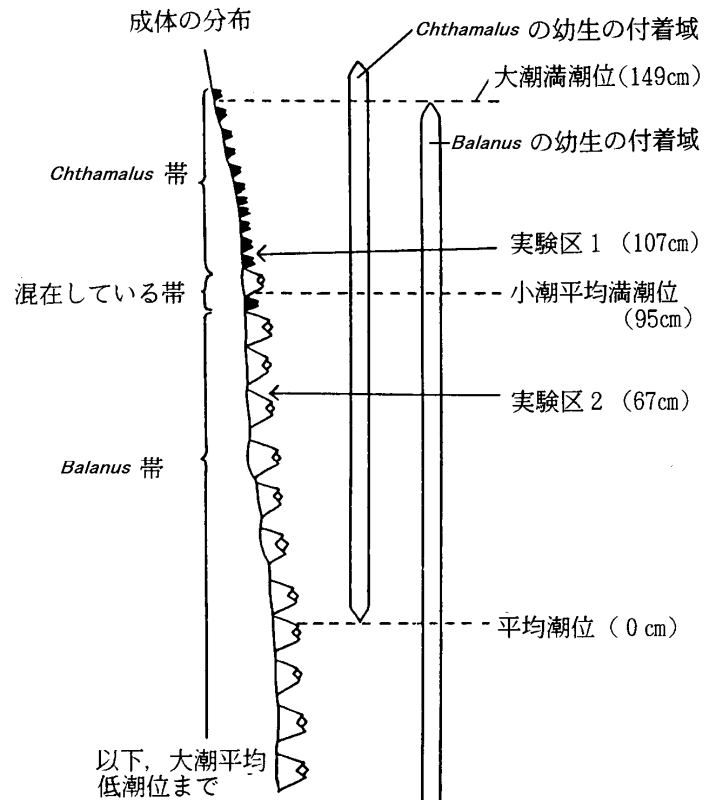


図 イギリスの海岸での2種のフジツボのすみわけの様子と実験区の設定のしかた

表1 C種の個体数の推移(実験区の大きさは10.7cm×8.2cm)

	実験区	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	死亡数
1区	自然区	28	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	1
	除去区	21	21	20	20	20	20	20	20	20	20	19	19	18	3
2区	自然区	47	40	30	22	17	15	13	13	13	13	8	6	5	42
	除去区	50	48	48	48	48	48	47	47	47	47	47	47	47	3

表2 自然区でのC種の死因

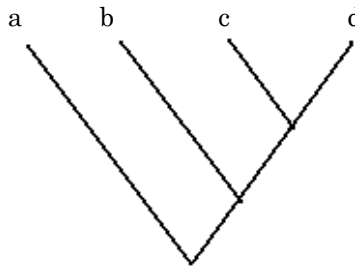
死因	1区	2区
不明	1	15
B種に押しつぶされ窒息	0	24
B種にはがされた	0	2
B種におおわれた	0	1

- A. 1区・2区いずれの場合もB種除去区は、C種の個体数の変動が大きい。
- B. 1区・2区いずれの場合も自然区と除去区におけるC種の死亡率には大きな差がある。
- C. 物理化学的環境要因が決めるC種の生活の最適域は小潮平均満潮位よりも上にある。
- D. C種の分布の下限は、小潮平均満潮位に伴う物理化学的環境要因が直接決めている。
- E. C種の分布の下限は、B種との競争が要因となって決まる。
- F. B種の分布の上限は、C種との競争が要因となって決まる。
- G. B種の分布の下限は、平均潮位に伴う物理的環境要因が直接決めている。

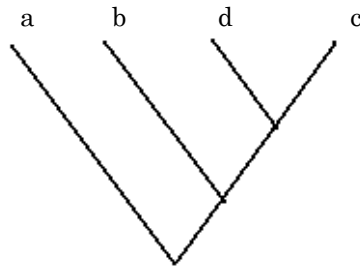
問 35) 生物の系統関係を考える上で、それぞれの生物のもつ形質に注目して最節約法を用いて分岐図を作成する方法がある。最節約法は分岐図全体で形質の変化が最も少なくなるものを見つけた方法である。いま、b~dの3種の生物の系統を考えるため、aを外群として加え、形質1~形質3を調べたところ、右の表のような結果が得られた。この結果から得られる分岐図はA~Eのうちどれか。(2点)

