

生 物

(解答番号 ~)

〔 I 〕 真核生物の遺伝子の発現や構造に関して、問 1 および問 2 に答えなさい。

(解答番号 ~) (34点)

問 1 ある哺乳類の遺伝子の発現およびその調節に関して、次の文章を読み、(1)~(4)に答えなさい。(解答番号 ~)

哺乳類 X の遺伝子 *L1* は、肝細胞で選択的に発現している遺伝子である。遺伝子 *L1* には突然変異を起こした遺伝子 *L2* があり、遺伝子 *L2* では、図 1 中の 領域のうちのイの領域に 1 塩基の置換が起こっている。遺伝子 *L1* や遺伝子 *L2* の 領域の下流域にあるタンパク質 P の情報をもつ領域を、 から得た緑色蛍光を発するタンパク質(GFP)の遺伝子に置き換えた人工 DNA (a, b) を作製した。また、遺伝子 *L1* の 領域の一部を欠失させたものに GFP の遺伝子を連結した人工 DNA (c, d, e) を作製した。GFP の遺伝子のみからなる DNA (f) も準備した(図 2)。これらを哺乳類 X の肝細胞に導入して緑色蛍光の強さを調べると、図 3 のような結果が得られた。

次に、遺伝子 *L1* と遺伝子 *L2* から 領域の部分だけを取り出して、適切な条件で肝細胞の核抽出液と混ぜてから放置し、電気泳動法を用いて核抽出液中の のイの領域への結合について調べる^Aると、図 4 のような結果が得られた。図 4 の結果 1 と結果 2 は、いずれか一方が遺伝子 *L1* の 領域を用いた結果であり、もう一方が遺伝子 *L2* の 領域を用いた結果である。なお、図 1 中の は、文中の と同じものである。

