

# 入学試験問題(1次)

## 理 科

令和5年1月23日

10時50分—12時10分

### 注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないこと。
- 2 この問題冊子は表紙・白紙を除き42ページ(物理1～10ページ、化学11～22ページ、生物23～42ページ)である。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所等があった場合は申し出ること。
- 3 物理、化学、生物のうちからあらかじめ入学志願票に記入した2科目を解答すること。
- 4 解答には必ず黒鉛筆(またはシャープペンシル)を使用すること。
- 5 解答は、各設問ごとに一つだけ選び、解答用紙の所定の解答欄の該当する記号を塗りつぶすこと。
- 6 解答を訂正する場合は、消しゴムできれいに消すこと。
- 7 解答用紙の解答欄は、左から物理、化学、生物の順番になっているので、マークする科目の解答欄を間違えないように注意すること。
- 8 監督員の指示に従って、問題冊子の表紙の指定欄に受験番号を記入し、解答用紙の指定欄に受験番号、受験番号のマーク、氏名を記入すること。「志願票に記入した科目を2つマークしなさい」の欄には、入学志願票と同じ科目にマークすること。
- 9 この問題冊子の余白は、草稿用に使用してよい。ただし、切り離してはならない。
- 10 解答用紙およびこの問題冊子は、持ち帰ってはならない。

受験番号					
------	--	--	--	--	--

上の枠内に受験番号を記入しなさい。



## 生 物

設問ごとに、与えられた選択肢の中から最も適当なものを一つ選べ。

次の文章を読み、以下の問い(問題1～3)に答えよ。

夏休み、A君は、部活の合宿で厳しい練習にいそしんでいた。休憩時、水分補給をしようと多めの水を飲んだ。しばらくすると、尿意を感じたためトイレで用を足し、急いで練習に戻ろうとしたところで、突然、倒れ込んでしまった。

この時、A君の身体の中では、どのようなことが起こっていたのだろうか。

厳しい練習中、多量の発汗をしたA君のからだは、水分と同時にナトリウムイオン<sup>(1)</sup>を失っていた。そこに、水を飲んだことによって、体液の浸透圧は高張<sup>(2)</sup>となった。この変化を間脳の視床下部が感知し、脳下垂体後葉からのホルモンの分泌<sup>(3)</sup>が増加した。これによって、腎臓の集合管の上皮細胞の水透過性が上がり<sup>(4)</sup>、生成される尿量が増加した。尿量の増加は、血液量の減少、血圧の低下を招き、倒れ込むに至ったものと考えられる。

A君は適切な治療を受け、数日後には元気に部活動に復帰することができた。以降、練習中には適切な塩分を含んだスポーツドリンクを飲むように心掛けている。

一方、魚類では、浸透圧の調節は、えらに存在する塩類細胞が担っている。ウナギなど、海水域と淡水域を往き来する種では、淡水中でも、また、塩類濃度が体液の約3倍となる海水中でも、体液浸透圧に差が起こらないような調節が働いている。ウナギは、海水中では、ほとんど水を飲まず、高張の尿を多量に排出するとともに、えらの塩類細胞が能動輸送<sup>(5)</sup>によって塩類を体外に排出し、腸から水を積極的<sup>(6)</sup>に吸収<sup>(7)</sup>することで、浸透圧を調節している<sup>(8)</sup>。

1 下線部(1)~(4)で正しいものはいくつあるか。

- ア 0      イ 1      ウ 2      エ 3      オ 4

2 二重下線部のホルモンについて、正しいものはどれか。

- ア 血糖値を上げる作用をもつ。  
イ 神経細胞によってつくられる。  
ウ 全身のほぼ全ての細胞に作用する。  
エ 標的細胞は、細胞質に受容体をもつ。  
オ 鉍質コルチコイドの分泌を促す作用をもつ。

