

令和 5 年度 AO入試問題集

公表期限：2026 年 3 月末

東北大学アドミッション機構

目 次

◎令和 5 年度AO入試問題集

1 文学部AO入試Ⅱ期	.....	1
2 教育学部AO入試Ⅱ期	.....	32
3 教育学部AO入試Ⅲ期	.....	49
4 法学部AO入試Ⅱ期	.....	52
5 理学部AO入試Ⅱ期	.....	72
	数 学 系	72
	物 理 系	77
	化 学 系	92
	地 球 科 学 系	107
	生 物 系	116
6 医学部医学科AO入試Ⅱ期	.....	121
7 医学部医学科AO入試Ⅲ期	.....	179
8 医学部保健学科AO入試Ⅱ期	.....	200
9 医学部保健学科AO入試Ⅲ期	.....	302
10 歯学部AO入試Ⅱ期	.....	311
11 工学部AO入試Ⅱ期	.....	367
12 工学部AO入試Ⅲ期	.....	390
13 農学部AO入試Ⅱ期	.....	396
14 農学部AO入試Ⅲ期	.....	454

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO 入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験①問題

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部	試験時間	ページ数
文 学 部	10:30~11:30	
教 育 学 部		10 ページ
法 学 部	(60 分)	

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
- この「問題冊子」は 10 ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
- 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 「解答用紙」の受験記号番号欄（1枚につき 1 か所）には、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 特に指示がある場合以外は、日本語で記入してください。
- 解答に字数の指定がある場合、句読点、数字、アルファベット、記号も 1 字として数えてください。
- 試験終了後は「解答用紙」を回収しますので、持ち帰ってはいけません。
「問題冊子」、「メモ用紙」は持ち帰ってください。

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 次の英文を読み、以下の問いに答えなさい。

Three *sprawling housing estates on the edge of Toulouse are home to around 30,000 people, and they are considered to be amongst the poorest urban neighbourhoods in southern France.

But each morning, from Monday to Friday, they are taking part in (1) an extraordinary social experiment.

The two main schools on the estates had the worst educational achievement record in Haute Garonne, the department or county that includes France's fourth biggest city, Toulouse.

About 95% of the residents of Bellefontaine, La Reynerie and Mirail come from immigrant backgrounds, mainly from North and West Africa.

Four years ago, the local authorities decided to close those schools and bus the pupils to schools in the prosperous city centre.

The man behind the project was [REDACTED] the left-leaning president of the Haute Garonne council.

“Social inclusion provides a better way for these kids to succeed at school,” he says. “In a republic, it means integrating these ghettos with the rest of French society and ensuring that there are citizens whose lives are not socially *predetermined.”

At 07:00, it's still dark on the estates, but a trickle of kids emerge from the shadows of the tower blocks with rucksacks and wait at bus stops at various pick-up points.

In all, 17 buses gather the pupils between the ages of 11 and 15 and take them to 11 different schools in the city centre. ([REDACTED] I [REDACTED]).

Each bus has a social worker on board to handle any problems and coordinate with school staff and parents.

On one bus, [REDACTED] enforces military-style discipline. The boys are ordered to remove their *hoodies, turn off their phones and keep their seat belts on.

She has been part of the bussing experience since it started: “It's great, (2) ([REDACTED]) ([REDACTED]) ([REDACTED]) ([REDACTED]) and have integrated well in their new schools and made new friends outside of their estates. They are very fortunate.”

On the bus, [REDACTED] 13, sees no difference between his friends at home and at his new school.

[REDACTED] 11, says her grades have improved in the past few months because homework is done in class in the last hour of school in the centre of Toulouse and her classwork is monitored more frequently by the teachers.

([REDACTED] II [REDACTED]).

Before the bussing started, the drop-out rate after the Brevet, the French diploma for 15-year-olds, was close to 50%. It is now below 6% and grades of pupils from the estates have improved by close to 15%.

"Bussing has become essential because it encourages integration," says [REDACTED]
[REDACTED], headmaster of the Michelet school in the city centre which has taken in around 70 children from the suburbs.

Many of the children from the poorer backgrounds do not have stable family structures to encourage them to succeed, he says, but the bussing strategy helps everyone.

"Pupils from both communities learn about each other and different walks of life and help each other. They work in teams and it's all very positive," the headmaster says.

Education authorities say (III).

[REDACTED]'s parents - [REDACTED] and [REDACTED], originally from Morocco - live in a flat on one estate where conversations in Arabic on the streets are more common than French.

They have six children and proudly show me framed certificates of their children's grades: "My son is studying better than ever and mixing with students from other cultures, and this will improve his life opportunities," says [REDACTED].

For the head of the Haute Garonne authority, consultation was key. As many as 130 parent-teacher meetings were held before the bussing project was launched, and schools that accepted bused-in children received financial incentives.

In all, the project has cost €54m (£46m).

(IV), Mr [REDACTED] explained, but from political opponents on the right.

The bussing experiment is now here to stay as the two failing schools on the estates are being replaced by two new schools built away from their traditional *catchment area to ensure permanent social mixing in the classrooms.

Now several other cities and towns across France encouraged by the results here are launching their own bussing initiatives.

(Chris Bockman, "French school bus experiment brings hope to Toulouse estates," BBC News, Nov 20, 2021-from BBC News at bbc.co.uk/news)

(注)

*sprawling 無秩序な

*predetermined 前もって決定されている

*hoodie (フード付きの) パーカー

*catchment area 管轄地域

問1 下線部(1)に関して以下の問い合わせに答えなさい。

(ア) どのような内容が

(イ) そのようなことが行われるようになったきっかけは何か

問2 下線部(2)の()内に、文脈に合うように以下の語を適切な順序に並び替えて入れるとき、(ア)(イ)(ウ)に入る語の番号を答えなさい。ただし、同じ選択肢を複数回使用しないこと。

(2)()(ア)()(イ)()(ウ)()

① it ② used ③ the ④ to ⑤ have ⑥ kids ⑦ got

問3 空欄(I)～(IV)に入る最も適切なものをそれぞれ下から選び、記号で答えなさい。ただし文頭の語はすべて小文字で表記してある。同じ選択肢を複数回使用しないこと。

(ア) opposition to the scheme did not come from parents
(イ) the journey takes between 45 minutes and one hour
(ウ) that is the most startling statistic to emerge from this four-year experiment involving 1,140 pupils from the estates
(エ) some parents have shown more interest in their children's progress since they switched school

問4 この計画の実施前に教育当局はどのような努力をしたか、説明しなさい。

——このページは白紙——

2 次の英文を読み、以下の問いに答えなさい。

We all have a natural tendency to compare ourselves to others, whether intentionally or not, online or offline. Such comparisons help us evaluate our own achievements, skills, personality and our emotions. This, in turn, influences how we see ourselves.

But what impact do these comparisons have on our well-being? It depends on how much comparing we do.

Comparing ourselves on social media to people who are (1) than we are makes us feel (2). Comparing ourselves to people who are (3) than us, however, makes us feel (4) or inadequate instead. The social media platform we choose also affects our morale, as do crisis situations like the COVID-19 pandemic.

As a PhD student in psychology, I am studying incels — men who perceive the rejection of women as the cause of their involuntary *celibacy. I believe that social comparison, which plays as much a role in these marginal groups as it does in the general population, affects our general well-being in the age of social media.

The degree of social comparison that individuals carry out is thought to affect the degree of motivation they have. According to a study by researchers at Ruhr University in Bochum, Germany, (5)there is an appropriate level of perceived difference between the self and others that maximizes the effects of social comparison.

Specifically, if we see ourselves as vastly superior to others, we will not be motivated to improve because we already feel that we are in a good position. Yet, if we perceive ourselves as very inferior, we will not be motivated to improve since the goal seems too difficult to achieve.

In other words, the researchers note, beyond or below the appropriate level of perceived difference between oneself and another, a person no longer makes any effort. By perceiving oneself as inferior, the individual will experience negative emotions, guilt and lowered pride and self-esteem.

Social comparisons therefore have consequences both for our behaviour and for our psychological well-being. However, comparing yourself to others at a restaurant dinner (6) comparing yourself to others on Facebook. It is easier to invent an exciting existence or *embellish certain aspects of things on a social media platform than it is in real life.

The advent of social media, which allows us to share content where we always appear in our best light, has led many researchers to consider the possibility that this amplifies unrealistic comparisons.

Research shows that the more time people spend on Facebook and Instagram, the more they compare themselves socially. (7)This social comparison is linked, among other things, to lower self-esteem and higher social anxiety.

A study conducted by researchers at the National University of Singapore explains these results by the fact that people generally present positive information about themselves on social

media. They can also enhance their appearance by using filters, which create the impression that there is a big difference between themselves and others.

In turn, researchers working at Facebook observed that the more people looked at content where people were sharing positive aspects of their lives on the platform, the more likely they were to compare themselves to others.

However, could the effect of this comparison in a particularly stressful context like the COVID-19 pandemic be different?

A study from researchers at Kore University in Enna, Italy, showed that before lockdowns, high levels of online social comparison were associated with greater distress, loneliness and a less satisfying life. (8) But this was no longer the case during lockdowns.

One reason for this would be that by comparing themselves to others during the lockdown, people felt they were sharing the same difficult experience. That reduced the negative impact of social comparisons. So, comparing oneself to others online during difficult times can be a positive force for improving relationships and sharing feelings of fear and uncertainty.

There are distinctions to be made depending on which social media platform a person is using. Researchers at the University of Lorraine, France, consider that social media platforms should not be all *lumped together.

Trying to get social support on social media during the COVID-19 pandemic may reactivate negative emotions instead of releasing them, depending on which social media platform a person is using.

Many things motivate us to compare ourselves socially. (9), social media exposes us to more of those motivations. Depending on the type of content that is being shared, whether it is positive or negative, we tend to refer to it when we are self-evaluating. Sharing content that makes us feel good about ourselves and garners praise from others is nice, but you have to consider the effect of these posts on others.

Yet overall, I believe that sharing your difficulties in words, pictures or videos can still have positive effects and bring psychological benefits.

(Sabrina Laplante, "How social media can crush your self-esteem," *The Conversation*. Jan 9, 2022. より一部改変)

(注)

*celibacy 独身生活

*embellish 美しくする

*lump ひとまとめにする

*garner praise 賞賛を得る

問1 (1) ~ (4) に入る最も適切な語句の組み合わせを以下の (ア) ~ (エ) の中より 1 つ選び、記号で答えなさい。

(ア) (1) doing better	(2) better	(3) worse off	(4) inferior
(イ) (1) doing better	(2) inferior	(3) worse off	(4) better
(ウ) (1) worse off	(2) better	(3) doing better	(4) inferior
(エ) (1) worse off	(2) inferior	(3) doing better	(4) better

問2 下線部(5)はどのようなことを述べているのか、本文に即して具体的に 140 字から 180 字程度で説明しなさい。

問3 (6) に入る適切なものを以下の (ア) ~ (エ) の中より 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) has more effect than
- (イ) has no effect as
- (ウ) has almost the same effect as
- (エ) does not necessarily have the same effect as

問4 下線部(7)のように主張する理由は何か、本文に即して具体的に説明しなさい。

問5 下線部(8)のように主張する理由は何か、本文に即して具体的に説明しなさい。

問6 (9) に入る適切なものを以下の (ア) ~ (エ) の中より 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) Even when we don't use it
- (イ) Whether we like it or not
- (ウ) Provided that we don't like it
- (エ) However hard we try

令和五年度（二〇二三年度）

東北大学文学部 A〇入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験

試験期日 令和四年十一月五日（土）
試験時間 十三時～十六時

注意

- 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
- 問題冊子は二二頁からなつていて、試験開始後、直ちに確認すること。
- 頁の落丁・乱丁および印刷不鮮明の箇所等に気付いた場合には、監督者に申し出ること。
- 解答用紙には、忘れずに受験記号番号を記入すること。
- 解答用紙を持ち帰つてはならない。終了後、問題冊子および下書用紙は持ち帰ること。

