

# 令和6年度 国際バカロレア特別入試問題

## 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かめなさい。

問題用紙	13枚（1～13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、著作権の都合上、公開できません)

(この部分は、著作権の都合上、公開できません)

(この部分は、著作権の都合上、公開できません)

(この部分は、著作権の都合上、公開できません)

(*New York Times (Online)*. January 24, 2023 より引用、一部改変)

問 1 Fill in each of blanks ( **a** ) to ( **e** ) with the most appropriate preposition.

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

- a. actively
- b. carefully
- c. negatively
- d. oddly
- e. roughly

問 3 Rearrange the following words into the correct order to fill in blank

( **B** ):

check do in just keep like parasites populations predators  
species

問 4 Fill in blank ( **C** ) with the most appropriate phrase from the list below:

- a. as busy as a bee
- b. canaries in the coal mine
- c. dropping like flies
- d. early birds catching the worm
- e. the bee's knees

問 5 For each of the following words/phrases, find the word in the text with the same meaning:

- a. having more insects
- b. innovative
- c. annoyed
- d. harm-causing
- e. provoke
- f. caused by humans
- g. made a tunnel through the ground
- h. very careful and precise

問 6 For each of the following sentences, circle 'T' if the sentence is true, 'F' if it is false.

- a. Parasites help predators catch fish more efficiently.
- b. By dissecting the specimens, scientists were able to figure out how the fish population had declined over time.
- c. With a 1-degree Celsius increase in ambient temperature, the abundance of parasites with complex life cycles decreased by 52%.
- d. On the basis of data obtained on parasites, scientists presume the fate of different ecosystems on planet Earth.

## 問題 2

次の文章を読み、問 1 から問 5 に答えなさい。

(この部分は、著作権の都合上、公開できません)



(この部分は、著作権の都合上、公開できません)

(この部分は、著作権の都合上、公開できません)

(*Nature*. September 7, 2023 より引用、一部改変)

問 1 Fill in blanks ( i ) to ( iv ) with the most appropriate verb from the following list.

Change the tense as necessary.

ensure    resist    tolerate    upend

問 2 Fill in blanks ( a ) to ( e ) with the most appropriate word from the following list:

behind    beyond    from    into    within

問 3 Give a phrase from the passage to fill in blank ( A ) appropriately.

問 4 Select the correct definition of underlined dwindle from the following list:

- a. decrease expectedly
- b. decrease gradually
- c. decrease suddenly
- d. decrease unexpectedly

問 5 Select **all** of the following words/phrases which, according to the passage, are NOT

appropriate to describe the swamp tortoise.

- a. endangered
- b. rare type of reptile
- c. invasive species
- d. wetland-dwelling
- e. ordinary in appearance

- f. shy animals
- g. found throughout Australia
- h. active in any weather

## 課題 II

次の問題に答えなさい。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

次の問に答えなさい。

問1 導関数の定義に従って、関数  $f(x) = \sqrt[3]{x}$  を微分しなさい。

問2 次の不定積分を求めなさい。

$$\int \frac{x}{\sqrt{x+1}} dx$$

問3  $a$  を実数とする。関数  $f(x) = x^3 - ax^2 + x - 10$  について、 $x = a$  における接線が座標  $(0, a)$  を通るとき、 $a$  の値を求めなさい。

### 問題 2

次の問に答えなさい。

問1  $\{a_n\}$  を数列とする。次の命題の真偽について、正しいものを丸で囲みなさい。さらに、偽の場合は反例を 1 つあげなさい。ただし、命題が成立することや反例となっていることの証明は不要である。

- (1) 任意の  $n = 1, 2, \dots$  に対して  $|a_n| \leq 0.01$  が成り立つならば、 $a_n$  は収束する。
- (2) 任意の  $n = 1, 2, \dots$  に対して  $a_n < 1$  が成り立ち、 $a_n$  は  $\alpha$  に収束するならば、 $\alpha < 1$  が成り立つ。
- (3)  $a_n$  は  $\alpha$  に収束し、 $\alpha > 0$  ならば、次で定義される数列  $\{S_n\}$  は収束しない。

$$S_n = \sum_{i=1}^n a_i, \quad n = 1, 2, \dots$$

問2 数列  $\{a_n\}$  を次で定義する。

$$a_n = \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n, \quad n = 1, 2, \dots$$

$\{a_n\}$  は収束することが知られており、その極限值  $e$  はネイピア数とよばれる。  
次の間に答えなさい。

(1)  $n$  を正の整数、 $k$  を  $n$  以下の正の整数とする。次の不等式を示しなさい。

$$a_n \geq 1 + \frac{nC_1}{n} + \frac{nC_2}{n^2} + \dots + \frac{nC_k}{n^k}$$

(2) 「 $e$  は  $\{a_n\}$  の極限值である」という定義に基づき、 $e > 2.7$  を示しなさい。

### 問題 3

実数  $p, q$  を係数に持つ 2 次方程式  $x^2 + px + q = 0$  の解を  $z_1, z_2$  とし、それらを複素数平面上の点とみなす。2 点  $z_1, z_2$  は次の [A] をみたす。

[A] 2 点  $z_1, z_2$  は実軸上にも虚軸上にもない。

このとき次の間に答えなさい。

問1 [A] をみたす条件を  $p$  と  $q$  を用いて表しなさい。

問2  $0 \leq 2p + q \leq 5$  のとき、2 次方程式  $x^2 + px + q = 0$  の解が存在する領域を複素数平面上に図示しなさい。