3 下線部(5)~(8)で正しいものはいくつあるか。

- ア 0      イ 1      ウ 2      エ 3      オ 4

4 図1は、呼吸と2種類の発酵を比較したものである。解糖によってエネルギー(ATP)が合成された後、発酵では、一見、ATP合成とは関係ない①や②の反応によって、エタノールや乳酸が作られる。①、②の反応がもつ意味として適切なものはどれか。

- ㉞ 熱を発生する。
- ㉟  $\text{NAD}^+$ (補酵素)を再生する。
- ㊱ ピルビン酸の量を一定に保つ。
- ㊲ ATP以外のエネルギー物質を合成する。
- ㊳ 次のエネルギー代謝の基質としてエタノールや乳酸を生成する。

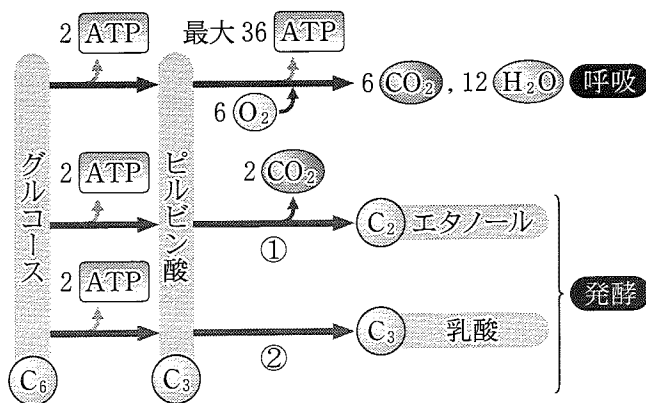


図1 呼吸と発酵の比較

5 血液の循環には、心臓のポンプ作用が重要な働きをしている。ヒトの心臓は、2つの心房と2つの心室で構成され、左右の心房、左右の心室がそれぞれ連動して収縮運動をする。また、心房と心室の間、心室と動脈の間には弁があり、その働きによって、血液は逆流せずに一方向へと流れる。図1は、4つの弁を上方から見たものである。弁がこのような開閉状態となるのはA～Dのうち、どの時期か。

- A 心房が収縮し、血液が心室に流入する。
- B 心房は弛緩し、心室は収縮しはじめる。
- C 心室から血液が動脈に流れる。
- D 心室は弛緩しはじめる。

- ㉠ Aのみ
- ㉡ Bのみ
- ㉢ Cのみ
- ㉣ Dのみ
- ㉤ BとDの両方

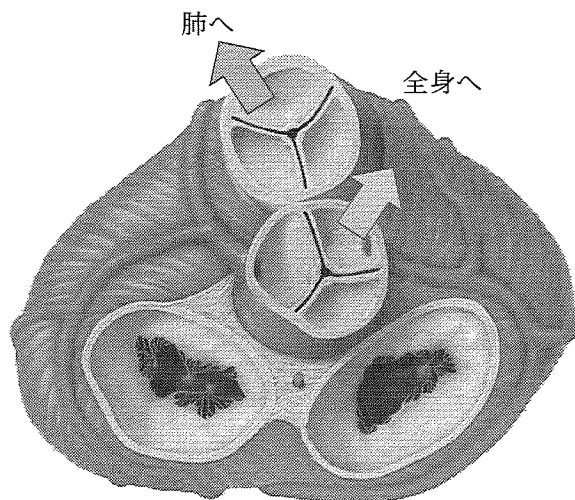


図1 上方からみた心臓の4つの弁の状態

6 食作用を有する細胞の組合せとして適当なものはどれか。

- ㉞ 樹状細胞, キラーT細胞, マクロファージ
- ㉟ 樹状細胞, ヘルパーT細胞, マクロファージ
- ㊀ キラーT細胞, ヘルパーT細胞, マクロファージ
- ㊁ 好中球, 樹状細胞, マクロファージ
- ㊂ 好中球, 樹状細胞, キラーT細胞

