

# 令和8年度 推薦入学試験問題

## 小論文（1）

（120分）

医学群

医学類

「試験開始」の合図があるまで、この表紙を開けないこと。

以下の注意事項をよく読みなさい。

1. 「試験開始」の合図があったら、問題用紙、解答用紙、  
下書き用紙の枚数を確認めなさい。

問題用紙	18枚（1～18ページ）
解答用紙	5枚
下書き用紙	2枚
2. 氏名と受験番号は配られたすべての解答用紙に記入しなさい。
3. 解答は所定の解答用紙の解答欄に記入しなさい。  
（下書きは採点の対象とならない）
4. 解答用紙、下書き用紙はホッチキスをはずすこと。  
ただし、問題用紙はホッチキスをはずさないこと。
5. 問題用紙、下書き用紙、解答用紙の表紙はすべて持ち帰ること。

## 課題 I

### 問題 1

次の文章を読み、問 1 から問 6 に答えなさい。

(この部分は、著作権の都合により公開できません)

(この部分は、著作権の都合により公開できません)

(この部分は、著作権の都合により公開できません)

(この部分は、著作権の都合により公開できません)

(この部分は、著作権の都合により公開できません)

(この部分は、著作権の都合により公開できません)

(*Trends Biotechnol.* 2023;41:6-9 より引用、一部改変)

注 viscous; 粘性のある

anatomical; 解剖学的な

cartilage; 軟骨

corneal; 角膜の

mitigate; 軽減する

問1. Select the most appropriate word from the list below for blank ( **A** ).

- (a)     aforementioned
- (b)     aforethought
- (c)     anterior
- (d)     hereinafter
- (e)     previous

問2. Select the most appropriate word from the list below for blank ( **B** ).

- (a)     consolidation
- (b)     fabrication
- (c)     replication
- (d)     simulation
- (e)     transformation
- (f)     translation

問3. Rearrange the words below to fill in blank ( **C** ).

and     between     consideration     divide     have     haves

increasing     is     justice     nots     the     the     the

問4. Select the most appropriate expression from the list below for blank ( **D** ).

- (a) acting like angels
- (b) becoming god
- (c) playing god
- (d) playing the devil
- (e) pretending to be human

問5. Classify the following cases (i) to (v) into “autologous,” “allogenic,” or “xenogenic” based on the sources of the cells.

- (i) A bone graft made from human embryonic stem cells derived from an unrelated donor.
- (ii) A kidney tissue made from pigs’ cells.
- (iii) A liver tissue made from a recipient’s brother’s induced pluripotent stem cells (iPSCs).
- (iv) A skin graft made from a patient’s own skin cells.
- (v) A cardiac patch made from iPSCs derived from a donor who is the recipient’s fraternal twin.

問6. Regarding xenogeneic-free growth media, which statements are correct? Select **ALL** that apply.

- (a) They entail substantial expense.
- (b) They are related to justice considerations.
- (c) They are mandated in all clinical research as standard practice.
- (d) They offer advantages from safety and cultural-acceptability perspectives.
- (e) They are described as universally reducing the overall cost burden when compared with donated organs.

## 問題 2

次の文章を読み、問 1 から問 6 に答えなさい。

(この部分は、著作権の都合により公開できません)

(この部分は、著作権の都合により公開できません)

(この部分は、著作権の都合により公開できません)

(この部分は、著作権の都合により公開できません)

(この部分は、著作権の都合により公開できません)

(この部分は、著作権の都合により公開できません)

(*Popular Mech.* 2025; Feb 26 より引用、一部改変)

問1. Fill in each of blanks ( **i** ) to ( **iv** ) with the most appropriate word from the list below.

biological      cellular      evolutionary      synthetic

問2. Fill in blank ( **A** ) with the most appropriate word from the list below.

snowball      snowboard      snowdrift      snowfall      snowflake      snowman

問3. Select the most appropriate words from the list below for blanks ( **B1** ) / ( **B2** ).

(a)      an academic / statistical

- (b) a conceptual / causal
- (c) an intellectual / empirical
- (d) a philosophical / observational
- (e) a theoretical / mechanistic

問4. Select the most appropriate expression from the list below for blank ( C ).

- (a) a cause and an effect
- (b) a control and a hypothesis
- (c) a fact and an estimation
- (d) a falsehood and a truth
- (e) a result and an interpretation

問5. Complete the title of this article by filling in blanks (X) with the most appropriate phrase from the passage and blank (Y) with the most appropriate word from the passage.

