

生 物

1 I, II に答えよ。

I 細胞膜の働きとタンパク質について、問 1 ～ 3 に答えよ。

問 1 セントラルドグマにしたがって合成される細胞膜を貫通するタンパク質が、細胞膜に到達するまでに関わる細胞内の構造を順に示す。[ア]～[エ]に当てはまるものはそれぞれどれか。最も適当なものを一つずつ選べ。

[ア] → [イ] → [ウ] → [エ] → 細胞膜

- | | | |
|-----------|---------|---------|
| ① 核 | ② ゴルジ体 | ③ 中心体 |
| ④ 小胞体 | ⑤ リソソーム | ⑥ リボソーム |
| ⑦ ミトコンドリア | ⑧ 液 胞 | ⑨ 葉緑体 |

問 2 腎臓の集合管における水の再吸収について、次の文章を読み、(1)、(2)に答えよ。

細胞膜には水を選択的に通すアクアポリンという[オ]が存在する。水分摂取量が制限されると、血しょうの浸透圧のわずかな変化を[カ]にある浸透圧受容器が感知し、[キ]から[ク]が放出される。[ク]は集合管壁の細胞の受容体に結合し、アデニル酸シクラーゼを活性化し、細胞内 cAMP 濃度を増加させる。これにより cAMP 依存性のリン酸化酵素が活性化され、細胞膜にアクアポリンを組み込んでその数を増やしたり、アクアポリンを直接リン酸化することで、細胞膜の水の透過性を上げる。この結果、水は細胞内に[ケ]されるようになる。

(1) **オ**～**ケ**に当てはまる用語はそれぞれどれか。最も適当なものを一つずつ選べ。

- | | |
|----------|-------------|
| ① 視床下部 | ② 脳下垂体前葉 |
| ③ 脳下垂体後葉 | ④ 副腎皮質 |
| ⑤ 甲状腺 | ⑥ 甲状腺刺激ホルモン |
| ⑦ バソプレシン | ⑧ チロキシン |
| ⑨ チャネル | ⑩ ポンプ |
| ⊕ 能動輸送 | ⊖ 受動輸送 |

(2) 図1は腎臓の糸球体と集合管の模式図を示す。下線について、**ク**が受容体と結合する場所は図中の集合管壁の細胞のどこか。最も適当なものを一つ選べ。 **コ**

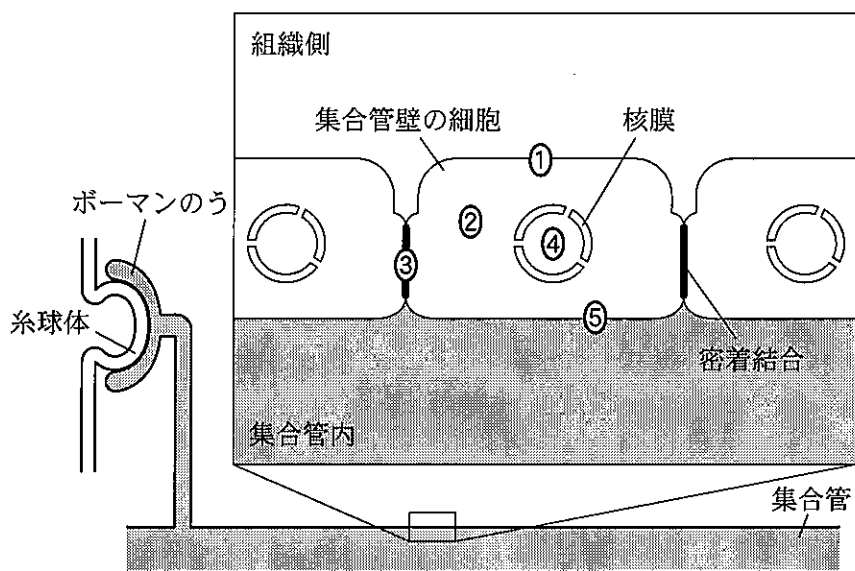


図1

問 3 ニューロンでの静止電位と活動電位の発生は、細胞膜上のナトリウムポンプ、電位依存性 Na^+ チャンネル、電位依存性 K^+ チャンネル、電位非依存性 K^+ チャンネルによるイオンの移動により起こる。それぞれの膜タンパク質を模式的に図 2 に示す。図 3 はニューロンの一部に刺激を与えたときの細胞膜の電位変化を示す。□サ～□スにおける膜タンパク質の状態を表しているのはそれぞれどれか。最も適当なものを一つずつ選べ。