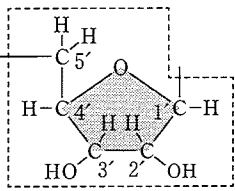
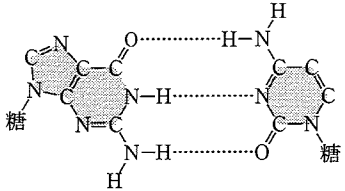
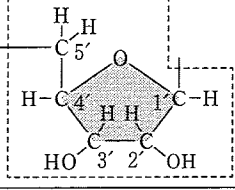
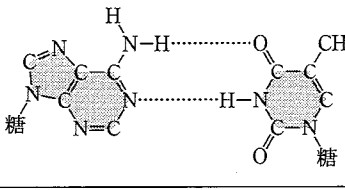
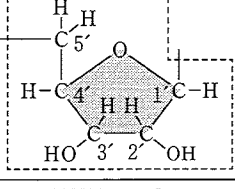
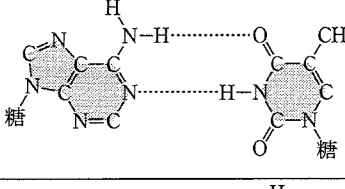
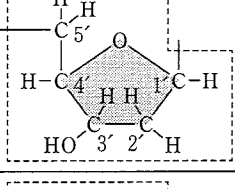
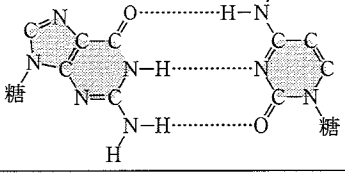
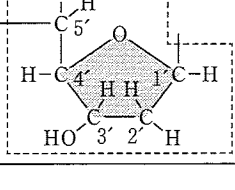
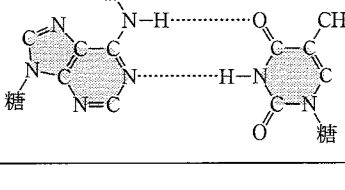
7 A～Eのうち正しいものはいくつあるか。

- A アクチンフィラメントと微小管はATPの分解を伴う細胞の運動に関わる。
- B アクチンフィラメントは鞭毛の主要な構成成分である。
- C アクチンフィラメントは微小管より太い。
- D 微小管は動物細胞にのみ存在する。
- E 微小管には方向性がある。

- ㉞ 1      ㉟ 2      ㊀ 3      ㊁ 4      ㊂ 5

8 以下の文章中のA～Cに入る化学構造式と語句の組合わせはどれか。

遺伝子の本体はDNAであり，DNAはリン酸，塩基，および( A )からなる。DNAを構成する塩基には4種類あり，アデニンとチミンは( B )のように特異的に結合し，残りの2つの塩基も特異的に結合する。この結合によってつながった2本のヌクレオチド鎖がねじれて二重らせん構造をとる。遺伝子が発現する際には，DNAがmRNAに転写され，mRNAは( C )と結合し，翻訳される。

	A	B	C
㉠			リソソーム
㉡			リソソーム
㉢			リボソーム
㉣			リボソーム
㉤			リボソーム



次の文章を読み、以下の問い(問題9～11)に答えよ。

被子植物の花は、がく片、花弁、おしべ、めしべから構成される(図1)。それぞれの形成には、3種類のホメオティック遺伝子(A, B, C)が関わっていることが知られており、図1の領域1～4のそれぞれにおいて、どの遺伝子が発現するかの組み合わせで、花のどの構造が形成されるかが決まる。