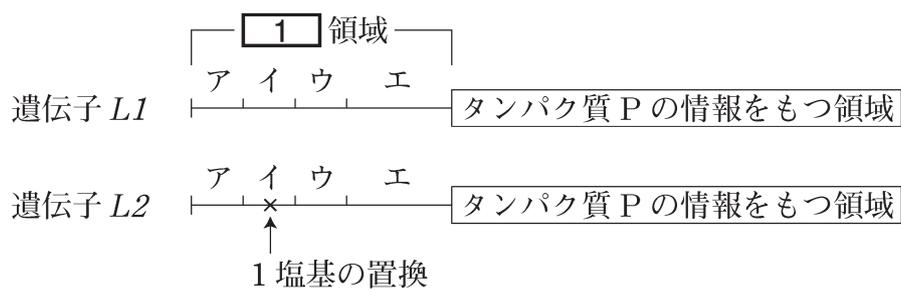


図 1

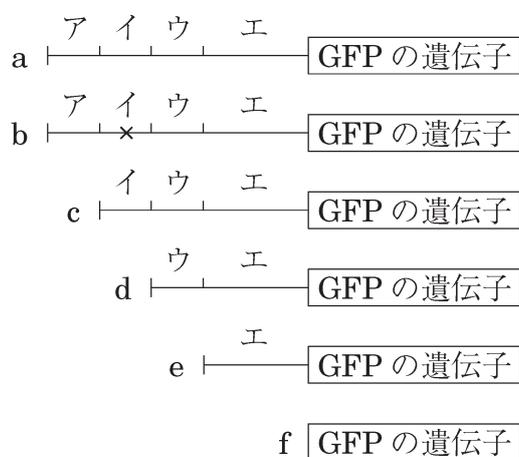


図 2

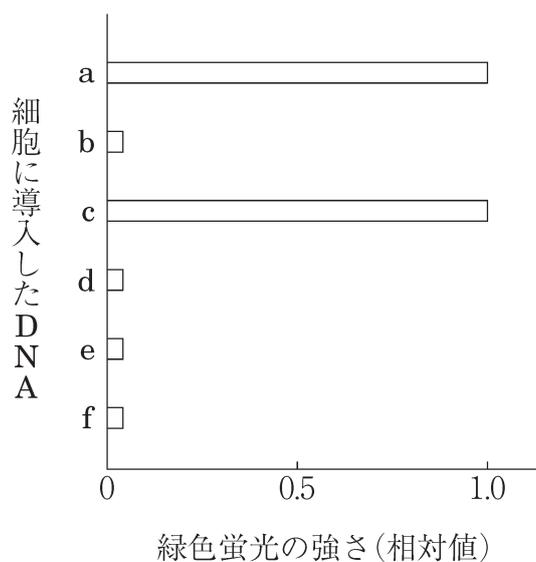


図 3

生 物

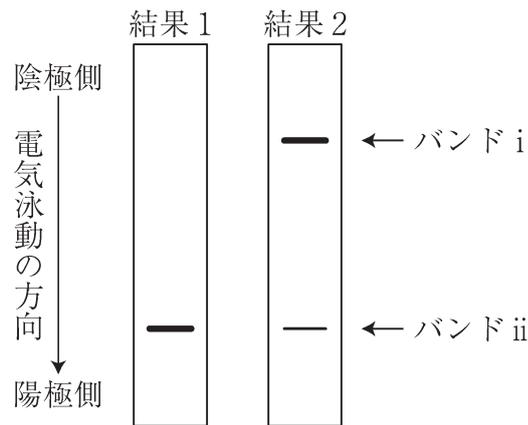


図 4

- (1) 文中の ～ に入る語句として、最も適切なものを選択肢①～⑨のうちから1つずつ選びなさい。ただし、同じ選択肢を何度使ってもよい。(解答番号 ～)

- | | | |
|-------------|-----------|----------|
| ① オペレーター | ② オペロン | ③ ヒストン |
| ④ 転写調節 | ⑤ 調節タンパク質 | ⑥ 大腸菌 |
| ⑦ ノックアウトマウス | ⑧ アメフラシ | ⑨ オワンクラゲ |

- (2) 図2と図3から判断して、遺伝子 *L1* がもつア～エの領域のうち、タンパク質 P が肝細胞内で合成されるために最も重要な領域と考えられるものとして、最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。
(解答番号)

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| ① ア | ② イ | ③ ウ | ④ エ |
|-----|-----|-----|-----|

生 物

- (3) 文中の下線部Aに関して、次の a~d のうち、図4のような結果が得られた電気泳動法の原理として正しい記述はどれか。その組み合わせとして、最も適切なものを選択肢①~④のうちから1つ選びなさい。

(解答番号

5

)

- a 大きな分子ほど移動速度が小さい。
- b 小さな分子ほど移動速度が小さい。
- c 泳動される分子は、負(-)の電荷をもつ。
- d 泳動される分子は、正(+)の電荷をもつ。

① a, c

② a, d

③ b, c

④ b, d

生 物

(4) 電気泳動の結果(図4)を考察した次の文中の(a)~(c)に入る語句の組み合わせとして、最も適切なものを選択肢①~⑧のうちから1つ選びなさい。

(解答番号

6

)

考察文

核抽出液中には、遺伝子(a)のもつ特定の塩基配列に結合して、タンパク質 P の発現を促進する因子が存在すると考えると、結果(b)が遺伝子 *L2* を用いた結果に相当し、バンド(c)の出現が、DNA の特定の塩基配列へのタンパク質 P の発現を促進する因子の結合を示す。

選択肢	a	b	c
①	<i>L1</i>	1	i
②	<i>L1</i>	1	ii
③	<i>L1</i>	2	i
④	<i>L1</i>	2	ii
⑤	<i>L2</i>	1	i
⑥	<i>L2</i>	1	ii
⑦	<i>L2</i>	2	i
⑧	<i>L2</i>	2	ii

生 物

問2 真核生物の遺伝情報の翻訳に関して、次の文章を読み、(1)~(3)に答えなさい。(解答番号 ~)

真核生物では、転写に必須の酵素は、複数のタンパク質からなる と複合体を形成することで転写を開始することができる。転写直後の mRNA には を転写した部分が含まれるため、これを取り除くスプライシングとよばれる過程が存在する。スプライシングには柔軟性があり、^Aある場合には翻訳される配列である となっている部分が、別の場合には切除されることもある。

