

# 生 物

(解答番号  ~ )

〔 I 〕 タンパク質のはたらきに関して、問に答えなさい。

(解答番号  ~ ) (19点)

問 情報の受容とその伝達にはたらくタンパク質に関して、次の文章を読み、

(1)~(3)に答えなさい。(解答番号  ~ )

情報伝達物質 X(以下、X)は、標的細胞の遺伝子発現に影響を与える因子である。Xは  の物質であるため、細胞膜を透過することができない。そのため、図1に示すようにXの標的細胞では、Xの受容体(以下、受容体X)は細胞膜上に存在している。Xが受容体Xの細胞膜外の領域に結合すると、受容体Xは2量体(2つの受容体Xが結びついた構造)を形成するようになって、細胞内の領域にはATPが結合する。このとき、受容体Xがもつリン酸化酵素活性が上昇し、受容体X自身のアミノ酸残基の一部がリン酸化される。その作用の結果、細胞内に別の情報伝達物質、すなわち  がつくられて最終的には核内へ情報が伝えられる。それを受けて核内では、X応答性の遺伝子発現が引き起こされていく。

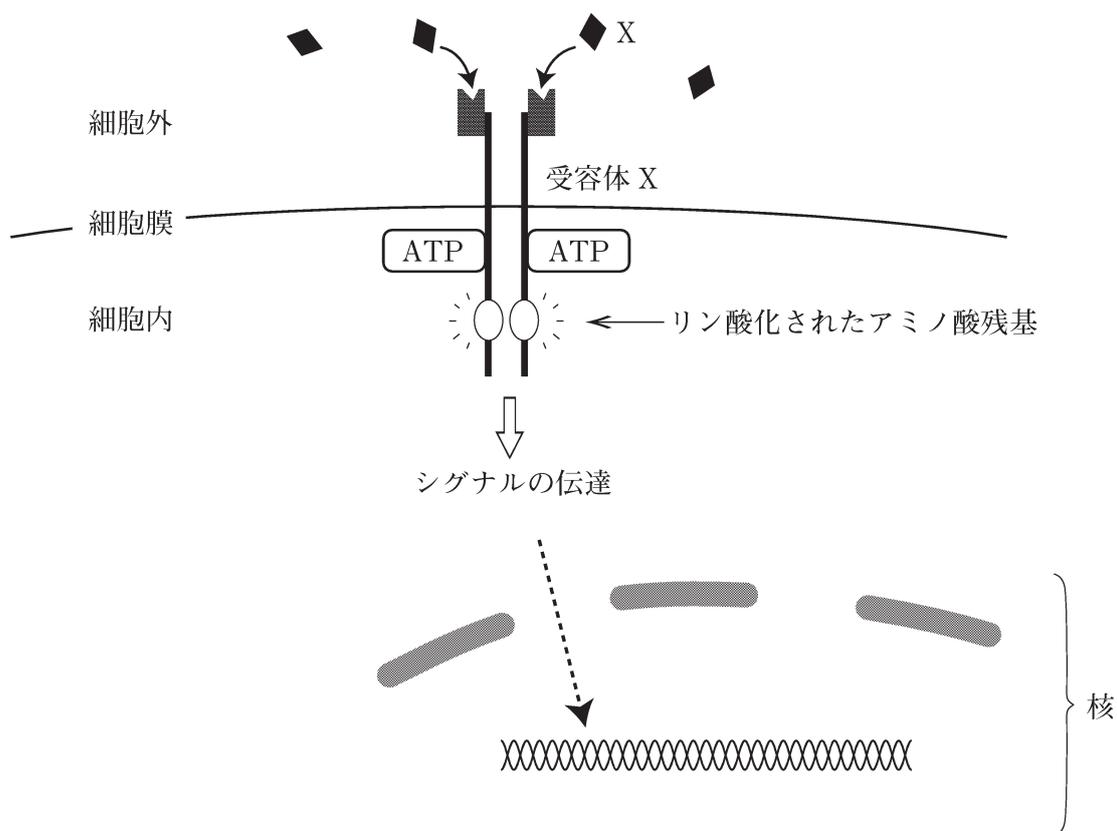


図 1

(1) 文中の  ,  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  ,  )