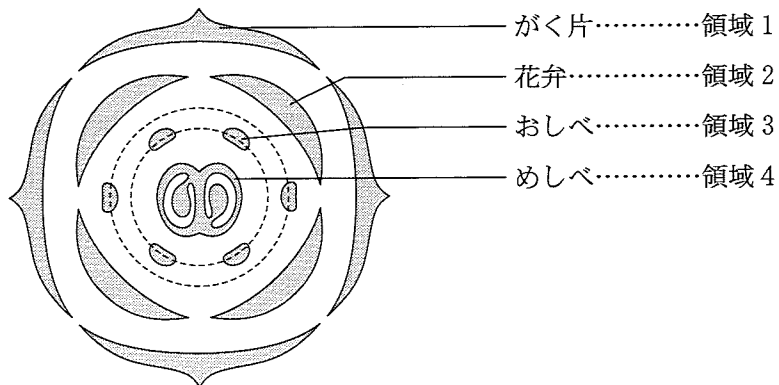


図1 被子植物の花の構造

野生型およびそれぞれの遺伝子を欠損したシロイヌナズナにおいて、4つの領域で花の構造が表1のようにになっている。

表1 シロイヌナズナの野生型と欠損株の表現型

	領域1	領域2	領域3	領域4
野生型	がく片	花弁	おしべ	めしべ
A 遺伝子欠損株	めしべ	おしべ	おしべ	めしべ
B 遺伝子欠損株	がく片	がく片	めしべ	めしべ
C 遺伝子欠損株	がく片	花弁	花弁	がく片

- 9 野生型シロイヌナズナのすべての領域で *B* 遺伝子を強制的に発現させたとき、各領域の構造はどのように予想されるか。

	領域 1	領域 2	領域 3	領域 4
㉗	花 弁	がく片	めしべ	おしべ
㉘	花 弁	花 弁	おしべ	おしべ
㉙	がく片	がく片	おしべ	おしべ
㉚	花 弁	花 弁	めしべ	めしべ
㉛	がく片	がく片	めしべ	めしべ

- 10 最近、花の形成に関わる新たな *E* 遺伝子が同定された。*E* 遺伝子を欠損させた株では、1～4すべての領域が葉のような構造となった。また、*A*、*B*、*C* 遺伝子をすべて欠損させた場合も、1～4すべての領域が葉のような構造になった。

次の5つの器官のうち、*A*、*B*、*C*、*E*のうち少なくとも3つの遺伝子の発現が必要なものはいくつあるか。

がく片 / 花弁 / おしべ / めしべ / 葉

- ㉗ 1      ㉘ 2      ㉙ 3      ㉚ 4      ㉛ 5

11 A 遺伝子の働きを失った株の遺伝子型を  $aa$  と表す ( $A$  は  $a$  に対して優性)。同様に  $B$ ,  $C$ ,  $E$  遺伝子の働きが失われた株の遺伝子型をそれぞれ  $bb$ ,  $cc$ ,  $ee$  とする ( $B$ ,  $C$ ,  $E$  は  $b$ ,  $c$ ,  $e$  に対してそれぞれ優性)。今, ある個体の遺伝子型が  $AaBbCcEe$  のとき, 自家受粉で得られた個体の花の4領域が, 「がく片・花弁・花弁・がく片」となるのは何%か。最も近い値を選べ。ただし遺伝子間の連鎖はないと仮定する。

- ㉞ 1%      ㉟ 5%      ㊱ 10%      ㊲ 15%      ㊳ 25%

12 赤緑色覚異常とは, 赤色と緑色の区別がつきにくい状態である。日本人での発症頻度は男性5%, 女性0.2%, また女性の保因者(発症はしていないが色覚異常の遺伝子を持つ)割合は10%と言われている。錐体細胞のオプシンをコードする遺伝子には  $OPNILW$ ,  $OPNIMW$ ,  $OPNISW$  の3種類があるが, 赤緑色覚異常に関しては,  $OPNILW$  の変異による1型と,  $OPNIMW$  の変異による2型がある。赤緑色覚異常男性の約30%が1型, 約70%が2型である。 $OPNISW$  の変異によるものは3型と呼ばれ, 青色と黄色の区別がつきにくい青黄色覚異常になる。3型は非常にまれで, 発症頻度に男女差はない。以下の文章のうち誤っているものはどれか。