問3 2 点  $z_1, z_2$  をそれぞれ原点を中心に  $\frac{\pi}{2}$  だけ回転させた点を  $w_1, w_2$  とする。このとき、 $w_1, w_2$  を解に持つ係数が実数の高次方程式のうち、次数が最小の高次方程式を  $p$  と  $q$  を用いて表しなさい。

# 令和6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認なさい。

問題用紙	17枚(1～17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

次の文章を読み、問 1 から問 8 に答えなさい。

アルカリ土類金属は、周期表第（ア）族に属する元素であり、その原子は価電子を（イ）個もつ。同じ周期のアルカリ金属よりも単体物質の融点は（ウ）、密度は（エ）。単体としては天然に存在せず、（オ）で製造される。アルカリ土類金属のうち、（カ）は紅色、（キ）は黄緑色の炎色反応を示し、（ク）と（ケ）は炎色反応を示さない。

炭酸カルシウムからなる鉱石である（a）を焼くことにより、（b）ともよばれる酸化カルシウムが作られる。①酸化カルシウムが水と反応して作られる水酸化カルシウムは（c）ともよばれ、その飽和水溶液を（d）という。

②（d）に二酸化炭素を通じると、炭酸カルシウムができる。③さらに二酸化炭素を通じると、炭酸水素カルシウムが生じる。

硫酸カルシウムは、天然に二水和物や無水和物として存在する。④二水和物を加熱すると粉末状の半水和物になり、これを水と反応させると硬化して再び二水和物になる。

問 1 （ア）から（ケ）に当てはまる数字または語句を書きなさい。

問 2 （a）から（d）に当てはまる語句をそれぞれひとつ選びなさい。

- (1) 生石灰 (2) 消石灰 (3) 生灰石 (4) 石灰水  
(5) 消灰石 (6) 消灰水 (7) 石灰石 (8) 生石灰

問 3 下線部①について、この時の反応式を答えなさい。

問 4 下線部②について、この時の反応式を答えなさい。ただし、沈殿が生じる場合は、↓をつけなさい。



問 5 下線部③について、この時の反応式を答えなさい。ただし、沈殿が生じる場合は、↓をつけなさい。

問 6 下線部③について、この時の反応が原因となって生じる洞窟を何というか、答えなさい。

問 7 下線部④について、この時の反応式を答えなさい。

問 8 下線部④について、この性質を利用して使われるものを全て答えなさい。

- (1) セメント (2) 乾燥剤 (3) 歯磨き粉 (4) 医療用ギプス  
(5) 白色顔料 (6) 石膏像 (7) X線造影剤 (8) 凍結防止剤

## 問題 2

次の文章を読み、問 1 から問 4 に答えなさい。

アボガドロ定数を  $6.0 \times 10^{23}$  /mol、水面上でステアリン酸 1 分子が占める面積を  $2.2 \times 10^{-15}$  cm<sup>2</sup>、気体定数  $R$  を  $8.3 \times 10^3$  Pa·L/(K·mol) とする。

牛乳のように、溶質粒子が溶媒分子中に均一に分散し、やや不透明な溶液をコロイド溶液とよぶ。コロイド溶液に対し、溶媒分子とほぼ同程度の大きさの溶質粒子が均一に溶解した透明な溶液を ( ア ) とよぶ。

界面活性剤のように ( イ ) 基と ( ウ ) 基の両方を持つ分子を水に溶かすと、( イ ) 基を ( エ : 内・外 ) 側に、( ウ ) 基を ( オ : 内・外 ) 側に向けて集合したコロイド粒子を形成する。このようなコロイド粒子を ( カ ) とよぶ。また、分子内に ( イ ) 基と ( ウ ) 基を持つステアリン酸は、シクロヘキサンに溶かして水面に滴下すると、( イ ) 基が空気中に張り出した形で配列し、①水面上に分子が隙間なく一層に並んだ ( キ ) 膜を形成する。

一般に、小さな分子は通すが大きな分子・粒子は通さない膜を ( ク ) 膜とよぶ。特に、コロイド粒子が通過できない ( ク ) 膜を用いてコロイド溶液中に含まれる不純物を除く操作を ( ケ ) とよぶ。( ケ ) は、② ( ク ) 膜を通過できる分子が、( ク ) 膜の濃度の高い側から低い側へ移動する現象を利用している。

問 1 文中の ( ア ) から ( ケ ) に当てはまる語句を答えなさい。( エ ) および ( オ ) は、括弧内の語句を選択しなさい。

問 2 下線部①について、蒸留水が入ったシャーレに、メスピペットでモル濃度  $x$  [mol/L] のステアリン酸溶液を滴下していったところ、ちょうど 6 滴のときに面積 88 cm<sup>2</sup> のステアリン酸の ( キ ) 膜が形成された。メスピペット 1 滴あたりの体積を  $3.0 \times 10^{-2}$  mL とするとき、実験結果に基づいて  $x$  [mol/L] を有効数字 2 桁で答えなさい。

