

平成30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なさい。

問題用紙	11枚（1～11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 9 に答えなさい。




1. The first step is to identify the problem. In this case, the problem is that the company is not meeting its goals.
2. The second step is to analyze the problem. This involves identifying the causes of the problem and determining the impact of the problem.
3. The third step is to develop a solution. This involves identifying the best way to solve the problem and determining the resources needed to implement the solution.
4. The fourth step is to implement the solution. This involves putting the solution into action and monitoring the results.
5. The fifth step is to evaluate the results. This involves comparing the results of the solution to the original goals and determining whether the solution was successful.

1. The first step is to identify the problem or question that needs to be answered. This involves understanding the context and the specific information required.
2. Next, gather relevant data and information. This can be done through research, interviews, or direct observation. It is important to ensure the data is accurate and reliable.
3. Once the data is collected, it should be analyzed to identify patterns, trends, and relationships. This step often involves using statistical methods or other analytical tools.
4. The final step is to draw conclusions and make recommendations based on the analysis. This should be done in a clear and concise manner, highlighting the key findings and their implications.

getting to the point where I felt better than going to the store. After thinking in the middle stage, that's why I was the strong. The planning was right, that is, I was to know the answer. The answer about what I was to do was not to do it.

© 2006 Pearson Education, Inc. All rights reserved. This publication is protected by copyright. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage or retrieval system, without permission in writing from Pearson Education, Inc. All rights reserved. Printed in the United States of America. 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

When we go on these adventures we should be able to find out what
 we can't find out.

Children are taught to understand that there is a big difference between what they are saying, before they begin to tell the story, to say what will happen, as much as the actual experience.  Children will often say that all is. However, the story itself can be about a number of feelings, experiences and feelings, including, perhaps, how



(註*) saliva: 唾液、 physiologically: 生理学的に、 nostril: 鼻孔、 squirt: 噴出、
cilium: 線毛、 monarch: 君主、 brood: 一腹の仔

(Moyer M. *Scientific American*, September 1, 2013 より引用、一部改変)

問 1 Fill in blanks (A) to (E) with the most appropriate sentence from sentences (i) to (v) below.

- (i) The environment sends many cues about how food should taste.
- (ii) Our flavor preferences begin to take shape even before birth.
- (iii) Our sense of taste doesn't end at the mouth.
- (iv) The visual and auditory triggers can be so obvious as to appear comical.
- (v) For that, we turn to the nose.

問 2 Fill in blanks (a) to (e) with the most appropriate verb from the list below.

holds houses messes rests ropes

問 3 Fill in blank (ア) with the most appropriate word.

問 4 Fill in blank (イ) with the most appropriate word.

問 5 Fill in blank (ウ) with the most appropriate word.

問 6 Where does retronasal olfaction occur in the body? Answer in **English**.

問 7 Rearrange the words below to fill in blank (エ) and thus complete the sentence. Use a comma as required.

are doing first how in it let let's
minutes see them then they try twenty

問 8 In **Japanese**, give one example from the passage of how taste is affected mentally.

問 9 In **Japanese**, give one example from the passage of how taste is affected chemically.

問題 2

次の文章を読み、問 1 から問 4 に答えなさい。

The information in this report was obtained through a review of the following documents:

- The company's annual report for 2019.
- The company's website.
- The company's press releases.
- The company's financial statements.
- The company's management discussion and analysis.
- The company's corporate governance report.
- The company's environmental, social and governance report.
- The company's sustainability report.
- The company's human resources report.
- The company's diversity and inclusion report.
- The company's community relations report.
- The company's risk management report.
- The company's legal and compliance report.
- The company's information security report.
- The company's data protection report.
- The company's intellectual property report.
- The company's research and development report.
- The company's marketing and sales report.
- The company's customer service report.
- The company's employee relations report.
- The company's health and safety report.
- The company's environmental impact report.
- The company's social impact report.
- The company's governance impact report.
- The company's overall impact report.

[illegible]

1. **Identify the main idea of the passage.** The main idea is that the author is discussing the importance of maintaining a healthy diet and exercise routine for overall well-being.

2. **Identify the supporting details.** The supporting details include the author's personal experience with weight gain, the benefits of a balanced diet, and the importance of regular exercise.

3. **Identify the author's purpose.** The author's purpose is to inform and persuade the reader to adopt a healthier lifestyle.

4. **Identify the author's tone.** The author's tone is informative and persuasive.

5. **Identify the author's audience.** The author's audience is anyone interested in health and wellness.

6. **Identify the author's point of view.** The author's point of view is from a personal perspective.

7. **Identify the author's bias.** The author's bias is towards a healthy lifestyle.