- |               |          |
|---------------|----------|
| ① 脂溶性         | ② 水溶性    |
| ③ 塩基性         | ④ 酸性     |
| ⑤ ホルモン        | ⑥ 神経伝達物質 |
| ⑦ セカンドメッセンジャー | ⑧ オペレーター |

## 生 物

(2) X 応答性の遺伝子発現は、最初に発現する遺伝子  $P$  と、遺伝子  $P$  の遺伝情報にもとづいて合成されるタンパク質  $P$  の合成に遅れて発現する遺伝子  $Q$  がある。X の標的細胞に X を作用させる際、翻訳阻害剤 I を加えておくと、遺伝子  $P$  の転写が確認されたのに対して、遺伝子  $Q$  の転写は起こらなかった。これらの事実から判断される、X による 2 つの遺伝子に対する発現調節のしくみについて、どのようなことが考えられるか。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 

3
---

)

- ① タンパク質  $P$  は、遺伝子  $Q$  の発現を抑制する転写調節因子である。
- ② タンパク質  $P$  は、遺伝子  $Q$  の発現を促進する転写調節因子である。
- ③ 遺伝子  $Q$  の遺伝情報にもとづいて合成されるタンパク質  $Q$  は、遺伝子  $P$  の発現に必須である。
- ④ 遺伝子  $Q$  の遺伝情報にもとづいて合成されるタンパク質  $Q$  は、遺伝子  $P$  の発現を抑制する。

## 生 物

- (3) Xや受容体Xの実体はタンパク質である。タンパク質を構成する物質およびタンパク質の構造に関して、それぞれのa~cのうち、正しい記述をすべて含む組み合わせとして、最も適切なものをそれぞれの選択肢①~⑦のうちから1つずつ選びなさい。(解答番号  , )

タンパク質を構成する物質・・・

- a タンパク質を構成するのは、20種類のアミノ酸である。
- b 側鎖には、水になじみにくい性質をもつもの、水になじみやすい性質をもつものなどがある。
- c 構成元素として、炭素、水素、酸素、窒素だけを含んでいる。

- ① a                      ② b                      ③ c                      ④ a, b
- ⑤ a, c                    ⑥ b, c                    ⑦ a, b, c

タンパク質の構造・・・

- a すべてのものが四次構造をもつ。
- b 多数の基本単位がペプチド結合によって連なっている。
- c  $\alpha$ ヘリックス構造の形成には、水素結合が関係する。

- ① a                      ② b                      ③ c                      ④ a, b
- ⑤ a, c                    ⑥ b, c                    ⑦ a, b, c

# 生 物

〔Ⅱ〕 動物の発生に関して、問に答えなさい。(解答番号 6 ～ 11) (14点)

問 両生類の発生に関して、次の文章を読み、(1)～(4)に答えなさい。

(解答番号 6 ～ 11)

両生類の発生過程では、誘導が連鎖的に起こることがよく知られている。図1は、その代表的な事例である、イモリの眼の形成過程における誘導の連鎖の様子を示したものである。

