

A_b 生 物 問 題

注 意

1. 試験開始の指示があるまでこの問題冊子を開いてはいけません。
2. 解答用紙はすべて黒鉛筆または黒のシャープペンシルで記入することになっています。黒鉛筆・消しゴムを忘れた人は監督に申し出てください。
(万年筆・ボールペン・サインペンなどを使用してはいけません。)
3. この問題冊子は20ページまでとなっています。試験開始後、ただちにページ数を確認してください。なお、問題番号はⅠ～Ⅳとなっています。
4. 解答用紙にはすでに受験番号が記入されていますので、出席票の受験番号が、あなたの受験票の番号であるかどうかを確認し、出席票の氏名欄に氏名のみを記入してください。なお、出席票は切り離さないでください。
5. 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入し、その他の部分には何も書いてはいけません。
6. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、傷つけたりしないように注意してください。
7. 計算には、この問題冊子の余白部分を使ってください。
8. この問題冊子は持ち帰ってください。

マーク・センス法についての注意

マーク・センス法とは、鉛筆でマークした部分を機械が直接よみとって採点する方法です。

1. マークは、下記の記入例のように黒鉛筆で枠の中をぬり残さず濃くぬりつぶしてください。
2. 1つのマーク欄には1つしかマークしてはいけません。
3. 訂正する場合は消しゴムでよく消し、消しくずはきれいに取り除いてください。

マーク記入例：

A	1	2	3	4	5
○	○	●	○	○	○

(3と解答する場合)

I . 下記の設問 1 ～ 10 に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

1. 次の文の空所(イ)～(ニ)それぞれにあてはまるもっとも適当な語句をしるせ。

免疫細胞の T 細胞はウイルスなどの病原体に感染した細胞を異物として認識し排除することができる。これを (イ) 性免疫という。異物として認識された物質を (ロ) と呼ぶ。このしくみは、移植された臓器にも全く同じようにはたらく。したがって、移植された他人の臓器は、異物として認識されてしまう。このような現象を移植臓器への (ハ) という。また、近年、がん細胞を異物として認識させるように人工的に改変した T 細胞 (CAR-T 細胞) を用いて、がん細胞を排除する技術が開発されている。このとき、CAR-T 細胞は異物として排除されないように (ニ) 由来の細胞からつくるのが望ましい。

2. 次の文の空所(ホ)～(チ)それぞれにあてはまるもっとも適当な語句をしるせ。

運動や絶食によって血液中の糖濃度が低下すると、脳内の (ホ) が (ヘ) 神経を通じて副腎髄質を刺激する。刺激を受けて副腎髄質から (ト) が分泌される。(ト) は肝臓での (チ) の分解を促し、血糖値が上昇する。

3. 次の実験に関する文を読み、この実験から結論できることを下記の a ～ d から 1 つ選び、その記号をマークせよ。

アフリカツメガエルの未受精卵に紫外線を照射すると、その核のすべての機能を除去することができる。この除核卵にアフリカツメガエルの成体の皮膚やオタマジャクシの腸上皮細胞からとった核を移植すると、胞胚を形成したもののうち約 15 % がオタマジャクシになった。さらに、少数ではあるが成体にまで発生させることもできた。

- a. 分化した細胞の核内には、成体まで発生するための情報がある。
- b. 発生に必要とされる遺伝子は分化の過程で欠落するものがある。
- c. 除核卵の移植した核内の染色体の DNA とそこから分化したすべての細胞内の染色体の DNA は全く同じ配列をもつ。
- d. マウスや他の生物でも、除核卵に成体の核を移植させて成体まで発生させることができる。

4. 次の文を読み、下記の問 i ~ iii に答えよ。

DNA と RNA はまとめて (リ) と呼ばれる。(リ) はヌクレオチドがいくつもつながってできている物質である。RNA が合成される反応においては、DNA の 2 本鎖の一部が 1 本鎖になり、1 本鎖領域の DNA のヌクレオチドと (ス) 的な関係にある RNA のヌクレオチド同士が (ル) と呼ばれる酵素により次々につなげられる。この際、DNA の T (チミン) 部分が鋳型になる場合は、ATP が使われ、その一部分が RNA の中に取り込まれる。ATP は、このような RNA の合成時だけでなく、細胞内の様々な化学反応におけるエネルギーの通貨としてもはたらいっている。

- i. 文中の空所(リ)~(ル)それぞれにあてはまるもっとも適当な語句をしるせ。
- ii. 下線部 _____ 1) について、DNA 複製の際にも DNA の 2 本鎖の一部が 1 本鎖になる。この反応を行う酵素の名称をしるせ。
- iii. 下線部 _____ 2) に示した、RNA に取り込まれた ATP の部分を N, リン酸を P, 通常の化学結合を ~ で、通常の化学結合よりも高いエネルギーを持つ高エネルギーリン酸結合を ~ で表した場合の ATP の構造としてもっとも適当なものを次の a ~ f から 1 つ選び、その記号をマークせよ。
 - a. N~P~P
 - b. N~P~P
 - c. N~P~P
 - d. N~P~P~P
 - e. N~P~P~P
 - f. N~P~P~P