8. **Identify the author's style.** The author's style is conversational and informative.

9. **Identify the author's structure.** The author's structure is a personal narrative.

10. **Identify the author's conclusion.** The author's conclusion is that a healthy diet and exercise routine are essential for overall well-being.



(註*) ornithology: 鳥類学、 cursory: 大まかな、 roost: ねぐら

(Yin S. *The New York Times*, September 7, 2017 より引用、一部改変)

問 1 For each of the following words, find the word in the passage with the same meaning.

skillfully never-failing hint irregularly sure initial

問 2 Fill in blanks (a) to (e) with the most appropriate preposition from the list below.

for in out up upon

問 3 In **Japanese**, describe the steps in the experiment conducted by Dr. Greif and colleagues to show that bats tend to hit vertical metal plates.

問 4 Read the following sentences about the passage and circle 'T' if the sentence is true and 'F' if it is false.

- (i) Bats are able to distinguish distances of less than 1 mm between moving prey.
- (ii) A sensory trap is a trap that catches moving prey.
- (iii) In experiments using objects with smooth surfaces, bats were able to navigate only simple surroundings.
- (iv) In his research on bats, Dr. Greif's first goal was to discover why bats crash into buildings.
- (v) Comparing a person with poor vision to a bat by saying that he/she is "as blind as a bat" is a true comparison.
- (vi) One of the outstanding questions in bat research is how bats use both their eyes and their ability of echolocation when navigating.

課 題 II

次の問題 1～問題 3 に答えなさい。解答は考えた過程がわかるよう丁寧^ニに記しなさい。

問題 1

$-\frac{2\pi}{3} \leq \theta \leq \frac{2\pi}{3}$ のとき、次式で示される y の最大値および最小値を求めなさい。

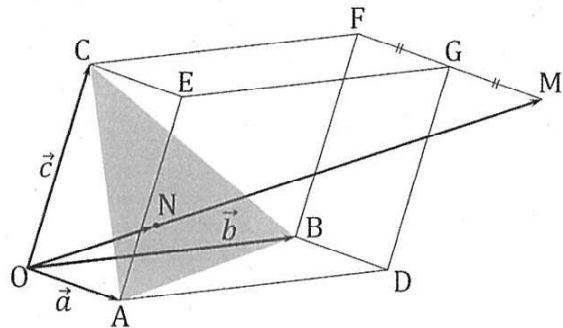
$$y = \frac{1 + \sin \theta}{1 + \cos \theta}$$

問題 2

平行六面体 $OADB-CEGF$ において、辺 FG の延長線上に $FG = GM$ となるような点 M をとり、直線 OM が平面 ABC と交わる点を N とする。 $\overrightarrow{OA} = \vec{a}$, $\overrightarrow{OB} = \vec{b}$, $\overrightarrow{OC} = \vec{c}$ とするとき、以下の問に答えなさい。

問1 \overrightarrow{OM} を $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ を用いて表しなさい。

問2 \overrightarrow{ON} を $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ を用いて表しなさい。



問題 3

P_n を n 個の相異なる素数 p_1, p_2, \dots, p_n からなる集合とする。

P_n と 1 つの素数 p に対して、

$$s(p, P_n) = \sum_{i=1}^n \log_p p_i$$

と定める。ただし、 p は P_n の元とは限らない。また素数が無限に存在することは既知とする。以下の問に答えなさい。

問1 $n \geq 2$ のとき、 $s(p, P_n)$ は正の無理数であることを示しなさい。

問2 $P_7 = \{2, 3, 5, 7, 11, 13, 17\}$ に対して、 $k \leq s(2, P_7) < k + 1$ をみたす整数 k を求めなさい。

問3 $s_n = s(p, P_n)$ とする。 n を限りなく大きくするとき、数列 $\{s_n\}$ は正の無限大に発散することを示しなさい。

平成30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	16枚（1～16ページ）
解答用紙	7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。原子量は $O = 16.0$ とする。

酸素は高い反応性を持ち、多くの元素と発熱的に反応して（ア）を形成する。地球上の地表付近に存在する元素の割合を推定した結果を存在率で表したものをクラーク数という。酸素はこのクラーク数が（イ）番目に高い元素であり、これは多くの元素が（ア）として存在しているからである。（ア）はその性質に応じて、酸性、塩基性、両性に分類される。また、硝酸やリン酸などのように分子中に酸素原子を含む酸を（ウ）といい、この分子の中心の原子が同じ場合は一般に酸化数が高いものほど酸性度が（エ）。