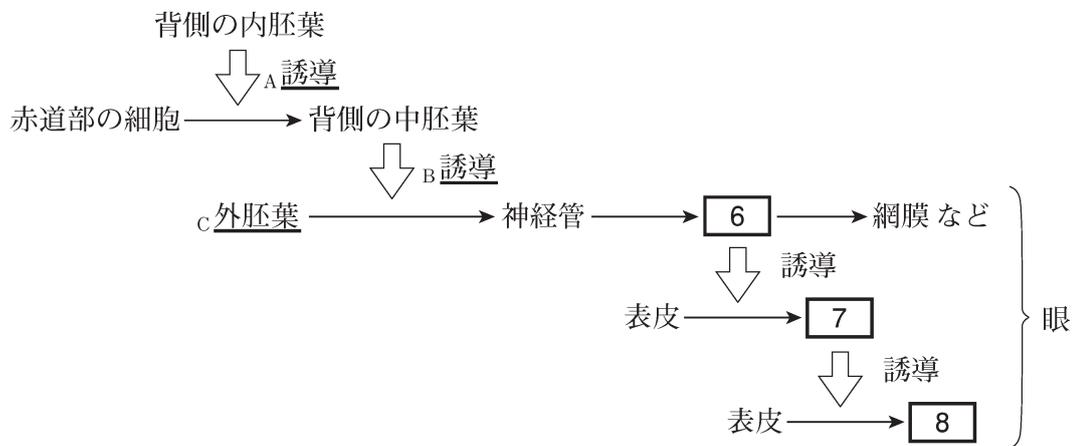


図1

(1) 図1中の 6 ～ 8 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 6 ～ 8)

- |         |          |       |
|---------|----------|-------|
| ① 角 膜   | ② 水晶体    | ③ 神経板 |
| ④ 原口背唇部 | ⑤ 眼胞, 眼杯 | ⑥ 内胚葉 |
| ⑦ 脊 索   |          |       |

## 生 物

(2) 図1中の下線部Aに関して、この誘導は実際にはどの発生段階にある胚で起こっているか。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 )

- ① 16細胞期                      ② 胞胚期                      ③ 原腸胚期  
④ 神経胚期                      ⑤ 尾芽胚期

(3) 図1中の下線部Bに関して、この誘導は最も初期に見出されたもので、当初、形成体という名称は、背側の中胚葉に与えられたものであった。この誘導を見出した研究者として、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 )

- ① フォークト                      ② シュペーマン                      ③ ニューコープ  
④ 山中伸弥                      ⑤ 利根川進

(4) 図1中の下線部Cに関して、外胚葉から分化する組織・器官の組み合わせとして、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 )

- ① 肝臓, 腎臓                      ② 骨格筋, 脊椎骨  
③ 脊髄, 表皮                      ④ 小腸上皮, 口腔上皮  
⑤ 心臓, 血球                      ⑥ すい臓, ぼうこう

# 生物

〔Ⅲ〕 ヒトの体内環境の調節に関して、問1および問2に答えなさい。

(解答番号 12 ~ 23 )(34点)

問1 ヒトにおける血糖濃度の調節に関して、次の文章を読み、(1)~(3)に答えなさい。(解答番号 12 ~ 21 )

ヒトの血糖濃度は、運動時や空腹時には低下し、食後には上昇するが、ほぼ一定の範囲内に維持されている。これには、内分泌系と自律神経系の密接な協調作用がはたらく。図1は、ヒトの血糖濃度の調節のしくみを模式的に示したものである。

