





平成 28 年度入学試験問題

理 科

注 意 事 項

1. 指示があるまで、この冊子の中を見てはいけません。
2. 生物、物理、化学の中から2科目選択しなさい。
3. 1科目につき1枚の解答用紙を使用しなさい。なお、解答用紙(2枚)は、各科目に共通です。
4. 各解答用紙には解答欄の他に次の記入欄があるので、正確に記入しなさい。
  - ① 氏名欄……………氏名を記入しなさい。
  - ② 受験番号欄……………受験番号(6桁の数字)を記入し、受験番号をマーク欄に必ずマークしなさい。
  - ③ 解答科目欄……………解答する科目名を記述欄に必ず記入し、当該科目の下のマーク欄に必ずマークしなさい。
5. マークにはHBの鉛筆を使用し、次の例のように、濃く正しくマークしなさい。

良い例……………

悪い例……………  
- 正確にマークされていない場合、採点できないことがあります。
6. 解答上の注意が問題毎に指示されている場合があります。注意して下さい。
7. 答を修正する場合は必ず「プラスチック製消しゴム」で完全に消し、消しくずを解答用紙上に残してはいけません。
8. この冊子の余白を計算、下書きに用いてかまいません。
9. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰りなさい。
10. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどに気がついた場合は、手を上げて申し出なさい。
11. 試験中に質問がある場合は、手をあげて申し出なさい。
12. 中途退場は認めません。
13. この冊子は、全部で34ページです。生物、物理、化学の順になっています。

目 次

生 物	1～10 ページ(問題 I～III)
物 理	11～24 ページ(問題 I～IV)
化 学	25～34 ページ(問題 I～III)

# 生 物

I 以下のA～Bの文章を読み、問1～8に答えよ。

A 生物が酸素を用いてグルコースを分解しATPを合成するしくみは呼吸と呼ばれ、真核生物の場合、解糖系、クエン酸回路、電子伝達系の3つの過程から成り立っている。解糖系では呼吸基質がピルビン酸まで分解される。グルコース1分子が解糖系によって分解される場合、ア分子のNADHが生じる。またATPは最初にイ分子が消費され、その後ウ分子が生成される。図1に示すように、解糖系によって生成されたピルビン酸は、アセチル CoA に変換されてクエン酸回路に入る。この反応の過程で、脱水素酵素や脱炭酸酵素の働きによって二酸化炭素が放出される。<sup>(a)</sup> 解糖系、クエン酸回路で生じた水素は、還元型補酵素であるエによって電子伝達系へ運ばれ、電子と $H^+$ に分かれる。そして電子の伝達によってミトコンドリア内膜を挟んで、 $H^+$ の濃度勾配が作られる。その濃度勾配を利用して、最終的にATP合成酵素がATPを産生する。