- 問3 下線部②について、精製された水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液  $1.0 \times 10^2$  mL を用意し、 $27^\circ\text{C}$  で浸透圧を測定したところ、 $5.0 \times 10^2$  Pa であった。このとき、水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド粒子の物質量を有効数字2桁で答えなさい。ただし、浸透圧はファントホッフの法則に従うとする。
- 問4 問3における水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液を調製するために、 $3.0$  mol/L 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を  $1.0$  mL 使用した。このとき、コロイド溶液中のコロイド粒子1個あたりに含まれる鉄原子の数の平均はいくらかを有効数字2桁で答えなさい。ただし、コロイド溶液中の鉄原子は全てコロイド粒子に含まれるものとする。また、1分子の塩化鉄(Ⅲ)  $\text{FeCl}_3$  から1分子の水酸化鉄(Ⅲ)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  が生じ、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$  の単位粒子が集合して水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド粒子を形成するものとする。

### 問題 3

次の文章を読み、問 1 から問 4 に答えなさい。

ゴムノキの樹皮の切り口から ( ア ) と呼ばれる乳白色の液体が採取できる。これに酢酸などを加えて凝固させ、乾燥したものが天然ゴムである。①天然ゴムの主成分はイソプレンが付加重合した鎖状の高分子であり、その二重結合は ( イ ) 構造を取っているために分子が折れ曲がりやすく弾力性がある。一方、グッタペルカノキから得られる②グッタペルカの主成分は同じくポリイソプレンであるが、その二重結合は全て ( ウ ) 構造をとっている。グッタペルカはゴムよりも硬くてもろいが、性質の違いはこの構造の違いに起因すると考えられる。

天然ゴムは、そのままでは低温では固くなり、高温では流動性を示すなど実用性に乏しい。そこで、天然ゴムに数%の ( エ ) 粉末を添加して熱処理すると、ゴム分子の間に ( エ ) 原子による ( オ ) 構造ができるため、高弾力・高強度のゴムになる。この操作を ( カ ) という。なお、( エ ) の添加量を 30~40% にして熱処理した場合は、ゴム弾力を失い、硬化して ( キ ) と呼ばれる黒色のプラスチック状物質が得られる。

代表的な合成ゴムに、1,3-ブタジエンを付加重合させたブタジエンゴムがある。ブタジエンゴムは 3 種類の構成単位からなる。すなわち、③ブタジエン分子中の二つの二重結合のうち 1 個だけが反応に参与して生成される構成単位(A)、2 個とも関与して生成される構成単位(B)と(C)である。重合体の性質は製造方法によって変化し、( イ ) 構造をとる(B)の割合が多いと弾性が高くなることが知られている。

問 1 ( ア ) から ( キ ) に当てはまる語句を答えなさい。

問 2 図 1 にしたがって、下線部①の構造を描きなさい。

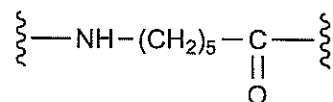


図 1 ナイロン 6 の構成単位

問 3 図 1 にしたがって、下線部②の構造を描きなさい。

問 4 図 1 にしたがって、下線部③の構成単位(A)、(B)、(C)を描きなさい。

## 課題 II

次の問題 1, 問題 2 に答えなさい。

### 問題 1

万有引力がはたらく物体の運動に関する以下の問に答えなさい。

問1 万有引力の法則について、以下の全ての用語を使って関連する式を示しながら、300 字程度で丁寧に説明しなさい。ただし、説明文の最初と最後は解答用紙に示された文章に繋がるように書き、示された文章の字数は説明の字数に含めない。問題に与えられていない変数・記号が必要な場合、その定義を示しなさい。必要に応じて図を示しても良い。

用語：ケプラーの第二法則，ケプラーの第三法則，作用反作用の法則，  
太陽の質量  $M$ ，惑星の回転周期  $T$ ，惑星の角速度  $\omega$   
惑星の軌道半径  $r$ ，惑星の質量  $m$ ，惑星にはたらく向心力

問2 次の文章を読み、(1) から (4) に入る数式を答えなさい。

第3宇宙速度とは、地球の地表から発射した物体が、太陽の重力を振り切って太陽系から脱出できる最小の初速度の大きさである。万有引力定数を $G$ 、地球の質量を $M_E$ 、太陽の質量を $M_S$ 、地球と太陽との距離(地球の公転半径)を $r$ 、地球の半径を $R_E$ として、質量 $m$ の物体Aを地球の地表から発射するときの第3宇宙速度 $V_3$ を導く手順を下に示す。ここで、太陽の質量 $M_S$ は、物体Aの質量 $m$ 、及び、地球の質量 $M_E$ と比べて非常に重たく、また、太陽は不動であるとする。また、地球は太陽を中心とする円軌道の公転運動をしているものとする。地球上の空気は無視できるものとする。

まず地球の重力を無視して、地球の地表にある物体Aが地球の公転速度の方向に発射されるものとして、太陽の重力から脱出するための速度の大きさ $V_S$ を求める。地球の公転半径 $r$ に対して地球の半径 $R_E$ は非常に短いため、太陽から地球の地表にある物体Aまでの距離は $r$ であると仮定すると、 $V_S$ は物体Aの発射点と無限遠との間で力学的エネルギーが保存されるため、 $V_S = \boxed{(1)}$ となる。

また、地球の公転速度の大きさを $V_{OS}$ とすると、地球の運動方程式より、 $V_{OS} = \boxed{(2)}$ となる。物体Aの太陽からの脱出速度の大きさ $V_S$ と地球の公転速度の大きさ $V_{OS}$ の差 $V$ は、 $V = V_S - V_{OS}$ となる。