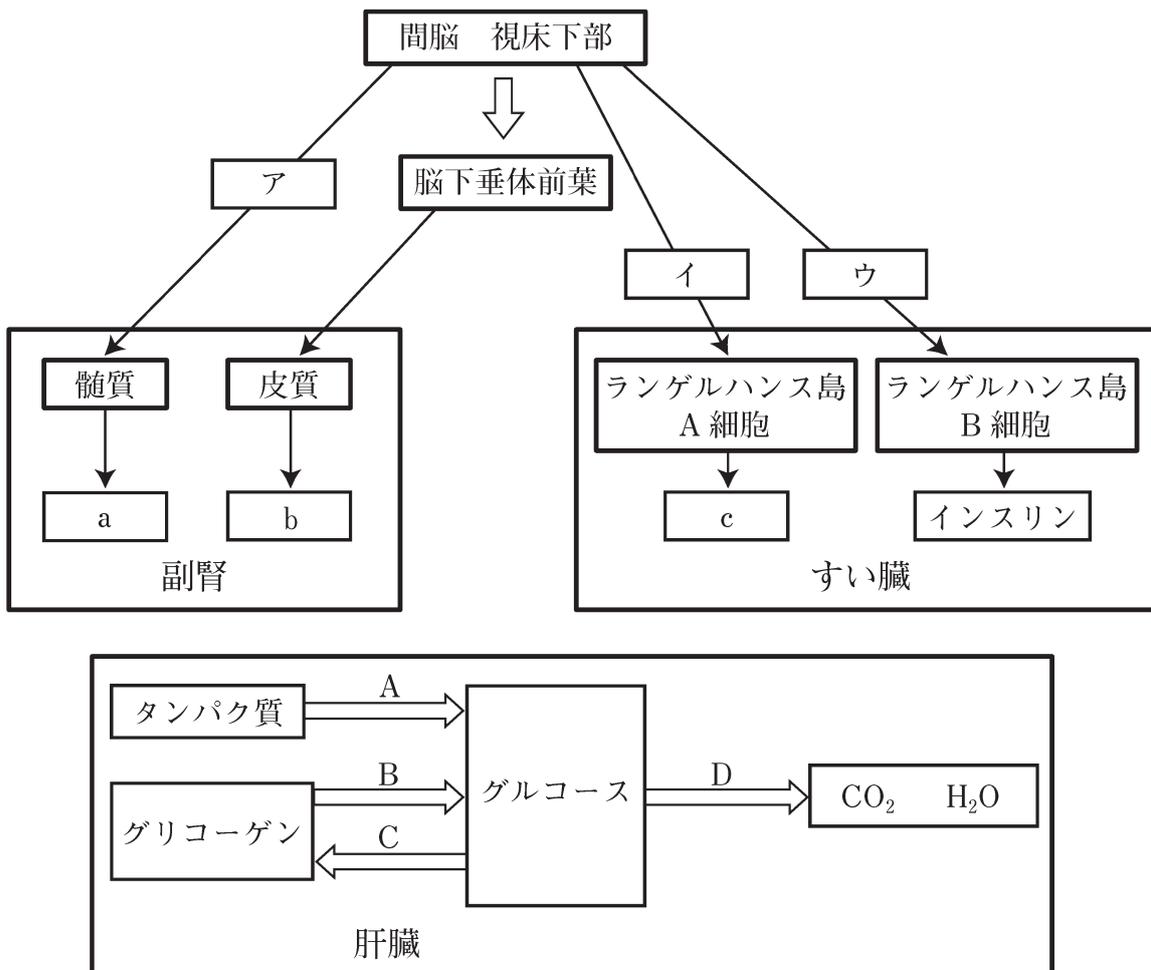


図1

## 生 物

- (1) 図1中のア～ウの神経の種類として、最も適切なものを選択肢①～⑤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  ～  )

ア・・・   
イ・・・   
ウ・・・

- ① 感覚神経                      ② 運動神経                      ③ 体性神経  
④ 交感神経                      ⑤ 副交感神経

- (2) 図1中のa～cのホルモンの名称として、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  ～  )

a・・・   
b・・・   
c・・・

- ① アセチルコリン                      ② アドレナリン  
③ 糖質コルチコイド                      ④ 鉱質コルチコイド  
⑤ パラトルモン                      ⑥ チロキシン  
⑦ グルカゴン

## 生 物

(3) 図1中のA~Dのうち、a~cのホルモンおよびインスリンが促進するはたらき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①~⑧のうちから1つずつ選びなさい。ただし、血糖濃度の低下や上昇に関する直接的なはたらきだけを考えること。なお、同じ選択肢を何度使ってもよい。(解答番号  ~ )

a . . .   
b . . .   
c . . .   
インスリン . . .

- ① A                      ② B                      ③ C                      ④ D  
⑤ A, B                    ⑥ B, C                    ⑦ B, D                    ⑧ C, D

問2 ヒトにおけるインスリンの分泌調節とはたらきに関して、次の文章を読み、(1)および(2)に答えなさい。(解答番号 22 , 23 )

インスリンによる血糖濃度の調節には、細胞がもつグルコース輸送体 I およびグルコース輸送体 II が関係している。インスリン分泌細胞であるすい臓のランゲルハンス島 B 細胞がもつグルコース輸送体 I と、インスリンの標的細胞がもつグルコース輸送体 II について、血糖濃度の調節における役割を調べる実験 1、実験 2 を行った。

実験 1 すい臓のランゲルハンス島 B 細胞の野生型細胞(正常)と変異型細胞 I (グルコース輸送体 I が機能しない)を培養して、培養液中のグルコース濃度を変化させたときの細胞内へのグルコース取り込み速度を調べた(図 2)。また、このときの B 細胞によるインスリン生産量を調べた(図 3)。