(1) 文中の ~ に入る語句として、最も適切なものを選択肢①~⑦のうちから1つずつ選びなさい。ただし、同じ選択肢を何度使ってもよい。(解答番号 ~)

- | | | |
|----------|----------|-----------|
| ① プロモーター | ② 基本転写因子 | ③ 調節タンパク質 |
| ④ イントロン | ⑤ エキソン | ⑥ プライマー |
| ⑦ キアズマ | | |

生 物

- (2) 文中の下線部Aに関して、ある真核生物は、図5に模式的に示されるような遺伝子をもつ。A～Eは、アミノ酸配列の情報をもつ部分で、それらの間の灰色部分はアミノ酸配列の情報をもたない部分(文中の **8** に相当)である。また、Aには開始コドン、Eには終止コドンとして必ず利用される塩基配列が含まれている。このとき、図5中の遺伝子から合成することができる mRNA の最大の種類数として、最も適切なものを選択肢①～⑤のうちから1つ選びなさい。(解答番号 **10**)

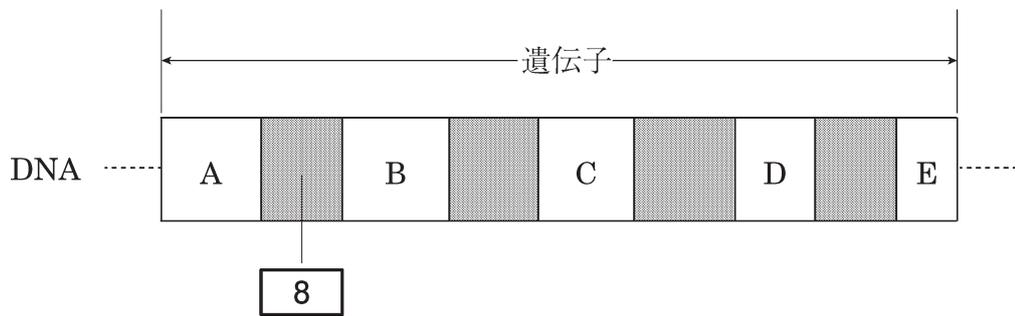


図5

- ① 2種類 ② 3種類 ③ 8種類
④ 15種類 ⑤ 16種類

生 物

- (3) DNA や mRNA を構成するヌクレオチド鎖には、方向性がある。次の a～e のうち、DNA と mRNA を構成するヌクレオチド鎖の方向性に関する正しい記述をすべて含む組み合わせとして、最も適切なものを選択肢 ①～⑮ のうちから 1 つずつ選びなさい。ただし、同じ選択肢を何度使ってもよい。(解答番号 ,)

DNA . . .

RNA . . .

- a リン酸側が 3' 末端側，糖側が 5' 末端側である。
- b 2 本鎖で構成され，その方向性は互いに逆向きになっている。
- c 転写の鋳型にならない側の鎖は，アンチセンス鎖とよばれる。
- d 塩基配列は，センス鎖のチミンをウラシルに変えたものと同じである。
- e 5' 末端側から 3' 末端側へ翻訳が進行する。

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ e
- ⑥ a, b ⑦ a, c ⑧ a, d ⑨ a, e ⑩ b, c
- ⑪ b, d ⑫ b, e ⑬ c, d ⑭ c, e ⑮ d, e

生 物

〔Ⅱ〕 生命現象と物質に関して、問1および問2に答えなさい。

(解答番号 ~) (33点)

問1 酵素と発酵に関して、次の文章を読み、(1)~(4)に答えなさい。

(解答番号 ~)

生体内のさまざまな化学反応は、酵素によって触媒されている。酵母によるアルコール発酵なども例外でない。図1は、アルコール発酵の過程を模式的に示したもので、図1中のYとY'は、反応過程ではたらく補酵素を示している。

