

令和7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かめなさい。

問題用紙	17枚（1～17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)

(*Nature* 2007;445:454-455 より引用、一部改変)

問 1 . Select the word from the list below that can replace “Seasoned”.

Aged Dedicated Experienced Flavored

問 2 . Select the most appropriate preposition from the list below for blanks (**a**) to

(**d**).

into of out under

問 3 . Select the most appropriate word from the list below for blanks (**i**) to (**iv**).

exclusively predominantly surprisingly typically

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

- (a) cultural hurdles are accepted
- (b) cultural hurdles are rejected
- (c) linguistic hurdles are accepted
- (d) linguistic hurdles are rejected

問 5 . Select the most appropriate word from the list below for blanks (B) and (C).

copying echoing mirroring plagiarizing

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

1. A Japanese postdoc spent a tremendous amount of time preparing a short informal presentation but was disappointed by the reaction of her colleagues and supervisors.
2. South Korea is a consumer of basic science owing to the high English-language proficiency requirements of the country.
3. Despite their relatively high levels of English skills, German researchers express frustration about the necessity of publishing in English.

4. The frustration with publishing in English is limited to countries considered emerging contributors to science, like South Korea.
5. The authors suggest that when publishing in international journals, it is preferable that non-native-English authors not focus on their own country's situation.
6. Non-native-English scientists depend on non-English-language publications to stimulate scientific debates among themselves.

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)

(*Nature* 2024;626:481-482 より引用、一部改変)

問 1 . Fill in the most appropriate preposition for blanks (a) to (g).

問 2 . Select the most appropriate word from the list below for blanks (i) to (v).

evidence generality manipulations mechanism observations

問 3 . Select a word from the passage that has a similar meaning to “fit”.

問 4 . Rearrange the words below to fill in blank (A).

an are chorus conditions happen intense met two whenever will

問 5 . Rearrange the words below to fill in blank (B).

bird in interest make of one recordings singing sure that the

the the to was

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

1. Loneliness can stimulate creative productivity in both humans and animals.

2. Schlicht *et al.* found that the dawn chorus is primarily caused by male birds attracting new mates.
3. Although there is still no consensus among ornithologists on the cause of the dawn chorus, one hypothesis is that male birds sing when their mates are at rest.
4. Scientists played sounds at different radio frequencies to enable the location of the birds at song.
5. Scientists have determined why birds sing at dawn but remain lost in the mystery of why they sing in the evenings.
6. All dawn chorus hypotheses can be applied equally to every bird species.

課 題 II

以下の問題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

以下の問いに答えなさい。

問1 次の極限值を求めなさい。ただし、ロピタルの定理を用いてはならない。

$$(1) \lim_{x \rightarrow -\infty} (2x + 1 + \sqrt{4x^2 + 1})$$

$$(2) \lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^{5x} - e^{3x}}{x}$$

$$(3) \lim_{x \rightarrow \infty} x \log \left(\frac{x-1}{x+1} \right)$$

問2 次の関数 $f(x)$ が $x=2$ で微分可能となるとき、定数 a, b を求めなさい。

$$f(x) = \begin{cases} e^{2x} + x & (x \geq 2) \\ ax^2 + bx & (x < 2) \end{cases}$$

問3 曲線 $y = 4x - 2x^2$ と x 軸で囲まれた部分を y 軸の周りに1回転させてできる立体の体積を求めなさい。

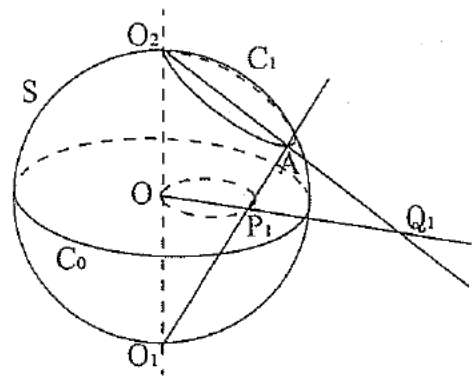
問題2

平面上において、中心 O 、半径 r の円 C を考える。平面内の点 P と、直線 OP 上の点 Q が $OP \cdot OQ = r^2$ を満たすとき、点 P と点 Q は円 C に関して反転であるという。このとき、以下の問いに答えなさい。

問1 点 O を通り円 C と交点をもたない円 C' を考える。点 P が円 C' 上を動くとき、点 P の円 C に関して反転である点 Q の軌跡は直線になることを示しなさい。

次に右図のように、空間内に中心 O 、半径 r の球面 S を考える。中心 O を通る直線 h と球面 S との交点をそれぞれ O_1 と O_2 とする。直線 h に垂直で点 O を通る平面を α とする。平面 α と球面 S の交わった部分を円 C_0 とする。

球面 S 上に点 O_1 と点 O_2 とは異なる点 A を、線分 O_1A が線分 O_2A より長くなる位置にとる。直線 O_1A と平面 α との交点を P_1 、直線 O_2A と平面 α との交点を Q_1 とする。



問2 平面 α において、点 P_1 と点 Q_1 は円 C_0 に関して反転であることを示しなさい。

問3 点 O_2 と点 A を通り、円 C_0 と交わらない平面を β とする。球面 S と平面 β の交わった部分 C_1 は常に円になることを示しなさい。

問4 円 C_1 とその内部を底面、点 O_1 を頂点とする円錐を考える。この円錐と平面 α の交わった部分は円になることを示しなさい。

問題3

p を5以上の素数とし、次の条件 (A) を満たす整数 x, y, z を考える。

$$(A) \quad 3p^2x^3 + 9py^3 + 4z^3 + 6pxyz = 0$$

以下の問いに答えなさい。

問1 整数 x, y, z が条件 (A) を満たすならば、 z は p で割り切れることを示しなさい。

問2 整数 x, y, z が条件 (A) を満たすならば、 x と y はいずれも p で割り切れることを示しなさい。

問3 条件 (A) を満たす整数 x, y, z を全て求めなさい。

令和7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めなさい。

問題用紙	20枚（1～20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 5 に答えなさい。

20 世紀初頭、表 1 に示す 4 種のコバルトの化合物（a ～ d）の結晶とその組成式がわかっていた。さらにこれらの水溶液に過剰量の硝酸銀を含む水溶液を加えると、a および b は等モル量、c は 2 倍モル量、d は 3 倍モル量の塩化銀の沈殿を生じることがわかった。Alfred Werner は、これらの化合物がどのような構造をとるかを研究する過程で、アンモニアと塩化物イオンがその（ア）をコバルトイオンに供与（配位）することで“錯イオン”を形成していることを提起了。これにより、イオン結合した塩素と錯イオン中の塩素の化学的挙動の違いを説明することが可能になった。