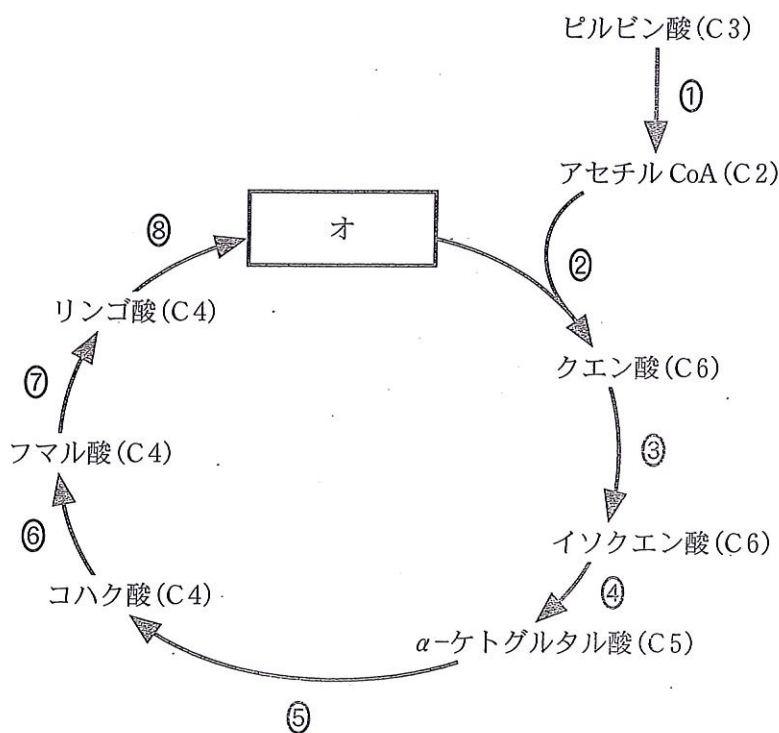


図1

問 1  ~  に当てはまる数字を①~⑨から答えよ。例えば答えが1分子の場合は、 分子とせよ。

分子       分子       分子

問 2  に当てはまる物質を①~⑨からすべて選べ。

- |                     |        |         |
|---------------------|--------|---------|
| ① ADP               | ② ATP  | ③ FAD   |
| ④ FADH <sub>2</sub> | ⑤ GDP  | ⑥ GTP   |
| ⑦ NAD <sup>+</sup>  | ⑧ NADH | ⑨ NADPH |

問 3 図 1 の  に入る適切な物質を①~⑤から選べ。

- |          |                       |
|----------|-----------------------|
| ① オキサロ酢酸 | ② グリセルアルデヒドリン酸        |
| ③ グルタミン酸 | ④ ホスホグリセリン酸      ⑤ 乳酸 |

問 4 下線部 (a) に関して、二酸化炭素が生成される過程を図 1 の反応①~⑧からすべて選べ。

問 5 50 g のグルコースが、下記の式であらわされる呼吸によって完全に分解されたとすると、次の(1)~(4)の値を答えよ。ただし、原子量は H = 1, C = 12, O = 16 とする。小数点以下の値がある場合は四捨五入して答えよ。例えば、答えが 1.3 の場合は   とし、10 の場合は   とせよ。



- |               |  |
|---------------|--|
| (1) 消費された酸素   | <input type="text" value="キ"/> <input type="text" value="ク"/> g  |
| (2) 発生した二酸化炭素 | <input type="text" value="ケ"/> <input type="text" value="コ"/> g  |
| (3) 生成した ATP  | <input type="text" value="サ"/> <input type="text" value="シ"/> モル |
| (4) 呼吸商       | <input type="text" value="ス"/> <input type="text" value="セ"/>    |

問 6 呼吸に関して適切な記述を①~⑤から 3 つ選べ。

- ① 電子伝達系では、水が消費されて ATP が合成される。
- ② ミトコンドリアのマトリックス内でも ATP が合成される。
- ③ タンパク質が呼吸基質になる場合、β酸化を受け、アセチル CoA となる。
- ④ 解糖系においてグルコースがピルビン酸に分解される際、酸素は必要ない。
- ⑤ 脂肪が呼吸基質になる場合、加水分解によって脂肪酸とグリセリンが生じる。



B 呼吸の過程で生成されるアセチル CoA は、神経伝達物質であるアセチルコリン合成の材料にもなっている。

問 7 自律神経末端から分泌されるアセチルコリンは、各器官に様々な反応を引き起こす。以下の器官にどのような反応を引き起こすか、それぞれ①～②から選べ。

眼	<input type="text" value="タ"/>	① 瞳孔の拡大	② 瞳孔の縮小
心臓	<input type="text" value="チ"/>	① 拍動数の増加	② 拍動数の減少
胃	<input type="text" value="ツ"/>	① ぜん動運動の促進	② ぜん動運動の抑制

問 8 アセチルコリンはアセチルコリン受容体を介して、腸管を収縮させる。このことに関連して以下の実験を行った。モルモットから摘出した腸管を様々な濃度のアセチルコリン溶液に浸し、各濃度における腸管の最大収縮の大きさを測定した。そのうちの最も大きな値 (Max) を 100% とし、各濃度における相対収縮率をグラフに表すと、図 2 の実線のようになった。次に、様々な濃度のアセチルコリンとともに一定濃度のアトロピンまたはパパベリンを同時に加え同様の実験を行い、収縮の大きさを測定した。各濃度における最大収縮の大きさを Max に対する割合 (相対収縮率) としてグラフに表した。それぞれの薬剤を加えたときの結果はどれか、図 2 の①～④から選べ。

ただし、アトロピンとパパベリンの効果は以下の通りである。

**アトロピン** アセチルコリン受容体の競争的阻害薬で、受容体においてアセチルコリンと同じ部位に結合して阻害効果を及ぼす。

**パパベリン** アセチルコリン受容体を介さずに平滑筋を弛緩させる。アセチルコリンと受容体の結合には影響しない。

アトロピンを加えたとき	<input type="text" value="テ"/>
パパベリンを加えたとき	<input type="text" value="ト"/>