次に、物体Aを地球の地表から発射する場合は、初速度を地球の重力を振り切る分だけ速くする必要がある。エネルギー保存の法則が成り立つことから、第3宇宙速度 $V_3$ を $V$ を用いて示すと $V_3 = \boxed{(3)}$ となる。さらに、 $V_3$ を $V$ 、 $V_{OS}$ 、 $V_S$ を使わずに示すと $V_3 = \boxed{(4)}$ となる。

## 問題 2

以下に示す用語の物理的関連性を、これら全ての用語を使って関連する式を示しながら、300字程度で丁寧に説明しなさい。説明を補助する簡単な図も示しなさい。ただし、説明文の最初と最後は、解答用紙に示された文章に繋がるように書き、示された文章の字数は説明の字数に含めない。問題に与えられていない変数・記号が必要な場合、その定義を示しなさい。

用語：平行板コンデンサー，電気容量，真空の誘電率，  
クーロンの法則の比例定数，電気力線の本数，電界の強さ，誘電体

### 課題 III

次の問題 1 から問題 3 に答えなさい。

#### 問題 1

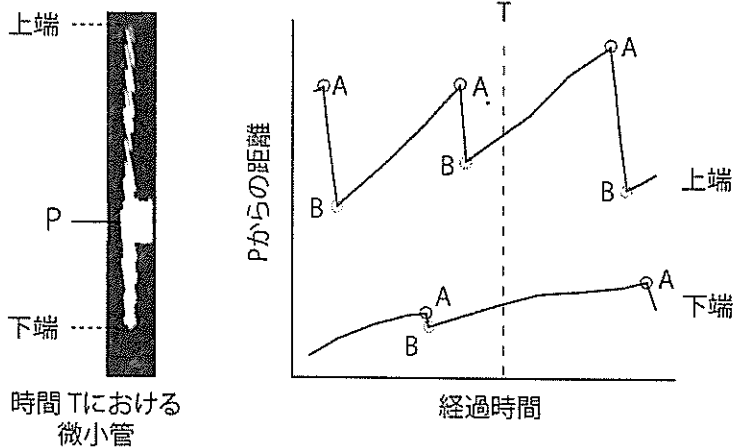
次の文章を読み、問 1 から問 7 に答えなさい。

(ア) 微小管は管状の構造を示し、二種類のチューブリン分子が重合と脱重合を繰り返す動的不安定性という特性を持つ。微小管には極性があり、チューブリン分子の重合・脱重合の速度が大きい先端をプラス端、速度の小さい先端をマイナス端と呼ぶ。これらチューブリンの重合、脱重合により微小管の先端は常に伸長と短縮を繰り返し、伸長から短縮への切り替えをカタストロフ、短縮から伸長への切り替えをレスキューと呼ぶ。このような微小管の動態制御は生命現象にとっても重要であり、カタストロフとレスキューは多くの (イ) 微小管結合タンパク質により調節されている。(ウ) 細胞分裂では、これら微小管の特性により正確に染色体を分配することが可能となる。

#### 実験 1

下線部 (ア) に関して、精製したチューブリンを用いて試験管内で再構成した微小管を暗視野顕微鏡にて観察した。図 1 の写真は経過時間における微小管の様子を示し、グラフは微小管のある一点 P から上端、下端までの距離を測定し、その変化を表したものである。

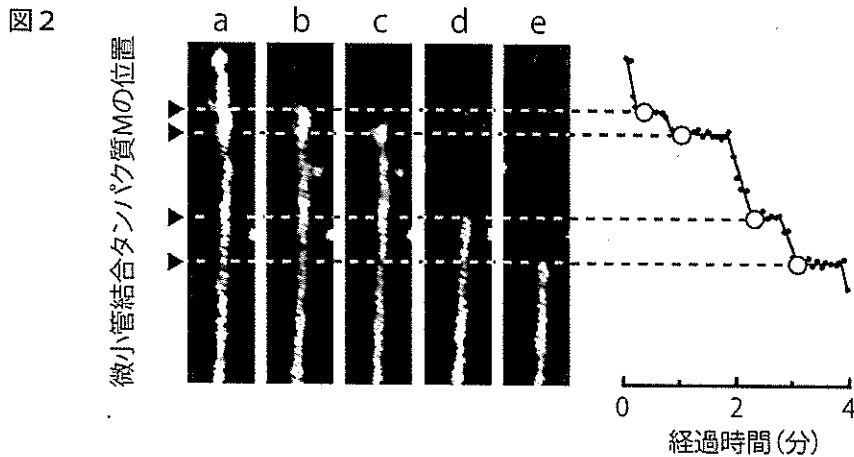
図 1





## 実験 2

下線部 (イ) に関して、実験 1 と同様に再構成した微小管を用い、微小管結合タンパク質 M を加え微小管の短縮を観察した。図 2 の写真 a~e は経過時間における微小管の様子を示し、グラフは微小管の上端をプロットしたものである。また、微小管結合タンパク質 M が微小管上に蓄積していた位置を写真 a の左側に示す矢じり (▶) にて示した。



## 実験 3

下線部 (ウ) に関して次のような実験を行った。出芽酵母細胞を栄養源の豊富な寒天培地上で培養し増殖させた。この条件で培養した酵母細胞の増殖速度を表すグラフを図 3 に示した。また、培養後 8 時間に酵母培養液から  $1.0 \times 10^3$  個の酵母細胞を分取し、細胞当たりの DNA 量を測定した結果を図 4 に示した。