表 1 コバルト化合物の組成式と色

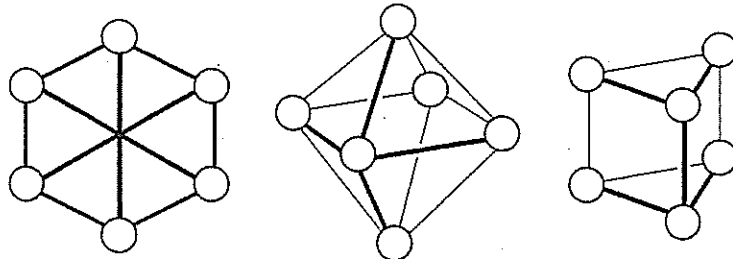
化合物	組成式	色
a	$\text{CoCl}_3\text{N}_4\text{H}_{12}$	紫色
b	$\text{CoCl}_3\text{N}_4\text{H}_{12}$	緑色
c	$\text{CoCl}_3\text{N}_5\text{H}_{15}$	赤紫色
d	$\text{CoCl}_3\text{N}_6\text{H}_{18}$	黄橙色

問 1 文中の（ア）に該当する語句を答えなさい。

問 2 表 1 の化合物 a、c、d の化学式を例にならって答えなさい。

例 $\text{K}_2[\text{CuCl}_4]$

問 3 表 1 の化合物 a と b は異性体である。Werner は化合物 a と b の立体構造として図 1 の A、B、C を考えた。異性体が 2 種類のみである場合、どの構造が妥当であるか答えなさい。また、その理由を 150 字程度で述べなさい。必要に応じて図を描いて説明してもよい。



A 平面六角形 B 正八面体 C 三角柱

図1 想定される錯体の立体構造（線は化学結合を示すものではない）

問4 下記の錯塩中の、錯イオンの電荷、中心金属の酸化数、錯イオンの名称を例にならって答えなさい。

例 $K_2[CuCl_4]$ 錯イオンの電荷 -2 中心金属の酸化数 2
 錯イオンの名称 テトラクロリド銅(II)酸イオン

- | | | | | | |
|---|------------------|---|------------------|---|--------------------|
| 1 | $[Ag(NH_3)_2]Cl$ | 2 | $Na_2[Zn(OH)_4]$ | 3 | $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ |
| 4 | $K_3[Fe(CN)_6]$ | 5 | $Na[Al(OH)_4]$ | | |

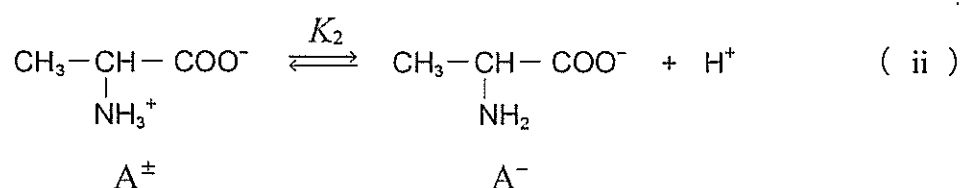
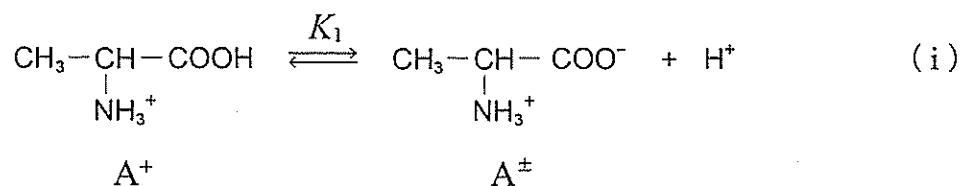
問5 下記の錯体の組み合わせは異性体か、異性体の場合は ○ を、異性体でない場合は × を答えなさい。

- | | |
|---|---|
| 1 | $[PtCl_2(NH_3)_4]Br_2$ と $[Pt(NH_3)_4]Cl_2$ |
| 2 | $[Zn(NH_3)_4][CuCl_4]$ と $[Cu(NH_3)_4][ZnCl_4]$ |
| 3 | $[Co(NO_3)(NH_3)_5]SO_4$ と $[Co(SO_4)(NH_3)_5]NO_3$ |

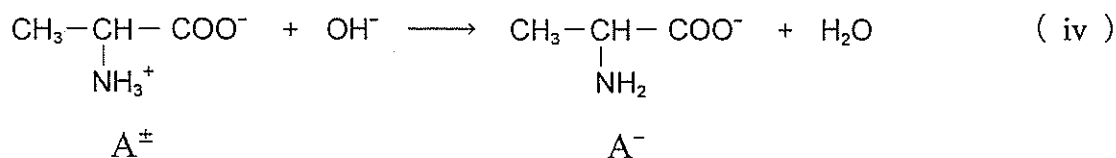
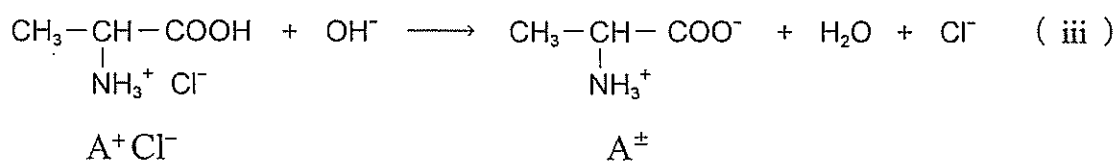
問題 2

次の文章を読み、問 1 から問 3 に答えなさい。

アミノ酸の一種であるアラニンは、水溶液中では ①電離状態の異なる 3 種類のイオン A^+ 、 A^- 、 $A^\pm$ の混合物として存在し、これらの間には以下の電離平衡 (i)、(ii) が成立する。