5. タンパク質とアミノ酸に関する説明として適当でないものを次の a ~ f から 2 つ選び、その記号を左欄と右欄に 1 つずつマークせよ。ただし、順序は問わない。

- a. システインを含まないタンパク質では、ジスルフィド結合はできない。
- b. タンパク質を熱や極端な pH にさらすと、ペプチド結合が切れることで立体構造が壊れる。これを変性と呼ぶ。
- c. タンパク質の折りたたみ (フォールディング) を助けるタンパク質をシャペロンと呼ぶ。
- d. アミノ酸の性質はその側鎖の性質によって決まっている。例えばアスパラギン酸は酸性の側鎖を持つ。
- e. タンパク質の合成において、ペプチド結合ができる際には水が 1 分子除かれる。

- f. ヒトもイネも、タンパク質を構成するための 20 種類のアミノ酸のうち、いくつかは自身では合成できない。このようなアミノ酸を必須アミノ酸と呼ぶ。

6. 次の文を読み、下記の問 i・ii に答えよ。

ある生物種の学名を示す場合 Nipponia nippon のような表記法が用いられる。

- i. 下線部 _____ ¹⁾1) のような表記法を何と呼ぶか、その名称をしるせ。
- ii. 下線部 _____ 1) が示す生物は鳥類の一種である。これが属する門の名称を漢字でしるせ。

7. 次の a～g に示す細胞に含まれる構造体や成分について、下記の問 i・ii に答えよ。

- a. DNA
- b. 原形質連絡
- c. ゴルジ体
- d. 細胞壁
- e. 中心体
- f. 葉緑体
- g. リボソーム

- i. すべての生物種において例外なく存在するものをすべて選び、その記号をしるせ。
- ii. 一般的に、被子植物には存在するが、哺乳類には存在しないものをすべて選び、その記号をしるせ。

8. 次の文を読み、下記の問 i・ii に答えよ。

ヒトゲノムにおいてタンパク質を指定する遺伝子の数は約 2 万と言われる。しかし、それらの遺伝子から作られるタンパク質の種類は 2 万よりもはるかに多い。一方、¹⁾DNA から転写されるが翻訳されずにはたらく RNA が存在する。

- i. 下線部 _____ ¹⁾1) を可能にする仕組みの名称を 1 つしるせ。
- ii. 下線部 _____ ²⁾2) の例を 1 つしるせ。

9. 次の文を読み、下記の問 i・ii に答えよ。

植物の花芽形成の時期は日長や生育温度によって調節されている。秋まきのオオムギを栽培し、種まきから穂が出るまでにかかる日数を測定した結果を図1に示す。穂ができたことは花芽形成が起きた目印として利用できる。このとき、種子を吸水させ5℃に45日おいたグループ（低温処理あり）と室温で2日間おいたグループ（低温処理なし）に分け、その後種まきを行った。それぞれのグループの発芽した葉に対して定期的にジベレリンの水溶液をスプレーしたグループ（ジベレリン処理あり）と水をスプレーしたグループ（ジベレリン処理なし）に分けた。この実験を短日条件と長日条件で行った。

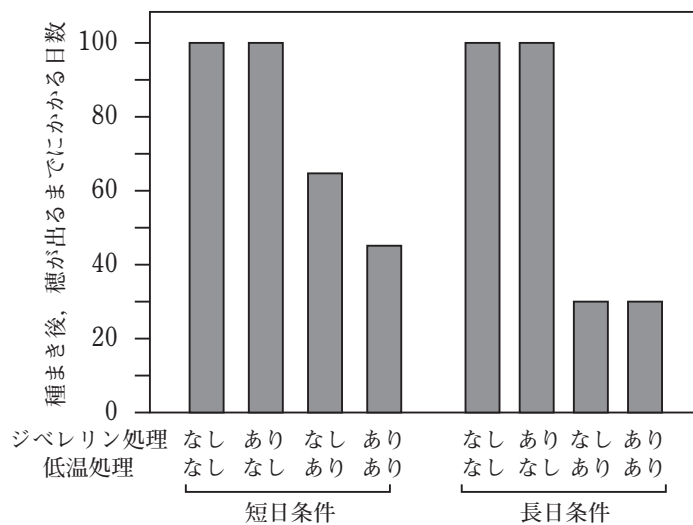


図1

- i. この実験で行うような低温処理の名称をしるせ。
- ii. この実験からわかるジベレリンの作用についてもっとも適当なものを次の a～e から1つ選び、その記号をマークせよ。
 - a. 低温処理がなければ、ジベレリン処理は長日条件よりも短日条件で強く花芽形成を促進する。
 - b. 低温処理がなければ、ジベレリン処理は短日条件よりも長日条件で強く花芽形成を促進する。
 - c. ジベレリン処理は短日条件で花芽形成を促進するが、そのためには低温処理が必要である。
 - d. ジベレリン処理は長日条件で花芽形成を促進するが、そのためには低温処理が必要である。