A (X) \_\_\_\_\_ exists between life and death – and that suggests your cells are (Y) \_\_\_\_\_

問6. For each of the following statements, circle “**T**” if it is true, “**F**” if it is false.

1. Though most xenobots are created in labs, some subtypes can exist in the wild as examples of cells reorganizing after the death of an organism.
2. Michael Levin argues that humans are especially practical at recognizing intelligence in both very small and very large systems.
3. Based on inhumane experiments, René Descartes concluded that only humans have consciousness.
4. Some scientists believe that cells may display decision-making and problem-solving abilities before and after the organism dies.
5. According to Taiz, anthrobots in medicine might resemble gall-forming insects by redirecting cell development.
6. Critics characterize xenobots as an advanced version of animal caps.

## 課題 II

次の問題1から問題3に答えなさい。解答は考えた過程がわかるように丁寧に記しなさい。

### 問題1

$i$  は虚数単位とし、複素数  $z$  の実部を  $\operatorname{Re} z$  で表す。以下の問いに答えなさい。

問1 複素数  $z$  が  $\frac{1}{3} < \operatorname{Re} z < 1$  を満たしながら動くとき、複素数  $w = \frac{1}{z} - 1$  がとりうる範囲を複素数平面に図示しなさい。

問2  $\alpha = \frac{-\sqrt{3}+i}{2}$ ,  $\beta = \frac{1+\sqrt{3}i}{2}$  とする。次の2条件を満たす正の整数の組  $(m, n)$  を考える。

条件1:  $\alpha^{m-n}$  は実数である。

条件2:  $\alpha^m \beta^n = -\alpha$  である。

このとき、 $m+n$  のとりうる値の最小値を求めなさい。

### 問題2

ある工場では3種類の原料 A, B, C を用いて2つの製品 I, II を製造している。製品 I, II を1個製造するために必要な原料の量と、それぞれの製品の価格は表1の通りである。

現在の原料 A, B, C の在庫量はそれぞれ 44 kg, 30 kg, 48 kg である。原料の在庫量の範囲で製造する製品の価格の合計を最大にするには、製品 I, II をそれぞれ何個製造すればよいか、求めなさい。ただし、求めるべき数はそれぞれ正の整数である。

表1: 製品 I, II を1個製造するために必要な原料 A, B, C の量、および製品 I, II の1個あたりの価格

	原料 A	原料 B	原料 C	価格
製品 I	2 kg	3 kg	3 kg	40000 円
製品 II	4 kg	1 kg	4 kg	50000 円

### 問題3

$\frac{505}{506} < \frac{q}{p} < \frac{1516}{1519}$  を満たす正の整数の組  $(p, q)$  のうち、 $p$  の値が最も小さいものを求めなさい。

# 令和8年度 推薦入学試験問題

## 小論文（2）

（120分）

医学群

医学類

「試験開始」の合図があるまで、この表紙を開けないこと。

以下の注意事項をよく読みなさい。

1. 「試験開始」の合図があったら、問題用紙、解答用紙、下書き用紙の枚数を確かめなさい。

問題用紙	15枚（1～15ページ）
解答用紙	8枚
下書き用紙	2枚
2. 3つの課題から2つの課題を選択して解答しなさい。
3. 3つの課題すべてに解答した場合は、すべての解答が無効になります。
4. 氏名と受験番号は配られたすべての解答用紙に記入しなさい。
5. 選択しない課題の解答用紙には大きく×印をつけなさい。
6. 解答は所定の解答用紙の解答欄に記入しなさい。  
(下書きは採点の対象とならない)
7. 解答用紙、下書き用紙はホッチキスをはずすこと。  
ただし、問題用紙はホッチキスをはずさないこと。
8. 問題用紙、下書き用紙、解答用紙の表紙はすべて持ち帰ること。

## 課題 I

次の問題 1 から問題 3 に答えなさい。

### 問題 1

金属は日常生活や工業材料として広く用いられるが、長期間にわたって空気や水にさらされると腐食生成物（さび）を生じることがある。腐食は金属が電子を失って酸化される電池反応の一種であり、その進行は金属の電極電位や酸化生成物の性質に大きく関係している。

表 1 は、Fe、Cu、Al、Zn の標準電極電位  $E^\circ$ 、湿った空气中で生成する主な酸化生成物を示したものである。以下の問 1 から問 4 に答えなさい。

表 1

金属	標準電極電位 $E^\circ$ (V) ※	主な酸化生成物
Fe	-0.44	$\text{Fe}_2\text{O}_3$
Cu	+0.34	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$
Al	-1.66	$\text{Al}_2\text{O}_3$
Zn	-0.76	$\text{ZnO}$