	a	b	c	d
形質1	0	1	1	0
形質2	0	1	1	1
形質3	0	0	1	0

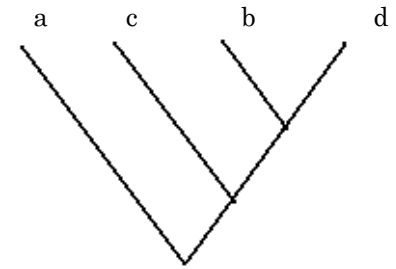
0 : 祖先形質      1 : 派生形質



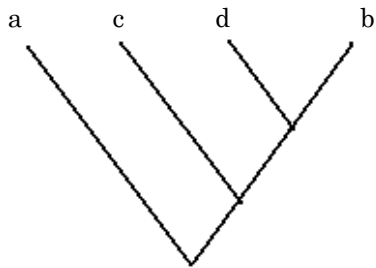
A



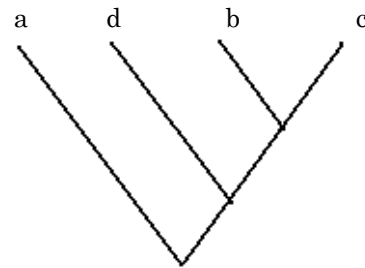
B



C



D

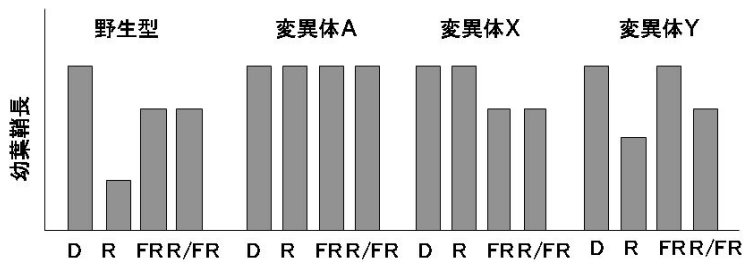


E

問36) イネのゲノム解析の結果、イネは全部で三つのフィトクロム遺伝子、X,Y,Zを持っていることが明らかになっている。フィトクロムは植物が持つ光受容体の一種で、赤色や近赤外光に敏感な光受容体であり、X,Y,Zはそれぞれ赤色および近赤外光に対する反応に関わっていることが明らかになっている。次の図は、野生型、光受容が異常になったイネの変異体A、Xの変異体、Yの変異体のそれぞれに、赤色光 (R)、近赤外光 (FR)、Rの後にFR (R/FR) の3種の光パルス照射して幼葉鞘の伸長反応を調べた結果である。

変異体Aの原因となる遺伝子の機能について述べた以下の考察のうち正しいものはA~Eのうちのどれか。なお、図中のDは光照射をしない暗黒での結果を示す。(誤差は表示していない。) (3点)

- A. 変異体Aの原因となる遺伝子は、幼葉鞘の伸長における赤色光や近赤外光の受容に必須ではない。
- B. 変異体Aの原因となる遺伝子は、フィトクロムZ遺伝子である可能性がある。
- C. 変異体Aの原因となる遺伝子は、フィトクロムの発色団の合成系の遺伝子である可能性がある。  
(発色団とは、可視光を吸光する性質のある低分子の化学物質。)
- D. 変異体Aの原因となる遺伝子は、青色光受容体クリプトクロムの変異体である可能性がある。  
(クリプトクロムは、フィトクロムと異なる発色団をもつ光受容体で、青色光に主な吸光をもつ。)
- E. この実験では、Zの変異体を調べていないので、変異体Aの原因遺伝子についての考察はできない。



野生型は、正常系統。  
種をまいた後、暗黒状態で2日生育後、15分(もしくは、15分+15分)の光パルスを照射、その後、暗黒で3日生育させ、幼葉鞘長を測定。

問 37) 血液量と血しょう浸透圧は体内環境のホメオスタシスを維持するうえで極めて重要なため、多くの要因が働くことにより一定に保たれている。体内の水分収支を考えると、主な入口は「渇き」に動機づけられた飲水であり、出口は腎臓による尿としての排出である。飲水は血しょう浸透圧とアンジオテンシンというホルモンが主要な調節因子で、尿量は抗利尿ホルモンとよばれるバソプレシンにより主に調節されている。さらに、アンジオテンシンは主に血液量の減少により増加し、バソプレシンは主に血しょう浸透圧の上昇により分泌される。これらの調節系を念頭に入れて、下の実験を行った。

