

平成29年度 編入学試験問題

英語・数学

(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	15枚(1～15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、下書き用紙のホッチキスをはずすこと。
ただし、問題用紙のホッチキスをはずさないこと。

英 語

問題 1

次の文章を読み、問 1 から問 4 に答えなさい。

There is a large number of people who are interested in the study of the history of the world.

They are interested in the study of the history of the world because they want to know more about the world.

They are interested in the study of the history of the world because they want to know more about the world.

They are interested in the study of the history of the world because they want to know more about the world.

They are interested in the study of the history of the world because they want to know more about the world.

They are interested in the study of the history of the world because they want to know more about the world.

They are interested in the study of the history of the world because they want to know more about the world.

They are interested in the study of the history of the world because they want to know more about the world.

They are interested in the study of the history of the world because they want to know more about the world.

They are interested in the study of the history of the world because they want to know more about the world.

They are interested in the study of the history of the world because they want to know more about the world.

They are interested in the study of the history of the world because they want to know more about the world.

They are interested in the study of the history of the world because they want to know more about the world.

They are interested in the study of the history of the world because they want to know more about the world.

They are interested in the study of the history of the world because they want to know more about the world.

There is a significant body of research that suggests that the use of the
word "and" in a sentence is a key indicator of a writer's ability to
synthesize information. This is because the word "and" is often used to
connect two related ideas or concepts. For example, a writer might say,
"The company's revenue increased, and its profits also grew." This sentence
uses the word "and" to connect two related facts. In contrast, a writer
who is unable to synthesize information might say, "The company's revenue
increased. The company's profits also grew." This sentence uses two
separate sentences to convey the same information, which is less effective.
The use of the word "and" is also a key indicator of a writer's ability to
organize information. This is because the word "and" is often used to
connect two related ideas or concepts. For example, a writer might say,
"The company's revenue increased, and its profits also grew." This sentence
uses the word "and" to connect two related facts. In contrast, a writer
who is unable to synthesize information might say, "The company's revenue
increased. The company's profits also grew." This sentence uses two
separate sentences to convey the same information, which is less effective.
The use of the word "and" is also a key indicator of a writer's ability to
organize information. This is because the word "and" is often used to
connect two related ideas or concepts. For example, a writer might say,
"The company's revenue increased, and its profits also grew." This sentence
uses the word "and" to connect two related facts. In contrast, a writer
who is unable to synthesize information might say, "The company's revenue
increased. The company's profits also grew." This sentence uses two
separate sentences to convey the same information, which is less effective.

Therefore, the use of the word "and" is a key indicator of a writer's
ability to synthesize information. This is because the word "and" is often
used to connect two related ideas or concepts. For example, a writer
might say, "The company's revenue increased, and its profits also grew."

...the results are generally consistent with the findings of the other studies. ...
...the results are generally consistent with the findings of the other studies. ...
...the results are generally consistent with the findings of the other studies. ...
...the results are generally consistent with the findings of the other studies. ...
...the results are generally consistent with the findings of the other studies. ...
...the results are generally consistent with the findings of the other studies. ...
...the results are generally consistent with the findings of the other studies. ...
...the results are generally consistent with the findings of the other studies. ...
...the results are generally consistent with the findings of the other studies. ...
...the results are generally consistent with the findings of the other studies. ...

(*New England Journal of Medicine*, July 2015 より引用、一部改変)

問 1 Fill in each of blanks (i) to (v) with an appropriate word from the list below. (Each word can be used only once.)

credibility cure discomforts prejudice relieve

問 2 For blanks (A) to (E), circle either “placebo” or “rizatriptan.”

問 3 According to the passage, are the following statements true or false? Circle ‘T’ if the statement is true, and ‘F’ if it is false.

- (a) Placebo may ameliorate the side effects of cancer treatments.
- (b) Placebo improves asthmatic patients’ forced expiratory volume in 1 second.
- (c) The authors think that the placebo effect is unworthy and illegitimate.
- (d) Placebo induces apoptosis in cancer cells and shrinks tumors.
- (e) Placebo enhances the effect size of chemotherapy in a synergistic manner.
- (f) Placebo binds to opioid receptors and relieves cancer pain.
- (g) Placebo improves gastrointestinal peristaltic movement.

問 4 Based on your reading of the passage, explain underlined () and give one example. Answer in **Japanese**.

問題 2

次の文章を読み、問 1 から問 6 に答えなさい。

The recent publication of a study conducted by Facebook, which investigated the amount of positive or negative content that users see in their Facebook newsfeeds, has generated much critical comment. The goal was to see whether the emotional content of users' newsfeeds affected their emotional states, as measured by their posts.