(i) と (ii) の電離定数をそれぞれ K_1 と K_2 とし、陽イオン A^+ 、陰イオン A^- 、双性イオン $A^\pm$ の濃度を $[A^+]$ 、 $[A^-]$ 、 $[A^\pm]$ とする。陽イオン A^+ は弱酸とみなすことが可能であり、実際に②アラニン塩酸塩水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で滴定すると、上記の (i)、(ii) に対応する以下の反応 (iii)、(iv) が進行する。



問 1 下線部①について、アラニンの 3 種類のイオンの総濃度を C とし、 A^+ 、 A^- 、 $A^\pm$ の存在率 (a) $\frac{[A^+]}{C}$ 、(b) $\frac{[A^-]}{C}$ 、(c) $\frac{[A^\pm]}{C}$ を、 K_1 、 K_2 、水素イオン濃度 $[H^+]$ を用いて表しなさい。

- 問 2 緩衝液で湿らせたろ紙の中央点にアラニン水溶液を少量滴下し、ろ紙の両端に直流電源を接続して電気泳動すると、緩衝液の pH によってアラニンの移動が異なる。以下の文章は、移動がどのように異なるかを、問 1 の文字式 (a) ~ (c) をもとに説明したものである。(エ) と (ク) には適当な語句を、(キ)、(ケ)、(コ) にはアラニンの移動の様子が分かる簡潔な文を書きなさい。それら以外の括弧には、 K_1 、 K_2 、 $[H^+]$ のいずれかを用いて、適当な文字式を書きなさい。その際、文字式は整理し、最も簡潔なものを答えなさい。なお、同じ文字式を複数回用いても良い。

問 1 の式 (a) ~ (c) より、3 種類のイオンの存在比 $A^+ : A^- : A^\pm$ は、(ア) : (イ) : (ウ) と表すことができる。ある pH における電気泳動では、アラニンの (エ) の総和によって、どのように移動するかが決定する。つまり、アラニンの移動は、上記の存在比と A^+ 、 A^- 、 $A^\pm$ のイオンの価数から導出される (オ) が正、負、0 のいずれであるかを考えれば良い。(オ) が 0、つまり $pH = -0.5 \times \log_{10}(\text{カ})$ の緩衝液を用いる時、(エ) の総和が 0 となるため、電気泳動によってアラニンは (キ)。一方、緩衝液の pH がそれよりも小さい時は (オ) が (ク) となり、アラニンは (ケ)。逆に大きい時、アラニンは (コ)。

- 問 3 下線部②について、以下の設問に答えなさい。

- (1) 一定量のアラニン塩酸塩を一定量の純水に溶かして、アラニン塩酸塩水溶液 10 mL を作ったところ、pH は 1.6 であった。このアラニン塩酸塩水溶液 10 mL に 0.2 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を 15 mL 加えると、過不足なく中和反応が進行し、全てのアラニンが陰イオン A^- となった。このアラニン塩酸塩水溶液のモル濃度を求めなさい。
- (2) (1) の滴定中、陽イオン A^+ と陰イオン A^- の量がつり合う時、 $[A^\pm]$ は $[A^+]$ の 5.0×10^3 倍であった。計算過程を丁寧^②に示し、 K_1 と K_2 を 2 桁の有効数字と 10 の累乗数の積で答えなさい。その際、電離度 α が 0.05 以下の場合に限り、 $1 - \alpha \div 1$ と近似しても良い。なお、必要であれば、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ 、 $\log_{10} 5 = 0.70$ を用いて計算しなさい。

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 $H = 1.00$ 、 $C = 12.0$ 、 $O = 16.0$ とする。

ポリエチレンテレフタレート (PET) は、高い結晶性を持ち、加工が容易で、吸湿性がほとんどないことから、合成繊維やプラスチック容器として利用される。PET は、①石油より得られる *p*-キシレンを、コバルトなどを含む触媒を用いて酸化して (ア) に変換した後、(イ) との間で (ウ) 結合を形成することで重合し、合成される。

一方、ポリ乳酸 (PLA) は、PET と比べて結晶性が低い、PET に似た特性を示すことから、合成繊維や食品包装などに利用される。PLA は、トウモロコシやサトウキビなどの植物由来の (エ) や (オ) を発酵して得られる②乳酸を、直接重合もしくはラクチドを経る開環重合により (ウ) 結合を形成し、合成される。

PET と PLA は、どちらも (ウ) 結合を有するプラスチックであるが、③環境中の生分解性が異なる。PET は加熱しても分子構造が安定で、加水分解しにくい。一方、PLA は土壌中において、表面から浸透した水によって加水分解され、オリゴマーとなり、さらに微生物の酵素による分解と代謝を受けることで生分解される。

問 1 (ア) ～ (オ) に当てはまる語句を答えなさい。ただし、(エ) の分子量は (オ) よりも大きい。

問 2 下線部①の文章について以下の設問に答えなさい。

- (1) *p*-キシレンは石油から分留精製されるナフサ (粗製ガソリン) に含まれる。図 1 のうち、ナフサは a から e のどの層に含まれるか答えなさい。
- (2) ナフサをさらに分留精製して得られる混合キシレンには、表 1 に示した 4 種類の異性体が含まれる。表 1 の化合物 A を空気中で触媒を用いて反応させると、炭素、水素、酸素のみからなる化合物 B が得られる。化合物 B は、熱水に溶かすと弱い酸性を示し、10.0 mg の化合物 B を完全燃焼すると 25.2 mg の二酸化炭素、4.42 mg の水が得られた。また、質量分析の結果、化合物 B の分子量は 122 であった。化合物 A と化合物 B の構造式を答えなさい。

課題 II

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、(1) から (7) に入る数値を答えなさい。

図 1 に示すように、滑らかに動くピストンのついた円筒容器の中に単原子分子の理想気体を閉じ込めている。円筒容器には加熱装置と冷却装置が接続されており、内部の気体を均一に加熱もしくは冷却することができる。ピストンと加熱装置、冷却装置により図 2 に示すように状態 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ の順に、気体の圧力 P [Pa] と体積 V [m^3] を変化させた。状態 A での気体の体積は $3.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 、圧力は $4.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ 、円筒容器内の気体の温度は 600 K である。また、状態 B での気体の体積は $1.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ であり、状態 D の気体の圧力は $6.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ である。状態変化 $A \rightarrow B$ は定圧変化である。また、状態変化 $B \rightarrow C$ 、および、状態変化 $D \rightarrow A$ は定積変化であり、状態変化 $C \rightarrow D$ は等温変化である。