e. ジベレリン処理は日長によらず花芽形成を促進する。

10. 光合成は光エネルギーを用いて H_2O と CO_2 から有機物を合成し、副産物として O_2 を生成する。光合成の説明としてもっとも適当なものを次の a～e から 1 つ選び、その記号をマークせよ。

a. 光化学系 I の反応中心のクロロフィルは、 H_2O よりも還元力が強いので、 H_2O から電子を受け取ることができない。

b. 光合成によって得られるエネルギーと還元力は ATP と NADH にそれぞれ蓄えられる。

c. CO_2 が持つ酸素原子から O_2 が形成される。

d. 葉の色が緑なのは、光合成色素が緑色の波長の光を吸収するからである。

e. 光エネルギーは光化学系 I のクロロフィルにまず吸収され、高エネルギー状態の電子が発生し、それが光化学系 II に流れる。

Ⅱ．次の文を読み、下記の設問 1～8 に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

植物は発芽後、地中に根を伸ばし、その一生を同じ場所で過ごす。そのため、絶え間なく変化する環境に敏感に応答する能力を発達させている。例えば、クロッカスの花は温度の上昇で開き、下降で閉じる（イ）と呼ばれる性質を示す。また多くの植物で、茎が横倒しになると屈曲し、再び上向きに伸びようとする（ロ）の重力屈性が観察される。この重力屈性に重要な役割を果たすのが植物ホルモンの一種であるオーキシンである。オーキシンは植物の内部を方向性を持って流れ、この流れは重力や光などの環境刺激によって変化する。この流れを制御するオーキシン輸送タンパク質の一種（PIN1）が欠損したシロイヌナズナの突然変異株 *pin1* は花芽ができない異常を示すとともに、茎の内部を通してオーキシンを輸送する能力が完全に消失し低下する。

1. 空所(イ)・(ロ)に当てはまる語句を漢字でしるせ。
2. 下線部 _____ 1) の環境には様々な要因があり、他の生物からの作用も含まれる。そのような作用のうち植物にとって有益なものを「(ハ)による(ニ)」の形式でしるせ。例として、有害な作用の場合を示す。なお、(ハ)には特定の種名ではなく、生物の一般的なグループ名をしるしてもよい。

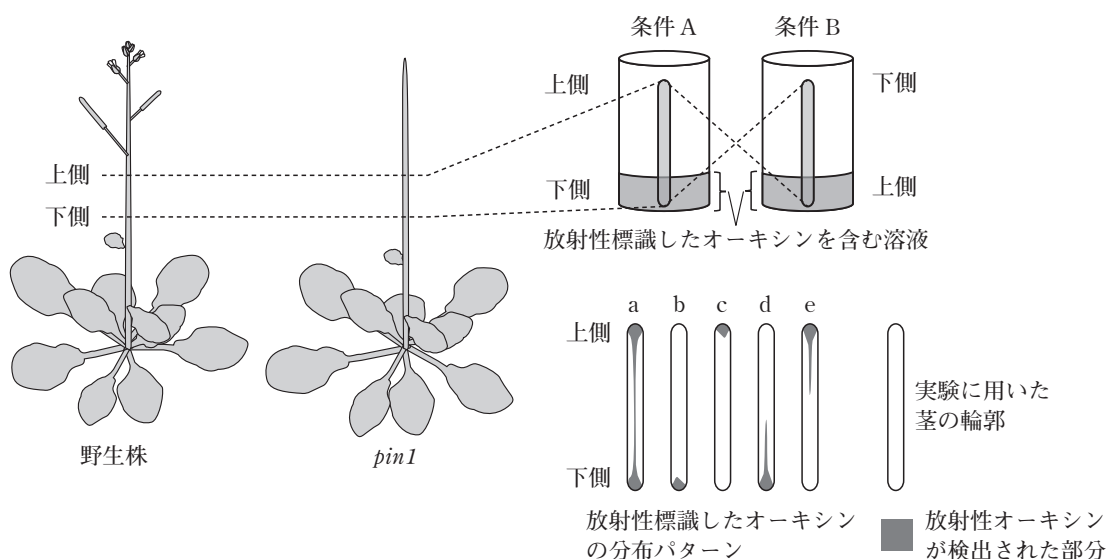
例：動物による傷害

3. 下線部 _____ 2) の重力屈性は根でも観察される。これに関する下記の問 i・ii に答えよ。
 - i. 根の重力屈性において、重力の向きを感知する部位の名称をしるせ。
 - ii. i で答えた部位で、重力屈性に重要な細胞小器官の名称をしるせ。

【実験 1】

下線部 _____ 3) に示す現象を調べるために、図 1 に示すように、シロイヌナズナの野生株と *pin1* の茎を切り取り、放射性同位体で標識したオーキシンを含む水溶液を入れた試験管内に一定時間放置した。このとき、切り取った茎の下側を浸した条件（条件 A）と、茎を逆さまにして上側を浸した条件（条件 B）で実験を行った。その後、それらの茎の上側が上を向くように並べ、放射性オーキシンの茎内での分布を測定した。なお、PIN1 タンパク質は茎細胞の基部側（底面側）の細胞膜に多く存在する性質を持つ。