- ㉞  $OPNIMW$  は X 染色体上に存在する。  
 ㉟  $OPNISW$  は常染色体上に存在する。  
 ㊱  $OPNISW$  は青錐体細胞に発現する。  
 ㊲ ある夫婦から生まれた男の子が1型赤緑色覚異常だった場合, その変異遺伝子は母親由来である。  
 ㊳ 赤緑色覚異常の父親と保因者の母親から生まれた女の子が赤緑色覚異常になる確率は約50%である。

13 以下の文章中のA～Iには数字が入る。3が入る箇所はいくつあるか。

被子植物の胚珠では、1個の胚のう母細胞から減数分裂により( A )個の細胞を生じる。そのうち( B )個の細胞は退化し、最終的に( C )個の胚のう細胞になる。胚のう細胞は( D )回核分裂を行って( E )個の核を生じる。これらの核の一部は、珠孔側で( F )個の卵細胞と( G )個の助細胞の核となる。また、珠孔の反対側で( H )個の反足細胞の核となる。残り( I )個の核は、胚のうの中央に集まり極核と呼ばれる中央細胞の核となる。

- ㉞ 1以下    ㉟ 2    ㊱ 3    ㊲ 4    ㊳ 5以上

次の文章を読み、以下の問い(問題 14~17)に答えよ。

骨格筋は、多核の筋細胞からなり、その細胞質には多数の( A )が存在する。( A )を顕微鏡で観察すると、( B )と( C )が交互に連なっており、( B )の中央は、Z 膜で仕切られている。Z 膜とZ 膜の間を筋節という。( A )は、2 種類のフィラメントが規則正しく重なり合った構造をしている。( D )ほうをアクチンフィラメント、( E )ほうをミオシンフィラメントという。

筋収縮を実際に観察するために、カエルの太腿の筋肉(新鮮な筋肉、生筋)を取り出した。生筋をグリセリン溶液に浸してグリセリン筋をつくった。グリセリン筋は、細胞膜をはじめとする膜構造が壊れ、アクチンフィラメントとミオシンフィラメントの収縮構造のみを残す単純化された実験系である。

14 空欄に入る語句の組み合わせとして正しいものを選び。

	A	B	E
㊦	筋繊維	明 帯	細 い
㊧	筋繊維	暗 帯	太 い
㊨	筋原繊維	明 帯	細 い
㊩	筋原繊維	暗 帯	太 い
㊪	筋原繊維	明 帯	太 い

15 以下の5つの方法のうち生筋とグリセリン筋をともに収縮させる方法はいくつあるか。

- A 電気刺激
- B ATPの滴下
- C ADPの滴下
- D  $\text{Ca}^{2+}$ の滴下
- E 機械刺激

- ア 0      イ 1      ウ 2      エ 3      オ 4

16 問15でグリセリン筋のみを収縮させる方法はあるか。もしある場合、生筋を収縮させない理由として正しいものはどれか。

	グリセリン筋のみを収縮させる方法	生筋を収縮させない理由
ア	ある	筋小胞体からカルシウムイオンが放出されない。
イ	ある	トロポミオシンが、アクチンと結合している。
ウ	ある	クレアチンリン酸が枯渇している。
エ	ある	物質や刺激が細胞内に伝わらない。
オ	ない	