状態 B における気体の温度は (1) K であり、状態 D の気体の温度は (2) K である。

また、状態 C における気体の圧力は (3) Pa である。

状態 B から状態 C に変化させたとき、気体の内部エネルギーは (4) J 増加する。また、このとき気体が外部にした仕事は (5) J である。次に状態 D から状態 A に変化させたとき、気体が外部に放出した熱量は (6) J である。

状態 A から状態 B に変化したとき、気体が外部に放出した熱量は (7) J である。

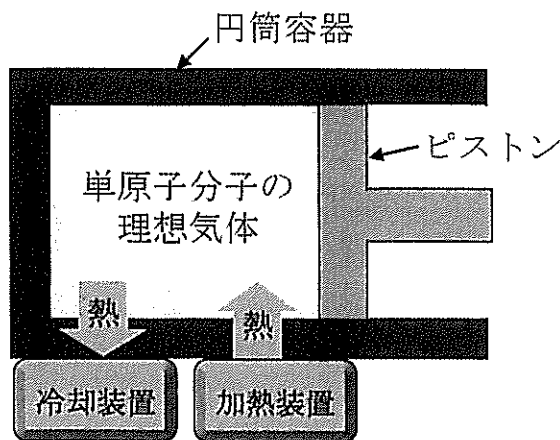


図 1

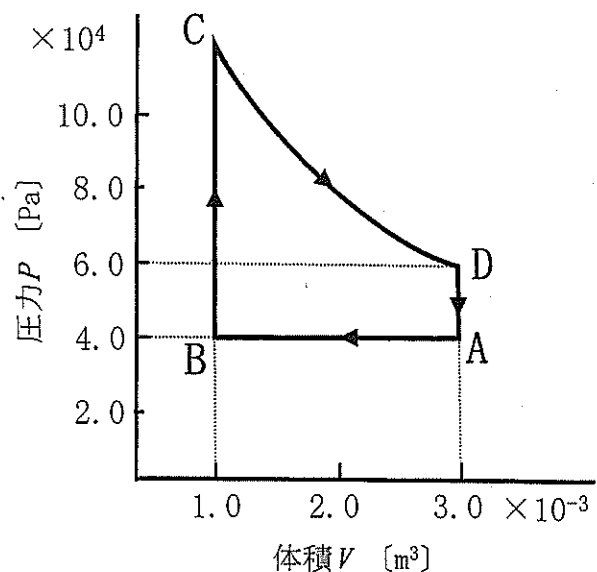


図 2

問題 2

真空中の xyz 空間に電界と磁界をつくる装置を考える。図3は装置の xy 平面($z=0$)の図である。領域Ⅰには yz 平面に平行な2つの電極板があり電圧 V_1 の電池との接続により x 軸に平行な電界のみが一様に存在する。この電極板の x 軸上には電子が通過できる小孔がある。領域Ⅱには xy 平面に直交する磁束密度 B の磁界のみが一様に存在する。領域Ⅲには xz 平面に平行な2つの電極板があり電圧 V_2 の電池との接続により y 軸に平行な電界のみが一様に存在する。領域Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの x 方向の長さはそれぞれ $2a$ 、 $3a$ 、 $4a$ である。領域Ⅲの電極板の間の距離は d である。電極板の厚みは十分に薄いとする。図3の原点 $O(0,0)$ から質量 m 、電荷 $-e$ ($e>0$)の電子を x 軸の $+$ 方向に速さ v_0 で放つと、電子は点 $P(2a,0)$ および点 $Q(5a,-a)$ を通過し、さらに電極板に衝突することなく点 $R(9a,0)$ を通過した。ただし、電子は各点を含む xy 平面内のみを運動したとする。

以下の問いに解答しなさい。

問1 領域Ⅱの磁界の説明として正しい文章を次の①、②から選び番号で答えなさい。

- ① 磁界は紙面(xy 平面)に対して 表から裏へ 向かう方向である。
- ② 磁界は紙面(xy 平面)に対して 裏から表へ 向かう方向である。

問2 V_1 の大きさを求めなさい。解答は導出の過程がわかるように記しなさい。

問3 V_2 の大きさを求めなさい。解答は導出の過程がわかるように記しなさい。

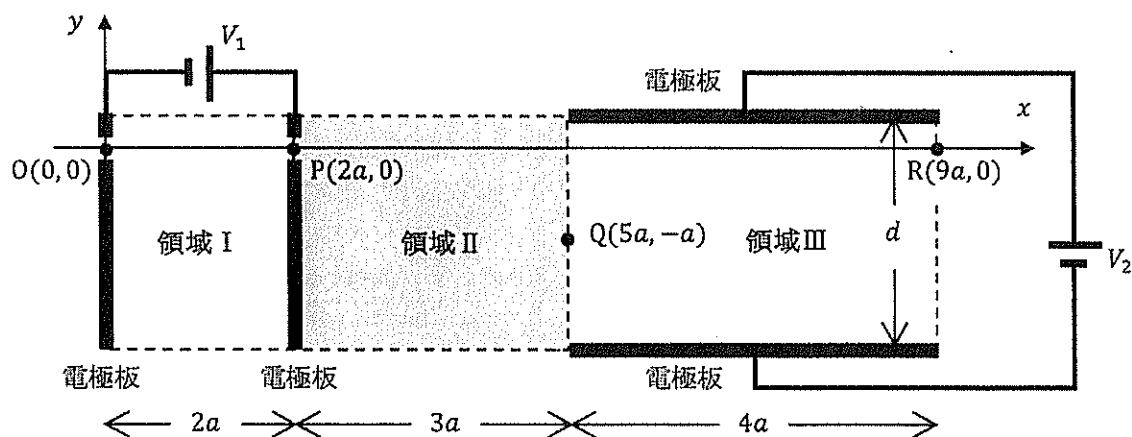


図3 装置の xy 平面($z=0$)の図

問題 3

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くこと。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： 無風の場合，空気中の音速 V [m/s]，ドップラー効果，風がある場合，
風の向き，風の速さ w [m/s]，通過