次の文章は、矢切努が著した「地方公文書館の現状と課題」（大阪大学アーカイブズ編『アーカイブズとアーキビスト—記録を守り伝える担い手たち』）第四講、大阪大学出版会、二〇二一年）による。この文章を読み、次の問一、問二に答えなさい。なお、問一、問二ともに、改行のために生じる余白および句読点も文字数に含む。解答は縦書きで記すこと。

問一 答者の言う「アーカイブズ文化」の意味するところについて、六〇〇字以上、八〇〇字以内で述べなさい。

問二 「タスクス・ペイヤーズ」としての権利意識を日本において覚醒させるためには、どのようにすればよいか。本文を参考に、あなたの見解を、一四〇〇字以上、一六〇〇字以内で述べなさい。なお、**解答の冒頭には自分の見解にふさわしい題名をつけなさい。**

地方公文書館の現状と課題

はじめに

近年わが国では、政府・官僚による杜撰な公文書管理の重大な諸問題が次々と発覚した。これら政府・官僚による公文書の隠匿・廃棄・改ざん問題は、日本国憲法が規定する「国民主権」や「民主主義の根幹」を揺るがすだけでなく、官僚制と密接不可分の関係にある「行政の（公）文書主義」の基盤をも揺るがす重大問題である。

「公文書」とは、(一)国民の税金によって作成された国民の共有財産であり、決して政府（政権）や官僚の所有物ではない。それゆえに、(二)行政活動について、主権者である国民に対して適正に説明する責務を果たすための重要な資料であり、また(三)政府・官僚にとつても、自らが行つた行政・司法の活動を自らがたどるための資料でもある。

「公文書管理法」(一九〇〇九年)第一条は、「公文書等」が「健全な民主主義の根幹を支える国民共有の知的資源」であり、「国民主権の理念」の下、主権者国民が「主体的に利用し得るもの」と規定している。政府・官僚には、現用の行政文書等を適正に管理すると同時に、保存年限が満了して歴史的価値があると判断された歴史公文書等の適切な保存および利用等を図り、国民に対する行政サービスの適正かつ効率的な運用に資するとともに、「国及び独立行政法人等の有するその諸活動」を「現在及び将来の国民に説明する責務」が課されているのである。よって、近年の政府・官僚による杜撰な公文書管理のあり様は、主権者たる国民に対する政府・官僚の背信行為であつて、国民の政府・官僚に対する不信にも直結する重大問題である。

このような重大問題が起つた原因は、日本における「アーカイブズ文化」の不在にある。「アーカイブズ文化」とは、「タックス・ペイヤーズ」(Tax payers)の意識を基盤として、アーカイブズの意義と重要性を認識し、成立し得る歴史・文化的な土壤のことである。租税を原資とする行政の執行手段である「公文書」を「国民共有の財産」だと考える国民の意識が極めて希薄であること、それが、政府・官僚による杜撰な公文書管理を許した最大の理由であろう。

こうした公文書管理の諸問題は、従来、「公文書」に関心を示してこなかつた国民が適切な公文書管理の必要性と重要性を認識するよい機会にもなつた。また近年、アーカイブズの用語も普及してきた。だが、日本ではなおアーカイブズの用語の概念や範疇^{はんちゅう}、対象を十分に定式化し、自覚的に用いることができてはおらず、自家薬籠中のものとすることもできていない。

本来、アーカイブズには、文書館や公文書館および類縁施設が収集・整理・保存の対象とする「記録史料」という意味、

そして「記録史料」を収集・整理・保存の対象とする施設としての文書館・公文書館および類縁施設（以下、公文書館と略称）という二つの意味があるが、本講では後者の地方公文書館の現状と課題を考える。

一 地方公文書館等の現状

地方公文書館の設立と経緯 —「公文書館法」を中心に—

日本最初の都道府県レベルのアーカイブズは、一九五九（昭和三四）年開館の山口県文書館である。一九六〇年代から七〇年代には、歴史資料保存のための文書館設置運動が展開され、京都府（一九六三年）、東京都（一九六八年）、埼玉県（一九六九年）、福島県（一九七〇年）など、都道府県を中心に公文書館が設立される。こうした地方の動きに遅れ、一九七一（昭和四六）年に国立公文書館が誕生し、一九八七（昭和六二）年に「公文書館法」ができた。

同法は、第二条で「国又は地方公共団体が保管する公文書その他の記録（現用のものを除く）」を「公文書等」と定義し、第三条で「歴史資料として重要な公文書等の保存及び利用に関し、適切な措置を講ずる責務」を国と地方公共団体に課した。そして、第四条で「歴史資料として重要な公文書等を保存し、閲覧に供するとともに、これに関連する調査研究を行うことを目的とする施設」を公文書館と定義し、公文書館に館長、アーキビスト（歴史的公文書等についての調査研究を行う専門職員）その他必要な職員を置くものとした。

一九八九（平成元）年一月二十五日、全国歴史資料保存利用機関連絡協議会（全史料協）が発表した「公文書館法の制定とその意義」では、「公文書館法」の意義が以下の三点で評価されている。

- (一) 「公文書」の歴史資料としての価値が法律で明記された
- (二) 国・地方公共団体に対し、歴史資料として重要な公文書等の保存及び利用に関し「適切な措置を講ずる責務」が課された

(三) 図書館司書、博物館学芸員のような、専門職員（アーキビスト）の設置が公文書館に義務付けられた

「公文書館法」には、公文書館の権限が明記されず、附則第二項で、地方公文書館に「当分の間」アーキビスト設置免除の特例が設けられるなど不十分な点もあつた。だが、国や地方に公文書館等の設置を促す強い効果が期待された。事実、地方公文書館設立の追い風にもなつた。

だが、地方公文書館を取り巻く環境は、すぐに転換期を迎える。一九九〇年代後半以降、地方財政は危機に直面する。大都市圏の都府県や都市部が相次ぐ「財政非常事態」宣言を出し、人員削減や事務事業の民間委託等の財政再建計画を次々と打ち出すなど、地方財政は悪化の一途をたどつたのである。地方財政悪化に伴い、従来、地方公文書館等の設立の中心を担つてきた府県レベルの公文書館設置は停滞期を迎える。九〇年代末～二〇〇〇年代初頭には、市町村レベルでの公文書館設立の動きが生じる。

その他、日銀アーカイブズや大学アーカイブズ、震災アーカイブズなど、従来の主体と異なる組織・地域（国、市町村、諸団体、民間）で公文書館等設立の動きが加速した。こうした動きは、「情報公開法」の公布・施行（一九九九年・二〇〇一年）や「説明責任」（アカウンタビリティ）思想の浸透、アーカイブズの用語の国民レベルでの普及などにより醸成された。

だが日本では、公文書館を設置する地方公共団体はわずか数ペーセントにすぎない。都道府県や政令指定都市でも、そのすべてで公文書館が設置されている訳ではない。「公文書館法」に基づく公文書館であればなおさらである。「公文書館法」に基づく公文書館とは、「公文書館法」が規定する公文書館たる条件をもつ公文書館である。地方公共団体が設置した（第五

条)「歴史資料として重要な公文書等」の保存・閲覧・調査研究を目的とする施設で、館長やアーキビスト(附則第二項で、当分、置かなくてよいが)その他必要な職員が置かれ(第四条)、かつ(同法公布・施行後の施設では)「条例」で設置根拠が規定された公文書館である。

その他、「公文書館法」の基準を満たさないが、「公文書管理法」が求める「公文書館的機能」(同法の趣旨に則り「保有する文書の適正な管理に関して必要な施策を策定し、及びこれを実施するよう努め」(第三四条)ると考えられる機能)をもつ施設として設置される場合もある。地方では、このような「公文書館的機能」を有する施設も十分に設置されてはいない。

地方公文書館を取り巻く環境

地方財政難を背景に、多くの地方では「行政改革」や「財政健全化」の名の下、予算の削減、行政サービスの整理が行われている。特に、整理の対象となるのは、地域住民の反発を受けにくい文化行政や施設である。

戦後日本では、文化財保護や芸術文化の振興、伝統芸能の保存など、文化行政が全国的に推進されてきた。一九七〇年代以降、「文化の時代」や「地方の時代」が提唱され、独自の地域文化振興も活発化した。ところが、財政難で文化予算が削減され、行政当局の文化行政に対する関心も低下し、来館者・利用者の少ない文化施設は無駄だという意識から、「利用者数の低迷」を理由に文化行政・施設の整理が進められていった。

こうしたなか、同じ文化施設でも、公文書館は、図書館や博物館に比べ、特に厳しい状況にある。日本では一般に、行政サービスの一環として社会教育機関である公共図書館の設置を求める市民は多く、全国都道府県および市以上の地方における公共図書館の設置率はほぼ一〇〇パーセントに近い。だが、公文書館設置を要求する市民の声はほとんどなく、地方公文書館設置率は極めて低い。なぜなら、図書館や博物館を認知、理解する地域住民は多いが、公文書館を認知、理解する地域

住民は少ないからである。図書館も公文書館も、ともに「形式知を担う基盤的社會制度」であるのだが、図書館に対する関心は高いが、「行政参画の基盤となる公文書館には無関心な地域住民」が多い。日本では、図書館は「社會教育機關として住民の誰にでも公開され、健全なコミュニケーションの構成員たる健全な主権者の生涯學習機關」と捉えるが、公文書館は「歴史研究者・愛好者のための専用の図書館程度」にしか考えていないのである。

以上のように、日本では、主権者（国民）でもあり、自治の担い手（市民）でもある地域住民の公文書館に対する認知、理解が乏しく、関心も低い。これらの点は、諸外国に比べても際立っている。こうした地域住民（国民）の公文書館に対する関心の低さが、地方公文書館を取り巻く環境をさらに悪化させていている。というのも、地域住民（国民）が、適切な公文書管理や公文書館に強い関心をもつていなければ、有権者の関心の動向を敏感に感じ取り、それを政策の俎上にあげようとする首長や議員等のインセンティブにつながらないからである。地域住民（国民）が、公文書館を認知、理解せず、関心を持つていないのである。政治家や行政当局が、公文書館の設立・拡充を政策とするメリットが存在しないのである。仮に、政治家や行政当局が公文書館の意義・役割を意識し、公文書館設立や拡充政策を掲げても、地域住民（国民）ニーズとは合致せず、予算の無駄遣いとの批判を受ける可能性もある。ましてや、公文書館（サービス）を縮小や廃止した方が、財政健全化政策の一環として評価される場合すら少くないのである。

地方公文書館の取り組み

こうした状況にあって、公文書館未設の地方にとつて、公文書館設立は容易な事業ではなく、公文書館既設の地方にとつても、公文書館（サービス）の維持・継続は困難な事業である。公文書館は、図書館等に比べ人員も予算も限定され、限られた人員・予算を活用し、自らの意義と役割を地域住民（国民）や政治家・行政当局に訴求しなければならない。

地方公文書館の業務として重要なのは、(1)歴史的文書の選別・収集・保存・公開、(2)古文書講座や歴史講座、企画展示などの住民サービスである。わが国では、(1)も重要な業務ではあるが、それ以上に重要なのが(2)である。その理由は、来館者・利用者の少ない文化施設は無駄だという意識が日本では強く、地方公文書館関係者は、政治家・行政当局の理解を得るために、一定数の利用者・来館者を絶えず維持し続けなければならないからである。

古文書・歴史講座や企画展示の開催は利用者・来館者数を増やす主要なイベントであり、限られた人員・予算を活用し、これらのイベントが精力的に行われることになる。近年、古文書解説や郷土史学習は地域史や歴史学習熱の高まりを受け人気となっている。これらの講座や企画展は、所蔵文書を公開し歴史的公文書の収集、保存、公開の必要性、公文書館の意義と役割を地域住民に周知できる貴重な機会でもある。それゆえ、アーキビストのいる公文書館では、アーキビストの主となる業務は、各種講座や企画展示の企画・立案・運営であるといつてよい。だが、これらのイベント開催は、人員・予算のさらなる削減リスクも内包している。各種講座や企画展の開催は、人員・予算削減の余地があるという財務当局の判断にもつながり、結果的には、さらなる人員・予算削減をもたらす可能性もある。地方公文書館は長い冬の時代を迎えている。