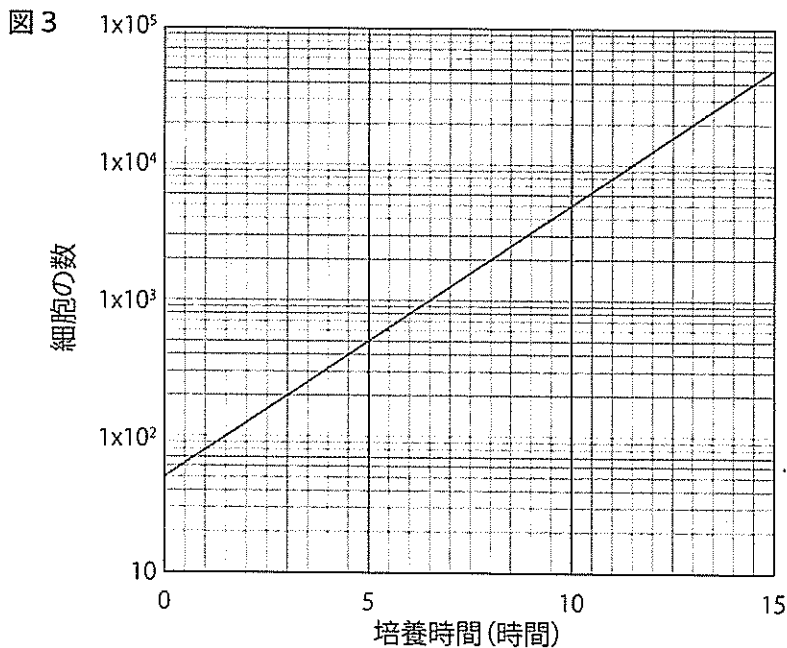
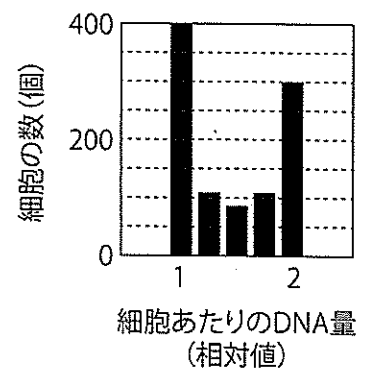
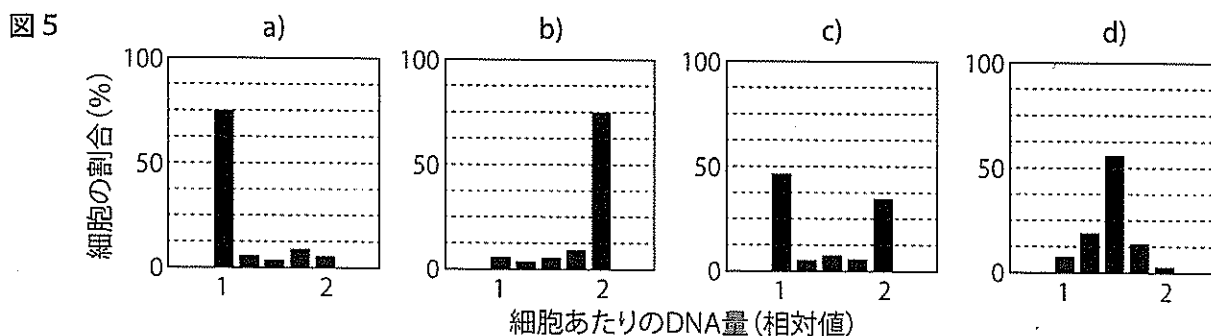


図 4



- 問1 実験1から読み取れる微小管に関する記述として以下の(1)～(4)について、正しいものには○を、誤っているものには×を記しなさい。
- (1) 上端と下端では、伸長と短縮が同調している。
- (2) 上端と下端のどちらでも伸長の速度は短縮の速度より速い。
- (3) 微小管の長さは、ある時間での上端と下端の数値の和で表すことができる。
- (4) 下端では、伸長より短縮に要する時間の方が長い。
- 問2 実験1において微小管の上端と下端のどちらがプラス端であると考えられるか答えなさい。
- 問3 実験1に関して、図1のグラフ中のAとBについてどちらがレスキューであるか答えなさい。
- 問4 実験2に関して、微小管結合タンパク質Mの微小管に対する役割を50字程度で答えなさい。
- 問5 実験3に関して、この条件で培養した酵母細胞の1回の細胞周期にかかる時間(分)を答えなさい。
- 問6 実験3の条件で培養した酵母細胞を固定し、DNAを染色した後に蛍光顕微鏡にて観察したところM期の細胞の割合は5%であった。この細胞のG2期の長さ(分)を答えなさい。
- 問7 ヒドロキシウレアはDNAポリメラーゼを阻害する薬剤であり、ノコダゾールは微小管の形成を阻害する薬剤である。酵母細胞を培養する寒天培地にヒドロキシウレアもしくはノコダゾールをそれぞれ添加し、3時間後に調べると、細胞あたりのDNA相対量と細胞の割合の関係を示すグラフはどの様になると考えられるか、下記の図5中のa)～d)の中から最も近いものをそれぞれ選びなさい。