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、問 2 に答えなさい。

セントラルドグマとは、遺伝情報が DNA から転写され RNA となり、さらに RNA から翻訳によってタンパク質として情報が伝達されることを示した分子生物学の基本法則である。ウイルス等では、逆転写酵素により RNA から DNA への情報の変換が行われたり、RNA 依存的な RNA 合成酵素により相補的な RNA の複製が行われたりすることもあるが、核酸がコードする情報がタンパク質に変換される情報伝達は一方向である。したがって、(A) 核酸の情報に変異が生じると、コードされるアミノ酸情報に変化をもたらし、そのタンパク質が本来持つ機能や性質が変化することがある。

遺伝子工学では、これらのプロセスを試験管内で再現し、利用することがある。例として、特定のタンパク質 X に高い親和性で結合するポリペプチドを選択するための実験を以下に示す。

<実験工程>

- (工程 1) 図 1 のように、転写に必要なプロモーター領域の下流に $\text{ATG}-(\text{NNK})_{10}$ の塩基配列を含む 2 本鎖 DNA を合成する。N は 4 つのすべての塩基、K は T, G の塩基がランダムに含まれることとする。
- (工程 2) 転写に必要な因子を加え、転写反応を行い、DNA を RNA に変換する。完成した RNA とピューロマイシンを反応させ、RNA にピューロマイシンを付加する。
- (工程 3) RNA の翻訳に必要な因子を加え、翻訳を行う。ピューロマイシンは、チロシル tRNA 類似体であり、(B) 翻訳装置に取り込まれると、これまで合成していたポリペプチド鎖の最後のアミノ酸と共有結合する。
- (工程 4) タンパク質 X を固相化したプレートに上記の翻訳ポリペプチドを反応させ、結合しないポリペプチドは洗浄し取り除く。

- (工程1) プロモーター領域 10個のランダムコドン
DNA $\overline{\text{ATG(NNK)...(NNK)}}$
- (工程2) 転写
RNA $\text{—ATG(NNK)...(NNK)—}$
↓ ピューロマイシンの付加
RNA $\text{—ATG(NNK)...(NNK)—(P)}$
(P):ピューロマイシン
- (工程3) 翻訳
翻訳装置
- (工程4) タンパク質Xに結合するポリペプチドの選択
結合しないポリペプチドの除去
タンパク質X
- (工程5) RNAの回収
逆転写およびPCR反応による
プロモーターを付加したDNAの増幅
- ポリペプチドライブラリー
ポリペプチド RNA
↓ 選択

11

実験工程を5サイクル行ったところ、図2に示すようにポリペプチドAとポリペプチドBをコードするDNAの割合が有意に上昇した。タンパク質Xはその機能活性中心としてセリンを有することから、セリンをアラニンに置換した不活性型変異体を用いて、継続して5サイクルの工程（第6から第10サイクル）を行った。

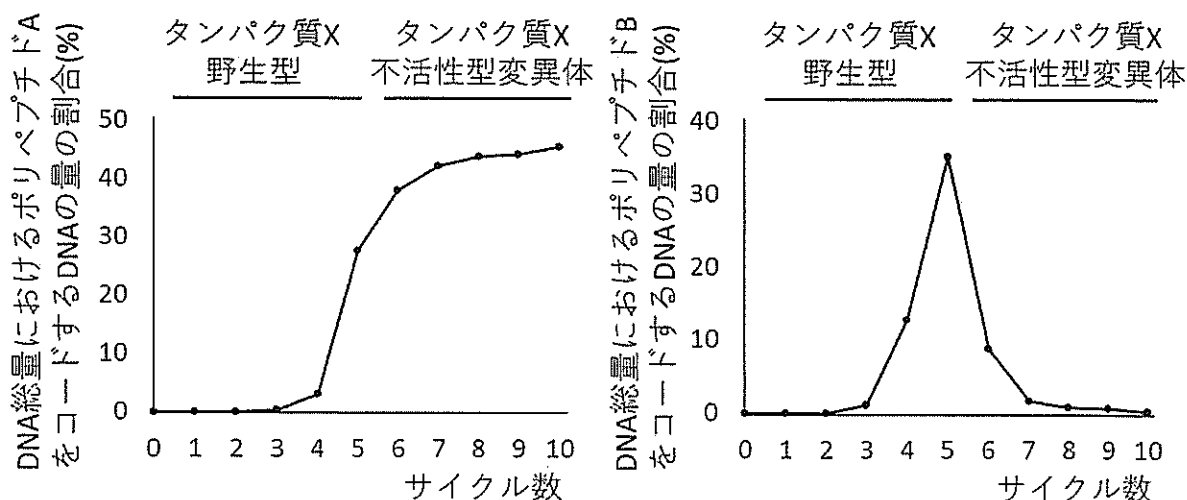


図2. 各サイクルにおけるポリペプチドAとBのDNAの占める割合の変化

問1 下線部（A）の例として、ヘモグロビンβサブユニットをコードする遺伝子の第6番目のアミノ酸がグルタミン酸（正常型）からバリン（変異型）に置換される変異があり、重篤な貧血の原因遺伝子変異として知られている。

(1) この変異によって、ヘモグロビンやそれを含む赤血球の性質がどのように変化するか。次の文章を読み、正しいものには○、誤っているものには×を記しなさい。

- ① βサブユニットは、鉄イオンを乖離することで、αサブユニットとヘテロ二量体を形成するようになる。
- ② 高酸素環境下でヘモグロビン同士が凝集しやすくなり、赤血球が鎌状の形態となる。
- ③ 鎌状赤血球は、柔軟性を失い毛細血管を通過しづらくなることや、脆弱性が増すことで容易に溶血し、酸素運搬能力が低下する。
- ④ マラリア原虫は、正常赤血球よりも鎌状赤血球で増殖しやすい。