二 地方公文書館の課題

地方公文書館の設立・拡充に向けて

地方公文書館の設立・拡充には、地方財政状況の改善が欠かせない。だが、地方財政構造は、中央―地方の歳出比率は四対六であるのに歳入比率は六対四で、この歳入出比率の矛盾を調整するための中央から地方への財源再分配制度が設けられてはいるものの、歴史的な中央集権的税財政構造の下で地方の財政自立性は低い状況にある。

また、公文書館が市民に身近な施設で「民主主義社会の基本要件」となっている欧米と異なり、公文書館を認知、理解せず、関心も持たない日本では、政治家や行政当局が公文書館を設立・拡充するインセンティブを生じる土壤もない。「アーカイブズ文化」が存在しないからである。

公文書館の設立・拡充には、根本的には欧米のような「アーカイブズ文化」の成立が待たれるが、それには長い年月が必要である。よつて当面の間、地方財政事情を勘案しつつ、可能性を探る以外みちはない。

本来、公文書館は、単独施設として設置されることが望ましい。公文書館と他の文化施設などとは、その目的・性格・内容・利用者・利用方法が異なるからである。だが、上述した日本の実情を考慮すれば、単独施設にこだわらず、図書館や博物館、歴史資料館、情報公開施設等の既存の施設との複合施設、あるいは府県と市町村との広域連携に基づく共同公文書館等の取り組みを参考して、「公文書管理法」の趣旨に則った「公文書館的機能」をもつ施設の設置を検討する必要がある。

そして、地方公文書館を維持・継続するには、政治家や行政当局の公文書館拡充のインセンティブを生じる土壤を形成していくかなければならない。そのためには、公文書館を「歴史研究者・愛好者のための専用の図書館程度」と考える地域住民の意識を転換させる取り組みが必要となつてくる。

そもそも政治家や行政当局、地域住民の公文書館に対する認識、理解の乏しさは、公文書館の収集・保存・公開の対象とする文書が「歴史公文書」であるところにも原因がある。「国立公文書館法」や「公文書管理法」が公文書館の所蔵資料を「歴史公文書」と位置付けていることで、公文書館が歴史学的な要素が非常に強い施設となつていている。このため、公文書館の所蔵資料は、もつぱら近現代史専攻の歴史学者が対象であつて、行政当局が利用可能なものではないという意識が強くなつてゐる。事実、多くの公文書館では、行政職員の利用は非常に限られている。また、公文書館を認知している地域住民の意識でも、図書館とちがい、公文書館は、利用者が歴史学者に限定された敷居の高い施設と考えられている。

一番の問題は、「歴史公文書」も地域住民（国民）共有の財産だと捉える意識が浸透していないところにあるのだが、公文

書館の収蔵資料を「歴史公文書」とする法的位置付けも、政治家・行政当局、地域住民の認識、理解を乏しくし、関心を低下させる要因ともなっている。

この点については、札幌市の公文書管理に対する考え方を参考にできよう。「札幌市公文書管理条例」(二〇一二年)は、「公文書のうち、市政の重要な事項に関わり、将来にわたって市の活動又は歴史を検証する上で重要な資料」を「重要公文書」と位置付け、「重要公文書」の中から選別された「特定重要公文書」が公文書館の収蔵資料であるとしている(第二条)。ここで重要なのは、「歴史」を前面に出さず、「歴史」を削るでもなく、公文書館の所蔵資料が過去・現在・未来の市の行政活動に資する重要な資料であると位置付けていいるところである。これは、文言上のイメージの問題ではあるが、政治家・行政当局、地域住民の公文書館に対する認識、理解を深め関心を高める可能性が秘められているのではないか。

文書を残す基準

地域住民の公文書館に対する認識、理解を深め、関心を高めるには、どのような資料を所蔵するかが重要課題である。要是、「文書を残す基準」である。

地方公文書館は、現用文書の保存期間満了後、廃棄対象となる公文書リストの一覧が送られ、このリスト上で的一次選別を行い、一次選別後に現物を直接確認して二次選別を行い、その移管を受けて最終選別を行い、所蔵文書として登録する形式が一般であろう。しかし、必ずしも明確な「文書を残す基準」が策定されていない場合が多く、選別が困難な場合も少なくないであろう。歴史的に重要な公文書とは何か、という価値判断基準が定式化されているとはいえないものである。

例えば、二〇一〇(平成二二)年七月一五日の第一回公文書管理委員会では、将来、「国立公文書館に移管すべき歴史的価値のある文書の判断基準」を次のように例示している。

- ①国益や社会に重大な影響を与える意思決定であつたかどうか。
- ②個人や法人が重大な影響を受ける意思決定であつたかどうか。
- ③わが国の歴史、文化、学術の発展のために役立つ文書であるかどうか。
- ④今後の政策形成の参考資料となるかどうか。
- ⑤わが国の社会に重大な影響を与えた事件、事業であつたか。

これらは、国立公文書館を対象としたものであり、国を地方公共団体に置き換える必要があるが、一定の参考にはなるだろう。だが、「重大な影響」や「役立つ」といった基準に基づく判断は困難であり、過去の評価・選別の先例や経験則に基づいた評価・選別が行われるのが一般的である。ただし、評価・選別業務をある特定の担当者が継続的に一貫して行うわけでもないため、公文書館で収集・保存する文書が変化する可能性もある。

そこで地方公文書館は、地域の歴史や文化、特有性に基づく、独特的の公文書館像を描き、それに即した「文書を残す基準」を設定することが必要であろう。公文書館のイメージを確立し、地域住民に親しまれる施設というイメージを創り出す試みである。

例えば、山口県文書館には、旧長州藩主毛利家から寄託された藩政文書がある。埼玉県立文書館では、他館で例を見ない地図センターが設置されている。沖縄県公文書館では、沖縄戦の記録や琉球政府時代の公文書などを閲覧することができる。こうした、地域住民の生活の歴史に根差した公文書館のあり様とそれに基づく様々な公文書館当局者の創意工夫が、地域住民に親しまれる施設として、イメージの定着と相俟つて、公文書館利用者・来館者数の向上に帰結するのである。

このような地域の特有性を考慮し、地域独特の公文書館像を描き、(一)行政の一貫性、(二)歴史的基準、(三)自治体の特有性な

どを考慮して、「文書を残す基準」を策定し、地域住民に親しまれる施設を目指す必要がある。

欧米では、公文書館に対する社会的認知度が高く、推理小説などにも公文書館が事件解決の舞台として登場するほど、公文書館が広く認識されている。欧米で、公文書館に対する認識、理解が深い理由の一つが、市民に身近な歴史資料が所蔵され「市民に身近なアーカイブズ」となっているところにある。例えばイギリスでは、自らの先祖をたどる「家系調査」のために多くの一般市民が公文書館を訪れるという。英國国立公文書館には、「ロンドン家系調査センター」の専門ブースが設置され、過去の国勢調査の記録から出産・結婚・離婚・死亡等の記録のほか、相続税の納税記録や軍隊での従軍記録などが保存され、閲覧可能だという。英國の地方公文書館でも、手紙や家計簿、農事記録、写真集、地図やフィルムなど、「先人の暮らしぶりを鮮やかに示してくれる」私文書まで保管され、「過去の出来事の詳細を再発見出来る場所」として、多くの市民が訪れている。

日本では、同和問題もあり「戸籍」や寺院「過去帳」の保存・公開は難しく、「家系調査」サービスのような取り組みは困難である。だが、歴史研究者に利用が限定された敷居の高い施設ではなく、欧米の公文書館のような日常の身近な記録を尋ねて地域住民が訪れる施設、「市民に身近なアーカイブズ」、「過去の出来事の詳細を再発見出来る」場所を目指すことは不可能ではない。

地域に根ざし「市民に身近なアーカイブズ」を目指して

このような意味で、地方公文書館は「暮らしの中のアーカイブ」という発想をもつことが極めて重要である。地方公文書館は、率先して、家族の資料や学校の公文書や記念誌などを、積極的に収集・保存・公開していくべきである。

社会の最小単位である家族の記録資料は、地域住民の暮らしを反映し、地域文化の発展や住民の暮らしぶりの変化を知る

ことのできる重要な記録である。また、小・中・高校は地域住民に非常に身近な施設である。自分や家族が通った学び舎の公的記録や写真、アルバム等は、地域住民の身近な歴史調査に不可欠の資料であり、「市民に身近なアーカイブズ」を目指すには必要不可欠のものである。

日本の公文書館は、基本、行政官庁の業務記録である公文書を対象としており、地域住民の権利・財産・履歴といった「私文書」（個人の記録）は收藏していないために社会的役割が低いといった指摘もある。今後、地方公文書館は、欧米のような「市民に身近なアーカイブズ」として、地域住民に対する地方行政サービスの一環として、歴史的公文書の収集だけではなく、地域住民生活の全般にわたる記録資料を収集し、地域住民の権利を擁護する場として認知される必要があるだろう。家族の記録資料は、後代の家族＝将来の地域住民の重要な歴史的記録であり、自分史・家族史の作成に資するだけでなく、場合によつては地域社会や国家にとっての重要な記録遺産となる可能性も秘めている。公立学校の運営は地域住民の負担した地方税・国税を原資に行われるものであり、地方公共団体が設立・運営し、地域住民に身近な施設でもある「学校アーカイブ」は、今後、地方公文書館の積極的な収集の対象とすべきであろう。

さらに地方公文書館は、地域の文化的な遺産を残す役割をも積極的に果たしていくべきである。イタリアやスペインでは、地域出身の芸術家の小説・原稿のほか、音楽アーカイブ等を、地域の文化的な遺産として、公文書館等で保存している。その背景には、文化的な遺産は公的か私的かを問わず、「国家の記憶を形成」するもので、国民に「非常に重要な役割」のある「社会全体の利益」となるものである。だから、「国民利益を代表する国家」が国民の利益のために「遺産を保護すべき」責務があるのであり、「保護」とは国民の「権利の擁護」を意味するのだという「文明の概念」があるという。

日本の地方公文書館も、単に、公文書等、紙媒体の行政記録や行政情報のみを収集・保存・公開の対象とするのではなく、公的か私的かを問わず、地域の記憶を形成する地域の文化的な遺産を積極的に収集していくべきであろう。特に公文書館では、地域住民の税金に基づいている施設であるから公文書はともかく私文書の収集は説明ができないという意見もある。だが、

上述したような地域住民の利益を代表する地方公共団体が、地域住民の利益のために地域の文化的遺産を保護すべき責務があり、文化的遺産の保護とは、地域住民の「権利の擁護」を意味するのだという意識改革が必要であろう。それによつて、地方公文書館は「市民に身近なアーカイブズ」として、地域住民の認識、理解を深め、関心を高めてもらえる施設へと変化することができる。「市民に身近なアーカイブズ」の要件が達成できれば、次に目指されなければならないのは、欧米社会に見られるような、公文書館を「民主主義社会の基本要件」ととらえる認識の共有である。そのためには、日本における「アーカイブズ文化」の形成が必要不可欠である。

三 「アーカイブズ文化」

はじめに述べたように、「アーカイブズ文化」とは「タックス・ペイヤーズ」の意識を基盤として、アーカイブズの意義と重要性を認識し、成立し得る歴史・文化的な土壤である。

市民革命を経験した欧米では、「タックス・ペイヤーズ」としての権利意識が醸成されてきた。「タックス・ペイヤーズ」とは、進んで納税し税の使途まで監視する者を意味する。このような権利意識が明瞭に規定されているのは、近代的アーカイブズの発祥地でもあるフランス「人権宣言」（一七八九年）である。