The study involved approximately 100,000 Facebook users, some of whom were asked to comment. When published, the results had been about Facebook's investigation of users' emotions that generated Facebook's position, stated in the paper, is that no specific content was needed because the nature of services in which users agree when registering for Facebook allows it to do this research. This position is dubious. Facebook's access of services at the time of the study meant that it could analyze data from its users for various purposes that do not require emotional investigation of information provided to users to help them see and thereby heighten it there.

Facebook's behavior is certainly open to criticism, and the paper's lead author, who works at Facebook, has posted an apology. However, the role of the academic researcher and editor in publishing this study has received less scrutiny. The paper's 12 authors were from

Council University, and the paper was published in the Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS).¹² • Considered research ethics, one would have expected both of these organizations to have resolutions in place to prevent their from becoming involved in human subjects research done without informed consent.

Indeed, both Council and the PNAS have policies against such involvement. Council, under its Institutional Review Board, has voluntarily pledged to adhere to the Federal Policy for the Protection of Human Subjects ("the Common Rule"), the Belmont Report, the Declaration of Helsinki, and the Framework Code for all of its human subjects research. Both of these guidelines require informed consent from research participants. This self-imposed obligation arose in the Council from participating in this study and its institutional review board from approving it.

The PNAS likewise acknowledges its responsibility to protect research participants. It accepts the Declaration of Helsinki's recommendation that "reports of research are to conform with the principles of the Declaration should not be accepted for publication" and with progressive authors that "experiments [involving human subjects] must have been conducted according to the principles expressed in the Declaration of Helsinki" to avoid the Declaration of Helsinki requires informed consent for human subjects research. Thus, by its

was unethical. The PIOT should not have published the paper. Yes, the research, done on human subjects without their consent, was published, with academic credentials.

Each party has offered an explanation. Counsel says that "because the research was conducted independently by Facebook and Facebook Research had access only to results – not to any individual identifiable data," it was not. ¹⁰ Counsel's explanation was incorrect. Human subjects research and data did not require coverage. The PIOT published an "editorial expression of concern" after the news broke. While acknowledging the failure to obtain consent was concerning, it explained that adherence to the Common Rule was PIOT policy. Not as a private company, Facebook was not subject to the Common Rule and the Common Rule does not bar use of data gathered outside its purview, even without consent. It therefore published the paper.

Although Facebook ¹¹ the policy to ensure that any Facebook user covered by the rules will, among the data were already gathered by the time we got involved." Both parts of the defense are problematic. Although Facebook is subject and bound by the Common Rule, this is an outlier of our regulatory structure, not a universal ethical decision. The principles of the Declaration of Helsinki, Belmont Code, and National Human Research Act apply only to participants in research being conducted by an institutional

whether it is simply that as government agency has brought, or perhaps has the authority, to impose human subjects research regulations on Facebook. This does not mean that the participants in Facebook's research are less deserving of protection than those in a drug trial. I'll accept and the IRB will accept that the study participants did not receive the usual protections – and their statements show that they did realize this – they were already obligated to protect the participants in any way, all possible. Facebook's exemption from regulation is sufficient for this case.

What if the argument that, because the data were already gathered, I'll accept and the IRB will no longer protect the participants and as the data may or not be used is added to participants or published after the fact serves as a disclaimer to those investigators research. Such a waiver might even have protected the participants of this study directly. I'll just disregard Facebook from carrying the study further. In any case, a clear policy would have exempted Facebook, not to protect the research in the first place, at least if it hoped to publish it.

To make matters worse, it is demonstrable that I'll accept and the IRB would have accepted that this is a drug study, done in-house by a pharmaceutical company, without the participants' consent. Accepting that from Facebook is an different subject, it may be worse. The only argument for using nonclinically regulated data is that they are highly valuable and

cannot be obtained any other way. These things will only occur this weekend, but the Facebook

site is not

The Facebook study shows a substantial gap in our protection of research

participants, which can only grow as corporations gain more access to our lives and data.

Ultimately, the solution needs to be enacted, with legal protections extended to all study

participants regardless of where the research occurs. However, until the law catches up to

the reality, academic researchers and publishers - the ethics boards subject protection to

already existing - must take the lead by refusing to participate in this type of research until the

existing or future law protections are extended to all who should have them.

(*Annals of Internal Medicine*, December 2014 より引用)

問 1 Fill in blank (**a**) with the most appropriate phrase from the list below:

Instead of

Independent of

In accordance with

Compared with

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

as long as

in case of

as far as

as well as

問 3 Rearrange the words below into the correct order to fill in blank (**c**):

adequate	are	be	beside	both
ethically	explanations	may	technically	the

問 4 Translate the underlined sentence into **Japanese**.

問 5 According to the passage, which of the following is Facebook's view?