17 図1は、カエル胞胚の予定運命図である。太腿の筋肉に分化する領域を選べ。

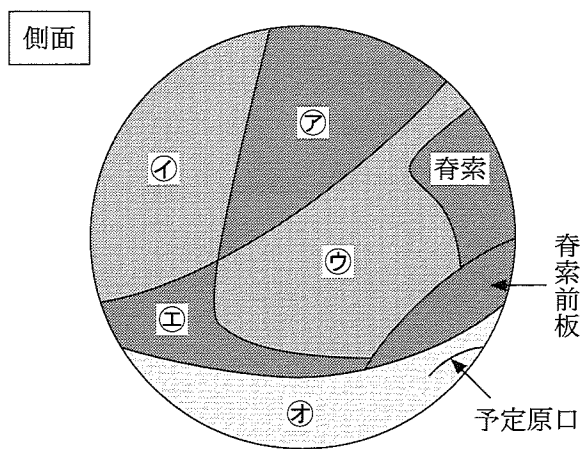


図1 カエル胞胚の予定運命図

18 軟体動物のアメフラシは、背中のえらに水管から海水を出し入れして呼吸している。この水管に接触刺激を与えると、えらを引っ込める。これは危険から身を守るための行動である。短期間に接触刺激を繰り返したとき、えら引っ込め反応は、図1のようになる。13回目の刺激を加える前の神経の状態として正しいものはどれか。

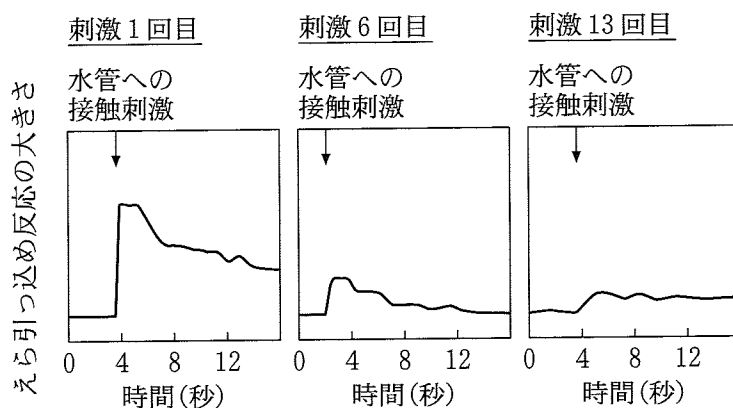


図1 接触刺激に対するアメフラシのえら引っ込め反応

- ㉗ 水管の感覚ニューロンの神経終末のシナプス小胞が減少している。
- ㉘ えらの運動ニューロンの神経終末のシナプス小胞が減少している。
- ㉙ 介在ニューロンの神経終末のシナプス小胞が減少している。
- ㉚ 介在ニューロンの神経終末のシナプス小胞が増加している。
- ㉛ 水管の感覚ニューロンの神経終末のカルシウムチャネルが活性化している。



次の文章を読み、以下の問い(問題 19~21)に答えよ。

生態系内で生産者が光合成によって無機物から有機物を生産する過程を物質生産という。植物は生産者として、太陽からの光エネルギーを利用し、光合成によって二酸化炭素と水から有機物を合成する。一方、動物は、植物の有機物を直接または間接的に取り込んで栄養源にする。植物を食べる植物食性動物を一次消費者といひ、植物食性動物を食べる動物食性動物を二次消費者という。

19 下線部(1)の生産者の物質収支として正しいものはいくつあるか。

- A 摂食量 = 同化量 + 不消化排出量
- B 同化量 = 生産量 - 呼吸量
- C 生産量 = 成長量 + 被食量 + 死滅量
- D 成長量 = 純生産量 - (被食量 + 枯死量)
- E 総生産量 = 純生産量 - 呼吸量

㉞ 1 以下    ㉟ 2    ㊱ 3    ㊲ 4    ㊳ 5

20 下線部(2)の光合成において、22 g の二酸化炭素が吸収されたとき、何 g の有機物が生産されるか。有機物はグルコースとし、原子量は、 $H = 1$ 、 $C = 12$ 、 $O = 16$  とする。

㉞ 15    ㉟ 22    ㊱ 30    ㊲ 32    ㊳ 90

- 21 表1は、ある森林の物質収支を示している。下線部(3)の一次消費者について、同化量が $280 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ 、呼吸量が摂食量の60%であったとき、生産量 $[\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})]$ はいくらか。ただし、老廃物排出量は考慮しないものとする。