「人権宣言」第一三條では、「公的強制力の維持」と「行政の諸費用」のため、全市民が「その能力に応じて平等に配分」される「共同の分担金」という国民の納税（共同の分担金）に関する規定がある。そして、第一四條で「すべての市民は、自身あるいは代表者を通じて、公的分担金の必要性を確認し、それに自由に同意し、その使途を見守り、かつ、その分担割合、標準、取り立ておよび存続期間につき決定する権利を有する。」とする。つまり、主権者である国民（市民）が税の「必要性」や「分担割合」「存続期間」の確認・同意・決定の権利をもつだけでなく、税の「使途」を監視することが明示さ

れる。「人権宣言」は、現在もフランスで憲法的効力を有している。

イギリスでも、租税は主権者（国民）が国家に提供する金銭であり、国民が租税の支出目的を検討、承認し、承諾すると、いう考え方が定着している。したがつて、租税の賦課・徴収には、議会の審議・承認（＝国民の同意）が不可欠であり、国民は自らが負担した税の用途をも監視する意識が強い。

このように進んで納税し、税の使途まで監視する者である「タックス・ペイヤーズ」としての権利意識が醸成された国々では、「タックス・ペイヤーズ」の権利意識を基盤とする「アーカイブズ文化」が存在する。自らが負担した租税を原資とする行政の執行手段である公文書は「国民共有の財産」であり、したがつて公文書は当然、適切に保存されねばならず、租税を原資とする行政を監視するには、公文書の適正な公開が不可欠だという意識が働くからである。

一方、日本の納税者は課税がどのように決定され、納めた租税がどのように使われているかさえ知ろうともせず、「日本人ほど自国の税制にたいして関心のうすい国民はいない」と指摘されるように、納税は「義務」という意識が強く、税金の使途を問題にしない租税観がある。こうした租税観では、「タックス・ペイヤーズ」の権利意識を基盤とする「アーカイブズ文化」は存在し得ない。租税を原資とする行政の執行手段である公文書を「国民共有の財産」と考える意識も形成されず、租税を原資とする行政を監視しようという意識も希薄となるからである。

近世から近代日本と「タックス・ペイヤーズ」としての権利意識

近世の日本では、「領主は百姓が生存できるよう仁政を施し、百姓はそれに応えて年貢を皆済すべきだ」という「仁政イデオロギー」が存在した。領主が「民の生命の再生産を保障るべきだ」との「生存権保障の観念」が成立していたとされる。このような近世日本では、「仁政的な恩義関係」に基づく領主と百姓（民衆）との関係の下で訴訟が行われ、訴訟で仁政が実

現されない場合に百姓一揆が生じたのである。

例えば、一七一二（正徳二）年の加賀大聖寺一揆を描いた『那谷寺通夜物語』では、百姓達は「仁政を施さない大聖寺藩を批判」し、「仕置」（政治）が悪ければ「年貢はせぬ」（納税しない）と述べ、「仕置（政治）次第」で、良い方の領主の「御百姓」になると述べたという。このような百姓達の主張は、「仁政が領主の責務だという通念が成立している近世社会」では「突飛な発言」ではないという。

近世日本では、百姓（民衆）が、「仕置」（政治）が良ければ年貢（納税）するが、「仕置」（政治）が悪ければ年貢（納税）しない、もしくは「年貢」（納税）先を変えるという認識を有していたのである。このような認識は、欧米社会にみられるような「タックス・ペイヤーズ」の権利意識に発展する可能性を秘めていたということもできるのではないか。

このような民衆の権利意識は、明治一〇年代前半における自由民権運動を基盤とする私擬憲法草案にも、確かに垣間見る「」ができるのである。

例えば、私擬憲法草案の一つである「五日市憲法草案」は、国民の「代理」である国会が決定し天皇が許可しなければ政府は課税できないなど、国民生活に直結する租税等の経済的負担に関する討議権を国会に限定保障している。また、日本国民を代理する立法機関である国会に対し、行政全局を監督する権利が付与され、国民の「代理」である国会が違憲立法審査権や政策点検阻止権も認められていた。「五日市憲法草案」においては、国民の「代理」である国会に対して、租税や国債など、国民の経済的負担に関する決定権や行政に対する監督権が付与されていた。このように、国会の行政に対する監督権を認める「五日市憲法草案」の basic 理念の中には、欧米のような「タックス・ペイヤーズ」の権利意識に発展する可能性が秘められていたといえよう。このような民衆意識は、百姓一揆を起源の一つとするものであり、その意識は、自由民権運動を基盤とする私擬憲法草案の中にも受け継がれていたといえよう。

大日本帝国憲法体制と「タックス・ペイヤーズ」の権利意識

だが明治政府は、一八八一（明治二十四）年に国会開設の勅諭を発し、国会組織や憲法の内容は天皇が親裁すると宣言した。憲法に関する民間の議論を禁じ、自由民権運動の分裂・打倒を図りつつ、伊藤博文らを中心に、大日本帝国憲法（以下、帝国憲法と略称）の編纂作業が進められていった。帝国憲法は、「日本臣民ハ法律ノ定ムル所ニ従ヒ納税ノ義務ヲ有ス」（第二一条）と臣民の納税義務が規定され、「租税法律主義」を採用（第六二条）しつつも、一度、議会が議決した租税法は将来にわたりその効力を有するとする「永久税主義」が採られるなど（第六三条）、天皇制国家の行政活動が臣民の代表者で構成される議会による財政上の拘束を受けない工夫が施されていた。

『憲法義解』⁽¹⁾では、納税は「兵役と均く、臣民の国家に対する義務の一」と捉えられ、租税は臣民が「国家の公費を分担」するもので、「人民の随意なる献饋（けんき）（贈り物）」ではないとした。租税の賦課・徵収は「國權」（国家の権利）であり、臣民は負担能力に応じた納税を無償で行う一方的金錢給付義務を負うとされた。明治政府は、租税は国家や地方団体が「統治権」に基づき、「統治権下に在る者」（臣民）に「負担」させるものであり、課税に納税者の同意は不要で、国家が強制的に課税できるとしたのである。

また帝国憲法では、西欧諸国のように「予算」は「法律で規定する」という「予算法」の文言を用いせず、「予算」の文言を用いている。そもそも「予算法」とは、「本来自由な支出権を有する行政部に対する制限規範」として、国民の代表者で構成される議会が予算法議定の機会毎に全行政に対する支出統制を行うことを企図した、立憲財政制度の形式として採用されたものである。

だが帝国憲法は、臣民の代表者で構成される帝国議会による政府の予算支出に対する統制を排除するため、（一）天皇大権に基づく歳出、（二）法律上の結果による歳出、（三）法律上、政府の義務に属する歳出に関する予算額については、帝国議会は政府

の同意がなければ廃除・削減できないようにするなど（第六七条）、政府の予算支出権を保障した。その他、前年度予算執行権（第七一条）や、緊急の必要がある場合、緊急勅令（憲法第八条の規定に基づく）での予算外支出権を政府に認めるなど（第六八条・第七〇条一項）、臣民の代表者で構成される議会が政府に財政統制をかけることへの対策が講じられていたのである。帝国憲法は、ドイツ（プロイセン）の憲法・予算制度を範としていたことが知られるが、実は、ドイツよりも行政権中心・議会軽視の、予算・会計制度上における議会の掣肘^{せいちゅう}を強力に抑制し、予算・会計制度上の行政権優位を構築したものであった。

これらの帝国憲法の規定は、租税の「使途」に対し議会を通じた国民のチェックが働く要素を非常に弱める要因となり、「租税の徵収と租税の使途とを関連させて、国家財政を問題とする」ような「国民意識」の十分な成長を阻害する要因として働いた。

こうして、欧米のような「タックス・ペイヤーズ」の権利意識に発展する可能性を秘めた民衆意識を包含する私擬憲法草案を排除した帝国憲法により、明治政府は、議会を通じ国家財政（行政）を統制しようとする国民意識の成長を阻害したのである。このような帝国憲法の考え方は、次に述べるような日本国憲法にも継承されている。

日本国憲法と「タックス・ペイヤーズ」の権利意識

戦後、日本国憲法は、戦前の反省にたち、「民主主義、平和主義の思想」と英米の法律思想に基づき起草された。「マッカーサー三原則」（一九四六年）第三項は「予算の型は、英國制度にならうこと」としたが、日本国憲法の予算・会計制度は、帝国憲法をベースに規定された。

日本国憲法は、租税理念としては、帝国憲法の「納税義務」の規定を踏襲し、国民の納税義務を継承した（第三〇条）。し

かし、松本烝治国務大臣を中心とする松本委員会の憲法草案は、天皇主権の帝国憲法を前提に「納税義務」の規程を存置していたが、その後のマッカーサー草案や日本政府の「憲法改正草案要綱」では「納税義務」の規定は削除されていた。にもかかわらず、「主権者としての納税者の誕生を想定」できなかつた大蔵省が、「納税義務」の規定復活を要望し、帝国議会でも与野党の意見として「納税義務」の規定復活を求める意見が強かつたため、日本国憲法に「納税義務」が継承されたのである。

このため日本国憲法の趣旨に則れば、主権者（納税者）である国民が、本来、自己の財産から税を拠出し、国家財源を補填するか否かを自由に決定できるはずであつたにもかかわらず、「明治憲法的発想の產物」である「納税義務」規定が存置された結果、「憲法の基本的人権部分において、『国民の義務』として納税の義務が明文化」されるという「奇異」な現象が生じた。大蔵省も、戦前以来の税務行政を踏襲でき、「国民に義務として課税し、納税しない国民を取り締まるという行政システム」も維持された。こうして、「税制は自分たちが決めるものではなく、『お上』が決めるもの、納税は義務としてお上に奪われるもの、という戦後税制の不幸」が始まった。また、「国民の基本的義務である納税の義務」を理解させるため、義務教育の場で「納税者のモラルを確立し、『納税教育』を徹底」するなど（一九六四年）、納税を権利でなく義務とする租税觀が国民に植え付けられていった。

日本国憲法第七章を中心とする財政の規定も、「主権者としての納税者の誕生を想定」できなかつた大蔵省主計局が中心に起草した結果、帝国憲法以来の政府の予算支出に対する議会の統制を排除する予算・会計制度が継承された。

おわりに

丸山真男は、「権利の上に長くねむつてゐる者は民法の保護に値しない」という法諺⁽²⁾の趣旨に基づき、民主主義の「制

度の現実の働き方を絶えず監視し批判する姿勢」で「不断の民主化」活動を行い、民主主義を「生きたもの」とするよう述べた。近代社会は、出生や家柄、年齢など、個人の行動で変えることのできない要素が社会関係において決定的な役割を担い、「何であるか」（属性）が重要な価値判断の基準となる近世社会とは異なり、「何をするか」（機能）の価値観に基づく社会である。近代社会では、為政者は「人民と社会に不断にサービスを提供すること」ではじめて為政者となるのであり、人民はつねに為政者の「権利乱用」を監視・チェックする姿勢の有無を民主主義社会の判断基準とすべきだと説いた。

だが、日本社会は、欧米のような「タックス・ペイヤーズ」の権利意識に発展する可能性を秘めた民衆意識を、〔一〕日本近代国家の形成過程〔二〕帝国憲法制定過程と〔三〕日本国憲法制定と民主化の過程においても実現することができなかつた。そのことが、欧米のような「タックス・ペイヤーズ」としての権利意識を基盤とする「アーカイブズ文化」がそもそも存在し得ないような土壤を形成したのである。なぜ、そのような土壤が形成されたかは、今後、我々が追究すべき課題であるといえよう。

日本において地方公文書館の設立、拡充を目指すには、根本的には、国民（地域住民）が、アーカイブズやアーキビストの意義と重要性を認識、理解し、公文書館を「民主主義社会の基本要件」とする認識を共有しえるような、歴史・文化的土壤としての「アーカイブズ文化」が成立しなければならない。そのためには、欧米のような「タックス・ペイヤーズ」としての権利意識の覚醒が必要不可欠なのである。

アーカイブズは「文化のモノサシ」であり、その国の人々の日常生活を支える基礎的文化を示すものである。欧米を中心に、世界各国では、固有の文化伝統と権利の基盤としてのアーカイブズが、意識的、無意識的にその国の人々の間で浸透している。

公文書館を地域住民の意識のなかに浸透させるには、地方公共団体の創意工夫が必要であることはいうまでもない。だが、

それ以上に必要なのは、日本における欧米のような「タックス・ペイヤーズ」としての権利意識を基盤とする「アーカイブズ文化」なのである。

（矢切努「地方公文書館の現状と課題」による）

註

- (1) 憲法制定を主導した伊藤博文の名前で、一八八九年に公刊された明治政府のなれば公的な憲法解説書。
- (2) 法律に関係した格言、ことわざ。

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO 入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験①問題

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部	試験時間	ページ数
文 学 部	10:30~11:30	
教 育 学 部	(60 分)	10 ページ
法 学 部		

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
- この「問題冊子」は 10 ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
- 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 「解答用紙」の受験記号番号欄（1枚につき 1 か所）には、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 特に指示がある場合以外は、日本語で記入してください。
- 解答に字数の指定がある場合、句読点、数字、アルファベット、記号も 1 字として数えてください。
- 試験終了後は「解答用紙」を回収しますので、持ち帰ってはいけません。
「問題冊子」、「メモ用紙」は持ち帰ってください。

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 次の英文を読み、以下の問い合わせに答えなさい。

Three *sprawling housing estates on the edge of Toulouse are home to around 30,000 people, and they are considered to be amongst the poorest urban neighbourhoods in southern France.