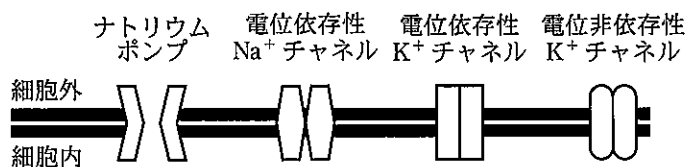


図 2

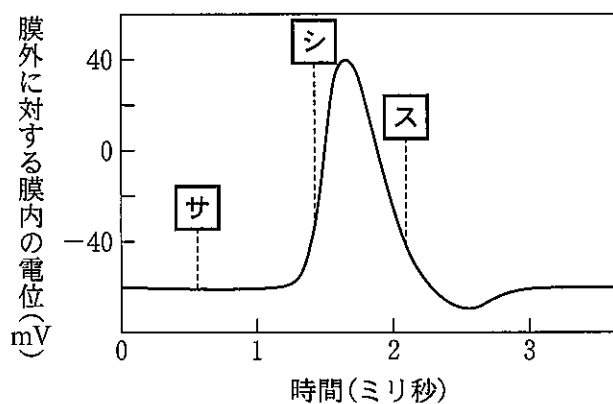
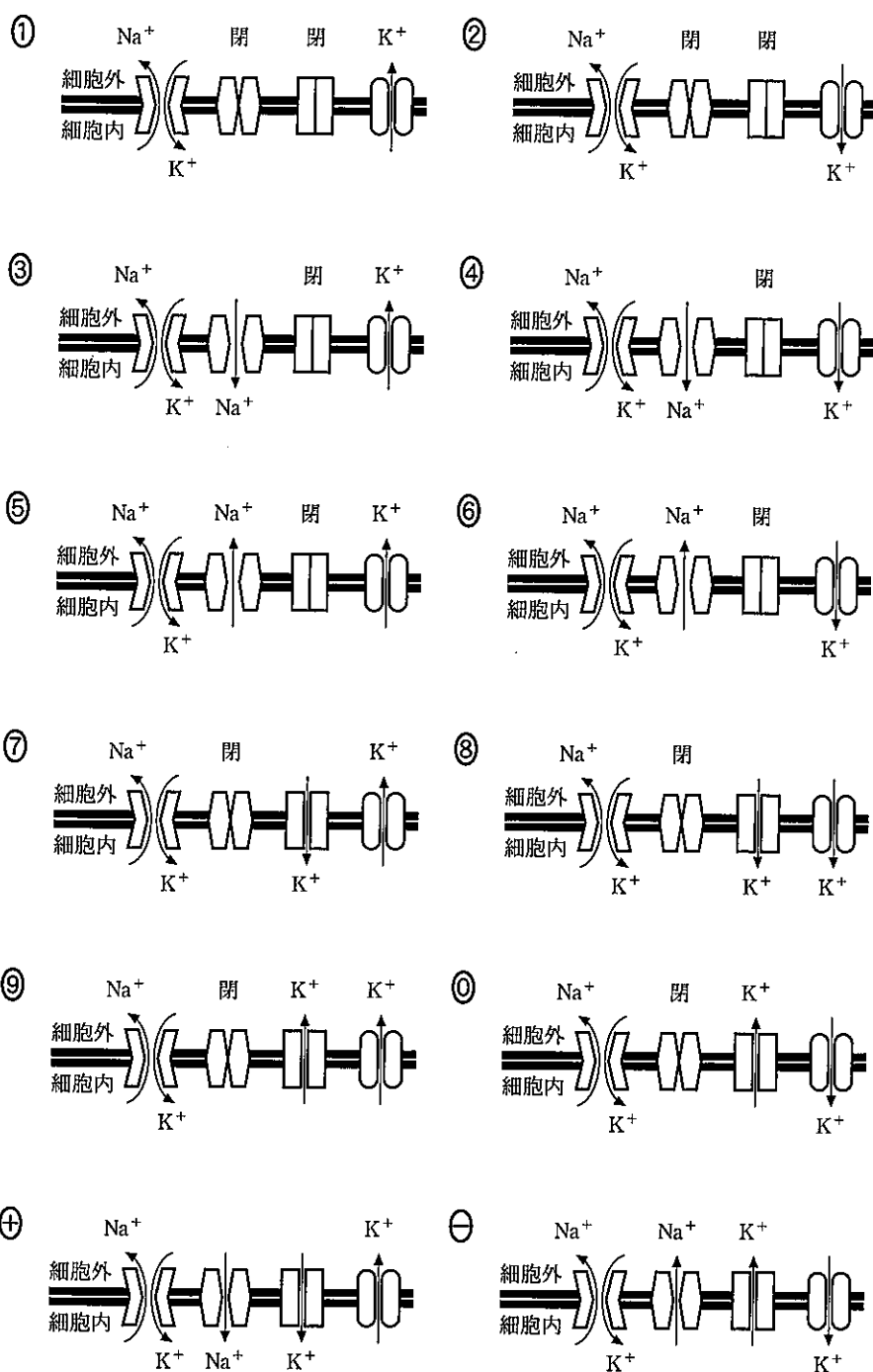