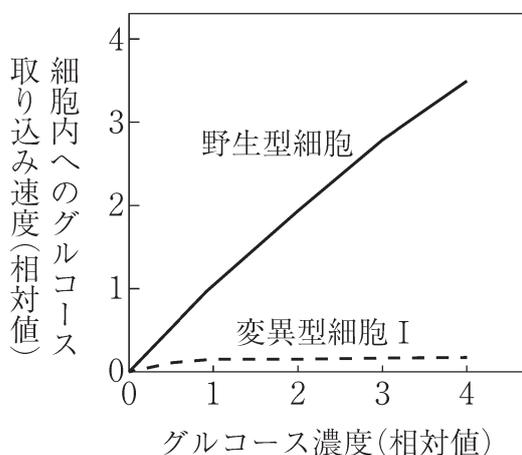


図 2

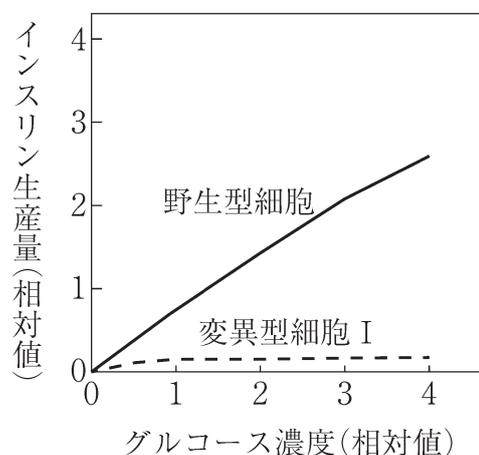


図 3

# 生物

実験2 インスリンの標的細胞の野生型細胞(正常)と変異型細胞Ⅱ(グルコース輸送体Ⅱが機能しない)を培養して、インスリン添加によるグルコース輸送体Ⅱの細胞内分布を調べた(図4)。また、このときのインスリンの標的細胞内へのグルコース取り込み量を調べた(表1)。

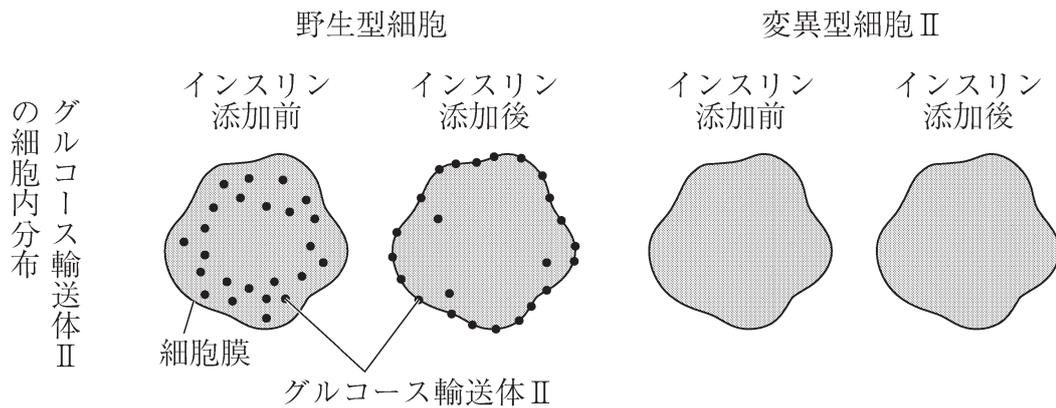


図4

表1

	インスリン添加前	インスリン添加後
野生型細胞	±	++
変異型細胞Ⅱ	±	±

±：グルコースの取り込みがほとんど起こらない。

++：グルコースの取り込みが高レベルで起こる。

## 生 物

(1) 実験1より，ランゲルハンス島B細胞からのインスリンの分泌調節のしくみについて考えられることとして，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 22)