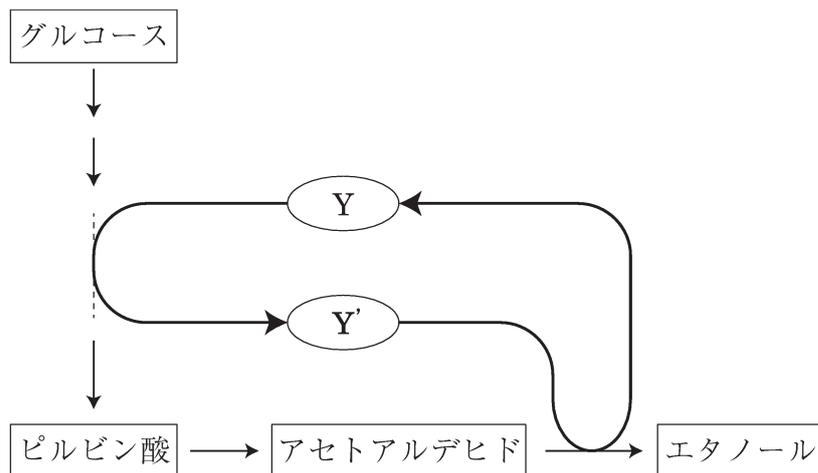


図1

生 物

- (1) 文中の下線部Aに関して、一定濃度の基質溶液に酵素を加えて反応を進行させ、時間経過に伴う生成物の量の変化を調べたものが、図2である。図2中のア～ウのうち、酵素－基質複合体濃度が最も高いものはどれか。また、反応速度が最も大きいものはどれか。最も適切なものを選択肢①～③のうちから1つずつ選びなさい。ただし、同じ選択肢を何度使ってもよい。(解答番号 13 , 14)

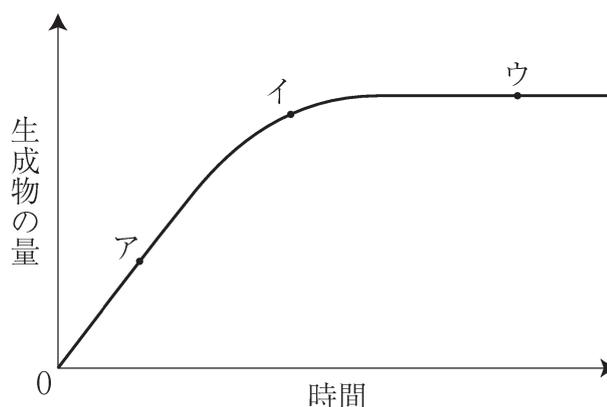


図2

酵素－基質複合体濃度・・・ 13
 反応速度・・・・・・・・・・・・ 14

- ① ア ② イ ③ ウ

- (2) 図1中のピルビン酸の化学式として、最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。(解答番号 15)

- ① $C_6H_{12}O_6$ ② $C_3H_4O_3$ ③ $C_3H_6O_3$ ④ C_2H_5OH

生 物

(3) 図 1 中の Y と Y' の正しい組み合わせとして、最も適切なものを選択肢

①～⑥のうちから 1 つ選びなさい。(解答番号

16

)

選択肢	Y	Y'
①	NAD^+	NADH
②	NADH	NAD^+
③	NADP^+	NADPH
④	NADPH	NADP^+
⑤	FAD	FADH_2
⑥	FADH_2	FAD

生 物

- (4) 図1には、ATPの出入りや、気体の出入りについては示されていない。示すべき内容として最も適切なものを、それぞれの選択肢①～④のうちから1つずつ選びなさい。(解答番号 ,)

ATPの出入り・・・

気体の出入り・・・

「ATPの出入り」についての選択肢

- ① グルコースからピルビン酸になる過程で、ATPの消費だけが起こる。
- ② グルコースからピルビン酸になる過程で、ATPの合成だけが起こる。
- ③ グルコースからピルビン酸になる過程で、まずATPが消費されて、その後ATPの合成が起こる。
- ④ グルコースからピルビン酸になる過程で、まずATPが合成されて、その後ATPの消費が起こる。

「気体の出入り」についての選択肢

- ① ピルビン酸からアセトアルデヒドになる過程で、CO₂の吸収が起こる。
- ② ピルビン酸からアセトアルデヒドになる過程で、CO₂の放出が起こる。
- ③ アセトアルデヒドからエタノールになる過程で、CO₂の吸収が起こる。
- ④ アセトアルデヒドからエタノールになる過程で、CO₂の放出が起こる。