図 3



Ⅱ 骨格筋について，問 1， 2 に答えよ。

問 1 サルコメア(筋節)は両端がZ膜で仕切られ，1つのサルコメア内には，ミオシンフィラメントとアクチンフィラメントが規則正しく並んでいる。ミオシンフィラメントの間にアクチンフィラメントが滑り込み始めると，骨格筋は収縮し張力が生じる。サルコメアの長さが短くなり，アクチンフィラメントどうしが重なりだすとしだいに張力は低下する(図 1)。ミオシンフィラメントは多数のミオシン分子の束からできており，ミオシンフィラメントの中央部にはミオシン分子の頭部のない領域が存在する(図 2 の A)。(1)～(3)に答えよ。数値は，四捨五入により小数第 1 位まで答えよ。ただし，Z 膜の厚みは無視できるものとする。また，骨格筋が弛緩し張力が 0 % のとき，ミオシンフィラメントとアクチンフィラメントの重なりはごくわずかであり，その幅は無視できるものとする。

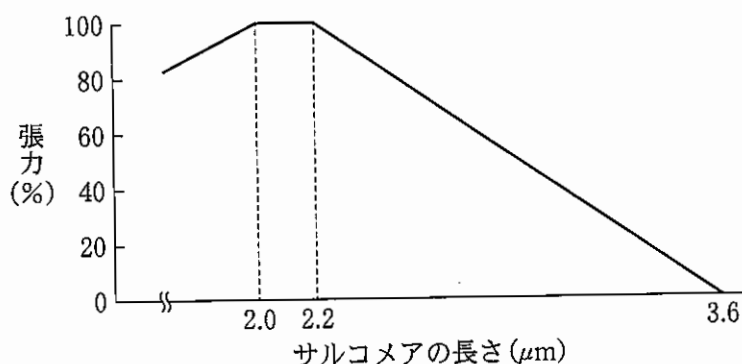


図 1

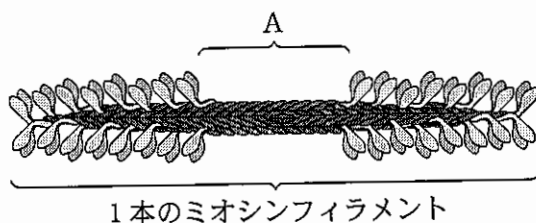


図 2

- (1) このサルコメアのアクチンフィラメントとミオシンフィラメントそれぞれ1本の長さはいくらか。

アクチンフィラメント：セソ μm

ミオシンフィラメント：タチ μm

- (2) このサルコメアのミオシンフィラメントにおける図2のAに相当する部分の長さはいくらか。

ツテ μm

- (3) 張力が50%のとき、このサルコメアの暗帯の長さはいくらか。

トナ μm

問2 ミオシンフィラメントについて正しいものをすべて選び、☐三にマークせよ。

- ① タンパク質である。
- ② Ca^{2+} を貯蔵している。
- ③ ATP分解酵素として働く。
- ④ Ca^{2+} を能動輸送で取り込む。
- ⑤ トロポミオシンと結合する。