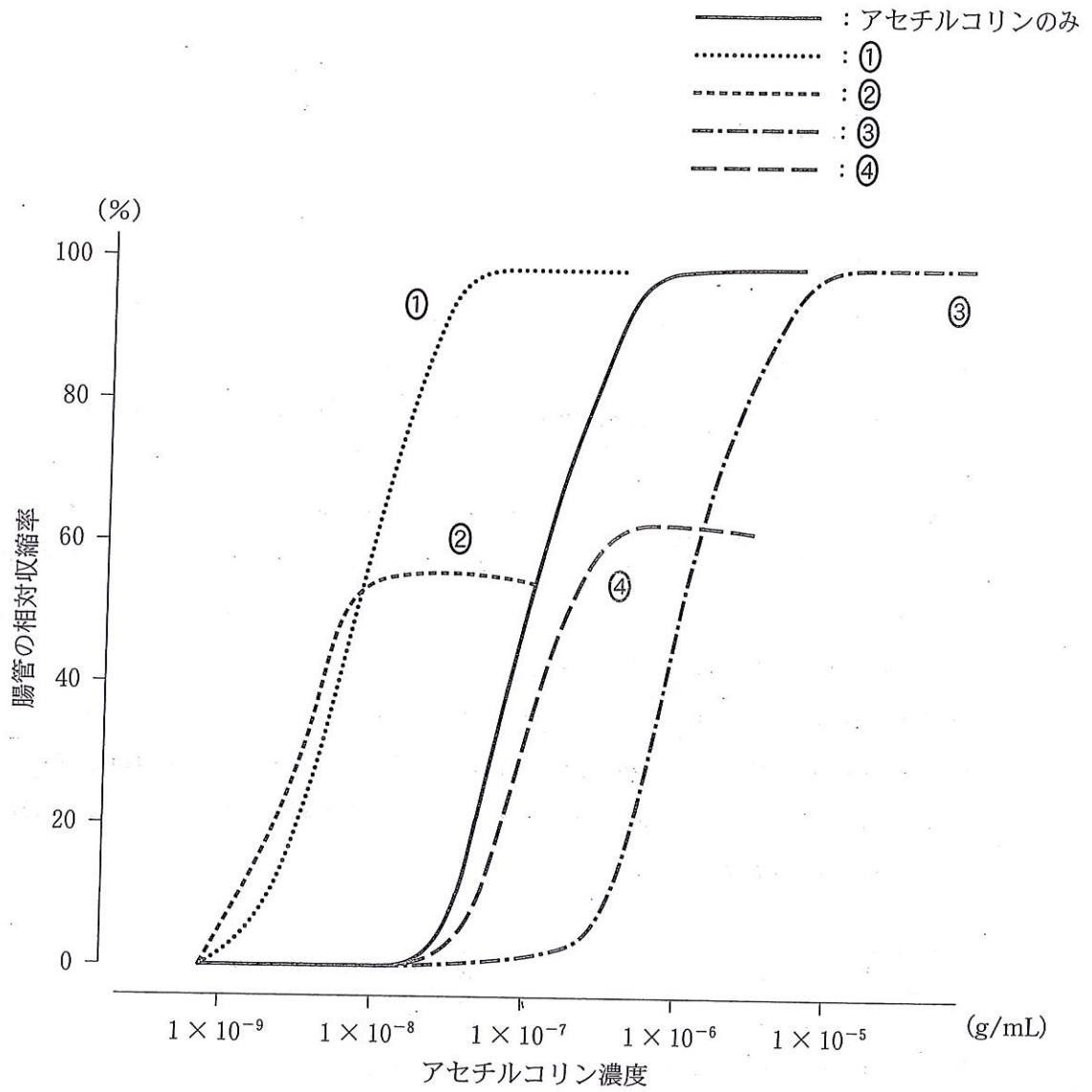


図 2

II DNA複製に関する問1～4に答えよ。

問1 下の文中の **ア** ～ **カ** に最も適切な語句を、選択肢からそれぞれ1つずつ選べ。

DNAの複製は複製開始点(レプリケーター)からはじまる。はじめに、この領域では、ヌクレオチドを構成する **ア** どの **イ** が酵素のはたらきで切られることにより、2本鎖DNAが1本鎖のDNAになる。それぞれの1本鎖は新しいDNA鎖をつくるための鋳型として使われ、1本鎖になった複製開始点の領域で、プライマーと呼ばれる短い **ウ** 断片が形成される。これに続き、 **エ** は、プライマーと、鋳型に相補的な次のヌクレオチドを結びつける。 **エ** は、さらに鋳型と相補的なヌクレオチドを次々に結びつけることによりヌクレオチド鎖を **オ** 方向に伸長する。新しく合成されるDNA鎖(新生鎖)のうち、鋳型の2本鎖DNAが開いていく方向に合成されるDNA鎖をリーディング鎖、その逆方向に合成されるDNA鎖をラギング鎖と呼ぶ。