※ 標準電極電位とは、金属の電子の失いやすさを、水素を基準 (0 V) として表す値であり、値が小さいほど電子を失いやすい。

- 問 1 表 1 に示す金属をそれぞれ湿った空气中に十分保管した。最も腐食が進行しにくい金属を選び、その理由を 50 字程度で答えなさい。
- 問 2 Fe の腐食では、水と酸素の存在下で Fe はまず  $\text{Fe}^{2+}$  へと酸化される。この反応を電池反応に見立てて、正極、負極で生じる反応と、それらを組み合わせた全体の反応の反応式をそれぞれ書きなさい。
- 問 3 表 1 に示す金属をそれぞれ湿った空气中に十分保管した後、希塩酸に浸漬させた。観察される現象について、a から e の中から正しいものを全て選びなさい。

- a. Fe の場合、気体を発生しながら、表面が剥がれ落ちた。
- b. Cu の場合、気体は発生せず、表面には金属光沢がでた。
- c. Al の場合、何も起こらなかった。
- d. Zn の場合、気体を発生しながら、溶けた。
- e. Cu と Zn を浸漬したのち、導線で接続すると、Cu の表面からのみ気体が発生した。

問 4 図 1 のように、Fe を Cu もしくは Zn の薄膜で被った後、一部に傷が付いて Fe が露出した状況を考える。傷に塩水が付着した際の腐食の進行にどのような違いがあるか、電極電位の観点から説明しなさい。

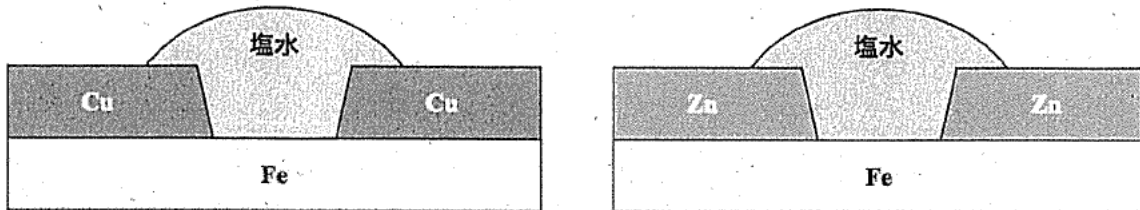
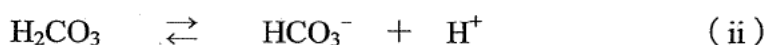
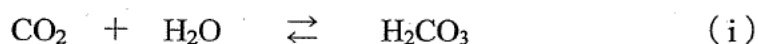


図 1

## 問題 2

次の文章を読み、問 1 と問 2 に答えなさい。

ヒトの血液には緩衝作用があり、それは主に、二酸化炭素の水和反応 (i) と炭酸の電離反応 (ii) による。



この一連の反応の結果、血液は  $\text{CO}_2$  と  $\text{HCO}_3^-$  の間で (iii) の平衡が成立し、緩衝液になっている。 $K$  は (iii) の平衡定数である。



$K = 10^{-6.1}$  mol/L であり、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{H}^+$  のモル濃度 [mol/L] をそれぞれ  $[\text{CO}_2]$ 、 $[\text{HCO}_3^-]$ 、 $[\text{H}^+]$  とする。なお、 $\text{HCO}_3^-$  のさらなる解離は無視できる。

必要であれば、 $\log_{10}2 = 0.30$ 、 $\log_{10}3 = 0.48$ 、 $\log_{10}5 = 0.70$ 、 $\log_{10}7 = 0.85$  を用いて計算しなさい。

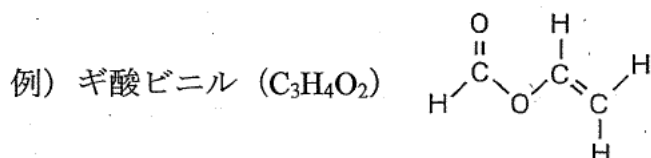
問 1 血液を単純化したモデルとして、以下のような緩衝液を調製した。外部との気体の出入りが無い体積一定の密閉容器中で、炭酸水素ナトリウム水溶液に  $\text{CO}_2$  を溶解させ、 $37^\circ\text{C}$  に保った。液面上には  $\text{CO}_2$  のみからなる気相があり、液相と気相の間の平衡および、平衡 (iii) が成立するまで十分に静置した。このとき、気相の  $\text{CO}_2$  の圧力は  $5.3 \times 10^3$  Pa であり、緩衝液の pH は 7.4 であった。緩衝液中の  $[\text{CO}_2]$  と  $[\text{HCO}_3^-]$  を有効数字 2 桁で答えなさい。ただし、 $\text{CO}_2$  は、 $37^\circ\text{C}$ 、 $1.0 \times 10^5$  Pa で、緩衝液 1.0 L に  $2.3 \times 10^{-2}$  mol 溶解、緩衝液中の  $[\text{CO}_2]$  はヘンリーの法則に基づいて求めることができる。