**【実験】**

ほぼ同じ体重の健康な成人を2群に分け、体重が2kg減少するまで長距離を走らせた。その後、第1群には2リットルの真水を、第2群には2リットルの0.5%食塩水を飲ませ、渇きの強さの変化を1から5のスコアで書かせた。

**【結果 1】**

真水を飲んだ第1群は、飲水15分後スコアが飲水前の5.0から1.2まで減少したが、3時間後には再び4.1まで上昇した。

**【結果 2】**

0.5%食塩水を飲んだ第2群は、飲水15分後スコアが1.8まで減少し、3時間後でも2.1と低かった。これらの結果を説明する理由として、最も適切な組合せはA～Hうちのどれか（3点）

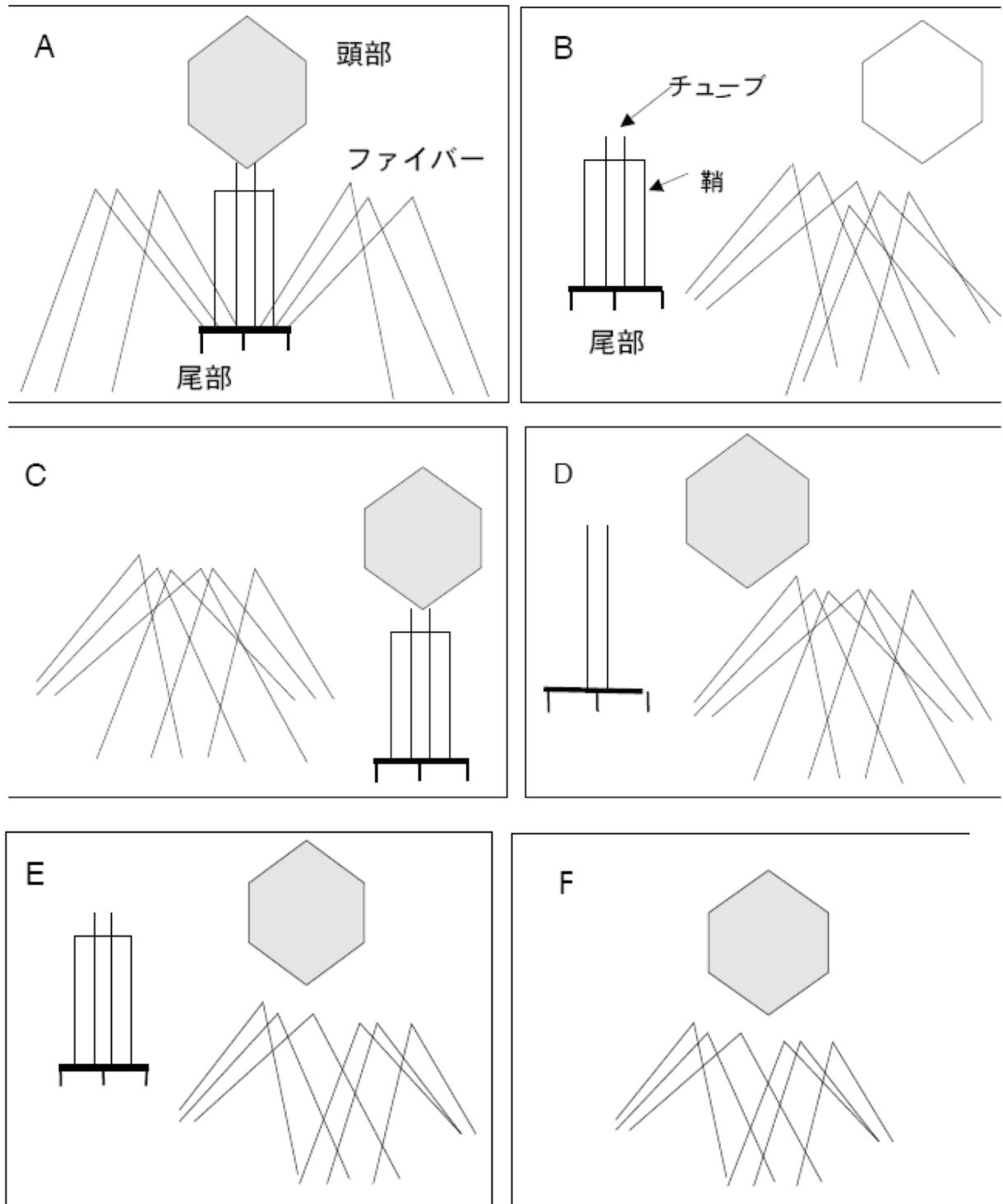
- ①第1群は第2群よりも飲水15分後の血しょうバソプレシン濃度が低い。
- ②第1群は第2群よりも飲水15分後の血しょうアンジオテンシン濃度が低い。
- ③第1群は第2群と飲水15分後の血しょう浸透圧が変わらない。
- ④第1群は第2群よりも飲水3時間後の血しょうバソプレシン濃度が高い。
- ⑤第1群は第2群よりも飲水3時間後の血しょうアンジオテンシン濃度が高い。
- ⑥第1群は第2群よりも飲水3時間後の血液量が少ない。