酸素の単体には酸素分子とオゾン分子があり、これらは互いに酸素の（オ）である。オゾン分子は特徴的な臭いを持つ有毒な気体で、分解して酸素分子に変わりやすく、このときに強い（カ）を示すので殺菌や消臭などの用途に用いられる。一方、オゾン分子は地球の成層圏上部に層となって分布しており、紫外線を吸収して分解する機能を持っている。近年、この層をフロンと呼ばれる物質が破壊していることが問題となり、その使用が禁止された。

問 1 文中の空欄（ア）から（カ）に当てはまる適切な語句・数字をそれぞれ答えなさい。

問 2 （ア）には以下の物質が挙げられる。これらを酸性、塩基性、両性にそれぞれ分類し、正しい性質を○で囲みなさい。

(a) MgO (b) CO_2 (c) SnO_2 (d) SO_2 (e) Al_2O_3

問 3 ある酸素分子とオゾン分子の混合気体の密度は標準状態で 1.52 g/L であった。混合気体中のオゾン分子の重量パーセント濃度を有効数字 3 桁で求めなさい。

問 4 オゾン分子が酸化剤として機能するときの半反応式を示しなさい。

問 5 下線部で示した現象では、紫外線の照射によってフロンから塩素が放出されてオゾン層を破壊することが分かっている。塩素がオゾン層を破壊する仕組みを、2つの反応式で示しなさい。

問題 2

次の文章を読み、問 1 から問 5 に答えなさい。原子量は $H = 1.00$ 、 $C = 12.0$ 、 $O = 16.0$ とする。

気体の溶媒への溶解は、溶解度が小さい場合にはヘンリーの法則に従う。しかし気体が溶媒と反応する場合には、その反応の影響を考慮する必要がある。二酸化炭素は水に溶解すると、次式のように水と反応して電離している。



この反応の平衡定数 K_a [$molL^{-1}$] は次式で与えられる。

$$K_a = \frac{[HCO_3^-][H^+]}{[CO_2]} \quad (2)$$

水に溶解した二酸化炭素の総濃度 C [$molL^{-1}$] は次式で与えられる。

$$C = [CO_2] + [HCO_3^-] \quad (3)$$

このうち $[CO_2]$ について、ヘンリーの法則が成り立つとすると、次式が成り立つ。

$$[CO_2] = kp \quad (4)$$

ここで、 p [Pa] は気相中の二酸化炭素の分圧、 k [$molL^{-1}Pa^{-1}$] は温度のみに依存する比例定数である。25°Cにおいて、 1.0×10^5 Pa の二酸化炭素と溶解平衡にある水 1.0 L 中には、二酸化炭素が全体として 3.0×10^{-2} mol だけ溶解し、pH は 4.00 である。二酸化炭素は理想気体として振る舞い、溶解しても水の体積は変化せず、水の蒸発や蒸気圧は無視できるものとする。

- 問 1 25℃において、容積が 2.0 L の真空容器に水 1.0 L を入れ、さらにドライアイスを加え溶解平衡に到達させる。平衡時の容器内圧力を 1.0×10^5 Pa にするためには、水と二酸化炭素の反応を無視したとき、何 g のドライアイスを加えればよいか。有効数字 2 桁で求め、計算の過程も示しなさい。
- 問 2 25℃において、容積が 2.0 L の真空容器に水 1.0 L を入れ、さらにドライアイス 6.6 g を加えた。水と二酸化炭素の反応を無視したとき、溶解平衡に達した時の容器内圧力は何 Pa になるか。有効数字 2 桁で求め、計算の過程も示しなさい。
- 問 3 二酸化炭素だけが溶解して平衡に達している水溶液がある。この水溶液中の水素イオン濃度を k 、 K_a および p を用いて表しなさい。
- 問 4 問 3 の水溶液中における二酸化炭素の総濃度 C を k 、 K_a および p を用いて表しなさい。
- 問 5 問 3、問 4 で得られた式と本文における条件から、25℃における k および K_a の値を有効数字 2 桁で求め、計算の過程も示しなさい。

問題 3

次の文章を読み、問 1 から問 7 に答えなさい。原子量は $H = 1.00$ 、 $C = 12.0$ 、 $O = 16.0$ 、 $K = 39.0$ とする。

油脂の主成分は、グリセリンの 3 つの (ア) 基に高級脂肪酸が (イ) 結合したトリグリセリドである。また、常温で固体のものを (ウ) といい、液体のものを (エ) という。油脂の融点は、高級脂肪酸の炭素数が同じ場合に二重結合が多いほど低くなる。(エ) にニッケルを触媒として水素を付加して固化させたものを (オ) という。