問 2  $37^\circ\text{C}$  下で、問 1 の緩衝液 0.50 L に塩酸を加えたときの pH 変化に関する以下の設問 (1) から (3) に答えなさい。ただし、塩酸は容器を密閉したまま加えることが可能であり、塩酸添加後は平衡が成立するまで十分に静置した。また、塩酸添加による溶液量の変化は無視でき、ヘンリーの法則に基づく  $\text{CO}_2$  の溶解度も問 1 と変わらないものとする。なお、計算過程で、塩酸添加前の緩衝液の  $[\text{CO}_2]$  と  $[\text{HCO}_3^-]$  は 2 桁の有効数字を用いること。

- (1) 問 1 の緩衝液が 0.50 L 入った体積可変の密閉容器を考える。液面上の気相には  $\text{CO}_2$  のみが存在し、 $\text{CO}_2$  の圧力は常に  $5.3 \times 10^3 \text{ Pa}$  に保たれる。緩衝液に 10 mol/L の塩酸を 0.15 mL 加えたとき、緩衝液の pH は 7.4 からどれだけ低下するか。計算過程を示し、有効数字 2 桁で答えなさい。
- (2) (1) と同じ容器に問 1 の緩衝液が 0.50 L 入っており、 $\text{CO}_2$  の圧力も同様に  $5.3 \times 10^3 \text{ Pa}$  に維持されている。緩衝液の pH を 7.3 に低下させるためには、10 mol/L の塩酸を何 mL 加えれば良いか。有効数字 2 桁で答えなさい。
- (3) 問 1 の緩衝液 0.50 L で満たされた体積一定の密閉容器を考え、そこに塩酸を加えたと仮定する。このとき、緩衝液の pH を 7.3 に低下させるためには、10 mol/L の塩酸を何 mL 加えれば良いか。有効数字 2 桁で答えなさい。ただし、発生した  $\text{CO}_2$  は全て緩衝液に溶解し、それによる溶液量の変化は無視できるものとする。

### 問題 3

次の文章を読み、問 1 から問 4 に答えなさい。原子量はそれぞれ H = 1.00、C = 12.0、O = 16.0 とする。構造式は以下の例にならって書きなさい。



炭素、水素、酸素のみからできたジカルボン酸の化合物 A 34.8 mg を完全燃焼させると、二酸化炭素 52.8 mg、水 10.8 mg を生じた。この化合物 A は、分子量 140 以下であり、分子式は (ア) である。この分子式で表されるジカルボン酸の化合物 A は、その他に 2 種類の異性体が考えられ、それぞれ化合物 B および化合物 C とする。化合物 A と化合物 B はシス-トランス異性体の関係にあり、① 化合物 B は化合物 A より融点が高い。また、化合物 A と化合物 B を 160°C で熱すると、化合物 A は化合物 D となるが、化合物 B は変化しない。化合物 A を触媒存在下で水と反応させると、化合物 E が得られる。この化合物 E を酸性条件下で加熱すると、② 主に化合物 B が生成し、化合物 A はわずかに生成する。