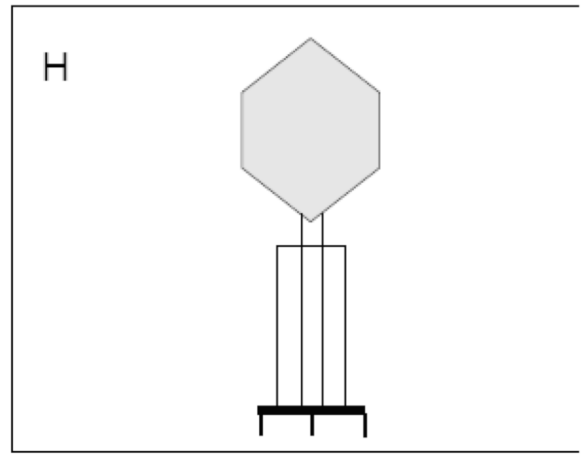
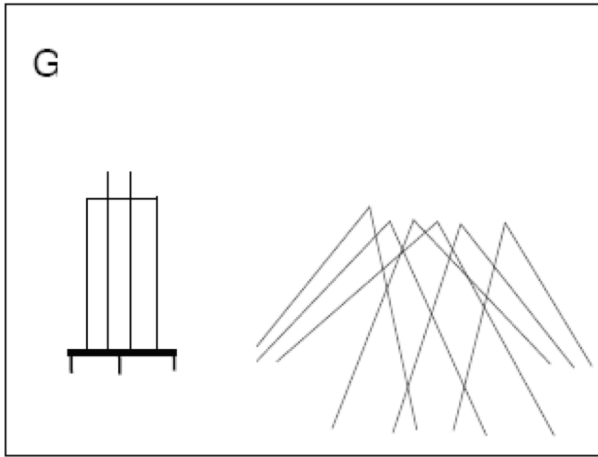
- |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|
| A. ①,③,⑤ | B. ①,④,⑤ | C. ①,③,⑥ | D. ①,⑤,⑥ |
| E. ②,③,⑤ | F. ②,④,⑤ | G. ②,③,⑥ | H. ②,④,⑥ |



問 38)~40) 次の文章を読み、あとの各問に答えよ。

下の図はバクテリオファージ T<sub>4</sub> を感染させた大腸菌の溶菌液を電子顕微鏡で観察してみられる構造体の模式図である。A は野生株のファージで、頭部、尾部、ファイバーからできている。尾部は中心にチューブがありそれを取り巻く鞘で構成されている。B~H までは単一の変異を持ったファージを感染させた溶菌液中に見られる電子顕微鏡像の模式図である。白く抜けた頭部は DNA が詰まっていないものである。また、C から H の溶菌液は単独では感染性をもたないが、いずれか 2 つの溶菌液を組み合わせると試験管内で混ぜるだけで感染性のあるファージを検出することができた。