油脂 A は、1 分子の飽和脂肪酸 X と 2 分子の不飽和脂肪酸 Y のトリグリセリドである。576 mg の油脂 A を完全に加水分解するために 0.100 mol/L の水酸化カリウム水溶液を 19.5 mL 必要とした。576 mg の油脂 A にニッケルを触媒として水素を付加させると、 29.1 cm^3 (標準状態に換算) の水素を吸収した。さらに、水素を吸収した油脂 A を水酸化ナトリウムで加水分解すると、グリセリンと 1 種類の脂肪酸ナトリウム塩が得られた。

問 1 (ア) から (オ) に入る適語を答えなさい。

問 2 下線部の理由を 50 字程度で述べなさい。

問 3 油脂 A の分子量を有効数字 3 桁で答えなさい。

問 4 1 mol の油脂 A に対して、付加した水素の mol 数を答えなさい。

問 5 不飽和脂肪酸 Y の不飽和度を答えなさい。

問 6 飽和脂肪酸 X と不飽和脂肪酸 Y の炭素数をそれぞれ答えなさい。

問 7 不飽和脂肪酸 Y を硫酸酸性過マンガン酸カリウム水溶液とともに加熱すると得られる、同じ炭素数のカルボン酸の構造式をすべて答えなさい。

課 題 II

次の問題 1、問題 2 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。

ギターやバイオリンなどの弦楽器が発する音について、図 1 に示すようなモデル弦楽器 A と B を用いて考える。A と B は共に、共鳴箱に 2 個の駒を置き、線密度 μ の弦の左端を共鳴箱に固定し、駒間に弦を張り、共鳴箱の右端に固定した滑車を通して弦の右端に、一様な密度 ρ 、体積 V の円柱型のおもりを取り付けて、図 1 のように弦の長さが A は L_A 、B は $L_B (< L_A)$ になるように弦を張った。A と B は弦の長さ以外は全く同じ作りで、同じ性能を持つ。A、B の弦を弾くと、それぞれ基本振動の振動数 f_A の正弦波 $\sin(2\pi f_A t)$ と f_B (663 Hz) の正弦波 $\sin(2\pi f_B t)$ の音が出た。張力 T で弦を張ったときの弦を伝わる横波の速さは $\sqrt{T/\mu}$ で与えられる。水の密度は $1.00 \text{ [g/cm}^3\text{]}$ 、重力加速度は g とする。ただし、空気による浮力と摩擦、弦と駒、弦と滑車に対する摩擦、おもりと水との摩擦、水の表面張力、弦に対する浮力は全て無視できるものとする。計算値は有効数字 3 桁で答えなさい。必要であれば次の公式を使いなさい。

$$\sin \alpha + \sin \beta = 2 \cos \left(\frac{\alpha - \beta}{2} \right) \sin \left(\frac{\alpha + \beta}{2} \right)$$

問 1 振動数 f_A を求めなさい。

問 2 A と B の弦を同時に弾くと、それぞれ同じ振幅の基本振動の音が出て、更にある振動数 f_C の f_A 、 f_B より低い音が聞こえた。2 つの音の合成波について式を用いて説明しなさい。更に、この音の振動数 f_C を L_A と L_B を用いて記しなさい。

次に、図 2 に示すように、B のおもり全体を水槽に浸した。このとき、B の振動数は 625 Hz であった。

問 3 おもりの密度を求めなさい。

次に、図 2 において A と B の弦を同時に弾くと、それぞれ基本振動の音が出て、5.00 Hz のうなりが聞こえたので、A の右側の駒の位置を左側にずらして調整（調弦）したら、うなりが消えた。