問 1 (ア) に入る適切な分子式を答えなさい。

問 2 化合物 A から E の構造式を書きなさい。また、不斉炭素原子が存在する場合は、その炭素に「○ (丸)」を付けなさい。

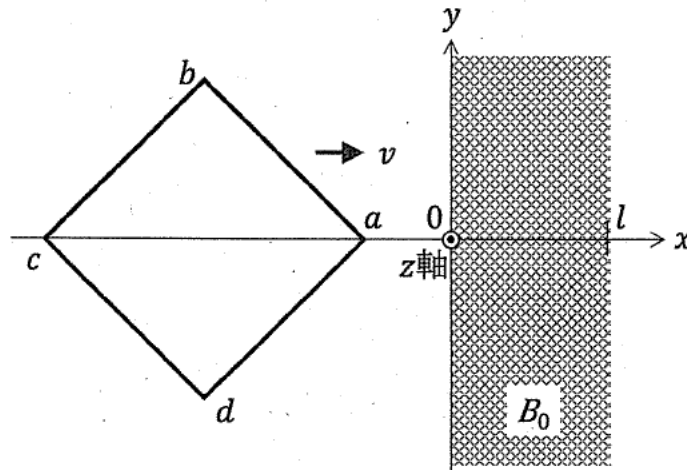
問 3 下線部①の理由を 40 字程度で答えなさい。

問 4 下線部②について、化合物 B が多く生成する理由を 50 字程度で答えなさい。

## 課題 II

### 問題 1

図のように、 $xy$ 平面の  $0 \leq x \leq l$  の領域に一様な磁束密度  $B_0$  の磁場がある。磁場の向きは  $+z$  軸方向であり  $B_0$  は正の定数である。  $0 \leq x \leq l$  の領域外の磁束密度は  $0$  である。  $1$  回巻きの正方形コイル ( $abcd$ ) を  $xy$  平面内で  $+x$  方向に一定の速さ  $v$  で移動させる。ただし、コイルの点  $a$  と点  $c$  は常に  $x$  軸上を移動する。コイルの対角線の長さは  $2l$  である。コイルの抵抗を  $R$  とし、導線の太さは無視できるものとする。時刻  $t = 0$  では点  $a$  は  $x = 0$  にある。



以下の問いに解答しなさい。

ただし、問 1 から問 3 まではコイルの自己インダクタンスは無視してよい。

問 1 下記の枠内に入る式を答えなさい。

$0 < t \leq \frac{l}{v}$  では、コイルを貫く磁束  $\Phi$  は  $\Phi(t) = \boxed{\text{(1)}}$  となる。ただし、磁束は  $+z$  方向を正とする。このとき時刻  $t$  から微小時間  $\Delta t$  だけ経過した時刻  $t + \Delta t$  の磁束の変化量  $\Delta\Phi(t)$  は  $\Delta\Phi(t) = \boxed{\text{(2)}}$  となる。 $\Delta t$  の項に比較して  $(\Delta t)^2$  の項が小さいとして無視すると、コイルに誘起される誘導起電力  $V(t)$  は  $V(t) = \boxed{\text{(3)}}$  と表すことができる。ただし、起電力は  $abcd$  の向きを正とする。

同様に  $\frac{l}{v} < t \leq 2\frac{l}{v}$  では、 $\Delta\Phi(t) = \boxed{\text{(4)}}$ 、 $V(t) = \boxed{\text{(5)}}$  となる。

- 問2 コイルが磁束を通過するまでの時間  $0 \leq t \leq 3 \frac{l}{v}$  に、コイルに流れる電流  $I$  の変化をグラフに描きなさい。電流  $I$  の最大値と最小値もグラフに記しなさい。ただし、 $abcd$  の向きに流れる電流を正とする。
- 問3  $0 < t \leq \frac{l}{v}$  で、コイルを一定の速さ  $v$  で移動させるために必要となる外力  $F$  の向きを示し、外力  $F$  の大きさを時刻  $t$  の関数として表しなさい。
- 問4  $0 < t \leq \frac{l}{v}$  で、コイルの自己インダクタンスを無視しない場合を考える。電流の大きさは、自己インダクタンスを無視した場合に比べてどうなるかを 60 字以内で説明しなさい。

## 問題 2

以下に示す用語・文に関連する物理的事象を、これら全ての用語・文を使って必要となる式と図を示しながら丁寧に説明しなさい。説明の中で使用した全ての用語・文に下線を付しなさい。ただし、説明文は、解答用紙に示された文章に繋がるように書きなさい。問題に与えられていない変数・記号が必要な場合、その定義を示して使いなさい。

用語・文：

質量 $m$ [kg]のおもり

長さ $L$ [m]の糸

単振り子の振れ角 $\theta$ [rad]

円周に沿った変位 $x$ [m]

重力の運動方向の成分 $F_1$ [N]

近似

周期 $T$ [s]

地球を、回転する半径 $R$ [m]の球体とすると

自転

万有引力

遠心力の大きさ $f$ [N]

自転の角速度 $\omega$ [rad/s]

円運動の半径

重力の大きさ $F_2$ [N]

## 課題 III

次の問題 1 から問題 3 に答えなさい。

### 問題 1

次の文章を読み、問 1 から問 4 に答えなさい。

ヒトを含む多くの哺乳類の性別は、性染色体の組み合わせによって決定され、XY の染色体を持つ個体はオスに、XX の個体はメスになる。オスへの分化の引き金となるのが、Y 染色体上に存在する *Sry* 遺伝子である。この遺伝子が胎児の未分化な生殖腺で特定の時期に発現することで、生殖腺は精巣へと分化を開始する。もし *Sry* 遺伝子の発現に異常が生じると、性転換が生じ、XY の個体の生殖腺は卵巣へと分化する。