- (2) ある国における大規模調査において、新生児のヘモグロビン β サブユニットの遺伝子型を解析したところ、正常型をホモに持つ新生児は 83.4%、正常型と変異型をヘテロに持つ新生児は 15.4%、変異型をホモに持つ新生児は 1.20%であった。この集団では、ハーディー・ワインベルグの均衡が成り立つと仮定し、正常型と変異型の遺伝子頻度について、それぞれ有効数字 3 桁で答えなさい。

問 2 タンパク質 X に高い親和性で結合するポリペプチドを選択するための実験に関して、各問いに答えなさい。

- (1) 下線部 (B) について、下の文に適切な語句を入れなさい。

- ① 翻訳装置は、RNA とタンパク質の複合体であり、(ア) と呼ばれる。
- ② 翻訳装置は、小ユニットと大ユニットから構成され、小ユニットには 1 種類、大ユニットには (イ) 種類の rRNA が含まれる。
- ③ 哺乳動物細胞では、翻訳装置は、核膜とつながる細胞内小器官である (ウ) の表面に多く存在し、細胞内小器官の (エ) も独自の翻訳装置を少量有している。

- (2) ピューロマイシンの付加によって得られる最大の利点について、80 字程度で答えなさい。

- (3) ポリペプチドライブラリーに含まれるポリペプチドは何種類あるか、有効数字 3 桁で答えなさい。ただし、ランダムコドンの中に標準アミノ酸のみが含まれ、終止コドンは含まれないものとする。

- (4) 図 3 に示すポリペプチドと RNA の複合体において、ポリペプチドのアミノ末端 (N 末端) と RNA の 5' 末端は図の右、左どちら側にくるか答えなさい。

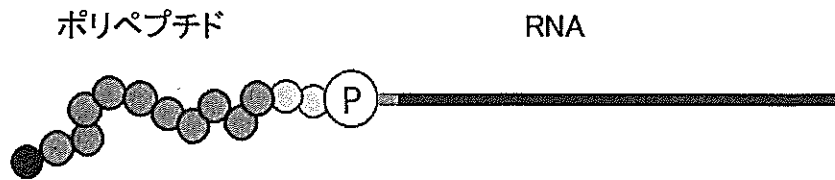


図 3. ポリペプチド-RNA 複合体の模式図

- (5) タンパク質 X の機能を阻害するバイオ医薬品の開発において、ポリペプチド A とポリペプチド B の配列のどちらにタンパク質 X の機能阻害活性が期待できるか、理由と共に 100 字程度で答えなさい。

問題 2

次の文章を読み、問 1 から問 5 に答えなさい。

ヒトの血糖値（血中グルコース濃度）は常に 70～110 mg/dL に保たれている。血糖値が低下すると、すい臓の（ア）にある A 細胞が応答し、（イ）の分泌が増加する。（イ）は、肝臓に作用して貯蔵されている（ウ）の分解を促すことで、血糖値を上昇させる。また、脳の視床下部には、交感神経を通して副腎髄質を刺激し、（エ）が分泌されることで、同様に血糖値を上昇させる働きがある。さらに、視床下部は脳下垂体前葉を刺激して（オ）刺激ホルモンの分泌を促し、（オ）から(A)糖質コルチコイドを分泌させることで血糖値を上昇させる。一方で、食事などによって糖質を摂取すると、血糖値が一時的に上昇する。これをすい臓の（ア）の B 細胞が感知し、(B)インスリンの分泌量を増加させることで、血糖値が低下する。血糖値の恒常性が崩れ、血糖値が異常に上昇した状態が続く病気は(C)糖尿病と呼ばれている。

問 1 文中の（ア）から（オ）に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 文中の下線部(A)について、糖質コルチコイドが血糖値を上昇させる仕組みについて 70 字程度で説明しなさい

問 3 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 脳下垂体後葉から分泌されるバソプレシンは、筋肉や脂肪組織によるグルコースの取り込みを促進することで血糖値を低下させる。
- ② 腎臓では 1 日に約 180 g の糖が糸球体よりろ過される。このほぼすべてが近位尿細管で再吸収され、尿中に排泄される糖はろ過量の 0.1% 程度である。
- ③ 血糖値が 60～70 mg/dL 程度になることで、痙攣や昏睡といった中枢神経症状が出る。
- ④ 血糖値が高い状態が長時間続くと、血管が変性して血流が低下し、脳・眼・心臓・足・腎臓・皮膚などが障害される。

問4 下線部(B)に関して下記の文章を読んで小問(1)に答えなさい。

インスリン分泌を制御する因子として、小腸上皮細胞から血液中に分泌されるホルモンXの生理機能を調べるため下記の実験を行った。実験1では、ホルモンXの受容体であるYを全身で欠損したマウス(Y受容体欠損マウス)と野生型マウスを18時間絶食させた後、グルコースの経口投与を行った。グルコースの投与前、投与後30分、投与後60分のタイミングで血液を採取し、ホルモンXおよびインスリンの血中濃度を測定した(図1のaとb)。実験2では、野生型およびY受容体欠損マウスを実験1と同様に絶食させ、それぞれに生理食塩水またはホルモンXを投与し、その5分後にグルコースの経口投与を行った。グルコース投与後120分まで経時的に採取した血液から血糖値を測定した(図1のcとd)。