## 問題 2

次の文章を読み、問 1 から問 4 に答えなさい。

細胞の内部は細胞膜によって外部と隔てられている。細胞膜にはリン脂質と呼ばれる分子が集まっており、さまざまな膜タンパク質がその間に埋め込まれて分布している。1972 年にシンガーとニコルソンによって細胞膜の構造を説明するモデルとして流動モザイクモデルが提唱された。

問 1 リン脂質はどのような構造の膜を構成するか、「親水性」および「疎水性」の語を用いて 50 字程度で説明しなさい。

問 2 流動モザイクモデルとはどのようなモデルか 50 字程度で説明しなさい。

問 3 膜タンパク質について、以下の実験を行った。この実験に関する小問(1)と(2)に答えなさい。

膜タンパク質を蛍光標識した細胞を用意し、細胞上の特定の領域に強いレーザー光を照射することで、その領域の蛍光色素を退色させた。その後、退色した領域の蛍光の回復を経時的に観察した。

(1) 膜タンパク質 A を蛍光標識し、さまざまな温度の条件で実験を行った結果を以下の図 1 に示す。この結果から、細胞膜の性質は温度によってどのような影響を受けると考えられるかを 60 字程度で答えなさい。

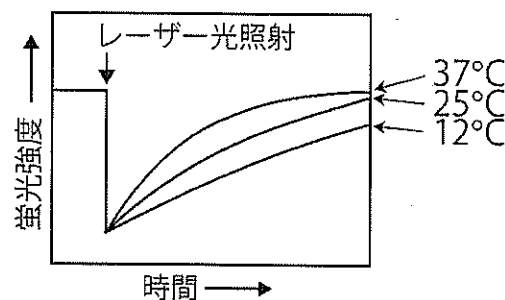
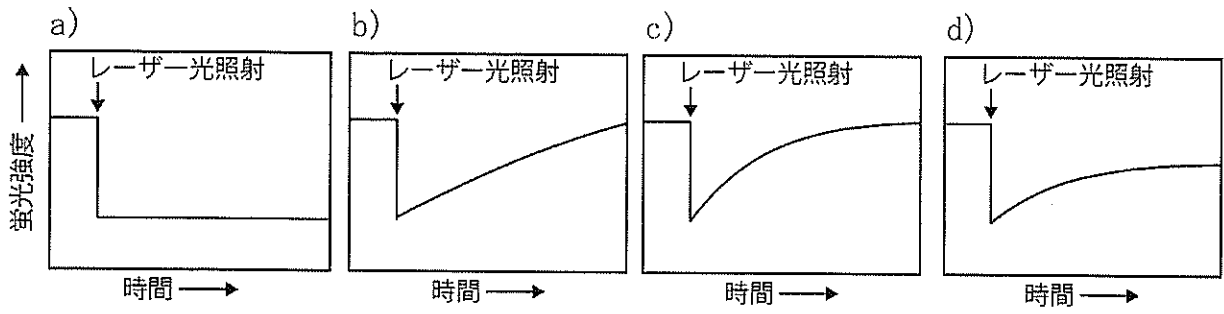


図 1

(2) 膜タンパク質 B はその半数が細胞骨格と結合しており、自由な拡散が制限されている。膜タンパク質 B を蛍光標識した細胞を用意し、実験をした場合の結果として適当なものを次の a)～d) から選びなさい。またその理由を 60 字程度で答えなさい。



問 4・膜タンパク質の膜に埋め込まれている部分は、疎水性アミノ酸を多く含むため、膜タンパク質は単独では水中で凝集し沈殿する。界面活性剤を利用することによって、このような膜タンパク質を水中に分散させることができる理由を 60 字程度で答えなさい。