- (a) No specific consent was needed because users agree to Facebook's terms and conditions when registering with the service.
- (b) The protocol was approved by the ethics committee, and written informed consent was obtained.
- (c) Informed consent does not need to be obtained because this research involves human subjects.
- (d) Facebook accepts the tenets of the Declaration of Helsinki.

問 6 According to the passage, are the following statements true or false? Circle 'T' if the statement is true, and 'F' if it is false.

- (a) The recent study carried out by Facebook sought to manipulate its users' emotional states.
- (b) Facebook and the coauthors of the study have apologized for their roles in the study.
- (c) Both Cornell University and the *PNAS* have rules stating that their staff must obtain informed consent from human subjects to participate in research.
- (d) It is never permissible to gather data from human subjects without their informed consent.
- (e) Only once the law has been changed can academics be expected to stop participating in research for which researchers are not legally bound to obtain consent from human subjects to participate in the research.

数 学

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

以下の問に答えなさい。

- 問 1 $g(x_1, \dots, x_n) = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n + b = 0$ の制約のもと,
 $f(x_1, \dots, x_n) = x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2$ の最小値を求めなさい。
ただし, $(a_1, \dots, a_n) \neq (0, \dots, 0)$ とする。

- 問 2 $\int_0^{\pi/2} \frac{1}{a^2 \cos^2 x + b^2 \sin^2 x} dx = \frac{\pi}{2ab}$ を用いて次の定積分を求めなさい。

$$I = \int_0^{\pi/2} \frac{1}{(a^2 \cos^2 x + b^2 \sin^2 x)^2} dx$$

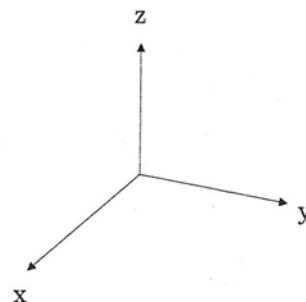
問題 2

以下の問に答えなさい。

- 問 1 ある平面上に 2 つのベクトル $\vec{a} = \overrightarrow{OA}$, $\vec{b} = \overrightarrow{OB}$ を点 O , A , B が一直線上にならないようにとり, $|\vec{a}| = |\vec{b}| = r$ とする。 $\vec{a} = (x, y)$ で表され, \vec{a} と \vec{b} がなす角を θ とするとき, $\vec{b} = (x', y')$ を x, y, θ を用いて表しなさい。

- 問 2 あるベクトル $\vec{c} = (c_1, c_2, c_3)^T$ を, x 軸を中心に α ラジアン, y 軸を中心に β ラジアン回転させる行列 M を求めなさい。なお, 座標軸 x, y, z は図のように右手系でとるものとする。

- 問 3 問 2 で得られた行列 M において, $\alpha = \frac{2\pi}{3}$, $\beta = \frac{\pi}{2}$ のとき, M の回転軸と回転角 θ を求めなさい。



問題 3

$y > 0$ のとき,

$$\Gamma(y) = \int_0^{\infty} u^{y-1} \exp(-u) du$$

をガンマ関数という。以下の問に答えなさい。

問 1 $\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}$ となることを示しなさい。

問 2 x (ただし, $x \geq 0$) は, 以下の確率密度関数 $f(x)$ に従うものとする。

$$f(x) = \frac{m}{\alpha} x^{m-1} \exp\left(-\frac{x^m}{\alpha}\right)$$

ここで, m と α はパラメータである。 x の期待値と分散を求め, ガンマ関数および m, α を使って表しなさい。ただし, $m > 0, \alpha > 0$ とする。

平成29年度 編入学試験問題

化学・生物

(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	12枚(1～12ページ)
解答用紙	6枚
下書き用紙	2枚

2. 氏名と受験番号は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、下書き用紙のホッチキスをはずすこと。
ただし、問題用紙のホッチキスをはずさないこと。

化 学

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。

銅は（ ア ）に次ぐ電気の良導体として基盤や導線などに広く利用されている。銅は(a)黄銅鉱に（ イ ）と（ ウ ）とケイ石を加えて溶鉱炉に入れ、1200℃から1300℃で強熱して得られる沈殿物を分離した後、空気を吹き込むことで粗銅として得られる。銅の純度を高めるために次のような電解精錬を行う。

電解液である硫酸銅（Ⅱ）水溶液を、陰極板として（ エ ）、陽極板として（ オ ）を用いて電気分解する。

(b)銅は室温でも湿った空気中では徐々に酸化され、二酸化炭素などの作用により緑色の被膜ができる。(c)銅は希硝酸のように酸化作用のある酸には溶けて水に難溶の無色・無臭の気体を発生し、硝酸銅（Ⅱ）を生成する。