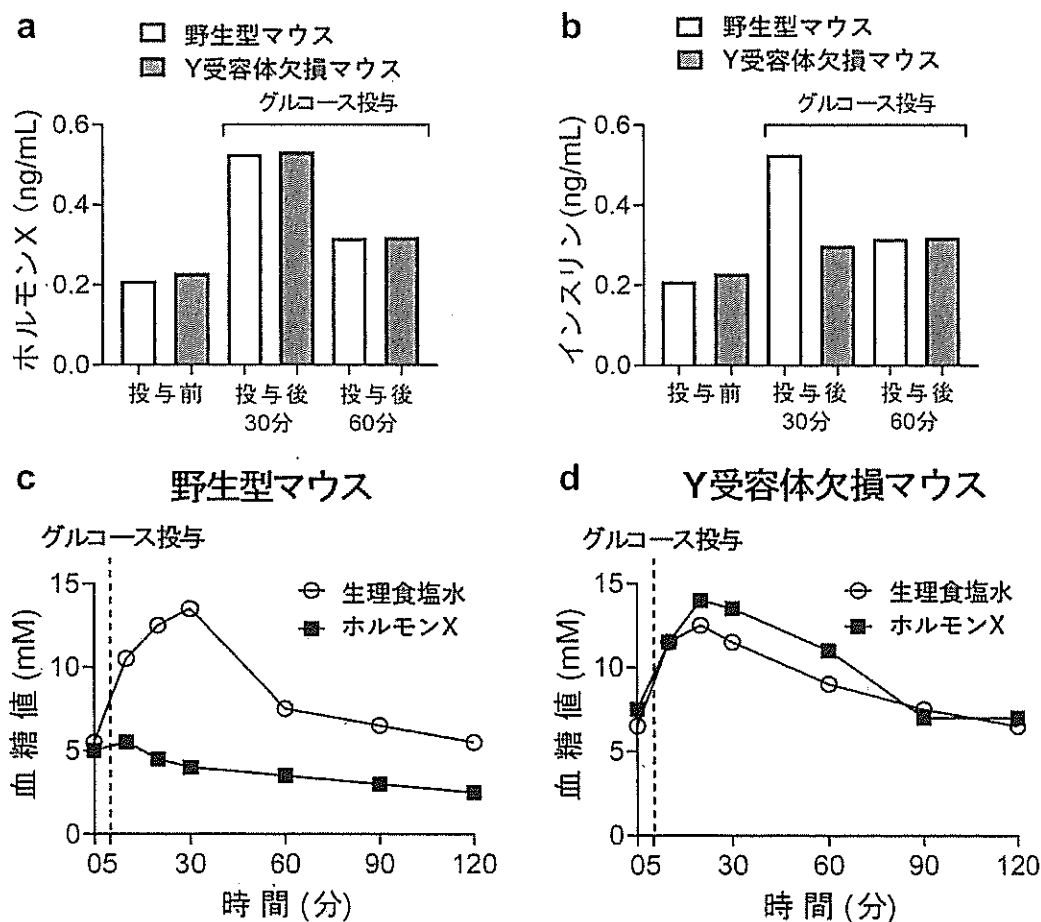


図1. 実験1、2の結果

- (1) 実験1と2の結果から、ホルモンXはどのような生理機能を持つことが考えられるか。50字程度で説明しなさい。

問 5 下線部(C)より、図 2 の a と b は分類の異なる糖尿病患者 2 名の食事摂取後の血糖値とインスリン濃度の変化を示している。下記の小問(1)と(2)に答えなさい。

(1) 糖尿病は大きく I 型と II 型に分類され、その症状や発症機序は異なる。図 2 の a に関して、その分類と発症機序を 80 字程度で説明しなさい。

(2) 糖尿病治療において、インスリン投与が不可欠となる患者は a と b のどちらか。

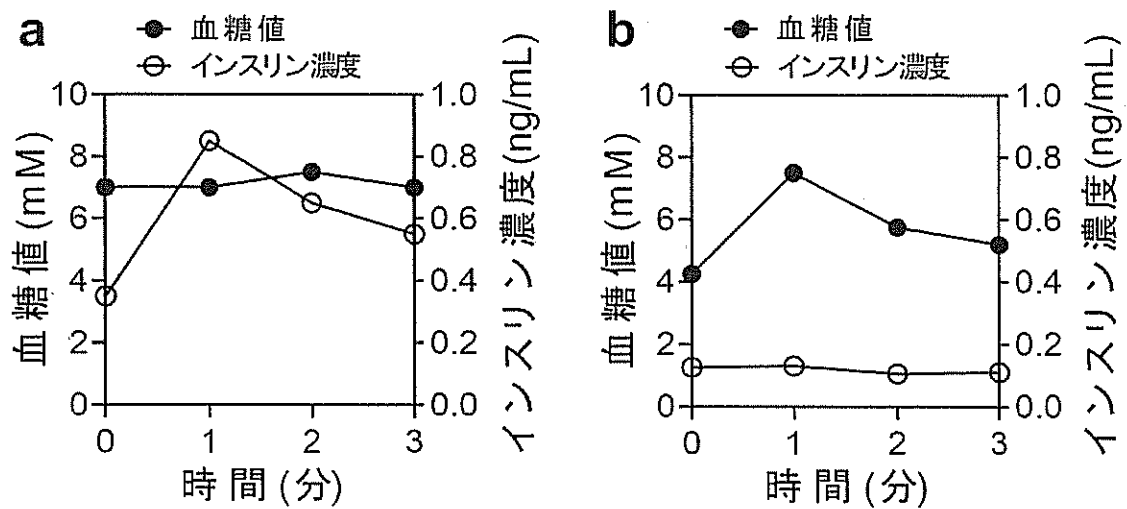


図 2. 糖尿病患者 2 名の食事摂取後の血糖値とインスリン濃度の変化

問題 3

次の文章を読み、問 1 から問 4 に答えなさい。

PCR 法（ポリメラーゼ連鎖反応法）は DNA の特定の部分を短時間で大量に増幅する技術である。この技術は、極めて少量の DNA からでも解析を可能にするため、科学や医療の現場など、さまざまな分野で非常に重要である。PCR 法は、次の 3 つのステップを繰り返すことで DNA を増幅する：(A) 変性、アニーリング、伸長。PCR 法による DNA の増幅には、複製したい DNA のもとになる DNA 鋳型、特定の DNA 領域の両端に結合して複製の開始点となる人工的に合成した 2 種類の短い DNA 断片であるプライマー、DNA を複製する耐熱性酵素である（ア）、新しい DNA を作るための材料となる 4 種類の（イ）が必要である。

PCR 法によって増幅された DNA（PCR 産物）が目的の DNA であるのかを確認する方法の一つとして、電気泳動法がある。DNA は（ウ）に帯電しており、寒天ゲル中に電流を流すと、（エ）極に向かって移動する。電気泳動法では、長さ（塩基対数）が既知の DNA 断片（マーカー）を試料と同時に電気泳動することにより、目的の DNA のおよその長さを推定することができる。また、PCR 法によって増幅された特定の配列が正しく増幅されたかを確認するための手段のひとつとして、(B) 制限酵素処理がある。PCR 産物に対して、特定の制限酵素を使用して切断し、切断後の断片を電気泳動で確認し、予想した長さや数の DNA 断片が得られるかどうかをチェックする。しかし、制限酵素処理は正しい配列かどうかの確認には不十分である。PCR で増幅された DNA が正しい配列であるかを確認するための方法としては、DNA の塩基配列を直接解析するシーケンシングがある。