4. 放射性オーキシンの分布パターンを模式的に図1のa～eにしめす。野生株は条件Aではbのパターンを，条件Bではaのパターンを示した。*pin1* の条件A, Bそれぞれで得られるパターンとして適当なものを次のa～eから1つ選び，その記号をマークせよ。なお，同じ記号を何度選んでも良い。



5. 実験1において野生株で観察されるオーキシンの移動様式の名称を漢字でしるせ。

【実験 2】

植物は光が差し込む方向を感知し、その方向へと茎を伸ばすことができる。これを光屈性という。この光刺激を受容するのはフォトトロピンと呼ばれる光受容体である。シロイヌナズナは2種類のフォトトロピン（PHOT1とPHOT2）を持つ。野生株に加え、それぞれの遺伝子に突然変異が生じ、機能が失われた *phot1* 変異株と *phot2* 変異株、およびそれらを交配して得た2重変異株の *phot1 phot2* を用いて次の実験を行った。暗所で発芽させた芽生えに左側から光屈性を誘導する波長の光を照射した。このとき光の強さが弱い条件と強い条件で行った。その結果を図2に示す。なお、図2では根は省略してある。

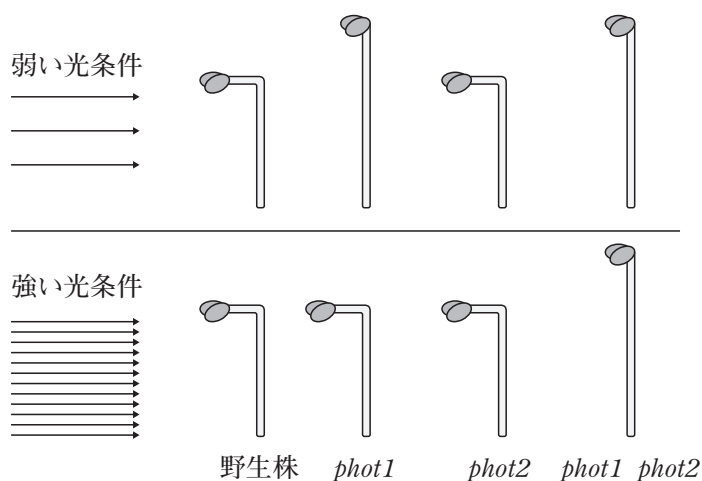


図2．光屈性実験

6．フォトトロピンがよく吸収する光としてもっとも適当なものを次のa～eから1つ選び、その記号をマークせよ。

- a．遠赤色光
- b．紫外光
- c．青色光
- d．赤色光
- e．緑色光

7. 実験2が示すこととしてもっとも適当なものを次のa～eから1つ選び、その記号をマークせよ。

- a. 弱い光条件では、PHOT1は光屈性には必要ではない。
- b. 弱い光条件では、PHOT2は光屈性が必要である。
- c. 光条件によらず、PHOT1もPHOT2も光屈性に必要である。
- d. PHOT1はPHOT2よりも光屈性を導く光に対する感度が高い。
- e. PHOT2はPHOT1よりも光屈性を導く光に対する感度が高い。

8. 光屈性でもPINタンパク質の仲間がオーキシンの分布を変化させる。野生株の芽生えに左から光屈性を誘導する光を照射したとき、茎の細胞におけるPINタンパク質の分布とオーキシンの流れる方向はどのようなになるか、もっとも適当な状態を図3の①～⑧から1つ選び、その番号をマークせよ。

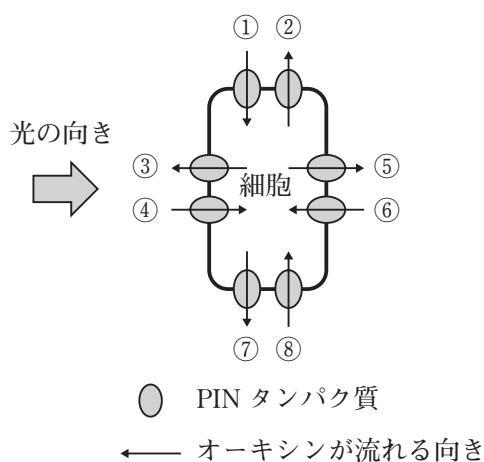


図3.