問 1 （ ア ）から（ オ ）に該当する語句を書きなさい。

問 2 黄銅鉱の主成分を化学式で書きなさい。

問 3 下線部(a)の粗銅製造の全過程の化学反応式を書きなさい。

問 4 下線部(b)においてできる被膜の名称と化学式を書きなさい。

問 5 下線部(c)の化学反応式を書きなさい。

問 6 この電解精錬を行うと粗銅に含まれる不純物のなかである共通した性質をもつ金属だけが電解容器の底に沈殿する。その理由を 50 字程度で説明しなさい。

問 7 ある粗銅に 10.0 A の電流を流して電解精錬を行ったところ、粗銅の質量が 50.0 g 減少し、純銅の質量が 49.0 g 増加した。不純物は銀のみだったとして、電流を流した時間と粗銅に含まれていた銀の質量パーセントはいくらか。Cu、Ag の原子量はそれぞれ 64.0、108、ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。有効数字 3 桁として計算しなさい。計算の過程も書きなさい。

問題 2

次の文章を読み、問 1 から問 5 に答えなさい。 $\sqrt{10} = 3.2$ 、 $\log_{10}2 = 0.30$ 、 $H = 1.0$ 、 $O = 16$ 、 $Na = 23$ を用い、有効数字 2 桁で答えなさい。

酸性物質 HA は水溶液中で H^+ と A^- に解離して平衡状態となる。このとき、解離定数 K_a は、 $K_a =$ (ア) で表される。この式は、両辺の常用対数をとって $-\log_{10}K_a$ を pK_a とすると、 $pH =$ (イ) のように表すことができる。よって、(ウ) のとき、水溶液の pH は pK_a と等しいことがわかる。また、 pK_a が (エ : 高い、低い) ほど、その物質は強い酸であるといえる。

問 1

- (1) (ア)、(イ) に当てはまる式を答えなさい。物質の濃度は次の例のように示しなさい。 例 : HA の濃度 $[HA]$
- (2) (ウ) に当てはまる条件を簡潔に示しなさい。
- (3) (エ) に当てはまる適切な語句を選びなさい。

問 2 酸性物質 HA の水溶液の pH が、その物質の pK_a より 1.5 高いとき、水溶液中に含まれる非解離型 (HA) と解離型 (A^-) の存在比を求めなさい。

問 3 ある酸性物質 ($pK_a = 3.5$) は、同容器、同体積の条件下では、水溶液中の非解離型物質の濃度に正比例して保存容器に吸着するものとする。この物質の $30 \mu\text{g/mL}$ 水溶液 100 mL の容器への吸着量は、 $pH = 3.2$ において $3.0 \mu\text{g}$ である。この水溶液の $pH = 4.5$ における吸着量 (μg) を求めなさい。

問 4 3 mol/L の酢酸水溶液 100 mL に水酸化ナトリウムを加えて $pH = 5.2$ の緩衝溶液を作るとき、水酸化ナトリウムは何 g 加えれば良いか求めなさい。ただし、酢酸の $pK_a = 4.7$ とする。

問 5 ハロゲン化水素の水溶液中における pK_a は以下のようになっている。フッ化水素 HF が他のハロゲン化水素に比べて pK_a が高い理由を 100 字程度で説明しなさい。

ハロゲン化水素 (pK_a) : HI (-10) HBr (-9.0) HCl (-8.0) HF (3.2)

問題 3

次の文章を読み、問 1 から問 4 に答えなさい。

ベンゼンに塩化アルミニウムを触媒として塩化メチルを常温で反応させると、
(ア) が得られる。(ア) を濃硝酸と濃硫酸の混合物と 30℃で反応させると
主生成物として (イ) と (ウ) が得られる。(ウ) は、(イ) より融
点が高い。(a) (イ) と (ウ) を濃硝酸と濃硫酸の混合物と 50℃で反応させ
て得られる化合物を、さらに 70℃で反応させると最終的に爆薬の原料の (エ) が
得られる。

(b) 分離・精製した (ウ) を過マンガン酸カリウムと中性条件下で反応させ、希
塩酸を加えると (オ) が得られる。(オ) に金属スズと濃塩酸を加えて加熱
する。加熱後、冷却して析出した化合物に濃アンモニア水を加えてアルカリ性にして、
さらに氷酢酸を加えると (カ) が得られる。(カ) をエタノールに溶解し、
少量の濃硫酸を加えて加熱すると、外用局所麻酔薬のベンゾカインが得られる。さら
に、(c) ベンゾカインをジエチルアミノエタノールと反応させると、注射用局所麻酔
薬のプロカインが得られる。