表1 ある森林の物質収支

植物の呼吸量	枯死量	被食量	成長量
1090	510	300	600

単位： $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$

- ア 80      イ 100      ウ 120      エ 160      オ 180

22 ある環境下の動物 A と動物 B の個体数を 2 年間定期的に調べた。各調査時の個体数をグラフ上に打点して線で結んだところ、半年間で 1 周する円形の軌道となった(図 1)。調査期間中、環境の変化は起こらなかったとした場合、時間経過に伴う動物 A と動物 B の個体数の増減を表すグラフとして正しいものはどれか。選択肢のグラフは、動物 A を実線、動物 B を点線で示している。

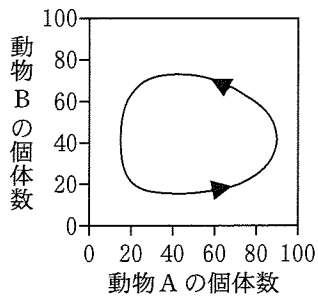
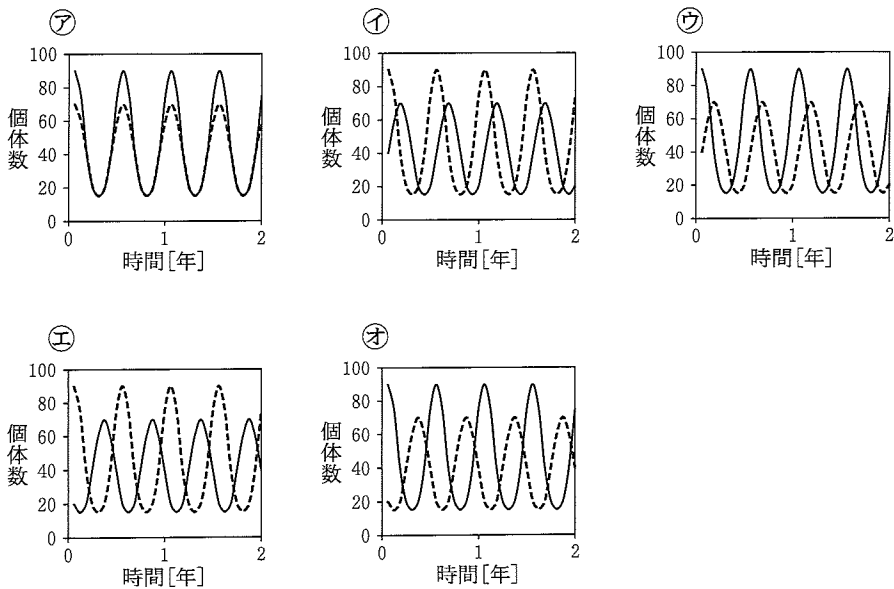


図 1 動物 A と動物 B の個体数の変動(矢印は時間が経過する方向を表す)。



23 進化に関する記述のうち、正しいものはどれか。

- ㊦ 脊索を持つ動物は4つの *Hox* 遺伝子群をもっている。
- ㊧ 陸上植物は四肢をもった脊椎動物よりも先に出現した。
- ㊨ 羊膜をもった脊椎動物は種子植物よりも先に出現した。
- ㊩ 真核生物は最後の全球凍結の後に出現した。
- ㊪ 2心房1心室をもった脊椎動物は中生代に出現した。