問 4 A の弦の長さを何%調整したか、答えなさい。

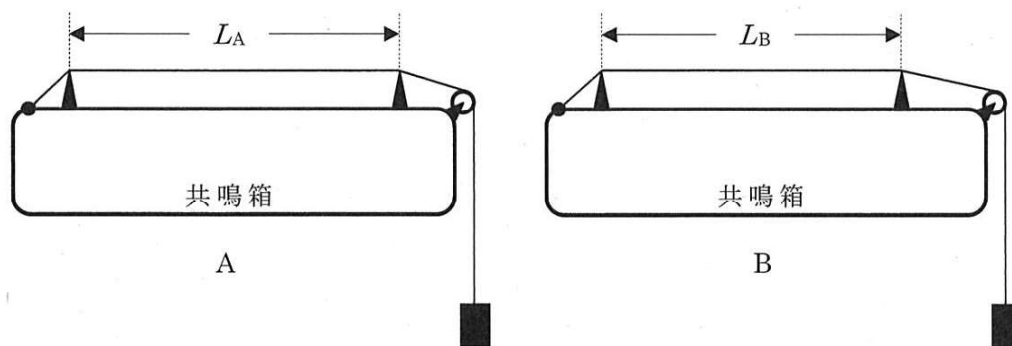


図 1

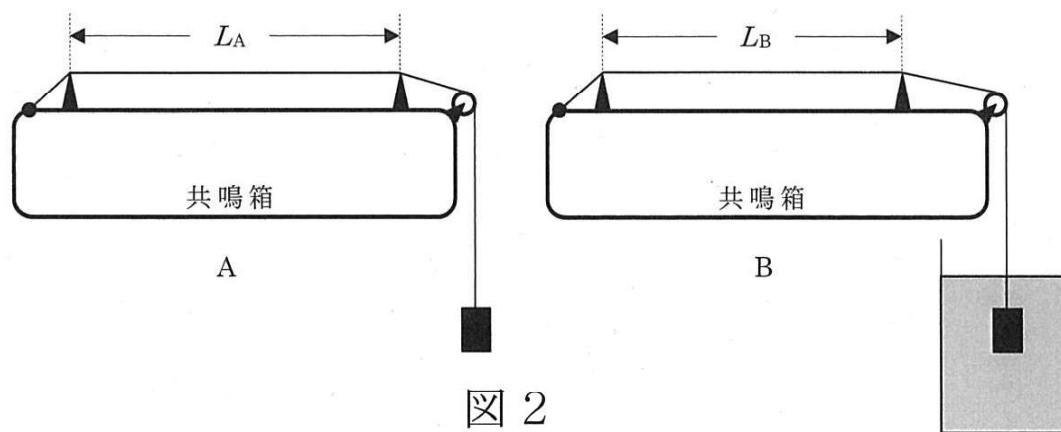


図 2

問題 2

次の文章を読み、問 1 から問 3 に答えなさい。

電圧が印加された平行板コンデンサーの電極間に、一様な電場が生じている。ここで電極間は空気で満たされているとし、電極の面積は十分に大きく、電極の端に生じる電場の変化は無視できるものとする。

図 1 に示すように、上下の電極の電気量をそれぞれ $+Q$ [C]、 $-Q$ [C]、電極の面積を S [m²] とする。上の電極の電気量は $+Q$ であるから、クーロンの法則の比例定数（空気と真空でほぼ等しいとする）を k_0 [N・m²/C²] とすると、この電極から下に向かう電気力線の本数は（ア）本である。電場の強さ E [V/m] は、次式で求められる。

$$E = (\text{イ})$$

次に、電気量 Q と、電極間の電位差 V [V] の関係は、電極間の距離を d [m] とすると、

$$V = (\text{ウ})$$

となる。この式の Q と V の関係より、電気容量 C [F] が次式で求められる。

$$C = (\text{エ})$$

また、空気の誘電率 ϵ_0 [F/m] は次式で与えられる。

$$\epsilon_0 = (\text{オ})$$

このコンデンサーを電圧 V の電池で充電する場合、コンデンサーに蓄えられる静電エネルギーは、電気容量を含む式で表すと（カ）であり、電池がする仕事は（キ）である。

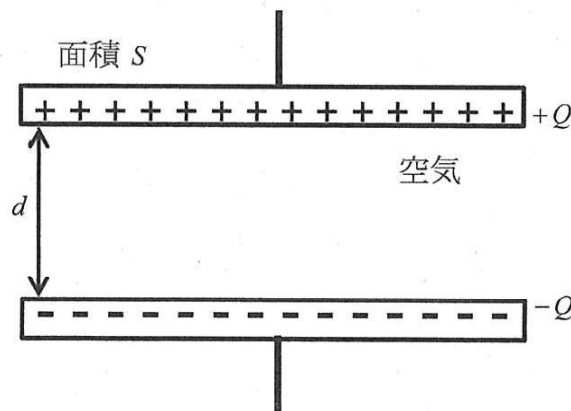


図 1

問 1 文章中の（ア）から（キ）に入る式を答えなさい。

問 2 （カ）と（キ）の違いの理由を説明しなさい。

- 問3 図2に示されたコンデンサーは、上下の電極の面積と電極間の距離は図1と同じであり、下の電極の左半分に誘電率 ε [F/m]、面積 $\frac{S}{2}$ 、厚さ $\frac{d}{2}$ の誘電体が挿入されている。誘電体の上には、面積 $\frac{S}{2}$ の十分に薄い電極がある。電極間の誘電体以外の部分は空気で満たされている。
- このコンデンサーの電気容量を、 ε_0 、 ε 、 S 、 d を使って求めなさい。