But each morning, from Monday to Friday, they are taking part in (1) an extraordinary social experiment.

The two main schools on the estates had the worst educational achievement record in Haute Garonne, the department or county that includes France's fourth biggest city, Toulouse.

About 95% of the residents of Bellefontaine, La Reynerie and Mirail come from immigrant backgrounds, mainly from North and West Africa.

Four years ago, the local authorities decided to close those schools and bus the pupils to schools in the prosperous city centre.

The man behind the project was [REDACTED] the left-leaning president of the Haute Garonne council.

“Social inclusion provides a better way for these kids to succeed at school,” he says. “In a republic, it means integrating these ghettos with the rest of French society and ensuring that there are citizens whose lives are not socially *predetermined.”

At 07:00, it's still dark on the estates, but a trickle of kids emerge from the shadows of the tower blocks with rucksacks and wait at bus stops at various pick-up points.

In all, 17 buses gather the pupils between the ages of 11 and 15 and take them to 11 different schools in the city centre. ([REDACTED] I [REDACTED]).

Each bus has a social worker on board to handle any problems and coordinate with school staff and parents.

On one bus, [REDACTED] enforces military-style discipline. The boys are ordered to remove their *hoodies, turn off their phones and keep their seat belts on.

She has been part of the bussing experience since it started: “It's great, (2) () () () () () () () () and have integrated well in their new schools and made new friends outside of their estates. They are very fortunate.”

On the bus, [REDACTED] 13, sees no difference between his friends at home and at his new school.

[REDACTED] 11, says her grades have improved in the past few months because homework is done in class in the last hour of school in the centre of Toulouse and her classwork is monitored more frequently by the teachers.

([REDACTED] II [REDACTED]).

Before the bussing started, the drop-out rate after the Brevet, the French diploma for 15-year-olds, was close to 50%. It is now below 6% and grades of pupils from the estates have improved by close to 15%.

"Bussing has become essential because it encourages integration," says [REDACTED]
[REDACTED], headmaster of the Michelet school in the city centre which has taken in around 70 children from the suburbs.

Many of the children from the poorer backgrounds do not have stable family structures to encourage them to succeed, he says, but the bussing strategy helps everyone.

"Pupils from both communities learn about each other and different walks of life and help each other. They work in teams and it's all very positive," the headmaster says.

Education authorities say (III).

[REDACTED]'s parents - [REDACTED] and [REDACTED], originally from Morocco - live in a flat on one estate where conversations in Arabic on the streets are more common than French.

They have six children and proudly show me framed certificates of their children's grades: "My son is studying better than ever and mixing with students from other cultures, and this will improve his life opportunities," says [REDACTED].

For the head of the Haute Garonne authority, consultation was key. As many as 130 parent-teacher meetings were held before the bussing project was launched, and schools that accepted bused-in children received financial incentives.

In all, the project has cost €54m (£46m).

(IV), Mr [REDACTED] explained, but from political opponents on the right.

The bussing experiment is now here to stay as the two failing schools on the estates are being replaced by two new schools built away from their traditional *catchment area to ensure permanent social mixing in the classrooms.

Now several other cities and towns across France encouraged by the results here are launching their own bussing initiatives.

(Chris Bockman, "French school bus experiment brings hope to Toulouse estates," BBC News, Nov 20, 2021-from BBC News at bbc.co.uk/news)

(注)

*sprawling 無秩序な

*predetermined 前もって決定されている

*hoodie (フード付きの) パーカー

*catchment area 管轄地域

問1 下線部(1)に関して以下の問い合わせに答えなさい。

(ア) どのような内容が

(イ) そのようなことが行われるようになったきっかけは何か

問2 下線部(2)の()内に、文脈に合うように以下の語を適切な順序に並び替えて入れるとき、(ア)(イ)(ウ)に入る語の番号を答えなさい。ただし、同じ選択肢を複数回使用しないこと。

(2)()(ア)()(イ)()(ウ)()

① it ② used ③ the ④ to ⑤ have ⑥ kids ⑦ got

問3 空欄(I)～(IV)に入る最も適切なものをそれぞれ下から選び、記号で答えなさい。ただし文頭の語はすべて小文字で表記してある。同じ選択肢を複数回使用しないこと。

(ア) opposition to the scheme did not come from parents
(イ) the journey takes between 45 minutes and one hour
(ウ) that is the most startling statistic to emerge from this four-year experiment involving 1,140 pupils from the estates
(エ) some parents have shown more interest in their children's progress since they switched school

問4 この計画の実施前に教育当局はどのような努力をしたか、説明しなさい。

——このページは白紙——

2 次の英文を読み、以下の問いに答えなさい。

We all have a natural tendency to compare ourselves to others, whether intentionally or not, online or offline. Such comparisons help us evaluate our own achievements, skills, personality and our emotions. This, in turn, influences how we see ourselves.

But what impact do these comparisons have on our well-being? It depends on how much comparing we do.

Comparing ourselves on social media to people who are (1) than we are makes us feel (2). Comparing ourselves to people who are (3) than us, however, makes us feel (4) or inadequate instead. The social media platform we choose also affects our morale, as do crisis situations like the COVID-19 pandemic.

As a PhD student in psychology, I am studying incels — men who perceive the rejection of women as the cause of their involuntary *celibacy. I believe that social comparison, which plays as much a role in these marginal groups as it does in the general population, affects our general well-being in the age of social media.

The degree of social comparison that individuals carry out is thought to affect the degree of motivation they have. According to a study by researchers at Ruhr University in Bochum, Germany, (5)there is an appropriate level of perceived difference between the self and others that maximizes the effects of social comparison.

Specifically, if we see ourselves as vastly superior to others, we will not be motivated to improve because we already feel that we are in a good position. Yet, if we perceive ourselves as very inferior, we will not be motivated to improve since the goal seems too difficult to achieve.

In other words, the researchers note, beyond or below the appropriate level of perceived difference between oneself and another, a person no longer makes any effort. By perceiving oneself as inferior, the individual will experience negative emotions, guilt and lowered pride and self-esteem.

Social comparisons therefore have consequences both for our behaviour and for our psychological well-being. However, comparing yourself to others at a restaurant dinner (6) comparing yourself to others on Facebook. It is easier to invent an exciting existence or *embellish certain aspects of things on a social media platform than it is in real life.

The advent of social media, which allows us to share content where we always appear in our best light, has led many researchers to consider the possibility that this amplifies unrealistic comparisons.

Research shows that the more time people spend on Facebook and Instagram, the more they compare themselves socially. (7)This social comparison is linked, among other things, to lower self-esteem and higher social anxiety.

A study conducted by researchers at the National University of Singapore explains these results by the fact that people generally present positive information about themselves on social

media. They can also enhance their appearance by using filters, which create the impression that there is a big difference between themselves and others.

In turn, researchers working at Facebook observed that the more people looked at content where people were sharing positive aspects of their lives on the platform, the more likely they were to compare themselves to others.

However, could the effect of this comparison in a particularly stressful context like the COVID-19 pandemic be different?

A study from researchers at Kore University in Enna, Italy, showed that before lockdowns, high levels of online social comparison were associated with greater distress, loneliness and a less satisfying life. (8) But this was no longer the case during lockdowns.

One reason for this would be that by comparing themselves to others during the lockdown, people felt they were sharing the same difficult experience. That reduced the negative impact of social comparisons. So, comparing oneself to others online during difficult times can be a positive force for improving relationships and sharing feelings of fear and uncertainty.

There are distinctions to be made depending on which social media platform a person is using. Researchers at the University of Lorraine, France, consider that social media platforms should not be all *lumped together.

Trying to get social support on social media during the COVID-19 pandemic may reactivate negative emotions instead of releasing them, depending on which social media platform a person is using.

Many things motivate us to compare ourselves socially. (9), social media exposes us to more of those motivations. Depending on the type of content that is being shared, whether it is positive or negative, we tend to refer to it when we are self-evaluating. Sharing content that makes us feel good about ourselves and garners praise from others is nice, but you have to consider the effect of these posts on others.

Yet overall, I believe that sharing your difficulties in words, pictures or videos can still have positive effects and bring psychological benefits.

(Sabrina Laplante, "How social media can crush your self-esteem," *The Conversation*. Jan 9, 2022. より一部改変)

(注)

*celibacy 独身生活

*embellish 美しくする

*lump ひとまとめにする

*garner praise 賞賛を得る

問1 (1) ~ (4) に入る最も適切な語句の組み合わせを以下の (ア) ~ (エ) の中より 1 つ選び、記号で答えなさい。

(ア) (1) doing better	(2) better	(3) worse off	(4) inferior
(イ) (1) doing better	(2) inferior	(3) worse off	(4) better
(ウ) (1) worse off	(2) better	(3) doing better	(4) inferior
(エ) (1) worse off	(2) inferior	(3) doing better	(4) better

問2 下線部(5)はどのようなことを述べているのか、本文に即して具体的に 140 字から 180 字程度で説明しなさい。

問3 (6) に入る適切なものを以下の (ア) ~ (エ) の中より 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) has more effect than
- (イ) has no effect as
- (ウ) has almost the same effect as
- (エ) does not necessarily have the same effect as

問4 下線部(7)のように主張する理由は何か、本文に即して具体的に説明しなさい。

問5 下線部(8)のように主張する理由は何か、本文に即して具体的に説明しなさい。

問6 (9) に入る適切なものを以下の (ア) ~ (エ) の中より 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) Even when we don't use it
- (イ) Whether we like it or not
- (ウ) Provided that we don't like it
- (エ) However hard we try

令和 5 年度（2023 年度）東北大学
AO 入試（総合型選抜）II 期

筆記試験②問題

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部	試験時間	ページ数
教育学部	13:00~14:30 (90 分)	7 ページ

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
- この「問題冊子」は 7 ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
- 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 「解答用紙」の受験記号番号欄（1 枚につき 1 か所）には、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 特に指示がある場合以外は、日本語で答えなさい。
- 試験終了後は「解答用紙」を回収しますので、持ち帰ってはいけません。
「問題冊子」、「メモ用紙」は持ち帰ってください。

——このページは白紙——

——このページは白紙——

問題

次の文章および図を読み、以下の問1～問4に答えなさい。

【文章】

古い映画を見ていると、テーマとも映像の芸術性ともぜんぜん関係ないことについて眼が行ってしまう。「ああ、そうか、この頃はこんなふうだったんだ」と妙なところで驚かされることがある。

『麥秋』を見ていて思い出したこと。

その一、ちゃぶ台でご飯を食べるとき、おかずは大皿に一緒盛りで、じか箸で食べること。間宮家はもともと大和の名家で（床の間に池大雅の真筆が掛けてあるくらい）、当主（笠智衆）も大学の医学部の先生で北鎌倉の一戸建てにお住まいであるのだから、これが当時のミドルクラスのご飯の食べ方と判じてよいであろう。