24 以下の文章に関する記述A～Eのうち、正しいものはいくつあるか。

乳酸脱水素酵素 LDH-B はピルビン酸の乳酸への変換を触媒する酵素である。北アメリカ東部沿岸に分布する小型の魚マミチヨグでは、LDH-B の対立遺伝子の分布は地理的に異なっている。対立遺伝子 *b* は酵素 LDH-B(*b*) を指定し、*b* の分布は図1に示すように緯度に従って変化している。一方、LDH-B(*a*) を指定する対立遺伝子 *a* は、*b* とは逆の緯度に応じた分布を示す。LDH-B の酵素活性は温度による影響を受け、図2に示すように、LDH-B(*b*) は LDH-B(*a*) よりも低温で高い酵素活性を示す。図3は対立遺伝子 *b* のホモ接合体(*bb* 個体)と対立遺伝子 *a* のホモ接合体(*aa* 個体)を用い、10℃と25℃における臨界遊泳速度を調べた結果である。

※臨界遊泳速度：持続遊泳速度の最大値。段階的に流速の負荷をかけながら測定する。ここでは1秒間に体長の何倍泳ぐかという単位で表している。

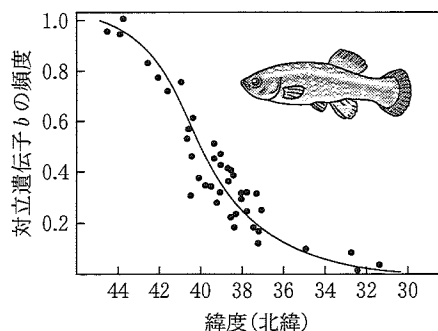


図1 対立遺伝子 *b* の頻度

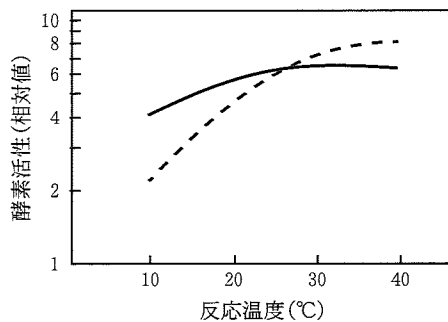


図2 LDH-B(*b*)とLDH-B(*a*)の酵素活性

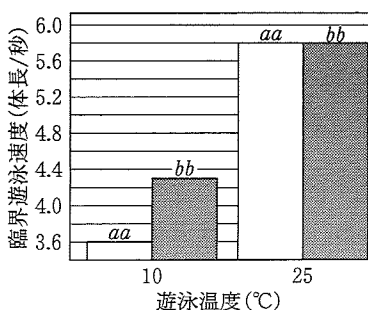


図3 *bb* 個体と *aa* 個体の臨界遊泳速度

- A LDH-Bは乳酸を還元する。
- B 図2の点線はLDH-B(*b*)の活性である。
- C 10℃での*bb*個体の遊泳速度は*aa*個体の4倍程度である。
- D LDH-B(*a*)よりLDH-B(*b*)の酵素活性が高い温度では、*bb*個体は*aa*個体より速く泳ぐことができる。
- E 南部ではLDH-B(*a*)の酵素活性がLDH-B(*b*)より高く、*aa*個体が生存に有利である。

㊦ 1      ㊩ 2      ㊵ 3      ㊥ 4      ㊦ 5

25 ある生物の集団が存在する。一对の対立遺伝子  $G$  と  $g$  に注目すると、 $G$  は  $g$  に対して優性であり、第  $n$  世代の誕生直後における  $G$  の遺伝子頻度は  $0.1$ 、 $g$  の遺伝子頻度は  $0.9$  であった。ところが、第  $n$  世代のときに大きな環境の変化が起き、遺伝子型  $gg$  の個体の  $\frac{1}{2}$  が生殖可能になる前に死亡するようになった。一方で、生き残った  $gg$  の個体は生殖可能で  $GG$  や  $Gg$  の個体と同様に次世代を残す。この自然選択がはたらく環境は第  $n$  世代以降も続いている。

生殖可能な第  $n + 1$  世代が  $3000$  個体いる。そのうち、遺伝子型  $Gg$  の個体数として期待される数に最も近いのはどれか。

- ア 500      イ 800      ウ 1300      エ 1500      オ 1600







██

██