問 1 化合物 (ア) から (カ) の名称と構造式を書きなさい。

問 2 下線部(a)において、化合物 (エ) を得るためにさらに反応温度を高くしな
ければならない理由を 50 字程度で述べなさい。

問 3 下線部(b)の反応式を示しなさい。

問 4 下線部(c)の反応式を示しなさい。

生 物

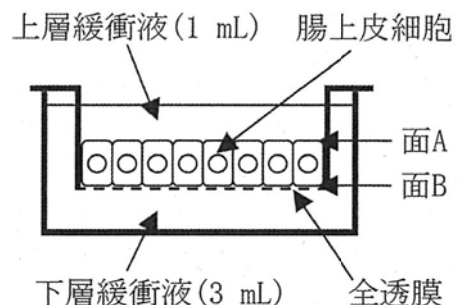
問題 1

次の文章を読み、問 1 から問 6 に答えなさい。

上皮は(A)隣り合う細胞同士が結合して基底膜上に単層あるいは多層を形成し、特定分子の選択的な取り込みと締め出し、栄養分の取り込みと老廃物の排出、外界からのシグナルの受容、微生物の侵入からの防御など様々な役割を果たしている。腸管内部を覆っている腸上皮細胞は、腸管内腔のグルコースやアミノ酸などの栄養素を取り込み、かつ血管側の細胞外液に放出してほかの組織に供給する。グルコースの取り込みには、細胞膜上での選択透過性に関わる(B)① $\text{Na}^+\text{-K}^+$ ポンプ、②グルコース輸送体(担体)、③1分子の Na^+ の取り込みに共役して1分子のグルコースを細胞内に取り込む輸送体($\text{Na}^+\text{-グルコースシンポーター}$)、の3つの膜タンパク質が関わっている。

ヒトの腸上皮細胞を、図1に示すコラーゲンコートされた全透膜上に播種して培養し、全透膜全面が細胞で隙間なく覆われたモデルの単層腸上皮を形成させた。この全透膜上の細胞は図1に示すように液体培地中に浸されており、上層培地と下層培地間での物質のやり取りは、細胞層と全透膜を介してのみ行なわれる。細胞内の Na^+ 濃度は10 mM (mmol/L)、 K^+ 濃度は140 mMで一定である。細胞を140 mMの Na^+ と5 mMの K^+ を含む生理的塩濃度の緩衝液(以下緩衝液とする)で洗浄後、上層側に1 mL、下層側に3 mLの緩衝液を入れて37℃で30分間置いて平衡化し、以下のような実験を行った。また、細胞全体の体積は緩衝液の体積に比して非常に小さいものとする。

図1



実験1: 本文中下線部(B)にあるタンパク質①に特異的な阻害剤 α を、十分な濃度で上層培地または下層培地に添加後、上層緩衝液に終濃度5 mMのグルコースを添加した。十分な時間が経過した後の上層および下層緩衝液中のグルコース濃度を測定したところ、図2のようになった。ただし阻害剤 α は生体膜を透過できず、上皮細胞間隙も通過できない。また、細胞内で代謝されるグルコースの量は非常に微量のため無視できる。

実験 2：細胞膜透過性のある物質 β を 100 mM で上層緩衝液に添加後、ある一定の時間が経過した後に上層緩衝液、下層緩衝液および細胞中の物質 β 濃度を測定したところ、図 3 のようになった。ただし、物質 β は上皮細胞間隙を通過できない。

図2

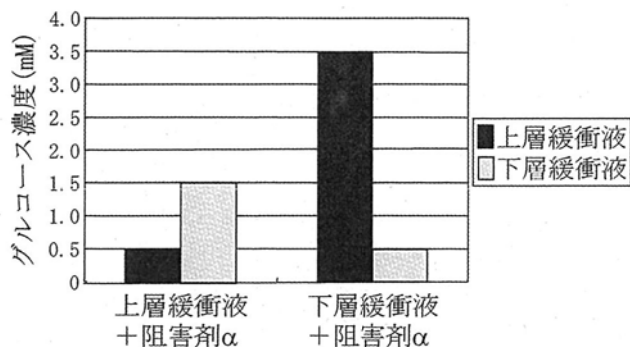
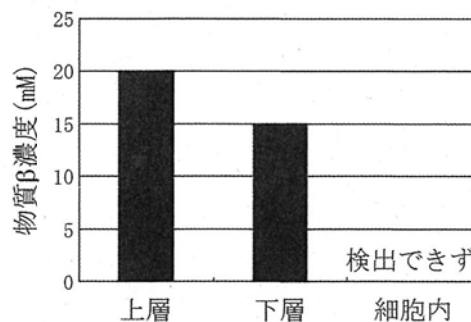


図3



必要ならば次の値を計算に使用しなさい。

Na の分子量：23、K の分子量：39、グルコースの分子量：180、

アボガドロ数： $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

問 1 本文中下線部 (A) について、細胞間に存在している物質が上皮細胞の隙間を通って行き来するのを防ぐ細胞結合の名称を答えなさい。

問 2 次の文章の (ア) と (イ) に当てはまる適切な数字を答えなさい。

下線部 (B) の① $\text{Na}^+\text{-K}^+$ ポンプは 1 分子の ATP を消費して (ア) 分子の Na^+ を細胞外に排出し、(イ) 分子の K^+ を細胞内に汲み入れる。