2 I～Ⅲに答えよ。

I DNA について、問 1～3 に答えよ。

問 1 図 1 は、DNA の構成単位を模式的に示したものである。(1)に答えよ。

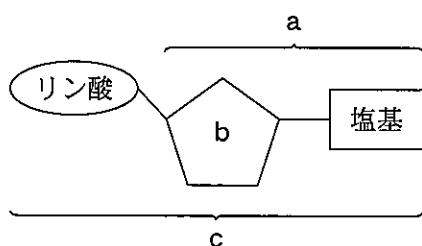


図 1

(1) 図中の a～c として正しい用語の組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 **ア**

a	b	c
① ヌクレオシド	デオキシリボース	ヌクレオチド
② ヌクレオシド	リボース	ヌクレオチド
③ ヌクレオシド	デオキシリボース	ヌクレオソーム
④ ヌクレオシド	リボース	ヌクレオソーム
⑤ ヌクレオソーム	デオキシリボース	ヌクレオシド
⑥ ヌクレオソーム	リボース	ヌクレオシド
⑦ ヌクレオソーム	デオキシリボース	ヌクレオチド
⑧ ヌクレオソーム	リボース	ヌクレオチド
⑨ ヌクレオチド	デオキシリボース	ヌクレオシド
⑩ ヌクレオチド	リボース	ヌクレオシド
Ⓐ ヌクレオチド	デオキシリボース	ヌクレオソーム
Ⓑ ヌクレオチド	リボース	ヌクレオソーム

問 2 次の文章を読み、(1)、(2)に答えよ。

ある生物の 2 本鎖 DNA に含まれる塩基の数の割合を調べたところ、アデニンとチミンの合計が 54 % であった。この DNA の 2 本鎖をそれぞれプラス鎖とマイナス鎖としたとき、プラス鎖における塩基の数の割合はチミンが 22 %、グアニンが 24 % であった。

(1) この生物の 2 本鎖 DNA におけるグアニンの割合はいくらか。

%

(2) この生物の DNA のマイナス鎖におけるチミンおよびシトシンの割合はそれぞれいくらか。

チミン： %

シトシン： %

問 3 次の文章を読み、(1)、(2)に答えよ。

チミジンはチミンと糖からなり、細胞を培養する際の培地に加えたチミジンは DNA 合成時に細胞内に取り込まれる。チミン中の水素(H)を放射性同位体の水素(^3H)に置き換えた ^3H チミジンを用いると、 ^3H チミジンを取り込んだ細胞の DNA を標識できる。

細胞周期には、 G_1 期、 G_2 期、M 期、S 期の 4 つの時期がある。一回の細胞周期が 20 時間で、さまざまな時期の細胞が一様に混ざっている培養細胞を用い、その培地に ^3H チミジンを加えて DNA を標識した。なお、標識にかかる時間は短時間で無視できるものとし、実験に用いた培養細胞は、すべて一定の速度で細胞周期を繰り返しているものとする。

- (1) DNA を標識したのち、 ^3H チミジンを含まない培地に交換して培養を続けた。分裂期の細胞のうち、標識されている細胞の割合を図 2 に示す。細胞周期の各時期 (G_1 期、 G_2 期、M 期、S 期) の時間はそれぞれいくらか。