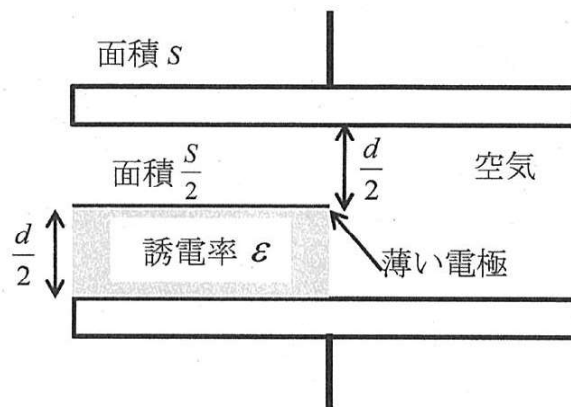


図2

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 5 に答えなさい。ただし、数値は有効数字 2 桁として計算しなさい。

ヒトの視細胞は(ア)と錐体の二種類からなり、(ア)は感度が高く、暗い所で物を見るときに働いている。一方、錐体は感度が低いが、可視光線の波長の差を識別するとき働いている。眼に入った光が網膜の錐体を刺激し、この刺激が視神経から大脳視覚野に伝わり、色が認識される。これを色覚と呼ぶ。網膜中心部にある(イ)には(ア)が少ないが、錐体が高密度に存在しており、(イ)の中心を中心窩と呼ぶ。色覚は主にここからの刺激によっている。ヒトの錐体は長波長感受性錐体(L-錐体)、中波長感受性錐体(M-錐体)、短波長感受性錐体(S-錐体)の三種類からなり、それぞれ長波長、中波長、短波長の光に反応する。L-錐体は赤から黄の光に、M-錐体は黄から緑の光に、S-錐体は青の光に強く反応する。ヒトの3色覚では、これら三種類の錐体からの刺激の組み合わせで色が認識されている。

先天色覚異常のほとんどは、X連鎖劣性遺伝をすることが知られている。(ア)と錐体で感光する視物質は蛋白質のオプシンとレチナールからなる。L-錐体、M-錐体で発現しているオプシンの遺伝子はX染色体上に隣接して位置しており、この二つの遺伝子がほとんどの先天色覚異常の原因遺伝子であると報告されている。L-錐体で発現しているオプシンの遺伝子が(A)遺伝子重複を起こして、M-錐体で発現しているオプシンの遺伝子ができたと考えられている。L-錐体で発現しているオプシンの遺伝子か、M-錐体で発現しているオプシンの遺伝子に欠損や機能の異常があると、1型色覚や2型色覚と呼ばれる先天色覚異常を起こす。

(ア)のオプシンは(ウ)と呼ばれているが、(ウ)とS-錐体のオプシンの遺伝子はそれぞれ第3染色体と第7染色体に位置している。これらの遺伝子の欠損や機能の異常の報告は少ない。レチナールは広義の(エ)であり、(エ)が欠乏すると、(ア)の機能に必要な(ウ)が不足するために、夜盲症を引き起こすことがある。

問 1 文中の空欄(ア)～(エ)に当てはまる適切な語句を、それぞれ答えなさい。

問 2 本文中下線部(A)にある遺伝子重複とは、遺伝子を含むゲノムの領域が重複している現象のことである。次の a から f の中で、遺伝子重複の説明として誤りはどれか、一つ選びなさい。

- a 遺伝子重複で遺伝子が増えた後に、一方は突然変異で機能を失い、偽遺伝子になることがある。
- b 遺伝子重複は生物の進化に大きく役立っている。
- c 遺伝子や遺伝子群だけでなく、ゲノム全体が重複することもある。
- d 減数分裂時に起こる組換え異常が原因で、遺伝子重複が起きることがある。
- e ヒト白血球抗原(HLA)遺伝子には遺伝子重複で増えた遺伝子が多い。
- f ヘモグロビンを構成する β グロビンの遺伝子ではこれまでに遺伝子重複が起きていない。

問 3 日本人男性を対象とした調査では、L-錐体で発現しているオプシンの遺伝子に欠損や機能の異常のある 1 型色覚が 1.1%であり、M-錐体で発現しているオプシンの遺伝子に欠損や機能の異常のある 2 型色覚が 3.4%であった。L-錐体で発現しているオプシンの遺伝子の欠損や機能の異常と、M-錐体で発現しているオプシンの遺伝子の欠損や機能の異常の両方を持つハプロタイプ(同一染色体上で連鎖している多型・変異)が存在することはなく、ハーディー・ワインベルグの法則が成り立つものとして、以下の問に答えなさい。