問 3 以下の小問 (1) と (2) に答えなさい。

(1) 本文の下線部 (B) の①～③の膜タンパク質は、それぞれ腸上皮細胞の腸管内腔と接する細胞膜あるいは血管側の細胞外液と接する細胞膜のどちらか一方のみに存在する。①～③の膜タンパク質はそれぞれ図 1 中に示した細胞の面 A と面 B どちらに存在するか答えなさい。

(2) 腸上皮細胞が腸管内腔のグルコースを細胞外液に輸送するメカニズムを 150 字程

度で説明しなさい。

- 問 4 上層および下層緩衝液に十分な濃度のアジ化ナトリウムを添加して細胞の呼吸を止め、実験 1 と同じように上層緩衝液に終濃度 5 mM のグルコースを添加した。十分な時間が経過した後の上層および下層緩衝液に含まれる総グルコース量 (g) をそれぞれ有効数字 2 桁で答えなさい。
- 問 5 上層緩衝液に 10 mM のグルコースを添加し、一定時間後に下層緩衝液のグルコース濃度が 0.9 mM、細胞内 Na^+ 濃度が 10 mM であった。このグルコースの輸送のために、① Na^+-K^+ ポンプにより何分子の ATP が消費されたか有効数字 2 桁で答えなさい。
- 問 6 実験 2 について、物質 β の移動の過程で起こったことを定量的な考察を踏まえ 70 字程度で説明しなさい。

問題 2

次の文章 1 から 3 を読み、問 1 から問 5 に答えなさい。

<文章 1>

性を持ち有性生殖を行う真核細胞において DNA は主として細胞核に存在し、体細胞分裂や減数分裂により娘細胞に分配され、DNA に刻まれた遺伝情報は基本的にはメンデルの法則に従って次世代へと伝えられる。真核細胞の細胞質に存在する(A)ミトコンドリアは外膜と内膜から成る 2 重の膜に包まれており、分裂と融合を繰り返しつつ増殖する。ミトコンドリアは、葉緑体と同様に細菌の特徴を持つことから祖先真核細胞に取り込まれた細菌に由来すると考えられており、核に存在する DNA とは異なる独自の DNA が存在することが知られている。ミトコンドリアで機能する遺伝子の大部分は核 DNA に存在することが現在ではわかっているが、ミトコンドリア DNA における遺伝情報は、核 DNA とは異なりメンデルの法則に従わず、細胞質遺伝する。さらに(B)ミトコンドリアは、ヒトをはじめとする多くの生物種で母方のみから伝えられ、人類の起源や系統関係を調べるのに利用されてきた。

細胞内で消費されるエネルギーは ATP により賄われているが、解糖系におけるグルコースからピルビン酸への変換ではグルコース 1 分子から正味の ATP (ア) 分子しか生成されず、複雑な構造を持ち多量のエネルギーを消費する多細胞生物などでは、この機構は効率が悪い。一方でミトコンドリアにおける酸化的リン酸化では、1 分子のグルコースから理論的には最大(イ) 分子の ATP を合成することができ、ミトコンドリアは生体内の大部分のエネルギー産生を司っている。

細胞内にミトコンドリアは数十から数千、ミトコンドリア DNA は数百から数千コピー存在する。このミトコンドリア DNA は核 DNA に比較して約 10 倍の頻度で変異が起こるといわれているが、(C)変異したミトコンドリア DNA と正常なミトコンドリア DNA は細胞内に混在することができるため、ミトコンドリア DNA における変異は病的形質につながらないこともあるが、重篤なミトコンドリア病を引き起こすこともある。

<文章 2>

単細胞真核生物である出芽酵母は 1 倍体でも 2 倍体でも増殖できる性質を持っている。1 倍体の酵母は異なる性を持ち、接合することで 2 倍体を形成する。この 2 倍体の酵母は、増殖に適さない条件では減数分裂を行い、4 つの 1 倍体の孢子を形成する。その際に相同染色体上に存在する対立遺伝子は 4 つの孢子に 2 : 2 の比率で分配され

る。胞子は増殖に適した条件では発芽し1倍体の細胞として増殖する。

(注：ただし、出芽酵母のミトコンドリアは母性遺伝しない)

<文章3>

1960年代に出芽酵母の呼吸欠損が発見された。ある化合物で処理した酵母を平板培地にて培養したところ、正常な大きさを持つ酵母の中に形の小さなコロニーが多数生育していた。この小さなコロニーを調べたところ、突然変異によりミトコンドリアの機能に異常があることで呼吸活性を失っており、解糖系のみでエネルギーを得るために小さいコロニーを形成することがわかった。