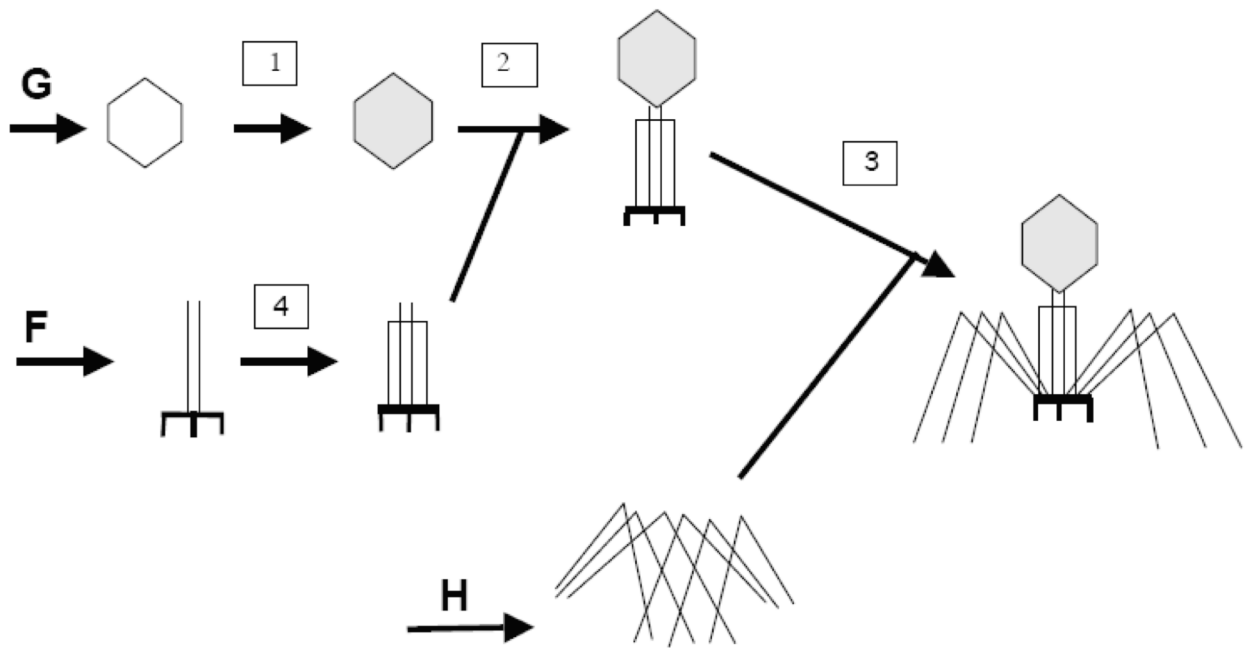


問 38) 以下の文章は、これらの図から  $T_4$  ファージの形がどのような順序で作られるかを推測したものであるが、図からでは推論できないものや誤った記述も含まれている。正しい記述の組合せを A~H のうちから選べ。(3 点)

- ① 頭部が完成するまでは、他の部分は形成されない。
- ② DNA が頭部に取り込まれていれば、頭部は尾部と結合する。
- ③ 尾部はチューブができてから、鞘が付いて完成する。
- ④ ファイバーが尾部に付くためには頭部は必要ない。
- ⑤ 頭部、尾部、ファイバーはそれぞれ独立に形成される。
- ⑥ 尾部の鞘は頭部との結合、ファイバーとの結合に必要である。
- ⑦ それぞれの溶菌液中には変異のある成分以外のすべての成分は存在している。

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

問 39)  $T_4$  ファージの形態形成の経路を下図のように考えた。各矢印のステップは前問で使った変異 B~H に対応しており、その経路が損なわれると図 B~H のような中間体が蓄積する。図の矢印上の空欄 ①~④ に入る適当と思われる記号の組合せは A~H のうちどれか。(3 点)



	1	2	3	4
A	B	C	D	E
B	B	D	C	E
C	B	E	C	D
D	B	C	E	D
E	D	E	C	B
F	D	B	C	E
G	E	C	D	B
H	E	B	C	D

問 40) F の模式図の元となった電子顕微鏡像には、尾部が形成される前の段階の構造が存在すると思われるが、完成した頭部やファイバーが邪魔をして小さな構造体は隠れてしまっていると考えられる。そのため F で使った変異株にさらに 2 つの変異を加えて 3 重変異株を作って電子顕微鏡で見たところ、およそ 25 万倍（写真による拡大も含めた倍率）で右の写真に見られる六角形の像を観察できた。このとき F に加えた 2 つの変異として正しい組合せは A~E のうちどれか。（2 点）

- A: (B, D)    B: (B, G)    C: (B, H)    D: (C, H)  
 E: (G, H)