- (a) 先天色覚異常がある日本人女性は何%か、答えなさい。
- (b) 先天色覚異常の保因者(原因となる遺伝子に欠損や機能の異常を持つが、形質に変化がない者)である日本人女性は何%か、答えなさい。

問 4 図 1 家系図内の矢印の女性は、M-錐体で発現しているオプシンの遺伝子に欠損のある 2 型色覚の叔父と弟をもつが、先天色覚異常はない。この女性と先天色覚異常のない男性との間に女兒が生まれた場合、女兒が先天色覚異常の保因者となる確率は何%になるか、答えなさい。

問 5 は虫類や鳥類では一般に 4 種類のオプシンを持ち、4 色覚であることが知られているが、大部分の哺乳類では中波長の光に反応するオプシンを欠く 2 色覚である。これは多くの哺乳類が夜行性であることが原因だと考えられている。しかし、昼行性の霊長類では 3 色覚を取り戻している。考えられる理由について 100 字程度で説明しなさい。

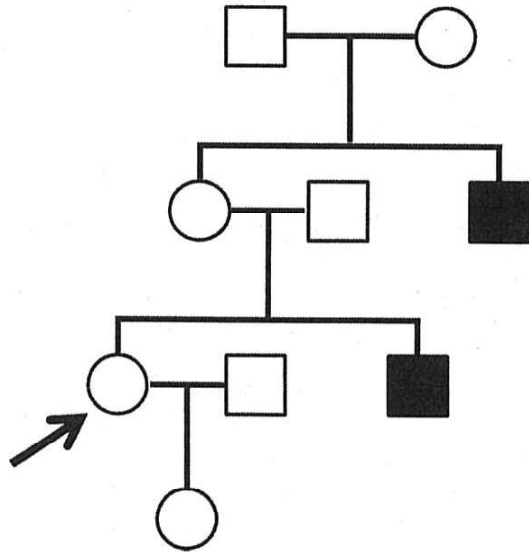


図 1

問題 2

次の文章を読み、問 1 から問 6 に答えなさい。

ヒトの体液は体重の約 60%を占め、血液、(ア)、リンパ液からなり、血液は体重の約 8%を占める。腎臓は腹部の背側に左右一対あり、尿を作ることによって老廃物の排出を行うほか、体内における体液の量と濃度を一定に保つように厳密な調節を行っている。腎臓に約 100 万個存在する(イ)と呼ばれる構造において血液をろ過し、過剰な物質や有害な物質を体外に尿として排出する。それと同時に、尿細管からグルコースなどの物質を再吸収し、体内の水分の恒常性を保っている。

体温の上昇に伴う発汗などにより体内から水分が失われると体液の浸透圧が高くなる。このような浸透圧の変化を間脳の(ウ)に存在する受容体が検知すると、脳下垂体後葉からペプチドホルモンのバソプレシンが血中に分泌され、腎臓の集合管に作用し、水の再吸収を促す。また、(エ)から分泌された副腎皮質刺激ホルモンが副腎皮質に作用し、鉱質コルチコイドが分泌される。鉱質コルチコイドは腎臓の尿細管細胞に作用し、尿細管細胞の内腔側細胞膜に存在するナトリウムチャネルと毛細血管側細胞膜に存在するナトリウムポンプとを活性化し、血中のナトリウムイオン濃度を高める。(A)これらの作用もまた水の再吸収を促すことにつながる。

腎臓の集合管における水の再吸収では、集合管細胞に存在する水チャネルが重要な機能をもつ。下図は、水チャネルの細胞内分布の制御を模式的に示している。血液中のバソプレシン濃度が高くなると、バソプレシンは集合管細胞の基底側細胞膜に分布するバソプレシン受容体に結合し、細胞内にシグナルを伝達する。細胞内では、三量体Gタンパク質を介してアデニル酸シクラーゼ(AC)が活性化し、(B)サイクリックAMP(cAMP)濃度を上昇させる。この濃度上昇によりプロテインキナーゼA(PKA)が活性化され、水チャネルが細胞内の膜構造から管腔側細胞膜へと輸送される。この水チャネルにより管腔を流れる水分は細胞内へと取り込まれ、基底側細胞膜に常在する別の水チャネルにより血中へと再吸収されていく。血液中のバソプレシン濃度が低くなると、細胞内cAMP濃度が低下し、水チャネルは管腔側細胞膜から細胞内膜構造へと再び取り込まれる。