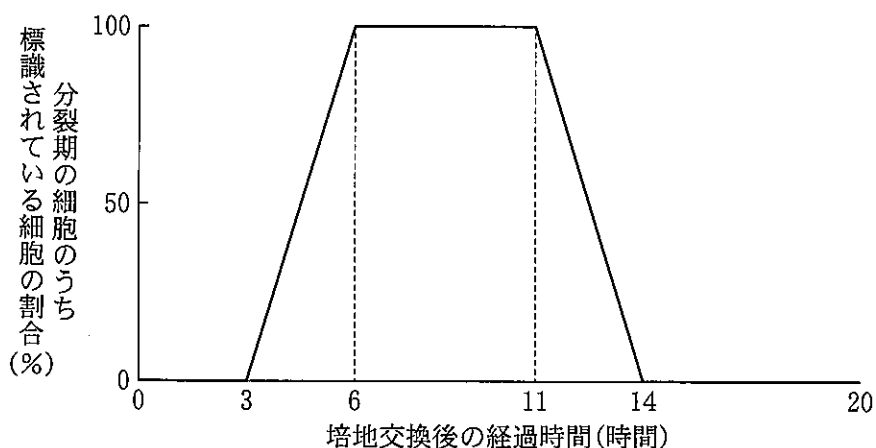


図 2

G_1 期: 時間
 G_2 期: 時間
M 期: 時間
S 期: 時間

- (2) 培地を交換せずにそのまま ^3H チミジンを含む培地で培養を続けた場合、すべての細胞が標識されるのは何時間後か。

時間後

Ⅱ アズキゾウムシについて，問 1， 2 に答えよ。

アズキゾウムシは，アズキなどの豆を幼虫の餌として繁殖する甲虫で，豆の表面に産卵する。ふ化した幼虫は，その豆を食べて成育し，脱皮を繰り返してさなぎ蛹となり，やがて羽化して成虫となる。アズキゾウムシの成虫は，アズキと同じマメ科のインゲンにも産卵するが，ふ化した幼虫は 1 令幼虫のまま脱皮せずに死亡することが知られている。

アズキゾウムシの幼虫が，インゲンで成育しない原因を調べるため，アズキの粉末とインゲンの粉末を任意の割合で混合した人工豆を作製した。これを成虫に与えたときの，産卵数と羽化した成虫数を調べた結果を表 1 に示す。

アズキとインゲンの粉末を，それぞれエーテルで抽出し(図 1)，その抽出物と残さを等量ずつ混合して人工豆を作製し，産卵数と羽化した成虫数を調べた(表 2)。続いて，インゲンの粉末をエーテルで抽出した後の残さについて，クロロホルム，アルコール，蒸留水の順番に溶媒を変えて抽出した(図 2)。エーテル，クロロホルム，アルコール，蒸留水による抽出の過程で残ったそれぞれの残さにその 4 倍量のアズキの粉末を加えて人工豆を作製し，産卵数と羽化した成虫の個体数について調べた結果を表 3 に示す。

表 1

人工豆の組成 アズキ粉末：インゲン粉末	産卵数	羽化成虫数
1 : 1	87	0
4 : 1	98	0
9 : 1	103	38
19 : 1	65	57

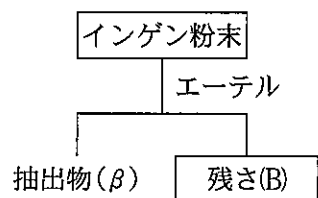
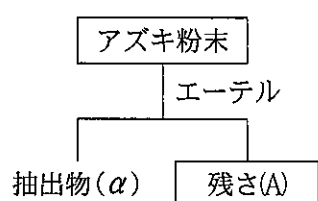