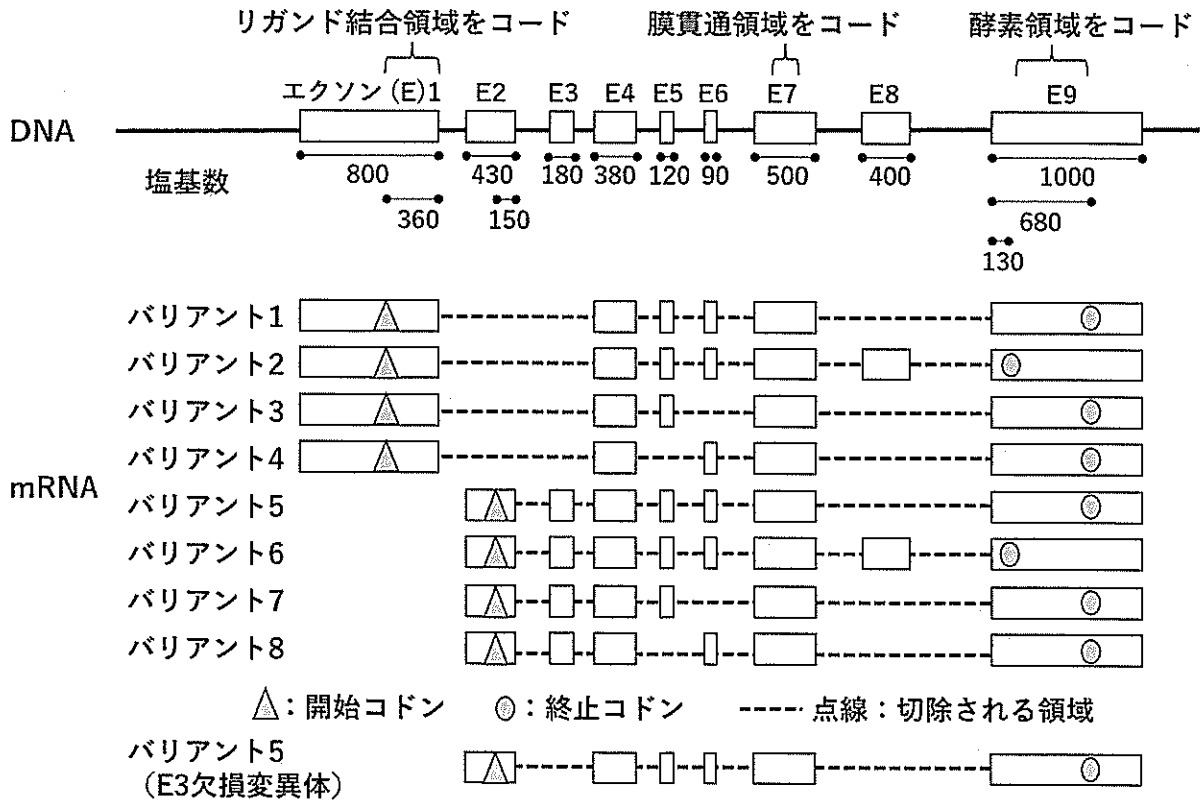
### 問題 3

次の文章を読み、問 1 から問 7 に答えなさい。

ヒトの細胞において、リボ核酸 (RNA) は、デオキシリボ核酸 (DNA) より転写される。RNA の大部分はタンパク質をコードしないノンコーディング RNA (ncRNA) であり、その代表的なものとして、(ア) rRNA や tRNA がある。ncRNA の中には、mRNA の分解や翻訳調節に関与するマイクロ RNA (miRNA) や長鎖ノンコーディング RNA (lncRNA) もあり、近年では研究が盛んに行われている。

転写された RNA は、(イ) 一部分が切り取られ再結合されることがある。特に mRNA では、このプロセスにより 1 つの遺伝子から複数のタンパク質が合成されることが可能となり、生体の機能調節や疾患に関与している。

以下に遺伝子 X の遺伝子座を示す。



遺伝子 X には 8 個の異なる mRNA (バリエント 1 から 8) が存在し、これらは以下の法則に従って mRNA の部分的な切除が行われることで生成される。

- (a) エクソン 1 とエクソン 2 は、どちらか一方が mRNA に含まれる。エクソン 1 が含まれる mRNA とエクソン 2 が含まれる mRNA の比は、7 : 3 である。エクソン 2 が含まれる時には、エクソン 3 も含まれる。
- (b) エクソン 5 とエクソン 6 は、両方が含まれる場合、エクソン 5 のみが含まれる場合、エクソン 6 のみが含まれる場合があり、その比は 4 : 3 : 3 である。
- (c) エクソン 5 とエクソン 6 が両方含まれる場合には、その半分の割合でエクソン 8 が含まれる。

遺伝子 X から翻訳されるタンパク質 X は、細胞膜に局在する 1 回膜貫通型受容体タンパク質であり、外部からの特定の分子 (リガンド) が細胞外ドメインのリガンド結合領域 (エクソン 1 にコードされる) に結合することで、立体構造が変化する。それにより細胞内ドメインの酵素領域 (エクソン 9 にコードされる) が活性化されることで、細胞内にシグナルを伝達し、細胞の増殖を調節している。