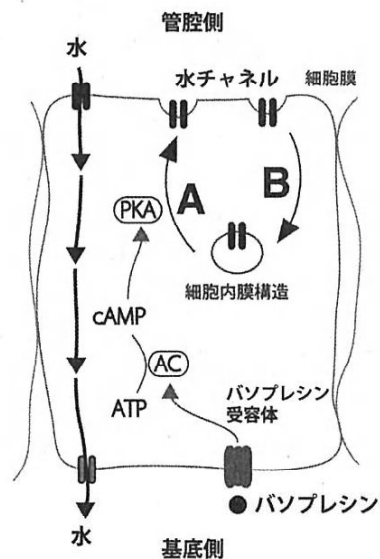


図 集合管細胞での水チャネル分布の制御

- 問 1 文中の空欄(ア)～(エ)に当てはまる適切な語句を、それぞれ答えなさい。
- 問 2 腎臓における水分の再吸収について、バソプレシンの集合管細胞への作用はバソプレシン受容体への結合を介して行われるが、鉱質コルチコイドの尿細管細胞への作用はそれとは異なる。鉱質コルチコイドの尿細管細胞への作用を 80 字程度で答えなさい。
- 問 3 血中バソプレシン濃度変化などの細胞外のシグナルを細胞内に伝達するには下線部(B)のような物質を仲介して行われる。このような情報伝達物質は何と呼ばれるか答えなさい。
- 問 4 図中の矢印 A と B は細胞内輸送を示している。これらの名称をそれぞれ答えなさい。
- 問 5 バソプレシンは 9 アミノ酸残基がシステイン間の S-S 結合により連なった構造をとる。プレプロホルモンとして合成された後にシグナルペプチドが取り除かれ、ペプチダーゼにより開裂して成熟型となる。このバソプレシンの合成過程におけるシグナルペプチドの性質と役割について 60 字程度で答えなさい。
- 問 6 文章中のナトリウムチャネルとナトリウムポンプのはたらきによる輸送の名称を答えなさい。また下線部(A)のように、これらの作用によってなぜ水の再吸収が促進されるのか、血液、尿細管、浸透圧という単語をすべて用いて 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 3 に答えなさい。

進化とは、ある特定の遺伝子や染色体に(ア)が起こり、それが親から子に伝わることである。ダーウィンは著書「種の起源」の中で、生物の進化について述べているが、事例は挙げていない。20 世紀になって、それまで不可能とされていた、ダーウィンの提案した生物の進化に関する理論の実証を試みる生物学者があらわれた。

ガラパゴス諸島は、エクアドルの沖合 1000 km ほどの東太平洋上に位置し、大小合わせて 20 個ほどの島々から成り立っている。約 500 万年前に出現した火山島群で、大陸の誕生に比べてずっと新しいため、進化の初期過程がこの孤立した島々で繰り広げられている。この島々に生息する小形の野鳥であるダーウィンフィンチ(図)は 20 種類にものぼる。島では、数年に一度起こる干ばつにより昆虫や種子などの食物が激減し、多くのダーウィンフィンチが餓死する。干ばつが始まると、島にある種子のほとんどが食べつくされる。その結果、食べるのが難しい、固くて大きな種子だけが残される。それにともなって、固くて大きな種子を食べることができるくちばしを持つ個体が多く生き残る。驚くべきことに、この過酷な環境に(イ)することで生き抜いた個体は、1000 羽ほどいたダーウィンフィンチのうち 200 羽にも満たなかった。

このように、生存と繁殖に有利な個体の遺伝子が集団に広まる進化の仕組みを自然選択と呼ぶ。その一方で、自然選択とは無関係に偶然によって集団内の遺伝子頻度が変動することを(ウ)と呼ぶ。(ウ)の効果は、集団の大きさが著しく減少した際に大きく現れ、(A)びん首効果と呼ばれる。最新の研究成果では、南米大陸から移り住んだダーウィンフィンチ類の祖先が別々の島で孤立し、長い年月をかけて(B)種分化した結果、多様なダーウィンフィンチが生息するようになったと考えられている。



図 ダーウィンフィンチ類の一部の例。1：ガラパゴスフィンチ、2：オオガラパゴスフィンチ、3：ハシボソガラパゴスフィンチ、4：コガラパゴスフィンチ、5：オオサボテンフィンチ、6：サボテンフィンチ。(セイリア・グラント画)
(ジョナサン・ワイナー著 「フィンチの嘴」より引用、改変)

- 問1 文中の空欄(ア)～(ウ)に当てはまる適切な語句を、それぞれ答えなさい。
- 問2 下線部(A)のびん首効果について50字程度で説明しなさい。
- 問3 下線部(B)の種分化が起こる仕組みとして2種類の隔離が挙げられる。2種類の隔離についてその名称を述べ、それぞれ50字程度で説明しなさい。