- ① グルコースが濃度勾配に逆らって能動的に細胞内に取り込まれると，インスリンが分泌される。
- ② グルコースが濃度勾配に従って受動的に細胞内に取り込まれると，インスリンが分泌される。
- ③ グルコース輸送体Iは，インスリンの分泌には関係しない。
- ④ インスリンの分泌は，自律神経系による調節だけを受けている。
- ⑤ インスリンの分泌には，刺激ホルモンによる調節も関係している。

(2) 実験2より，インスリンの作用やその作用のしくみについて考えられることとして，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 23)

- ① グルコースが細胞内に取り込まれると，グルコース輸送体IIが細胞膜上に移動して，インスリン感受性が上昇する。
- ② グルコースが細胞外へ放出されると，グルコース輸送体IIが細胞膜上から消失して，インスリン感受性が低下する。
- ③ インスリンは，グルコース輸送体IIのはたらきを阻害するように作用する。
- ④ インスリンを受容すると，グルコース輸送体IIが細胞膜上に移動して，細胞内へグルコースが多く取り込まれるようになる。
- ⑤ インスリンを受容すると，グルコース輸送体IIが細胞膜上から消失して，細胞外へグルコースが多く放出されるようになる。

## 生 物

〔Ⅳ〕 細胞分裂と DNA の複製に関して、問 1 および問 2 に答えなさい。

(解答番号  ～ ) (33点)

問 1 細胞分裂に関して、次の文章を読み、(1)～(4)に答えなさい。

(解答番号  ～ )

非同調的に<sup>A</sup>体細胞分裂を繰り返しているが、細胞周期 1 周に要する時間が同じである細胞集団がある。この細胞集団の培養培地に DNA 合成の材料となる放射性物質を短時間だけ与えた。この放射性物質は S 期 (DNA 合成期) にある細胞に取り込まれる。その後、放射性物質を与えない通常の培地で培養を続け、M 期 (分裂期) にある細胞のうちの放射性物質を取り込んだ標識細胞の割合 (%) を調べた結果が、図 1 である。

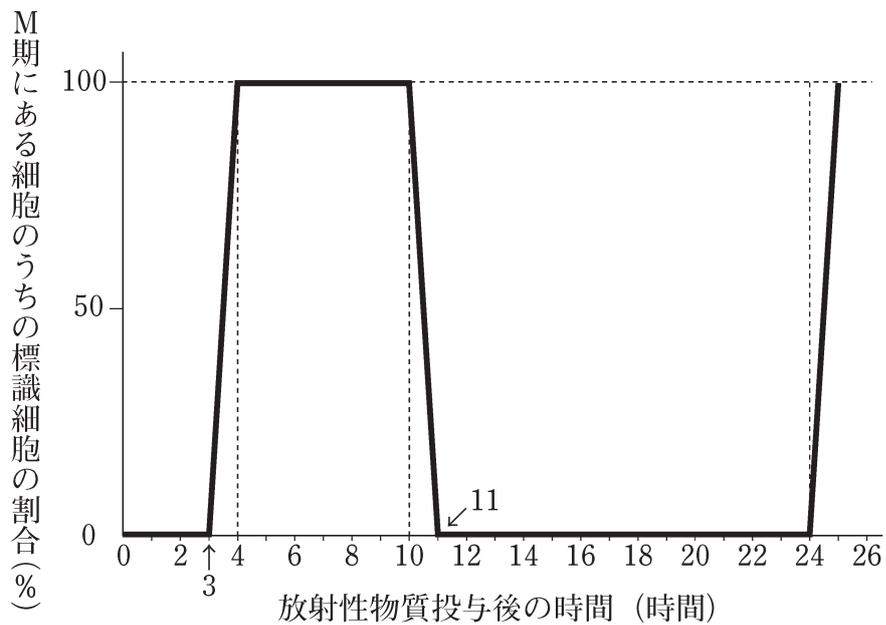


図 1

## 生 物

- (1) 文中の下線部Aに関して、ヒトの体細胞分裂の過程に関する記述として、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 前期には、相同染色体が対合して二価染色体が形成される。
- ② 中期には、相同染色体の間で乗換えが起こっている様子が観察される。
- ③ 後期には、紡錘糸に引かれるようにして染色体が両極へ移動する。
- ④ 終期には、細胞板が形成されて細胞質分裂が起こる。