Ⅲ． 次の文を読み、下記の設問 1 ～ 6 に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしろ。

海の浅瀬に生息する軟体動物であるアメフラシは、背中のえらに続く水管から海水を出し入れして呼吸している。水管に水流などの機械刺激を与えると、水管やえらを引っ込める「えら引っ込め反射」が起こる。えら引っ込め反射は、機械刺激を受容する水管感覚ニューロンがシナプスを介して運動ニューロンと結合し、運動ニューロンはえらを引っ込める動きを起こす（図 1）。このアメフラシを用い、以下の実験 1 ～ 実験 5 を行った。

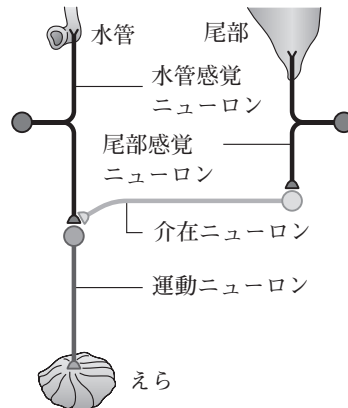


図 1

【実験 1】

水管に弱い水流刺激を同じ強さで繰り返し与えたとき、刺激の 1 回目、5 回目、10 回目のえら引っ込め反応の大きさを測定した（図 2）。

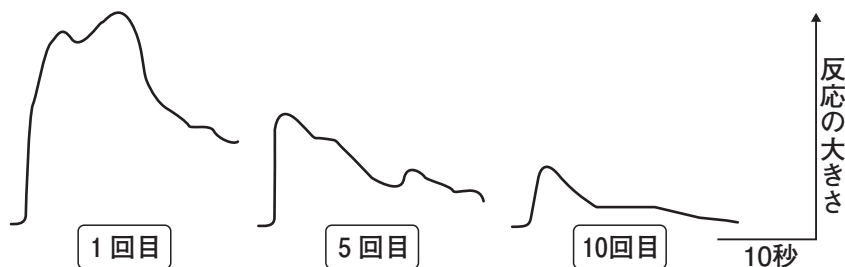
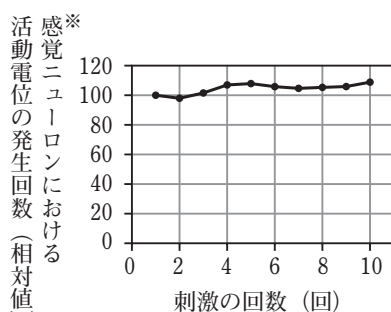


図 2

【実験 2】

水管に同じ強さの水流刺激を繰り返し与えたとき、水管感覚ニューロンにおける活動電位の発生回数を調べた（図 3）。



※ 1 回目の刺激に対する活動電位の発生回数を 100 % としたときの相対値

図 3

【実験 3】

運動ニューロンに同じ強さの電気刺激を繰り返し与えたとき、運動ニューロンにおける活動電位の発生回数とえらの収縮幅を調べた（図 4）。

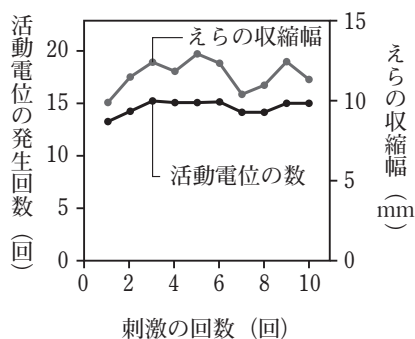


図 4

【実験 4】

水管に同じ強さで水流刺激を繰り返し与えたとき、刺激の 1 回目、5 回目、10 回目の運動ニューロンの興奮性シナプス後電位（EPSP）について調べた（図 5 A）。

【実験 5】

実験 4 で 10 回刺激を与えたアメフラシの尾部に電気ショックを与えたのち、実験 4 と同じ強さで水管に水流刺激を 1 回与えた。そのときの運動ニューロンの EPSP について調べた（図 5 B）。

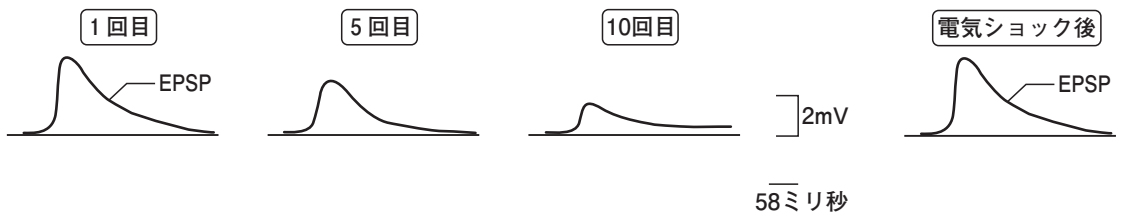


図 5 A

図 5 B

1. 実験 1 で観察された、水流刺激の繰り返しによるえら引っ込み反射の変化のことを一般的に何というか。もっとも適当な語句をしるせ。

2. 実験 2 の結果のグラフ (図 3) から導き出されることとして、次の a ~ e からもっとも適当なものを 1 つ選び、その記号をマークせよ。
 - a. 水管を繰り返し水流刺激すると、水管感覚ニューロンの感度が徐々に上がる。
 - b. 水管を繰り返し水流刺激すると、水管感覚ニューロンの感度が徐々に下がる。
 - c. 水管を繰り返し水流刺激しても、水管感覚ニューロンの感度はほとんど変化しない。
 - d. 水管を繰り返し水流刺激すると、水管感覚ニューロンの活動電位の大きさが徐々に増加する。
 - e. 水管を繰り返し水流刺激すると、水管感覚ニューロンの活動電位の大きさが徐々に減少する。