この突然変異が核DNAによるものかミトコンドリアDNAによるものか調べるために、酵母の1倍体野生株に1倍体の突然変異株を接合させ、増殖させたのちに孢子形成させ、得られた孢子を数組分け取り、それらのコロニーの形成を調べた。

問1 文中の(ア)、(イ)に当てはまる数字をそれぞれ答えなさい。

問2 文中の下線部(A)に関して、ミトコンドリアがなぜ外膜と内膜を持つか進化の観点から考えられる理由を80字程度で説明しなさい。

問3 文中の下線部(B)に関して、ミトコンドリアは母方からのみ受け継がれることは多くの性を持つ生物において共通している。このミトコンドリアの母性遺伝の仕組みを60字程度で説明しなさい。

問4 文中の下線部(C)に関して、変異を獲得したミトコンドリアDNAと正常なミトコンドリアDNAが細胞内に混在することを何と呼ぶか、単語で答えなさい。

問5 <文章3>の実験に関して、小問(1)と(2)に答えなさい。

(1) 突然変異が核のDNAに起こった場合には、何%の孢子が小さいコロニーを形成するか、割合を数値(%)で答えなさい。

(2) 突然変異がミトコンドリアDNAに起きた場合には、100%正常な大きさのコロニーが形成される場合と、100%小さいコロニーが形成される場合の2通りの結果が得られた。なぜそのような結果が得られたのか、100字程度で説明しなさい。

問題 3

次の文章を読み、問 1 から問 5 に答えなさい。

内臓諸器官の多くは、交感神経と副交感神経の二重支配を受ける。いずれの場合も中枢神経系内に細胞体を置くニューロンがシナプスを介して効果器(平滑筋、心筋、腺)を神経支配する。中枢神経系の起始ニューロンは節前ニューロン、効果器を支配するニューロンは節後ニューロンとよばれ、両者がシナプスを形成する部位が交感神経節あるいは副交感神経節である。

(A) 唾液の分泌は交感神経と副交感神経の両方によって調節される。唾液腺のひとつである顎下腺は、延髄を起始する副交感神経の節前ニューロンと顎下神経節でシナプスを形成する節後ニューロンに支配される。ラットの顎下神経節において、節前ニューロンと節後ニューロンのシナプス結合の生後発達変化が調べられている。適切な条件下で、成体(8-14 週齢)と異なる日齢の新生仔(1-21 日齢)から顎下腺、唾液管と舌神経を顎下神経節と一緒に摘出し、酸素飽和したリンゲル液の灌流により神経機能を維持した。顎下神経節ニューロンに微小電極を刺入し、細胞内電位を記録した。次に、舌神経の神経束に様々な強度の単発電気パルスを与え、節前線維を刺激した。図 1 は、舌神経の電気刺激に対する顎下神経節ニューロンの応答例を示す。神経刺激の強度を徐々に上げていくと、活動電位が誘発された(図 1 A)。そこで、(B) 記録電極から脱分極性パルスを通電して活動電位を誘発すると共に、適当なタイミングで舌神経を電気刺激して興奮性シナプス後電位(e. p. s. p.)を観察した(図 1 B-D)。舌神経の電気刺激強度を徐々に上げていき最大上刺激まで与えると、誘発される e. p. s. p. はステップ状に観察されること(図 1 B-D)、その出現様式は生後発達に伴い変化することがわかった(図 2)。