生 物

問2 タンパク質の構造やはたらきに関して、次の文章を読み、(1)~(3)に答えなさい。(解答番号 ~)

タンパク質は、多数のアミノ酸が で連なったポリペプチドからなり、この配列を一次構造という。ポリペプチドにおいては、 によって、二次構造として、らせん状の やびょうぶ状に折れ曲がったシート状の構造が狭い範囲での立体構造を構築する。さらに広い、分子全体の立体構造の構築には というアミノ酸どうしのジスルフィド結合(S-S結合)などが関係し、このような立体構造は とよばれる。

(1) 文中の ~ に入る語句として、最も適切なものを選択肢①~⑬のうちから1つずつ選びなさい。ただし、同じ選択肢を何度使ってもよい。(解答番号 ~)

- | | |
|-----------------|--------------------|
| ① 水素結合 | ② 高エネルギーリン酸結合 |
| ③ ペプチド結合 | ④ α ヘリックス構造 |
| ⑤ β シート構造 | ⑥ 一次構造 |
| ⑦ 二次構造 | ⑧ 三次構造 |
| ⑨ 四次構造 | ⑩ グリシン |
| ⑪ チロシン | ⑫ メチオニン |
| ⑬ システイン | |

生 物

- (2) タンパク質は高温のような環境に置くことで、タンパク質の構造やはたらきが失われることがある。このときに起こると考えられる現象についての説明として、最も適切なものを選択肢①～⑤のうちから1つ選びなさい。

(解答番号

24

)

- ① 構成するアミノ酸の側鎖が、ほかのものに置き変わる。
- ② タンパク質に含まれる金属イオンが別の金属に置き換わる。
- ③ フォールディングを補助する別のタンパク質が急速に合成される。
- ④ シャペロンが分解されて減少する。
- ⑤ タンパク質が分解され、脂質が構築される。

- (3) タンパク質を構成する元素として、誤っているものを選択肢①～⑤のうちから1つ選びなさい。(解答番号

25

)

- ① 炭 素 ② 酸 素 ③ 水 素
- ④ 窒 素 ⑤ リ ン

生 物

〔Ⅲ〕 生態系に関して、問に答えなさい。(解答番号 26 ~ 31)(16点)

問 生態系に関して、次の文章を読み、(1)~(5)に答えなさい。

(解答番号 26 ~ 31)

生態系は台風、山火事などによって 26 を受けても、もとの状態に戻ろうとする性質をもつ。図1、図2は、河川の上流に有機物を含む汚水が流入したときに、水が下流に流れていく過程で、もとの状態に戻る 27 のはたらしきを模式的に示したものである。