3. 実験 3 の結果のグラフ (図 4) から導き出されることとして、次の a ~ e からもっとも適当なものを 1 つ選び、その記号をマークせよ。
 - a. 運動ニューロンを繰り返し電気刺激すると、運動ニューロンが興奮する回数が徐々に増加する。
 - b. 運動ニューロンを繰り返し電気刺激すると、運動ニューロンが興奮する回数が徐々に減少する。
 - c. 運動ニューロンを繰り返し電気刺激しても、運動ニューロンが興奮する回数はほとんど変化しない。
 - d. 運動ニューロンを繰り返し電気刺激すると、えら引っ込み反射が徐々に強くなる。
 - e. 運動ニューロンを繰り返し電気刺激すると、えら引っ込み反射が徐々に弱くなる。

4. 実験4の結果のグラフ(図5 A)から導き出されることとして、次のa～fからもっとも適当なものを1つ選び、その記号をマークせよ。

- a. 水管を繰り返して水流刺激すると、運動ニューロンの脱分極の大きさは徐々に増加する。
- b. 水管を繰り返して水流刺激すると、運動ニューロンの脱分極の大きさは徐々に減少する。
- c. 水管を繰り返して水流刺激しても、運動ニューロンの脱分極の大きさはほとんど変化しない。
- d. 水管を繰り返して水流刺激すると、運動ニューロンの過分極の大きさは徐々に増加する。
- e. 水管を繰り返して水流刺激すると、運動ニューロンの過分極の大きさは徐々に減少する。
- f. 水管を繰り返して水流刺激しても、運動ニューロンの過分極の大きさはほとんど変化しない。

5. 水管を繰り返して水流刺激すると、運動ニューロンの活動電位はどのようなになると考えられるか。次のa～fから適当なものをすべて選び、その記号をしるせ。

- a. 水管を繰り返して水流刺激すると、運動ニューロンの活動電位の大きさが徐々に増加する。
- b. 水管を繰り返して水流刺激すると、運動ニューロンの活動電位の大きさが徐々に減少する。
- c. 水管を繰り返して水流刺激しても、運動ニューロンの活動電位の大きさはほとんど変化しない。
- d. 水管を繰り返して水流刺激すると、運動ニューロンの活動電位の発生回数が徐々に増加する。
- e. 水管を繰り返して水流刺激すると、運動ニューロンの活動電位の発生回数が徐々に減少する。
- f. 水管を繰り返して水流刺激しても、運動ニューロンの活動電位の発生回数はほとんど変化しない。

6. 実験5で観察された、尾部への電気ショックを加えたあとに起きる、えら引っ込み反射の変化のことを一般的に何というか。もっとも適当な語句をしるせ。

Ⅳ． 次の文を読み、下記の設問 1 ～ 5 に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

活発に細胞分裂をくりかえしている真核生物の培養細胞の集団 X がある。細胞集団 X では、細胞周期の全体にわたって細胞が均一に分布しており、すべての細胞は同じ速度の細胞周期で増え続けているとする。細胞集団 X から 10000 個の細胞を採取して、個々の細胞の DNA の量を測定し、細胞 1 個あたりの DNA 量（相対量）を横軸に、それぞれの DNA 量をもった細胞の数を縦軸にあらわしたグラフを図 1 に示す。その結果、DNA の相対量がおよそ 1 の群（A 群）、およそ 2 の群（C 群）、1 と 2 の間の群（B 群）に分かれていることがわかった。細胞集団 X を用いて次の実験 1 と実験 2 を行った。

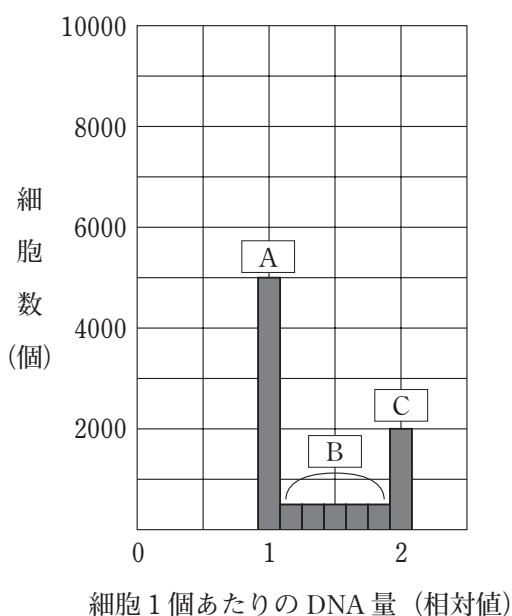


図 1

【実験 1】

細胞集団 X の培養液に、細胞周期の分裂期に細胞分裂を停止させる薬剤を加えてから、1 細胞周期よりも長い時間培養し、個々の細胞の DNA 量を測定した。図 2 は、細胞分裂を停止させる薬剤を加えた時点（グラフの 0 時間）以降の全細胞数に対する A 群の細胞数の割合の変化を示す。