近年の研究により、*Sry* 遺伝子の発現は DNA に結合するヒストン H3 というタンパク質の化学的修飾状態によって厳密に制御されていることがわかってきた。H3 の 9 番目のリジン残基にメチル基が 2 個結合した状態（以下、H3K9me2 と表記する）が遺伝子の発現制御領域に多く存在すると、*Sry* 遺伝子の転写は抑制状態となる。一方、性分化の時期になると、*Kdm3A* 遺伝子座にコードされる KDM3A というヒストン脱メチル化酵素が働くことで H3K9me2 のメチル基が除去され、*Sry* 遺伝子が発現可能な状態になる。また、多くの酵素と同様に、KDM3A がその機能を発揮するためには、補因子として 2 価の鉄イオン ( $\text{Fe}^{2+}$ ) を必要とする。

ある研究グループは、母親の栄養状態、特に鉄の摂取が、胎児の性分化に与える影響を調べるため、マウスを用いて以下の実験を行った。

#### 【実験 1】

研究グループは、鉄イオンの細胞内への取り込みに必須なタンパク質である TFR1 に着目した。遺伝子工学技術を用いて、TFR1 をコードする *Tfrc* 遺伝子を胎児の生殖腺の細胞だけで条件的に欠損させたマウス（以下、*Tfrc* 欠損マウスと表記する）を作製し、その影響を調べた。

（結果 1）XY 染色体タイプの *Tfrc* 欠損マウスの未分化生殖腺細胞では、細胞内の鉄イオン濃度が *Tfrc* 遺伝子を欠損させていない対照マウスと比較して約半分に減少していた。

(結果 2) XY 染色体タイプの *Tfrc* 欠損マウスの未分化生殖腺細胞では、*Sry* 遺伝子の制御領域における H3K9me2 の存在量は、対照マウスの約 2 倍に増加していた。

(結果 3) 産まれた XY 染色体タイプの *Tfrc* 欠損マウス 39 匹のうち、7 匹で精巣が正常に形成されず、卵巣を持つ、あるいは精巣と卵巣を両方持つといったオスからメスへの性転換が観察された。

### 【実験 2】

研究グループは、妊娠中のマウスの栄養状態が胎児に与える影響を調べた。交配には、片側のゲノムで *Kdm3A* 遺伝子が欠損したヘテロ接合体(以後、ヘテロ欠損型と表記する)を父マウスとし、欠損のない正常型(以後、野生型と表記する)を母マウスとする組み合わせを用いた。母マウスには交配前から、通常餌(通常餌群)もしくは鉄分を極端に制限した餌(鉄欠乏餌群)を長期に与え続けた。

(結果 4) 野生型の胎児では、母マウスが通常餌群でも、鉄欠乏餌群でも性転換した個体は観察されなかった。

(結果 5) ヘテロ欠損型の胎児では、母マウスが通常餌群の場合は性転換が見られなかったが、鉄欠乏餌群の場合に限り、産まれた XY 個体のうち約 5% で性転換が観察された。

問1 *Sry* 遺伝子の発現制御に関して正しい記述となるように、次の①～④の空欄に「活性化」または「抑制化」のいずれか適切な語句を書きなさい。

- ① H3K9me2 は *Sry* 遺伝子の発現の ( ) に働く。
- ②  $Fe^{2+}$  は *Sry* 遺伝子の発現の ( ) に働く。
- ③ KDM3A は *Sry* 遺伝子の発現の ( ) に働く。
- ④ TFR1 は *Sry* 遺伝子の発現の ( ) に働く。

問2 実験 1 の結果 1、2、3 から性転換が生じた原因として考えられることを以下の語句を用いて 100 字程度で述べなさい。

【 $Fe^{2+}$ 、H3K9me2、KDM3A、*Sry* 遺伝子、*Tfrc* 遺伝子】

問3 実験 2 の結果 4 において、野生型の胎児では母マウスの鉄欠乏食の影響が見られなかったのに対し、結果 5 では、ヘテロ欠損型の胎児でのみ性転換が観察されたのはなぜか。150 字程度で述べなさい。