図 1

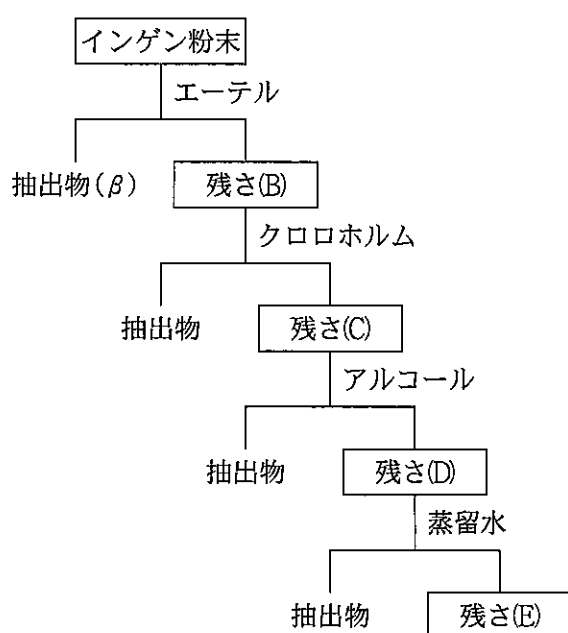


図 2

表 2

人工豆の組成	産卵数	羽化成虫数
アズキのエーテル抽出物(α) + アズキのエーテル抽出残さ(A)	184	144
アズキのエーテル抽出物(α) + インゲンのエーテル抽出残さ(B)	276	0
インゲンのエーテル抽出物(β) + アズキのエーテル抽出残さ(A)	182	134

表 3

人工豆の組成	産卵数	羽化成虫数
アズキ粉末 + インゲンのエーテル抽出残さ(B)	109	0
アズキ粉末 + インゲンのクロロホルム抽出残さ(C)	77	0
アズキ粉末 + インゲンのアルコール抽出残さ(D)	115	7
アズキ粉末 + インゲンの蒸留水抽出残さ(E)	93	58

問 1 インゲンに含まれる物質に関する a ～ f の記述のうち、この実験の考察として正しいものの組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 ツ

- a インゲンには幼虫の成育を促進する物質が不足している。
- b インゲンには幼虫の成育を阻害する物質が含まれている。
- c 幼虫が成育しない原因物質は、クロロホルムに溶けやすい性質がある。
- d 幼虫が成育しない原因物質は、クロロホルムに溶けにくい性質がある。
- e 幼虫が成育しない原因物質は、蒸留水に溶けやすい性質がある。
- f 幼虫が成育しない原因物質は、蒸留水に溶けにくい性質がある。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| ① a, c, e | ② a, c, f | ③ a, d, e |
| ④ a, d, f | ⑤ b, c, e | ⑥ b, c, f |
| ⑦ b, d, e | ⑧ b, d, f | |

問 2 次の用語の説明として正しいのはどれか。最も適当なものを一つずつ選べ。

環境収容力： デ

相変異： ト

- ① ある地域で生活している同種の個体の集まり。
- ② 同種の個体間で食物などをめぐって起こる競争。
- ③ ある環境で特定の種が存在できる最大の個体数。
- ④ 単位面積や単位体積などの単位生活空間あたりの個体数。
- ⑤ 個体群の過密により、動物の体長や行動に著しい違いが現れる現象。
- ⑥ 個体群の過密により、出生率の低下や成長の遅延などの影響が現れる現象。

Ⅲ 細胞内共生説について，問 1，2 に答えよ。

問 1 次の文章を読み，(1)，(2)に答えよ。

1967 年に **ナ** により提唱された細胞内共生説は，(a)の細胞小器官のいくつかは，(b)が共生することにより生じたとする説である。細胞小器官のうち，ミトコンドリアは酸素を使って呼吸をする(c)が，葉緑体は(d)が共生したことにより生じたと考えられている。その根拠として，ミトコンドリアと葉緑体がそれぞれ独自の(e)DNAをもつことや，これらが細胞内で分裂して増えることなどが挙げられる。また，ミトコンドリアと葉緑体はその内部にリボソームをもつ。