【実験 2】

細胞集団 X の培養液に DNA 合成を阻害する薬剤を加えてから、1 細胞周期よりも長い時間培養した。そのあと、DNA 合成阻害剤を含まない培地に細胞を移しさらに培養を続

けた。

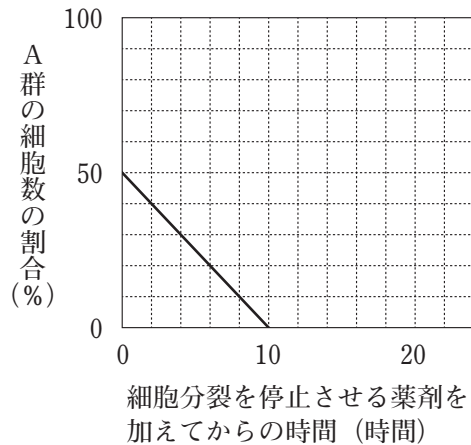


図 2

1. 次の文を読み、下記の問 i・ii に答えよ。

細胞集団 X を酢酸オルセインで染色して顕微鏡で観察したところ、核が明瞭に観察できる多数の細胞に混じって、それらとは異なる染色像を示す細胞が認められた。

i. このような染色像を示すのは次のうちのどれか。もっとも適当なものを次の a～f から 1 つ選び、その記号をしるせ。

- a. A 群のすべての細胞
- b. B 群のすべての細胞
- c. C 群のすべての細胞
- d. A 群の一部の細胞
- e. B 群の一部の細胞
- f. C 群の一部の細胞

ii. 酢酸オルセインで染色すると、活発に増殖しているため細胞集団 X と同様の染色像が観察でき、細胞周期を調べることができる実験試料としてもっとも適当なものを次の a～f から 1 つ選び、その記号をしるせ。

- a. カエルの未受精卵
- b. ヒトの赤血球
- c. ヒトの筋繊維

- d. ユスリカのだ腺
- e. タマネギの根の先端部
- f. ダイズのもやしの胚軸の表皮

2. 細胞集団 X の細胞の細胞周期の長さは何時間か。その数字をしるせ。

3. 実験 1 において、細胞分裂を停止させる薬剤を加えた後 0 ～ 20 時間について、(i) 全細胞数に対する B 群の細胞数の割合の変化、(ii) 全細胞数に対する C 群の細胞数の割合の変化を図 2 と同様に示すとどうなるか。(i) と (ii) それぞれについて解答用紙のグラフに図示せよ。ただし、細胞分裂を停止させる薬剤は、培地に加えると細胞分裂をすぐに停止させ、また、細胞分裂を行っていない細胞の細胞周期には影響を与えないものとする。

4. 実験 2 において、DNA 合成阻害剤を含む培地から含まない培地に細胞を移す直前に細胞集団から 10000 個の細胞を採取して個々の細胞の DNA 量を測定し、その結果を図 1 と同様にあらわしたグラフを図 3 に示す。このグラフにおける A 群の細胞数が、図 1 の A 群の細胞数と C 群の細胞数の和である 7000 個よりも多くなっているのはなぜか。その理由を 1 行でしるせ。