PCR 技術のバリエーションのひとつであり、PCR の増幅量をリアルタイムでモニターし、特定の DNA のコピー数を解析する方法として、(C) リアルタイム PCR 法がある。リアルタイム PCR 法は電気泳動が不要で迅速性と定量性に優れている。

問 1 文章中の空欄（ア）から（エ）に当てはまる適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部 (A) に関して、それぞれのステップでどのようなことが起こるのかを、それぞれ 50 字程度で説明しなさい。その際、なぜ特定の温度で行う必要があるのかを考えて説明しなさい。なお、それぞれのステップの温度は、変性（約 95℃）、アニーリング（約 60℃）、伸長（約 72℃）である。

問 3 下線部 (B) に関する次の文章を読み、下記の小問 (1) と (2) に答えなさい。

ある DNA の鋳型をもちいて、PCR 反応を行った。その結果 500 bp (塩基対数) の PCR 産物を得ることができた。この PCR 産物を制限酵素 I、制限酵素 II、制限酵素 I と制限酵素 II (制限酵素 I+II) で切断し、切断後の断片を電気泳動した。その結果、図 1 のような DNA 断片の帯 (バンド) が確認された。なお、制限酵素 I および制限酵素 II で切断できる配列はすべて切断されたものとする。

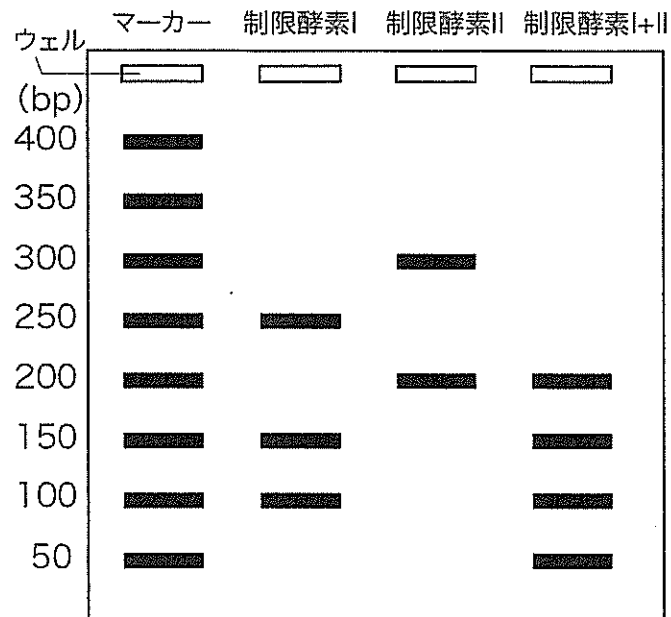


図 1. PCR 産物を制限酵素で切断し、電気泳動した結果

- (1) この PCR 産物は制限酵素 II によって、何箇所切断されたと考えられるか答えなさい。
- (2) 電気泳動の結果から推察される制限酵素 I、II による PCR 産物の切断パターンは 6 パターンである。その切断パターンをすべて答えなさい。なお、この PCR 産物には L と R の方向性があるとする。また、制限酵素 I の切断部位は▼で、制限酵素 II の切断部位は▽でそれぞれ記しなさい。

問 4 下線部 (C) に関する次の文章を読み、下記の問に答えなさい。

リアルタイム PCR 法では、Ct 値 (サイクル閾値) は、DNA が検出できるまでに必要なサイクル数を表す。つまり Ct 値が小さいほど、サンプルに含まれる最初の DNA の量が多いことを示す。この Ct 値を使って、サンプルに含まれる DNA 量を推定することができる。そこで役立つのが標準曲線である。標準曲線とは、

既知の DNA 量を用いて増幅したときの Ct 値を使って作るグラフである。このグラフを利用すれば、未知のサンプルの Ct 値から、そのサンプルに含まれている DNA の量を推測できる。

リアルタイム PCR 法を用いて特定の DNA サンプルを増幅した結果、以下のデータ（表 1）と、このデータを元にした標準曲線（図 2）が得られた。これらを元に、サンプル X の推定される初期 DNA 濃度を答えなさい。なお、 $10^{0.5} = 3.16$ とする。

表 1. 標準サンプルおよびサンプル X の Ct 値と初期 DNA 濃度

サンプル名	Ct 値	初期 DNA 濃度（コピー数）
標準 1	20	10,000
標準 2	23	1,000
標準 3	26	100
標準 4	29	10
サンプル X	24.5	不明

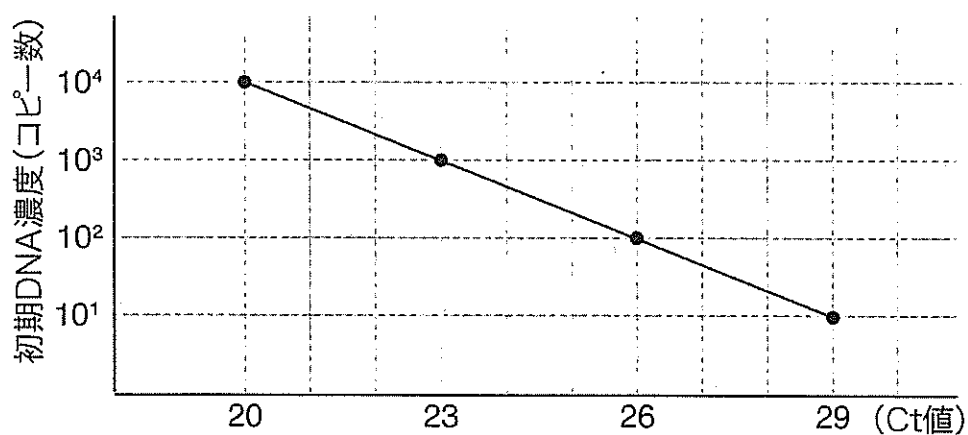


図 2. 標準サンプルの Ct 値と初期 DNA 濃度の関係（標準曲線）