新生鎖を伸長する **エ** が、進行方向の前方に存在するプライマーに到達したとき、プライマーは分解されてDNAに置き換えられる。さらに、不連続なDNAの断片は **カ** と呼ばれる酵素によって結びつけられ、切れ目のないDNA鎖ができる。このような過程を経て、2本鎖DNAが複製される。

- |          |            |             |
|----------|------------|-------------|
| <b>ア</b> | ① 塩基       | ② デオキシリボース  |
|          | ③ リボース     | ④ リン酸       |
| <b>イ</b> | ① イオン結合    | ② 共有結合      |
|          | ③ 金属結合     | ④ 水素結合      |
| <b>ウ</b> | ① DNA      | ② RNA       |
|          | ③ 脂質       | ④ タンパク質     |
| <b>エ</b> | ① DNAヘリカーゼ | ② DNAポリメラーゼ |
|          | ③ DNAリガーゼ  | ④ ヌクレアーゼ    |
| <b>オ</b> | ① 3'→5'    | ② 5'→3'     |
| <b>カ</b> | ① DNAヘリカーゼ | ② DNAポリメラーゼ |
|          | ③ DNAリガーゼ  | ④ ヌクレアーゼ    |

問 2 図 1 は、DNA 複製時における複製開始点とその周辺の鋳型鎖の変化を模式的に示している。DNA 複製が複製開始点ではじまるとき(図 1 A)、まず複製開始点で鋳型鎖の DNA が開き、リーディング鎖のプライマーが形成され新生鎖が合成される。その後、図 1 Bのように鋳型鎖の DNA がさらに開き、ラギング鎖のプライマーが形成される。ラギング鎖のプライマーが形成される位置を①~④からすべて選べ。 キ

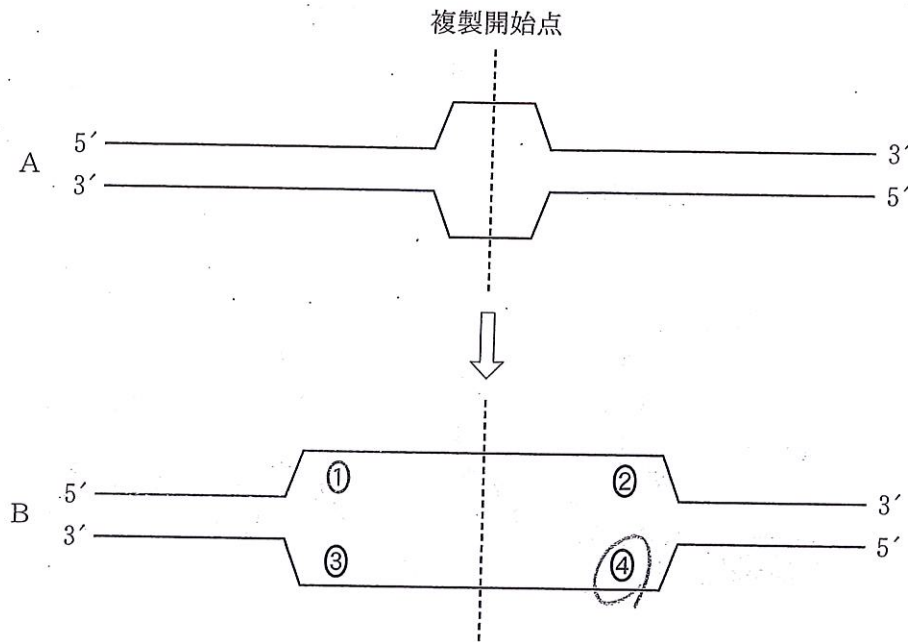


図 1

問 3 原核細胞と比べてはるかに長い DNA をもつ真核細胞では、DNA 複製が多数の複製開始点から一斉にはじまることで、比較的短時間での DNA 複製が可能になっている。ここでは、ある真核生物の全長 72,000,000 塩基対の DNA から構成される染色体について考える。卵割期において、この染色体の DNA 複製はわずか 3 分で完了する。新生鎖の伸長時、鋳型に相補的なヌクレオチドが 1 秒あたり 50 個の速度で付加されるとしたとき、卵割期のこの染色体にはいくつの複製開始点が存在すると考えられるか。最も近い値を①~④から選べ。 ク