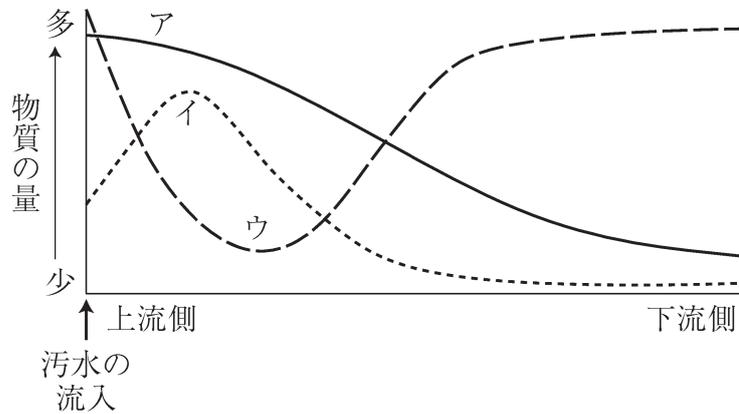


図1

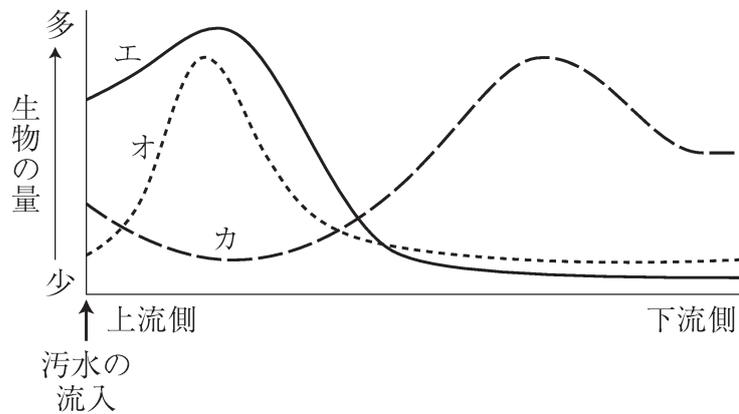


図2

生 物

(1) 文中の 26 , 27 に入る語句として、最も適切なものを選択肢①～⑧のうちから1つずつ選びなさい。ただし、同じ選択肢を何度使ってもよい。(解答番号 26 , 27)

- | | | |
|------------|----------|--------|
| ① 環境アセスメント | ② 環境形成作用 | ③ 間接効果 |
| ④ 栄養段階 | ⑤ 富栄養化 | ⑥ 自然浄化 |
| ⑦ かく乱 | ⑧ 作用 | |

(2) 図1中のア～ウが示すものは、それぞれ何か。正しい組み合わせとして、最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから1つ選びなさい。なお、BODは、生化学的酸素要求量のこと、微生物が水中の有機物を分解するときに必要な酸素量のことである。(解答番号 28)

選択肢	ア	イ	ウ
①	BOD	NH_4^+ (栄養塩類)	O_2
②	BOD	O_2	NH_4^+ (栄養塩類)
③	NH_4^+ (栄養塩類)	BOD	O_2
④	NH_4^+ (栄養塩類)	O_2	BOD
⑤	O_2	NH_4^+ (栄養塩類)	BOD
⑥	O_2	BOD	NH_4^+ (栄養塩類)

生 物

- (3) 図2中のエ～カが示すものは、それぞれ何か。正しい組み合わせとして、最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから1つ選びなさい。

(解答番号 29)

選択肢	エ	オ	カ
①	細菌	イトミミズ	藻類
②	細菌	藻類	イトミミズ
③	イトミミズ	細菌	藻類
④	イトミミズ	藻類	細菌
⑤	藻類	細菌	イトミミズ
⑥	藻類	イトミミズ	細菌

- (4) 図1中のウがいったん減少した後に増加する理由として、最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。(解答番号 30)

- ① 藻類の異化で消費されたが、細菌の同化で放出された。
- ② 藻類の同化で消費されたが、細菌の異化で放出された。
- ③ 細菌の異化で消費されたが、藻類の同化で放出された。
- ④ 細菌の同化で消費されたが、藻類の異化で放出された。

- (5) 図2中のカがいったん増加した後に減少する理由として、最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。(解答番号 31)

- ① 水の透明度が、低下した後に上昇した。
- ② 水の透明度が、上昇した後に低下した。
- ③ 栄養塩類濃度が、低下した後に上昇した。
- ④ 栄養塩類濃度が、上昇した後に低下した。

〔Ⅳ〕 生体膜に関して、問に答えなさい。(解答番号 32 ~ 37) (17点)

問 生体膜の構造とはたらきに関して、次の文章を読み、(1)~(5)に答えなさい。

(解答番号 32 ~ 37)

細胞膜をはじめとする生体膜は、32 を主成分としている。生体膜には多種類のタンパク質がモザイク状に分布しており、各種の生体膜にそれぞれの特性を与えている。ヒトの赤血球は33 に由来する細胞で、細胞膜以外の生体膜をもたないために生体膜の性質を調べるのに都合がよい。

採取した赤血球を 4℃ の生理的塩類溶液中に数日間放置したところ、赤血球内の K^+ 濃度が低下した(図 1 中のア)。次に 37℃ に温度を上昇させると赤血球内の K^+ 濃度は上昇した(イ)が、しばらく経つと減少に転じた(ウ)。そこで生理的塩類溶液に37 を添加したところ、赤血球内の K^+ 濃度は再び上昇した(エ)。なお、生理的塩類溶液は、ヒトの体液と類似した塩類濃度の水溶液である。また、図 1 中の37 は、文中の37 と同じものである。