問4 両親の *Kdm3A* 遺伝子の遺伝子型が両方ともヘテロ欠損型であり、母マウスに妊娠前から長期に鉄欠乏食を与えた場合、生まれる子供に性転換が起こる確率は何%と予想されるか計算しなさい（有効数字は 3 桁とする）。ただし XY 染色体を有する胎児において、鉄欠乏により性転換が起こる確率をヘテロ欠損型では 5.00%、両側のゲノムで *Kdm3A* 遺伝子が欠損したホモ欠損型では 20.0%とし、それ以外の要因で起こる自然発生的な性転換はないものとする。また雌雄は均等に生まれるものとし、*Kdm3A* 遺伝子はメンデルの法則に従って遺伝するものとする。*Kdm3A* 遺伝子の欠損は胎児の生存に影響しないものとする。

## 問題 2

次の文章を読み、問 1 から問 5 に答えなさい。

動物が活着ている間、(A) 脳や脊髄からの信号は運動神経を介して骨格筋に伝わり、筋収縮を引き起こす。このとき、運動神経終末から放出される (ア) が筋細胞膜を脱分極させ、筋小胞体から (イ) が放出される。放出された (イ) は、(B) サルコメア内のアクチンフィラメント上に存在する (ウ) に結合し、その結果 (エ) が移動することで、アクチン上にミオシンの結合部位が露出する。これにより、ミオシンがアクチンに結合し、細胞内のエネルギーを利用してアクチンを引き寄せ、アクチンフィラメントがミオシンフィラメントの間を滑り込むことで、筋収縮が起こる。

一方で、動物の死後には呼吸と循環が停止するため、一時的に筋肉が硬直した状態となる。この現象を (C) 死後硬直 という。死後硬直は死後時間の経過とともに、次第に消失することが知られており、その過程には (イ) が関与している。死後硬直の進行や消失の程度は、法医学において死亡時刻を推定する際の重要な指標となる。

問 1 文章中の (ア) から (エ) に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部 (A) について、膝蓋腱反射は脳を経由しないことが知られている。膝蓋腱反射が起こる仕組みを、下記の用語を全て用いて 70 字程度で説明しなさい。

用語：運動神経、感覚神経、筋紡錘、脊髄、背根、腹根

問 3 下線部 (B) について、骨格筋の筋細胞の縦断面を観察すると、フィラメント状の筋原線維が並び、その中には明帯と暗帯が規則的に配列した縞模様が見られる (図 1)。横紋筋の収縮構造単位であるサルコメアは Z 膜によって区切られており、筋の収縮や弛緩 (筋張力の変化) に伴ってその長さが変化する (図 2)。図 2 のグラフをもとに、図 1 の (a) と (b) について、その名称と長さを答えなさい (有効数字 2 桁とする)。ただし、(a) 同士が重なる場合は、抵抗が増して張力は減少するものとする。

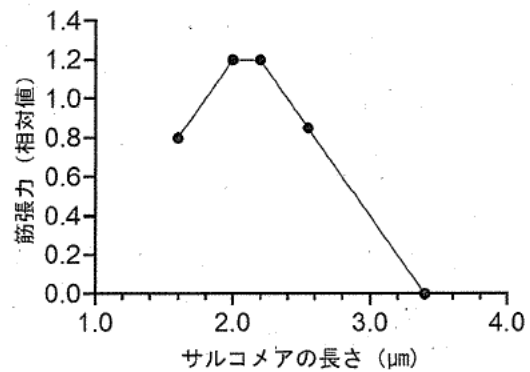
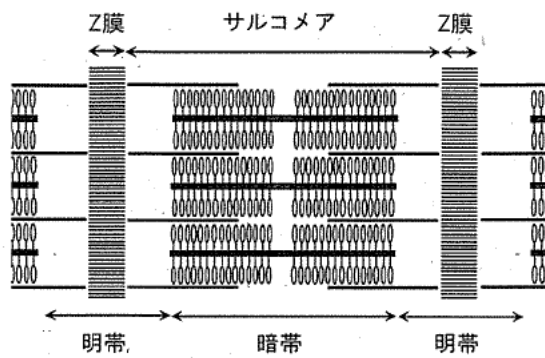


図 2

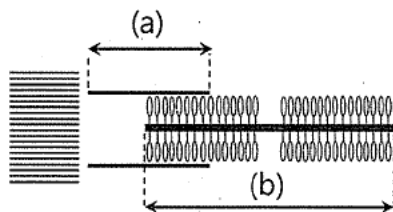


図 1

問 4 下線部 (c) について、死後硬直が生じる直接的な原因を、筋フィラメント間の相互作用の観点から 50 字程度で説明しなさい。

問 5 下線部 (c) について、下記の文章を読み、正しいものには○、間違っているものには×をつけなさい。

- ① 死後硬直は、運動神経が興奮し続けることによって筋肉が収縮する現象である。
- ② 死後硬直は、血液中のカルシウム濃度が上昇することによって起こる。
- ③ 死後硬直では、筋中のナトリウムイオンはアデノシン三リン酸依存性ナトリウムポンプにより細胞外へ汲みだされなくなる。
- ④ 死後硬直の程度は、死亡直後から時間が経つにつれて増強し、やがてアクチンとミオシンの結合が壊れることで硬直が消失する。