なお、複製開始点は染色体の全体に均等に分布し、染色体の両末端にも存在する。また DNA 合成期において新生鎖の伸長以外の過程にかかる時間は非常に短く、ここでは考慮しなくてもよいこととする。

- ① 1,000                      ② 2,000                      ③ 4,000                      ④ 8,000



問 4 DNA が複製されるとき、極めて低い頻度ではあるが、誤ったヌクレオチドが合成中の DNA 鎖に取り込まれ、ゲノム中に塩基の置換が生じる場合がある。図 2 は、ある動物の精子形成過程を模式的に示している。○は分裂直後の娘細胞を表す。

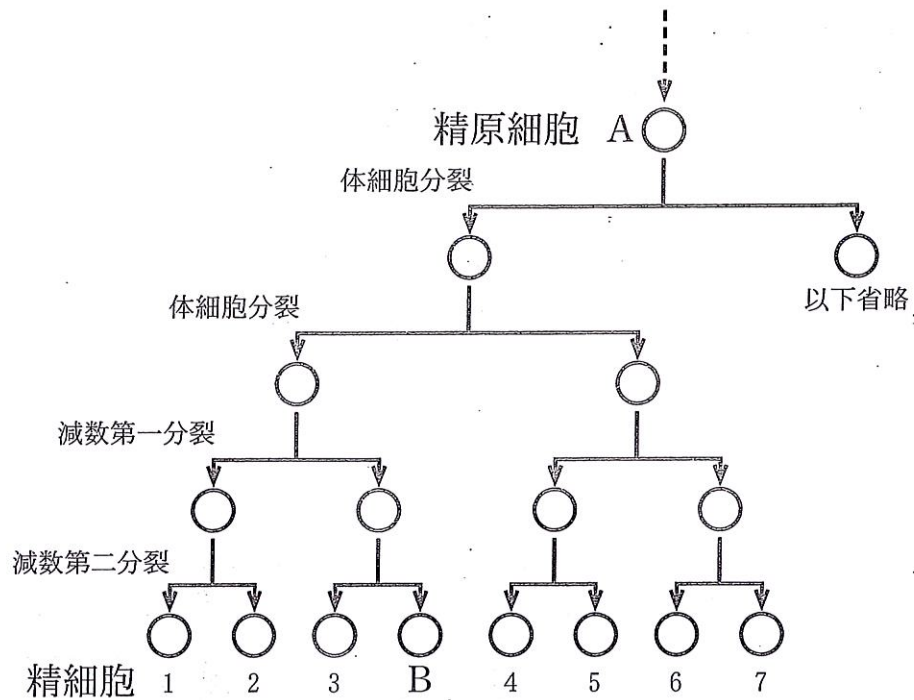


図 2

精原細胞 A の DNA 複製の過程で、ある 1 本の新生鎖に、鋳型の塩基と相補的ではない誤ったヌクレオチドの取り込みが 1 回だけ起こったとする。この誤ったヌクレオチドは正しいヌクレオチドにおきかえられないまま、次の細胞周期の DNA 合成期で「誤った塩基対」が形成された。精子形成過程が進み、最終的に、少なくとも精細胞 B がこの「誤った塩基対」をもっていたとき、精細胞 B の他に、この「誤った塩基対」をもつ精細胞はどれか。選択肢の①～⑨からすべて選べ。  ケ

なお、誤ったヌクレオチドの取り込みは精原細胞 A の DNA 合成期に起きた 1 回だけで、その後の精子形成過程は全て正常に進み、また、この塩基の置換が起きた染色体での乗換えはなかったとする。

- |                    |         |         |          |
|--------------------|---------|---------|----------|
| ① 精細胞 1            | ② 精細胞 2 | ③ 精細胞 3 | ④ 精細胞 4  |
| ⑤ 精細胞 5            | ⑥ 精細胞 6 | ⑦ 精細胞 7 | ⑧ 特定できない |
| ⑨ 精細胞 1～7 のいずれでもない |         |         |          |