紀子（原節子）が先にご飯を食べ終わって「ごちそうさま」と言いながら自分の食器を台所の流し台に置く場面がある。そのとき手にしているのはご飯茶碗と汁椀だけ。ということは、お箸はちゃぶ台上に残しているのである。推察するに、彼女は食後に使用済みの箸を箸入れにそのまま戻したのである。洗わないで。そういえば、そんな決まりだった。つまり、お箸はなかば私物であり、なかば公共財として観念されていたのである。だから、「大皿にじか箸」という現代においては非礼に類別されるマナーが咎められなかつたのである。お茶碗という「私」と大皿という「公」の間を「半ば私物、半ば公共財としての箸」が行き来する。なるほど、レヴィ=ストロースの言うように、⁽¹⁾ 食卓儀礼というのはみごとに体系化されたものなのである。

「ご返杯」という習慣も同じ機能を果たしている。佐竹（佐野周二）が座敷に顔を出した紀子に自分が飲み干した盃に酒を注いで「まあ、一杯」と手渡す場面がある。この「献酬」という習慣も廃れて久しい。これも盃という器の、「半ば私物、半ば公共財」というトリックスター的性格ゆえに可能だったのである。盃は二つの領域に同時に帰属することで、二人の人間を取り結び、そこに親密性を立ち上げる媒介者の役割を果たしたのである。

深い人類学的叡智を含んださまざまの食卓儀礼が「非衛生的である」とか「封建的である」とかいった底の浅い合理主義によって廃絶されたことはまことに惜しむべきことと言わねばならない。

もう一つ。テレビがない時代の「一家団欒」というのがどういうものだったかを思い出した。みんな、それぞれの世界に閉じこもって、じっと押し黙っていたのである。ちゃぶ台を囲んで、一家勢揃いしているのだが、あるものは新聞を読み、あるものは雑誌を読み、あるものは所在なげに紫煙をくゆらし、あるものはぼんやり中空に目を泳がせる。思えば、当時の「一家団欒」というのは当今のテレビCMにあるように、みんなが笑顔を振りまくにぎやかな祝祭的なものでは

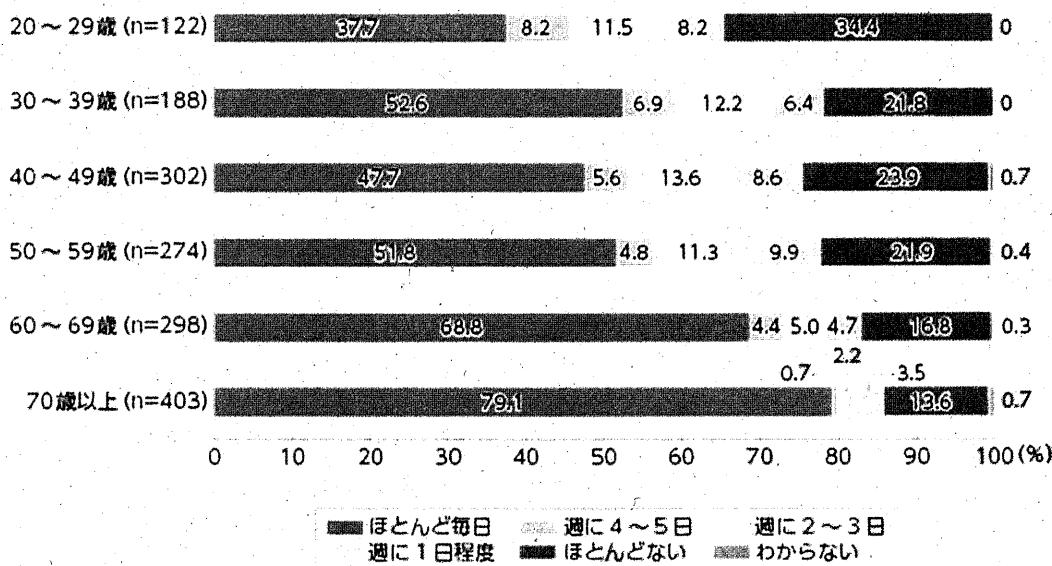
なく、押し黙って、ただそこにいるだけというものであった。何も言わなくてもいい、しなくていい、⁽²⁾「家族はただそこにいるだけでよい」という条件だったからこそ、家族たちは気楽にそこに集まり、「お茶飲む?」「ああ」というような気のない会話を交わしながら、それぞれの孤独を味わうことができたのである。

あれから60年、いろいろなものが失われた。その多くは失われたことさえ忘れられるという仕方で失われた。

(出典:内田樹「食卓の儀礼」(初出:『小津安二郎名作映画集3 麦秋』解説、2011年)、『街場の芸術論』、青幻舎、2021年、74-76頁より作成。)

【図】

①朝食



②夕食

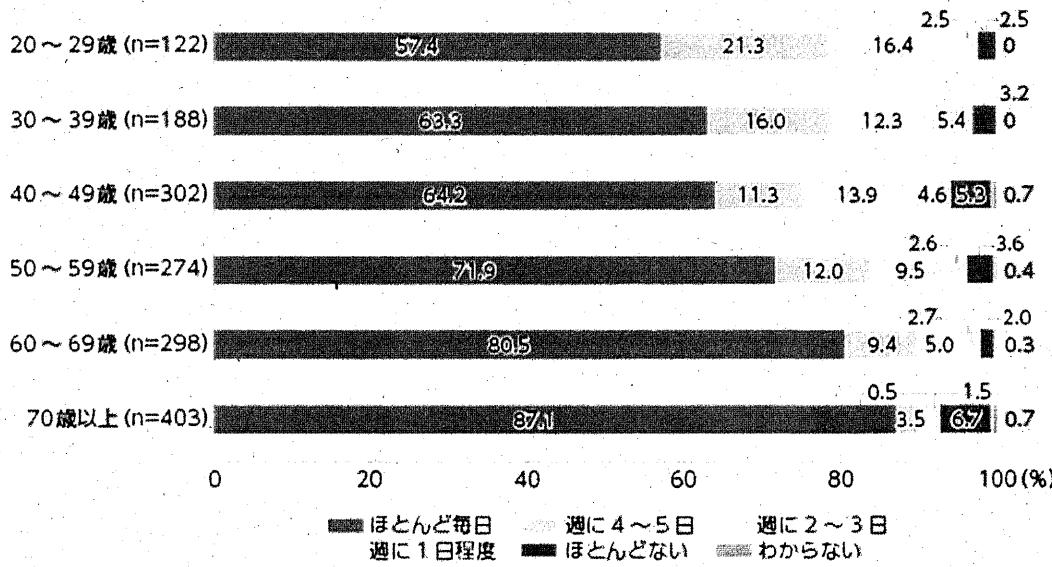


図1：「家族と一緒に食べる「共食」の頻度 朝食・夕食」

(出典：農林水産省「食育に関する意識調査」、平成29年11月実施。

https://www.maff.go.jp/j/syokuiku/wpaper/h29/h29_h/book/part1/chap1/b1_c1_1_02.html)

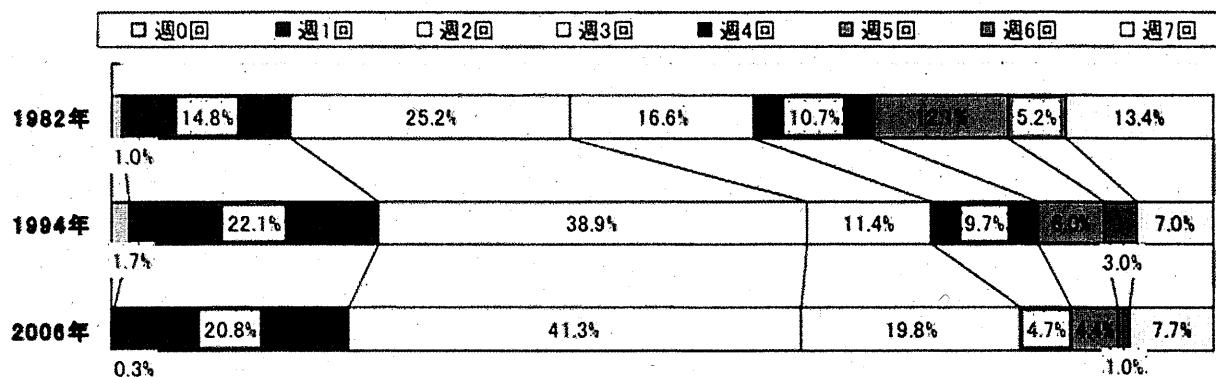


図2:「一家団らんの回数」

(出典: 象印調査シリーズ「一家団らんに関する意識と実態調査」、2006年11月。

https://www.zojirushi.co.jp/topics/assets/pdf/2006/2006_11.pdf)

問1 文章中の下線部(1)で、著者は「食卓儀礼というのはみごとに体系化されたもの」と主張しているが、それはどのようなことか。160字程度で説明しなさい。

問2 文章中の下線部(2)に「家族はただそこにいるだけでよい」という記述があるが、その家族の構成員同士はどのような関係にあるか。120字程度で説明しなさい。

問3 図1と図2は、家庭内での「共食」および「一家団らん」に関する調査結果である。二つの図が示す特徴をそれぞれ説明しなさい。

問4 伝統的な家族制度が解体され、家庭内のコミュニケーションの在り方が変容している現代において、日本の学校教育および教育現場には今後どのような役割が期待されるか。文章および図の内容をふまえて、あなたの考えを400字程度で説明しなさい。

令和5年度AO入試（総合型選抜）Ⅲ期面接試験

令和5年2月11日

（試問B）

課題論文

教育学部

作成時間
10:00～11:00
(60分)

注意事項

1. 開始の合図があるまで、この問題冊子、答案紙を開いてはいけない。
2. この問題冊子は3ページである。下書き用紙は別に配付する。下書き用紙は8ページである。なお、ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出ること。
3. 解答は、かならず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけない。
4. 答案紙は1枚である。答案紙の受験記号番号欄には、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入すること。
5. 解答は、必ず答案紙の指定された箇所に記入すること。
6. 答案紙を持ち帰ってはいけない。
7. 終了後は、この問題冊子と下書き用紙を持ち帰ること。

問題

今仮にあなたは大学入学後の夏休みを利用して児童館でボランティア活動を行っているとします。そこで小学校4年生のある児童から、「図画工作の宿題で、絵を1枚描かないといけないけれど、どうしよう。思いっきり自由に描いてねって先生は言っていたけれど、何をどう描いていいのか分からぬ」と相談されました。あなたは児童にどのようなアドバイスをしますか。最初に10行以内で、アドバイスを実際に児童に語りかけるように話し言葉で書きなさい。次に、どのようなアドバイスをしようと考えた理由を書き言葉で説明しなさい。なお、アドバイスと説明の間は1行空けること。

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO 入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験①問題

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部	試験時間	ページ数
文 学 部	10:30~11:30	
教 育 学 部	(60 分)	10 ページ
法 学 部		

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
- この「問題冊子」は 10 ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
- 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 「解答用紙」の受験記号番号欄（1枚につき 1 か所）には、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 特に指示がある場合以外は、日本語で記入してください。
- 解答に字数の指定がある場合、句読点、数字、アルファベット、記号も 1 字として数えてください。
- 試験終了後は「解答用紙」を回収しますので、持ち帰ってはいけません。
「問題冊子」、「メモ用紙」は持ち帰ってください。

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 次の英文を読み、以下の問いに答えなさい。

Three *sprawling housing estates on the edge of Toulouse are home to around 30,000 people, and they are considered to be amongst the poorest urban neighbourhoods in southern France.

But each morning, from Monday to Friday, they are taking part in (1) an extraordinary social experiment.

The two main schools on the estates had the worst educational achievement record in Haute Garonne, the department or county that includes France's fourth biggest city, Toulouse.

About 95% of the residents of Bellefontaine, La Reynerie and Mirail come from immigrant backgrounds, mainly from North and West Africa.

Four years ago, the local authorities decided to close those schools and bus the pupils to schools in the prosperous city centre.