- (2) 図1から考えられる、 $G_2$ 期(分裂準備期)とM期に要する時間として、最も適切なものを選択肢①～⑤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 , )

$G_2$ 期・・・

M期・・・

- ① 1時間    ② 2時間    ③ 3時間    ④ 4時間    ⑤ 5時間

- (3) 図1および(2)の結果から考えられる、S期に要する時間と細胞周期1週に要する時間として、最も適切なものを選択肢①～⑤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 , )

S期・・・

細胞周期・・・

- ① 7時間    ② 9時間    ③ 11時間    ④ 21時間    ⑤ 24時間

## 生 物

(4) 図1および(2), (3)の結果から考えられる,  $G_1$ 期(DNA合成準備期)に要する時間として, 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 

29
----

)

- ① 8時間      ② 10時間      ③ 11時間      ④ 21時間      ⑤ 24時間

問2 DNAの複製に関して、次の文章を読み、(1)~(4)に答えなさい。

(解答番号 30 ~ 36)

DNAの複製は、DNA分子中にある複製起点からはじまる。図2は、1つの複製起点からDNA合成が進行している様子を模式的に示したものである。このとき、2本鎖DNAを両方向に開裂させる酵素は 30 である。また、DNAの複製において、新しいヌクレオチド鎖を伸長させるのに中心的にはたらく酵素は 31 である。31 は、新しく合成されるDNAのヌクレオチド鎖を伸長させることができる。DNAの複製の過程では、32 とよばれる短い1本鎖DNAが一時的に形成されるが、これを連結させる酵素が 33 である。

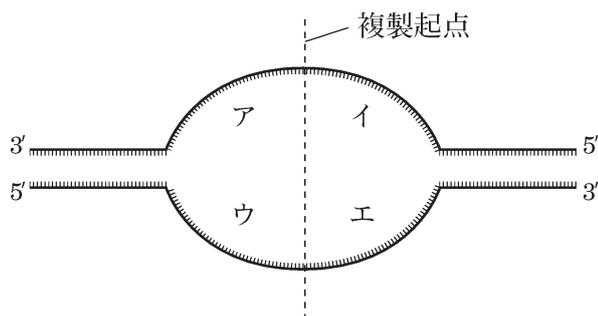


図2

## 生 物

- (1) 文中の **30** ～ **33** 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 **30** ～ **33**)

- |              |              |
|--------------|--------------|
| ① DNA ポリメラーゼ | ② RNA ポリメラーゼ |
| ③ 制限酵素       | ④ DNA ヘリカーゼ  |
| ⑤ DNA リガーゼ   | ⑥ リーディング鎖    |
| ⑦ ラギング鎖      | ⑧ 岡崎フラグメント   |
| ⑨ プライマー      |              |

- (2) 文中の下線部Bに関して、次の a～d は、細胞の種類による DNA やそこに存在する複製起点の数の違いに関する記述である。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①～⑧のうちから1つ選びなさい。(解答番号 **34**)

- a 原核細胞は1分子の環状 DNA に1つの複製起点をもつ。
- b 原核細胞は1分子の線状 DNA に複数の複製起点をもつ。
- c 真核細胞は1分子の環状 DNA に1つの複製起点をもつ。
- d 真核細胞は1分子の線状 DNA に複数の複製起点をもつ。

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

## 生 物

(3) 文中の下線部Cに関して、新しく合成される DNA のヌクレオチド鎖の伸長する方向として、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 5' 末端側から 3' 末端側の方向
- ② 3' 末端側から 5' 末端側の方向
- ③ 5' 末端側から 3' 末端側の方向と 3' 末端側から 5' 末端側の方向の両方の方向

(4) 文中の下線部Dに関して、図2中のア～エのうち、短い1本鎖 DNA が形成され、これが連結されることで不連続に複製される領域の組み合わせとして、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 

36
----

)

- |        |        |        |
|--------|--------|--------|
| ① ア, イ | ② ア, ウ | ③ ア, エ |
| ④ イ, ウ | ⑤ イ, エ | ⑥ ウ, エ |