Ⅲ ホルモンに関するA～Bの文章を読み、問1～7に答えよ。

A ヒトにおいてホルモンは特定の器官や細胞から分泌され、恒常性の維持や、環境刺激への応答、性周期、成長などを調節している。

問1 すべてのホルモンが共通にもつ特徴について適切な記述を①～⑤から2つ選べ。

ア

- ① ホルモンは細胞内にある受容体と結合する。
- ② ホルモンは細胞膜にある受容体と結合する。
- ③ ホルモンは血流にのって全身に行き渡る。
- ④ ホルモンは疎水性で、脂質に溶解しやすい。
- ⑤ ホルモンは対応する受容体を持つ細胞にのみ働く。

問2 ステロイドホルモンを①～⑥からすべて選べ。

イ

- ① アドレナリン                      ② インスリン                      ③ 鉱質コルチコイド
- ④ グルカゴン                      ⑤ チロキシシン                      ⑥ 糖質コルチコイド

問3 体温の調節に働くホルモンを①～⑥からすべて選べ。

ウ

- ① アドレナリン                      ② インスリン                      ③ 鉱質コルチコイド
- ④ グルカゴン                      ⑤ チロキシシン                      ⑥ 糖質コルチコイド

B 女性の性周期はホルモンにより制御されている。図1は性周期の1サイクル(約28日)における卵胞(ろ胞)刺激ホルモン(FSH)、黄体形成ホルモン(LH)、エストラジオール(卵胞ホルモン)、プロゲステロン(黄体ホルモン)の血しょう中の濃度変化と基礎体温の変化を示している。図1と以下の説明文をもとに問に答えよ。

1. 性周期のはじめには、視床下部から血管に分泌される性腺刺激ホルモン放出ホルモンが脳下垂体(a)を刺激し、FSHとLHを分泌させる。FSHは卵胞の成長を促す。
2. FSHとLHは卵胞にエストラジオールの産生を促進させる。エストラジオールの濃度が**ある一定以上になったとき、エストラジオールはFSHとLHの分泌を急激に増加させ、排卵(b)が起こる。**
3. 排卵(図1中の破線の時期)が起きた後、LHの影響により卵胞中に黄体が形成される。黄体からエストラジオールとプロゲステロンが分泌され、これらによりFSHとLHの分泌が抑えられる(c)。
4. 黄体から分泌されるエストラジオールとプロゲステロンは子宮内膜に影響し、受精卵が着床できる環境を整える。妊娠が成立しなかった場合には、黄体は退化し、次の性周期が始まる。

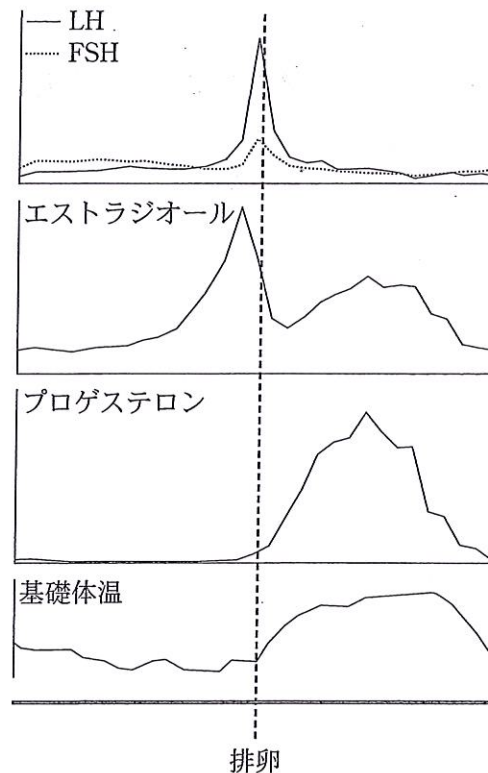


図1

問 4 文中の下線部(a)について、FSH と LH を分泌しているのは脳下垂体のどの部位か、

①～④から選べ。

① 前葉

② 中葉

③ 後葉

④ 全体

問 5 文中の下線部(b)のようなホルモンの制御を何と呼ぶか、最も適切な用語を①～④から選

べ。

① 正のフィードバック

② 側方抑制

③ 負のフィードバック

④ 誘導

問 6 文中の下線部(c)のようなホルモンの制御を何と呼ぶか、最も適切な用語を①～④から選

べ。

① 正のフィードバック

② 側方抑制

③ 負のフィードバック

④ 誘導

問 7 図 1 をもとに、排卵後の基礎体温の上昇に直接関与していると考えられるホルモンを

①～④から選べ。

① FSH

② LH

③ エストラジオール

④ プロゲステロン