### 問題 3

次の文章を読み、問 1 から問 4 に答えなさい。

ヒトは外部環境の変化にかかわらず体内環境を一定に保つ仕組みをもつ。この調節には神経系や内分泌系が関与しており、とくに内臓や血管の活動を無意識に調節する自律神経が重要である。気温が高いときには、自律神経の働きにより、皮膚血管が拡張し、発汗が促進される。一方、寒冷時には皮膚血管が収縮して放熱が抑えられ、体温低下を防ぐ。

以下の図は、被験者 (体重 60 kg) が 30 分間ランニングを行ったときの体温 (図 1) と累積発汗量 (図 2) の変化を模式的に示したものである。

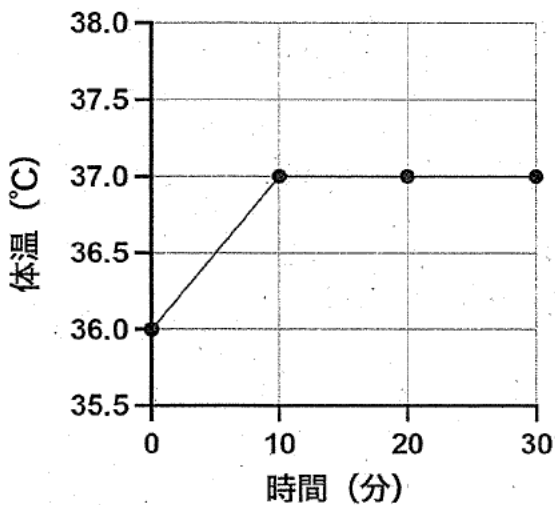


図 1 体温の変化

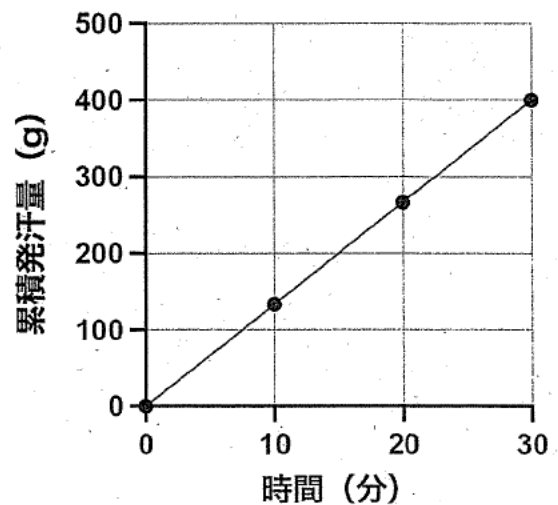


図 2 累積発汗量の変化

#### [注意]

- ・ 以後の計算は図の値に基づいて行うこと。
- ・ 推定・外挿は 0 から 30 分における変化 (累積値) を根拠として行うこと。
- ・ 体重減少はすべて発汗による水分喪失とみなし、水の密度は 1 g/mL とする。

- 問1 図1では、運動により体温が上昇した後、ほぼ一定に保たれている。
- (1)このように体内環境を一定に保つための仕組みの名称を答えなさい。
  - (2)この仕組みの特徴を60字程度で述べなさい。
- 問2 図2の0から30分間の値をもとに、この運動が同じ強度でさらに30分続くと仮定したとき、1時間時点の累積発汗量(g)を推定しなさい。さらに、ランニング開始時からの体重減少を1%以内に保つために必要な水分補給量(mL)を答えなさい。
- 問3 発汗した汗の全てが放熱に寄与すると仮定する。汗1gの蒸発で2.4kJの熱が奪われるとする。図2の0から30分の値に基づく発汗による放熱が、体重60kgの人体の体温を何℃低下させるのに相当するか、有効数字2桁で答えなさい。ただし、体重1kgあたり体温を1℃変化させるのに必要な熱量は3.5kJとする。
- 問4 一般的に、水分補給を行わずに高温多湿環境で運動を続けた場合、脱水が起こるおそれがある。このとき、どのような仕組みで脱水が起こるのか、70字程度で説明しなさい。