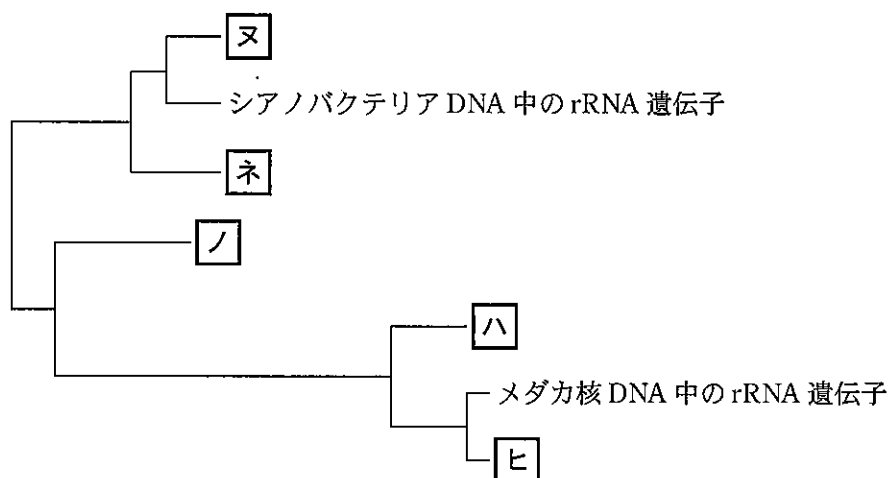
(1) **ナ** に当てはまる人名はどれか。最も適当なものを一つ選べ。

- | | | |
|----------|---------|---------|
| ① シュライデン | ② シュワン | ③ ダーウィン |
| ④ フック | ⑤ マーグリス | ⑥ リンネ |

- (2) a () ~ (e) に当てはまる用語の正しい組合せはどれか。最も
 適当なものを一つ選べ。 二

	a	b	c	d	e
①	原核生物	真核生物	嫌気性細菌	好気性細菌	直鎖状
②	原核生物	真核生物	嫌気性細菌	好気性細菌	環 状
③	原核生物	真核生物	好気性細菌	光合成細菌	直鎖状
④	原核生物	真核生物	好気性細菌	光合成細菌	環 状
⑤	原核生物	真核生物	好気性細菌	嫌気性細菌	直鎖状
⑥	原核生物	真核生物	好気性細菌	嫌気性細菌	環 状
⑦	真核生物	原核生物	嫌気性細菌	好気性細菌	直鎖状
⑧	真核生物	原核生物	嫌気性細菌	好気性細菌	環 状
⑨	真核生物	原核生物	好気性細菌	光合成細菌	直鎖状
⑩	真核生物	原核生物	好気性細菌	光合成細菌	環 状
⊕	真核生物	原核生物	好気性細菌	嫌気性細菌	直鎖状
⊖	真核生物	原核生物	好気性細菌	嫌気性細菌	環 状

問 2 7 種類の生物由来のリボソーム RNA (rRNA) 遺伝子の塩基配列を比較して作成した系統樹を示す。系統樹中の ヌ ~ ヒ に当てはまるのはそれぞれどれか。最も適当なものを一つずつ選べ。



- ① ヒト核 DNA 中の rRNA 遺伝子
- ② シロイヌナズナ核 DNA 中の rRNA 遺伝子
- ③ シロイヌナズナ葉緑体 DNA 中の rRNA 遺伝子
- ④ 大腸菌 DNA 中の rRNA 遺伝子
- ⑤ 超好塩菌 DNA 中の rRNA 遺伝子

2. 解答上の注意(つづき)

(2) それぞれの解答用紙の選択科目欄に、選んだ科目を一つマークしてください。

2枚の解答用紙の各選択科目欄に、マークがただ一つあり、かつ、それぞれのマークが異なる科目を示している場合のみ採点となり、この要件を満たさない場合には0点となります。

〔例〕 物理を選ぶとき

選 択 科 目	物	化	生
	理	学	物
	●	○	○

(3) 各問題文中の **ア**，**イ**，**ウ**，… などの ☐ には選択肢の番号あるいは符号(+，-)が入ります。選択肢の番号あるいは符号を解答用紙の **ア**，**イ**，**ウ**，… で示された解答欄の①，②，…，⑩，⊕，⊖にマークしてください。

(4) 数値の入れ方

(i) 問題文中の **ア**，**イ**，**ウ**，… に数字または符号を入れる場合、それぞれの ☐ には1，2，…，9，0の数字または符号(+，-)の一つが入ります。それらの数字または符号を解答用紙の **ア**，**イ**，**ウ**，… で示された解答欄にマークしてください。

(ii) 解答枠の桁数より少ない桁数を解答するときは、数字を右詰めで、その前を⑩でうめるような形で答えてください。

〔例〕 **ア** **イ** **ウ** **エ** に1.8あるいは1.80と答えたいとき

ア	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	●	⊕	⊖
イ	●	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⊕	⊖
ウ	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	●	⑨	⑩	⊕	⊖
エ	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	●	⊕	⊖

ア，**エ**の⑩をマークしないままにしておくと誤答として扱います。