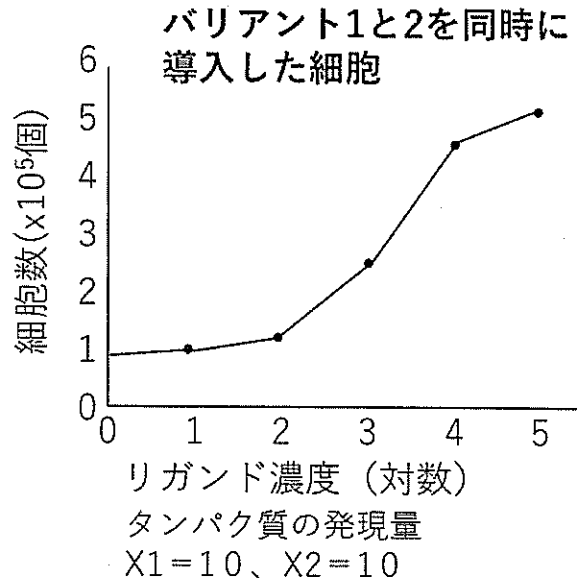
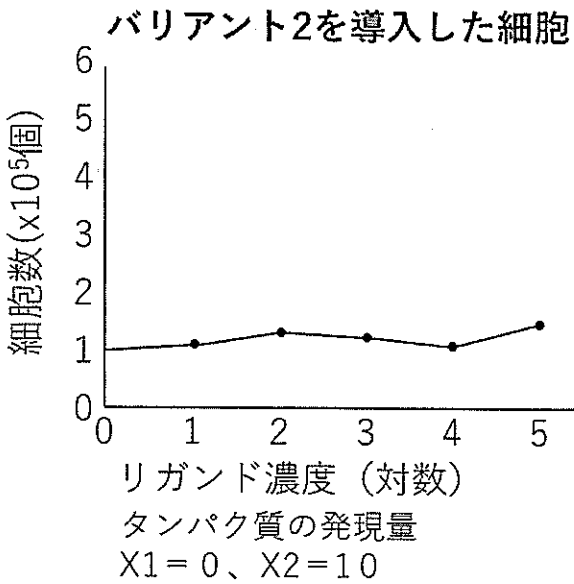
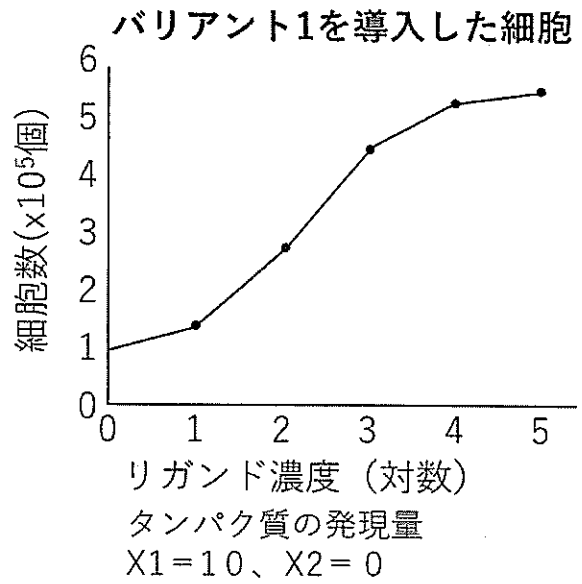
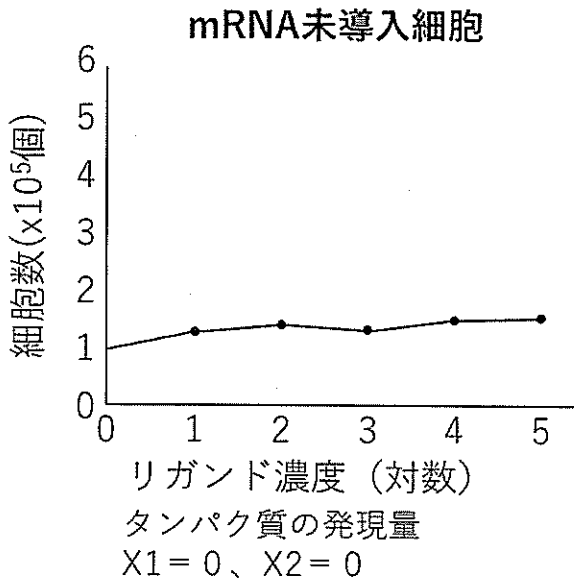
### 実験 1

各バリエントの働きを確認するため、タンパク質 X を発現していない細胞に各バリエント mRNA を等量導入した後、リガンドの存在下、非存在下での細胞の増殖を測定したところ、以下の結果が得られた。各 mRNA からは等量のタンパク質が発現するものとし、各バリエントから翻訳されるタンパク質を X1 から X8 とする。

導入した mRNA	細胞増殖の促進作用 (mRNA 未導入細胞との比較)
バリエント 1	リガンド存在下でのみ細胞増殖が促進した
バリエント 2	細胞増殖は変化しなかった
バリエント 3	リガンド存在下でのみ細胞増殖が促進した
バリエント 4	リガンド存在下でのみ細胞増殖が促進した
バリエント 5	リガンド存在下、非存在下の両方で細胞増殖が促進した
バリエント 6	細胞増殖は変化しなかった
バリエント 7	リガンド存在下、非存在下の両方で細胞増殖が促進した
バリエント 8	リガンド存在下、非存在下の両方で細胞増殖が促進した

実験 2

mRNA 未導入細胞、バリエント 1 と 2 を単独または同時に導入した細胞を、異なるリガンド濃度の培地で 3 日間培養した後の、リガンド濃度と細胞数を下記のグラフで示す。それぞれの細胞中の X1 と X2 のタンパク質の発現量も示す。



問 1 下線部(ア)に関する次の記述の内、正しいものには○、誤っているものには×を記しなさい。

- (1) rRNA は、リゾチームの構成要素であり、タンパク質と複合体を形成する。
- (2) tRNA 量は総 RNA 量の 7 割を占める。
- (3) tRNA のアンチコドン鎖が AUG であるものは、メチオニンと結合している。
- (4) RNA は、必ず 5' 末端から 3' 末端に向かって合成される。

問 2 下線部 (イ) のプロセスを何と呼ぶか答えなさい。

問 3 遺伝子 X の mRNA 全体におけるバリエント 1 の存在比(%)を計算しなさい。

問 4 バリエント 2 から翻訳されるタンパク質の分子量を計算しなさい。ただし、1 アミノ酸の分子量は 110 (アミノ酸の平均値) として計算すること。

問 5 バリエント 2 の終止コドンの位置が、バリエント 1 と異なる理由を 50 字程度で説明しなさい。

問 6 実験 1 において、エクソン 3 によってコードされるアミノ酸配列の働きを調べるため、遺伝子組換え技術を用いて、エクソン 3 を欠損させたバリエント 5 の mRNA を作製し、細胞に導入したところ、リガンドの有無に関わらず細胞増殖の促進作用は認められなかった。これらの結果から、エクソン 3 にコードされるアミノ酸配列の働きについて 80 字程度で考察しなさい。

問 7 実験 2 において、バリエント 1 と 2 を同時に導入した細胞の結果が、バリエント 1 を単独で導入した細胞の結果と比べ、異なる理由を 100 字程度で答えなさい。