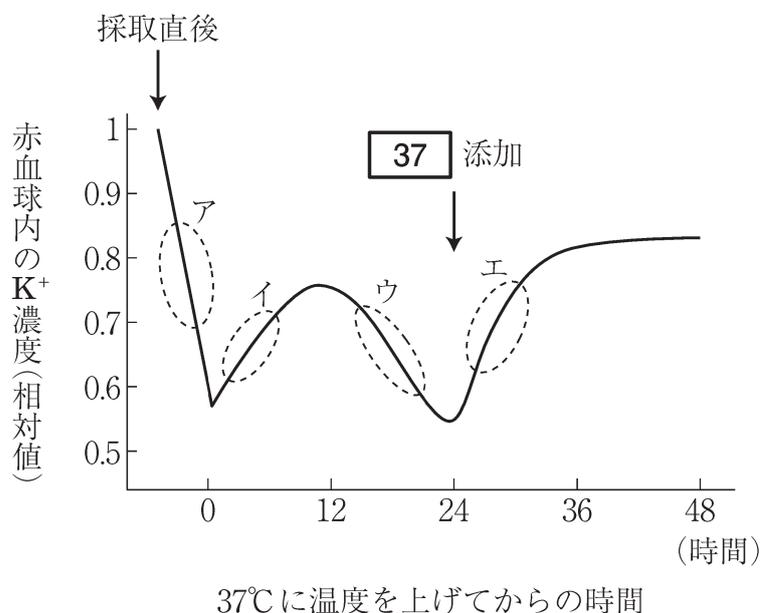


図 1

生 物

(1) 文中の **32** , **33** に入る語句として, 最も適切なものを選択肢①~⑧のうちから1つずつ選びなさい。ただし, 同じ選択肢を何度使ってもよい。(解答番号 **32** , **33**)

- | | | |
|---------|--------|---------|
| ① 炭水化物 | ② アミノ酸 | ③ リン酸 |
| ④ リン脂質 | ⑤ ES細胞 | ⑥ iPS細胞 |
| ⑦ 造血幹細胞 | ⑧ 単球 | |

(2) 図1中のアの範囲で起こった現象についての説明として, 最も適切なものを選択肢①~④のうちから1つ選びなさい。(解答番号 **34**)

- ① チャネルのはたらきはほとんど変化しなかったが, ポンプのはたらきは上昇した。
- ② チャネルのはたらきはほとんど変化しなかったが, ポンプのはたらきは低下した。
- ③ ポンプのはたらきはほとんど変化しなかったが, チャネルのはたらきは上昇した。
- ④ ポンプのはたらきはほとんど変化しなかったが, チャネルのはたらきは低下した。

(3) 図1中のイの範囲での赤血球内の Na^+ 濃度についての説明として, 最も適切なものを選択肢①~③のうちから1つ選びなさい。
(解答番号 **35**)

- ① 時間経過に伴い低下している。
- ② 時間経過に伴い上昇している。
- ③ ほとんど変化しない。

生 物

(4) 図1中のウの範囲で起こった現象についての説明として、最も適切なものを選択肢①～⑤のうちから1つ選びなさい。(解答番号 36)

- ① チャネルやポンプの劣化が起こった。
- ② チャネルがはたらくためのエネルギー物質が枯渇した。
- ③ チャネルがはたらくためのイオンの濃度勾配が低下した。
- ④ ポンプがはたらくためのエネルギー物質が枯渇した。
- ⑤ ポンプがはたらくためのイオンの濃度勾配が低下した。

(5) 文中の 37 を生理的塩類溶液に添加することで、図1中のエの範囲での K^+ 濃度の上昇が起こったと考えられる。37 に入る語句として、最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから1つ選びなさい。なお、ATPは細胞膜に対して透過性はない。(解答番号 37)

- ① ATP
- ② NaCl
- ③ チャネルの情報をもつ mRNA
- ④ ポンプの情報をもつ mRNA
- ⑤ グリコーゲン
- ⑥ グルコース