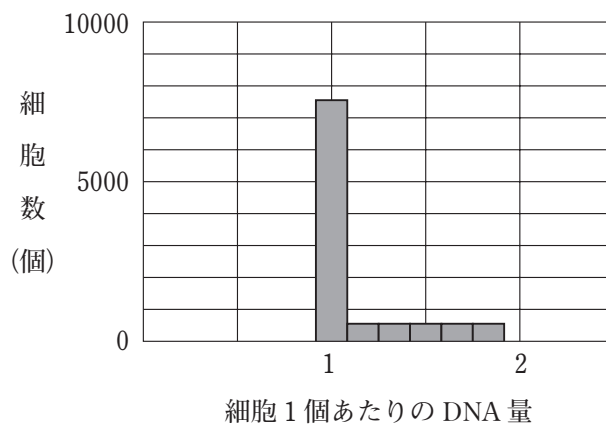
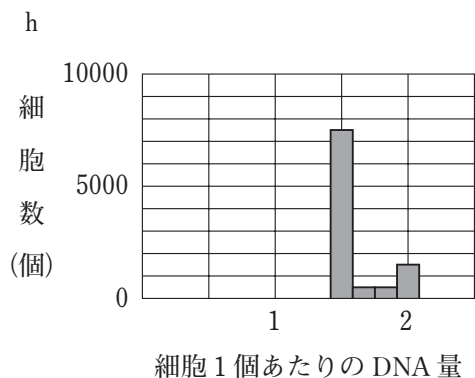
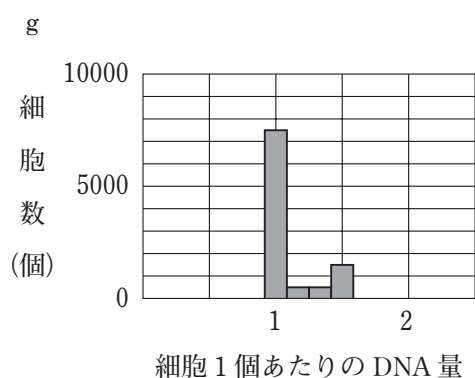
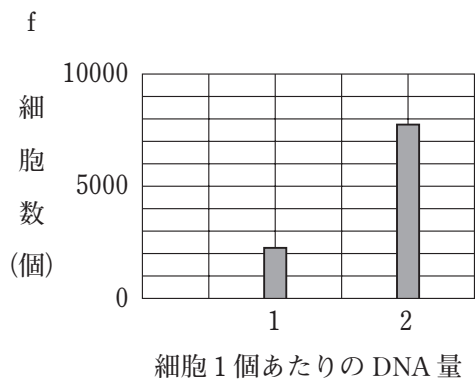
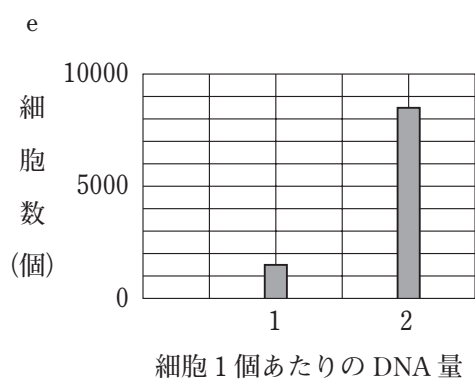
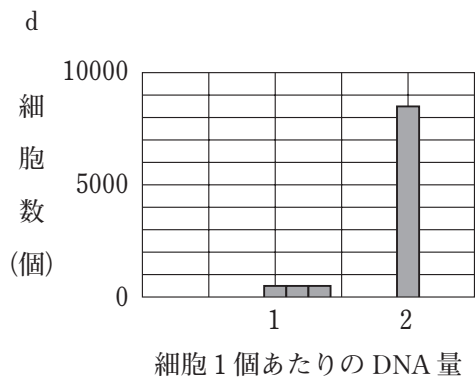
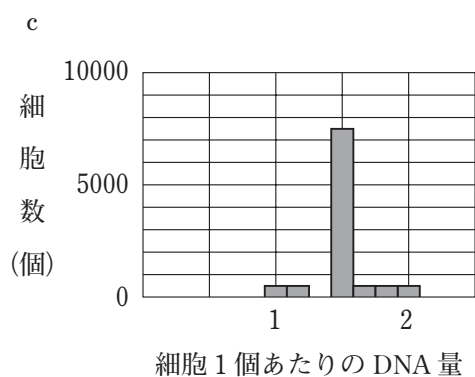
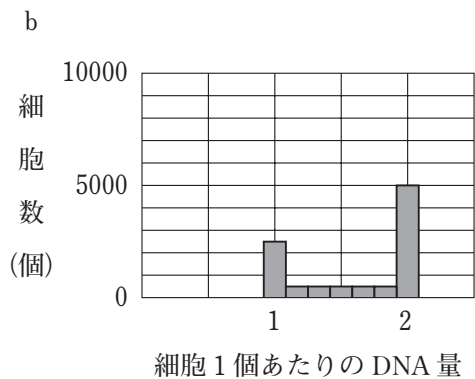
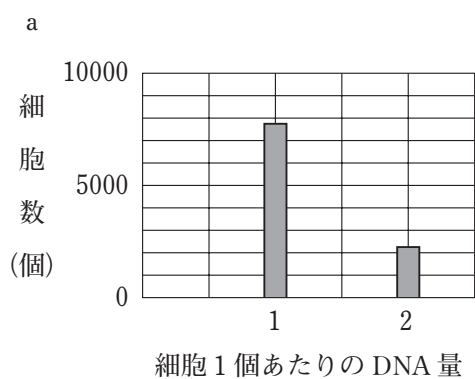


図 3

5. 実験2において、次の(イ)、(ロ)の時点で細胞集団から10000個の細胞を採取して個々の細胞のDNA量を測定し、その結果を図1と同様のグラフに示した場合、どのようになるか。もっとも適当なものを次のa～hから1つずつ選び、その記号をしるせ。ただし、DNA合成阻害剤は培地に加えるとDNA合成がすぐに停止し、またDNA合成阻害剤を含む培地から含まない培地に移すとDNA合成がすぐに再開されるものとする。さらに、DNA合成阻害剤は、DNA合成を行っていない細胞の細胞周期には影響を与えないものとする。

(イ) DNA合成阻害剤を含まない培地に細胞を移して3時間培養した後

(ロ) DNA合成阻害剤を含まない培地に細胞を移して7時間培養した後



【以下余白】