The man behind the project was [REDACTED] the left-leaning president of the Haute Garonne council.

“Social inclusion provides a better way for these kids to succeed at school,” he says. “In a republic, it means integrating these ghettos with the rest of French society and ensuring that there are citizens whose lives are not socially *predetermined.”

At 07:00, it's still dark on the estates, but a trickle of kids emerge from the shadows of the tower blocks with rucksacks and wait at bus stops at various pick-up points.

In all, 17 buses gather the pupils between the ages of 11 and 15 and take them to 11 different schools in the city centre. ([REDACTED] I [REDACTED]).

Each bus has a social worker on board to handle any problems and coordinate with school staff and parents.

On one bus, [REDACTED] enforces military-style discipline. The boys are ordered to remove their *hoodies, turn off their phones and keep their seat belts on.

She has been part of the bussing experience since it started: “It's great, (2) ([REDACTED]) ([REDACTED]) ([REDACTED]) ([REDACTED]) and have integrated well in their new schools and made new friends outside of their estates. They are very fortunate.”

On the bus, [REDACTED] 13, sees no difference between his friends at home and at his new school.

[REDACTED] 11, says her grades have improved in the past few months because homework is done in class in the last hour of school in the centre of Toulouse and her classwork is monitored more frequently by the teachers.

([REDACTED] II [REDACTED]).

Before the bussing started, the drop-out rate after the Brevet, the French diploma for 15-year-olds, was close to 50%. It is now below 6% and grades of pupils from the estates have improved by close to 15%.

"Bussing has become essential because it encourages integration," says [REDACTED]
[REDACTED], headmaster of the Michelet school in the city centre which has taken in around 70 children from the suburbs.

Many of the children from the poorer backgrounds do not have stable family structures to encourage them to succeed, he says, but the bussing strategy helps everyone.

"Pupils from both communities learn about each other and different walks of life and help each other. They work in teams and it's all very positive," the headmaster says.

Education authorities say (III).

[REDACTED]'s parents - [REDACTED] and [REDACTED], originally from Morocco - live in a flat on one estate where conversations in Arabic on the streets are more common than French.

They have six children and proudly show me framed certificates of their children's grades: "My son is studying better than ever and mixing with students from other cultures, and this will improve his life opportunities," says [REDACTED].

For the head of the Haute Garonne authority, consultation was key. As many as 130 parent-teacher meetings were held before the bussing project was launched, and schools that accepted bused-in children received financial incentives.

In all, the project has cost €54m (£46m).

(IV), Mr [REDACTED] explained, but from political opponents on the right.

The bussing experiment is now here to stay as the two failing schools on the estates are being replaced by two new schools built away from their traditional *catchment area to ensure permanent social mixing in the classrooms.

Now several other cities and towns across France encouraged by the results here are launching their own bussing initiatives.

(Chris Bockman, "French school bus experiment brings hope to Toulouse estates," BBC News, Nov 20, 2021-from BBC News at bbc.co.uk/news)

(注)

*sprawling 無秩序な

*predetermined 前もって決定されている

*hoodie (フード付きの) パーカー

*catchment area 管轄地域

問1 下線部(1)に関して以下の問い合わせに答えなさい。

(ア) どのような内容が

(イ) そのようなことが行われるようになったきっかけは何か

問2 下線部(2)の()内に、文脈に合うように以下の語を適切な順序に並び替えて入れるとき、(ア)(イ)(ウ)に入る語の番号を答えなさい。ただし、同じ選択肢を複数回使用しないこと。

(2)() (ア) () (イ) () (ウ) ()

① it ② used ③ the ④ to ⑤ have ⑥ kids ⑦ got

問3 空欄 (I) ~ (IV) に入る最も適切なものをそれぞれ下から選び、記号で答えなさい。ただし文頭の語はすべて小文字で表記してある。同じ選択肢を複数回使用しないこと。

(ア) opposition to the scheme did not come from parents
(イ) the journey takes between 45 minutes and one hour
(ウ) that is the most startling statistic to emerge from this four-year experiment involving 1,140 pupils from the estates
(エ) some parents have shown more interest in their children's progress since they switched school

問4 この計画の実施前に教育当局はどのような努力をしたか、説明しなさい。

——このページは白紙——

2 次の英文を読み、以下の問いに答えなさい。

We all have a natural tendency to compare ourselves to others, whether intentionally or not, online or offline. Such comparisons help us evaluate our own achievements, skills, personality and our emotions. This, in turn, influences how we see ourselves.

But what impact do these comparisons have on our well-being? It depends on how much comparing we do.

Comparing ourselves on social media to people who are (1) than we are makes us feel (2). Comparing ourselves to people who are (3) than us, however, makes us feel (4) or inadequate instead. The social media platform we choose also affects our morale, as do crisis situations like the COVID-19 pandemic.

As a PhD student in psychology, I am studying incels — men who perceive the rejection of women as the cause of their involuntary *celibacy. I believe that social comparison, which plays as much a role in these marginal groups as it does in the general population, affects our general well-being in the age of social media.

The degree of social comparison that individuals carry out is thought to affect the degree of motivation they have. According to a study by researchers at Ruhr University in Bochum, Germany, (5)there is an appropriate level of perceived difference between the self and others that maximizes the effects of social comparison.

Specifically, if we see ourselves as vastly superior to others, we will not be motivated to improve because we already feel that we are in a good position. Yet, if we perceive ourselves as very inferior, we will not be motivated to improve since the goal seems too difficult to achieve.

In other words, the researchers note, beyond or below the appropriate level of perceived difference between oneself and another, a person no longer makes any effort. By perceiving oneself as inferior, the individual will experience negative emotions, guilt and lowered pride and self-esteem.

Social comparisons therefore have consequences both for our behaviour and for our psychological well-being. However, comparing yourself to others at a restaurant dinner (6) comparing yourself to others on Facebook. It is easier to invent an exciting existence or *embellish certain aspects of things on a social media platform than it is in real life.

The advent of social media, which allows us to share content where we always appear in our best light, has led many researchers to consider the possibility that this amplifies unrealistic comparisons.

Research shows that the more time people spend on Facebook and Instagram, the more they compare themselves socially. (7)This social comparison is linked, among other things, to lower self-esteem and higher social anxiety.

A study conducted by researchers at the National University of Singapore explains these results by the fact that people generally present positive information about themselves on social

media. They can also enhance their appearance by using filters, which create the impression that there is a big difference between themselves and others.

In turn, researchers working at Facebook observed that the more people looked at content where people were sharing positive aspects of their lives on the platform, the more likely they were to compare themselves to others.

However, could the effect of this comparison in a particularly stressful context like the COVID-19 pandemic be different?

A study from researchers at Kore University in Enna, Italy, showed that before lockdowns, high levels of online social comparison were associated with greater distress, loneliness and a less satisfying life. (8) But this was no longer the case during lockdowns.

One reason for this would be that by comparing themselves to others during the lockdown, people felt they were sharing the same difficult experience. That reduced the negative impact of social comparisons. So, comparing oneself to others online during difficult times can be a positive force for improving relationships and sharing feelings of fear and uncertainty.

There are distinctions to be made depending on which social media platform a person is using. Researchers at the University of Lorraine, France, consider that social media platforms should not be all *lumped together.

Trying to get social support on social media during the COVID-19 pandemic may reactivate negative emotions instead of releasing them, depending on which social media platform a person is using.

Many things motivate us to compare ourselves socially. (9), social media exposes us to more of those motivations. Depending on the type of content that is being shared, whether it is positive or negative, we tend to refer to it when we are self-evaluating. Sharing content that makes us feel good about ourselves and garners praise from others is nice, but you have to consider the effect of these posts on others.

Yet overall, I believe that sharing your difficulties in words, pictures or videos can still have positive effects and bring psychological benefits.

(Sabrina Laplante, "How social media can crush your self-esteem," *The Conversation*. Jan 9, 2022. より一部改変)

(注)

*celibacy 独身生活

*embellish 美しくする

*lump ひとまとめにする

*garner praise 賞賛を得る

問1 (1) ~ (4) に入る最も適切な語句の組み合わせを以下の (ア) ~ (エ) の中より 1 つ選び、記号で答えなさい。

(ア) (1) doing better	(2) better	(3) worse off	(4) inferior
(イ) (1) doing better	(2) inferior	(3) worse off	(4) better
(ウ) (1) worse off	(2) better	(3) doing better	(4) inferior
(エ) (1) worse off	(2) inferior	(3) doing better	(4) better

問2 下線部(5)はどのようなことを述べているのか、本文に即して具体的に 140 字から 180 字程度で説明しなさい。

問3 (6) に入る適切なものを以下の (ア) ~ (エ) の中より 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) has more effect than
- (イ) has no effect as
- (ウ) has almost the same effect as
- (エ) does not necessarily have the same effect as

問4 下線部(7)のように主張する理由は何か、本文に即して具体的に説明しなさい。

問5 下線部(8)のように主張する理由は何か、本文に即して具体的に説明しなさい。

問6 (9) に入る適切なものを以下の (ア) ~ (エ) の中より 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) Even when we don't use it
- (イ) Whether we like it or not
- (ウ) Provided that we don't like it
- (エ) However hard we try

筆記試験②問題

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部	試験時間	ページ数
法 学 部	13:00~14:30 (90 分)	10 ページ

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
- この「問題冊子」は 10 ページあります。「問題冊子」に綴じ込まれている白紙はメモ用紙として自由に使用して構いません。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
- 「問題冊子」の他に、「解答用紙」（全 2 枚）、「メモ用紙」（全 1 枚）を配付します。また英英辞書を貸与します。貸与される英英辞書は試験時間中自由に使用することができます。ただし、辞書に書き込みをしたり、折り目を付けたりしないでください。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 「解答用紙」の受験記号番号欄と辞書番号欄（1 枚につきそれぞれ 1 か所）には、忘れずに受験票と同じ受験記号番号と、貸与された辞書の番号を、はっきりと判読できるように記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 試験終了後は「解答用紙」を回収しますので、持ち帰ってはいけません。「問題冊子」、「メモ用紙」は持ち帰ってください。

—このページは白紙—

—このページは白紙—

1 次の文章は、日本のボランティア団体とその活動に関する研究書の一節である。これを読み、以下の問いに答えなさい。

Daily life in Kobe provides a myriad of obvious and not-so-obvious examples of lively volunteering and civic participation in the community. Every month the community newsletter for the ward (jointly sponsored by the government's city office and the volunteer neighborhood associations and hand-delivered by a member of the neighborhood association) would arrive in my mailbox. The newsletter detailed upcoming community events; provided important public announcements; issued volunteer recruitment drives; and listed the names, districts, and contact information for newly appointed volunteer welfare commissioners for the area.

Garbage is collected twice a week from each street corner by municipal sanitation trucks. If one did not observe carefully, one would assume that these same trucks pick up the recycling materials that must also be placed on the street corner. In fact, volunteers from the neighborhood associations, not city employees, are responsible for making sure that the recycling is sorted properly. During my frequent afternoon jogs in a park along a nearby stream, I would often encounter white-gloved residents wearing their neighborhood association t-shirts or sashes walking with garbage bag and tongs in hand, picking up litter along the path and stream bank as others walked and ran by, chatted, played with their dogs, or practiced musical instruments.

In the course of researching this book, I spent eighteen months in Kobe, nine months during the 1999–2000 academic year concentrating on language proficiency and preliminary research, and nine months during the 2001–2002 academic year conducting fieldwork. All told, I've spent approximately three years studying, working, and traveling in Japan. I have lived in homestay families, in dormitories, and on my own in cities from as far south as Hiroshima to as far north as Tokyo. Throughout my many stays, both before I was researching the topic of voluntarism directly and especially after I began concentrating my studies on civil society*, I was astounded with the vibrant community life that bustled throughout Japan.