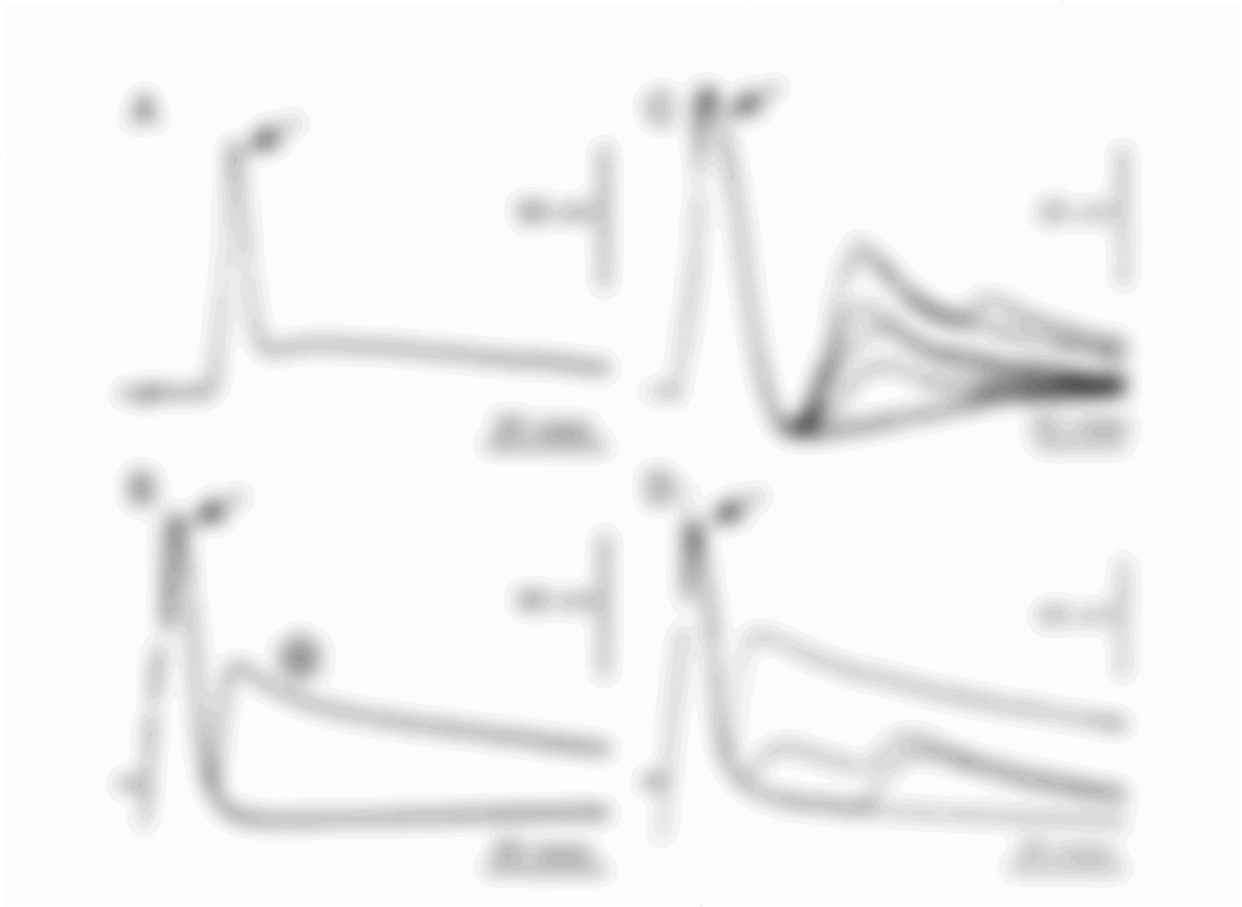
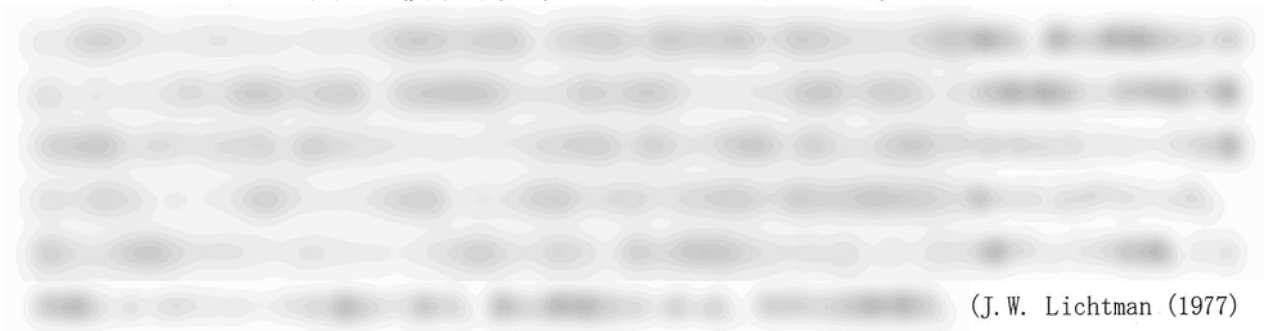


図1 顎下神経節ニューロンの細胞内電位記録



(J.W. Lichtman (1977)

J. Physiol. 273:155-177 引用改変)



図2 顎下神経節ニューロンに誘発された興奮性シナプス後電位 (e. p. s. p.) のステップ数

(J. W. Lichtman (1977) J. Physiol. 273:155-177 引用改変)

- 問1 副交感神経の節前ニューロンと節後ニューロンが放出する神経伝達物質をそれぞれ答えなさい。
- 問2 下線部(A)の唾液分泌調節について、解答欄の正しい語句を選択しなさい。
- 問3 下線部(B)について、e. p. s. p. を観察するために細胞内通電で活動電位を誘発する原理を100字程度で説明しなさい。
- 問4 この実験について、図1と図2から読み取れる結果を100字程度で説明しなさい。
- 問5 この実験の結果(問4)から考えられる顎下神経節のシナプス結合の生後変化の機構を2つ挙げ、解答欄の文頭に続けてそれぞれ20字程度で説明しなさい。