Anywhere in the country, I could walk by a community center and witness the civic involvement of the neighborhood. Bulletin boards are covered with carefully organized notices of upcoming events, meetings, and volunteer campaigns. In vibrant communities, I could stop by any time of day and find volunteers chatting with elderly residents, playing games, or doing crafts with them in organized day services. Although I did not witness the *bento* (lunch box) making directly, I could see the results of the flurried activity that must have occurred early in the morning: *bento* boxes stacked for delivery to housebound elderly, women rushing in and out of the buildings returning the empty boxes for washing, and trash bags filled to the brim placed near entryways for pickup. Outside in the neighborhood parks, groups of retirees gather in the early mornings for festive (and competitive!) rounds of gate ball, and in the evenings couples and families meet together to play tennis, all of them taking advantage of organized clubs.

Yet all of these activities are occurring in a country widely described by social scientists as a

volunteering laggard*. ^②Nearly every cross-national study of civic engagement and volunteering that has included Japan describes its civil society as “underdeveloped” or “weak” when compared with other advanced capitalist democracies. This view suggests that “Civil society”, the part of the body politic outside the active Government and power system – is virtually unknown in Japan.”

Universally, the weakness in Japan’s civil society is attributed to a dominant, omnipresent* bureaucratic state. One scholar wrote as recently as 1999, “Japan has not yet fully developed into a civil society that can comprehensively be considered an effective counterbalance to the state and its bureaucracy-dominated system.” Often, Japan’s centralized state is explained as a result of its “late development,” which has forced Japan’s government to focus on “catching up” with the advanced industrialized countries in Western Europe and North America. Historians have also examined the specific legal mechanisms through which the government has limited the growth of civil society and co-opted organizations into supporting national agendas.

Yet, this anecdotal evidence suggests that Japan’s civil society is far more vibrant than scholars have credited. The groups responsible for organizing these activities are involved in a number of important aspects of civic life. Much of their time is spent purely socializing, which helps build trust and networks among neighbors and may involve more doing *with* rather than doing *for* other people. Other aspects of their activities are essentially the provision of services; while firefighters might enjoy getting together for training, they are also providing protection for their communities. Finally, some of their actions fall squarely into traditional definitions of civic participation, such as contacting public officials, working with government to develop policies, and debating public issues.

Civil society is multifaceted, and within it, volunteer organizations play three vital roles: they are the forum through which citizens meet one another to build trust and networks; they act as a low-cost service provider, supplying necessary social services to meet the needs of community residents; and they act as a pipeline between society and the state, relaying citizen concerns to public officials and public policies to citizens. Although the research presented in this book touches on all three contributions of volunteer organizations, the emphasis is on their role as mediators between citizens and government officials.

Although the literature would suggest otherwise, Japan has extensive volunteer participation when viewed from a cross-national comparative perspective. Japan currently has nearly 1 million volunteer firefighters and 11 million parent-teacher association (PTA) members; measured on a per capita basis, this is more than twice as many volunteer firefighters and more than four times as many PTA members as in the United States, a country regularly ranked among the leaders in volunteer participation. So, although Japan developed late and has a strong, centralized state, it also has a vibrant civil society. Comparatively speaking, its volunteer participation is equivalent to, or even exceeds, that found in other advanced capitalist countries. What accounts for the discrepancy between Japan’s high level of actual volunteer participation and the low levels of civic engagement expected and reported by academics?

(Mary Alice Haddad. 2007. *Politics and Volunteering in Japan: A Global Perspective*, Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 2-5 を一部変更して抜粋。)

(Reprinted from “Politics and Volunteering in Japan A Global Perspective” by Cambridge University Press.
Copyright © 2007 Cambridge University Press. Reproduced with permission of the Licensor through PLSclear.)

(注)

- * civil society : 市民社会
- * laggard : someone or something that is very slow or late
- * omnipresent : widely or constantly encountered

問1 下線部①を和訳しなさい。

問2 日本の市民社会について多くの研究者が下線部②のような主張をする根拠は何か。

Ⓐ～Ⓔの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- Ⓐ 日本では市民ボランティア活動が多く見られるから。
- Ⓑ 日本では「市民社会」という概念がほとんど知られていないから。
- Ⓒ 中央集権的で強力な国家が存在するから。
- Ⓓ 国家と市民社会が対等な立場で協働を進めてきたから。
- Ⓔ ボランティア団体は、ただ集まって楽しむだけで仕事をしないから。

問3 日本のボランティア団体は、市民生活においてどのような役割を果たしているのか。

本文の記述をもとに、日本語80字以上100字以下で答えなさい。

問4 本文全体における筆者の主張を日本語60字以内で簡潔にまとめなさい。

—このページは白紙—

2 Read the following text and complete the task that follows.

The debate on lowering the age of enfranchisement has become a hot topic during the last couple of decades. Countries like Argentina, Austria, Brazil or Scotland, for example, have lowered their voting age to 16. Many others, such as Estonia, Malta or some German Landen, have lowered it for local elections. Arguing for the need to enfranchise 16- and 17-years old seems like a very reasonable claim. Recent research on adolescent brain development has shown that a 16-year-old has the same abilities for cold cognition as any adult. Thus, adolescents are equally equipped to make an informed choice when voting. Why, then, would it be justified to limit their rights as political citizens just because of their age?

I think few would disagree with the arguments in favour of a 16-year-old's right to vote. But what if we go a bit further, and were to abolish age-thresholds for enfranchisement altogether? Is it such an absurd idea to claim that a 6-year-old should be allowed to vote, as David Runciman argues? What reasons do we have to justify her exclusion? And, what are the reasons for claiming that she should have this right ensured?

Arguments Against Child Enfranchisement

Four arguments are generally given against child enfranchisement:

- Lack of Capacity: Voting and being a part of the democratic process requires the acquisition of certain reasoning and deliberating abilities beyond a child's reach. Children (especially before adolescence) do not have the cognitive capacities needed to vote. They don't know what they want, and they cannot understand what is in their best interests. Thus, they should not be allowed to make choices of which they do not understand the consequences.
- Lack of Experience: Even if children have cognitive capacities, this is not sufficient to make an informed choice when voting. Many children and teens may have the capacities needed to vote but they have not acquired the life experience, the social and political contact needed to make informed decisions. Children have not had enough contact with the problems of their society (and potential solutions to them) to make an informed choice regarding who should govern it and how. Its absence justifies their exclusion.
- Easily Manipulated: Children are highly impressionable. Their respect for authority figures (their parents, teachers or the media, for example) affect greatly how they act and what they think. This, it is argued, questions their ability to make autonomous choices when voting, even if they do have the capacity to do so. Allowing them to vote would not empower them as democratic citizens, but would actually give more power to other adults by using the child's vote to their advantage.
- Harm to Democracy: Enfranchising children would harm the democratic process and its outcomes in various ways. First, it would trivialise political campaigns by forcing candidates to appeal to the child vote through banal promises, shifting the political debate to attract children's interests and whims. Second, the fact that children below 14-years-old are on average 25% of a country's population would lead to them having too much weight on electoral results, threatening the protection of the interests of the rest of the population.

Applying an Equal Standard

There are many flaws and issues with the arguments above. However, one stands out as particularly problematic: the absence of an equal standard to judge children and adults' rights. The four arguments presented above against child enfranchisement are not exclusive to children and would work against the right to vote for an ample part of the adult population as well. Many adults would most surely prove to not have the capacities required to vote (if the same conditions were to be imposed on them as on children), they can be as misinformed of (or turn a blind eye to) their candidates proposals and behaviour, they are as influenced and manipulated by the (social) media, by singers and movie stars in their political choices, and their uninformed interests can trivialise the democratic process with absurd proposals as well (think of Donald Trump's Space Force or Build the Wall campaigns).

Why don't we assess an adult's right to vote with the same strict standards that we impose on children? I'm sure that if we applied the same ruler to both groups, many of us, adults, would lose our entitlement, while many of our children would have to be enfranchised. If this is indeed the case, disenfranchisement of children as a group is unjust; it would be (and, I argue, is) a discriminatory practice based on age-based biases and stereotypes that does not respect children as equal members in our society.

If the four arguments above are indeed valid for restricting an individual's right to vote, then they should be, at least, applied and assessed equally to every citizen's entitlement. The twentieth century showed that we could defeat many discriminatory biases in voting rights based on gender or race; the twenty-first century may be the one in which we overcome those of age.

(Reprinted from "Why Should Children Have the Right to Vote?" by NICOLÁS BRANDO, Justice Everywhere, © 2019

Task: The following is a discussion between two students based on the text above. Fill in the blank sections with statements that would be consistent with the dialogue. Your answer must be written in English within the specified number of words for each section.

Student A: What did you think about the text? Was the discussion on the flaws with arguments against child enfranchisement persuasive to you?

Student B: I thought the author made good arguments, but I have some rebuttals of my own in addition to the issue of applying an equal standard.

Student A: Oh, really? What are your arguments for giving voting rights to children?

Student B: (a) (maximum 100 words)

Student A: Those are good points. Something else that caught my attention was that some countries lowered the voting age for local elections. I think there are more reasons to have a low voting age for local elections compared to national elections.

Student B: What do you mean?

Student A: (b) (maximum 50 words)

Student B: That's a good point. I agree that those differences should be considered when discussing voting rights for local elections.

東北大学 理学部 数学系 AO入試 II期

数学問題

解答提出時刻： 12時30分

注意

1. 解答用紙は4枚ある。
2. すべての解答用紙の上部に、受験番号を記入し、問題番号の書かれた解答用紙に
対応する問題の解答をすること。解答用紙は裏面を使用しても差し支えない。1
問の解答を1枚の解答用紙に書ききれない場合は、予備の解答用紙を配布するの
で、試験監督に申し出ること。
3. 白紙の場合でも、各問の解答用紙を提出すること。
4. 計算用紙が必要な場合は、試験監督に申し出ること。
5. 問題について質問のあるときは、試験監督に申し出ること。
6. 電卓などは使用しないこと。
7. 携帯電話、スマートフォン、タブレット等の電子通信機器は電源を切り、かばん
に入れること。

1 実数からなる 2 つの数列 $\{a_n\}, \{b_n\}$ は

$$a_1 > b_1 > 0,$$

$$a_{n+1} = \frac{a_n + b_n}{2} \quad (n = 1, 2, \dots),$$

$$b_{n+1} = \sqrt[3]{\frac{(3a_n^2 + b_n^2)b_n}{4}} \quad (n = 1, 2, \dots)$$

を満たすとする. このとき, 以下の問いに答えよ.

(1) $a_n > b_n > 0 \ (n = 1, 2, \dots)$ を示せ.

(2) $a_n > a_{n+1} \ (n = 1, 2, \dots)$ を示せ.

(3) $b_n < b_{n+1} \ (n = 1, 2, \dots)$ を示せ.

(4) 極限 $\lim_{n \rightarrow \infty} (a_n - b_n)$ を求めよ.

2 複素数 α, β は $|\alpha| > |\beta| > 0$ を満たし, それらの積 $\alpha\beta$ が正の実数であるとする. 複素数 z に対して,

$$f(z) = \alpha z + \beta \bar{z}$$

とおく. ここで, \bar{z} は z に共役な複素数である. さらに,

$$\omega = -\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i$$

とおく,

$$z_1 = 2, \quad z_2 = 2\omega, \quad z_3 = 2\omega^2, \quad w_1 = f(z_1), \quad w_2 = f(z_2), \quad w_3 = f(z_3)$$

とおく. ここで, i は虚数単位である. このとき, 以下の問いに答えよ.

- (1) 頂点が z_1, z_2, z_3 である三角形と, 単位円 $|z| = 1$ を同じ複素数平面上に図示せよ.
- (2) 点 z が単位円 $|z| = 1$ 上を動くとき, $w = f(z)$ で表される点 w はどのような図形を描くか.
- (3) 実数 x に対して

$$g(x) = (x - w_1)(x - w_2) + (x - w_2)(x - w_3) + (x - w_3)(x - w_1)$$

とおくとき, $g(x) = 0$ を満たす実数 x を α, β を用いて表せ.

〔3〕以下の問いに答えよ。

- (1) 等式 $\sin(\sin x) = \cos(\cos x)$ を満たす実数 x が存在するかどうか、理由とともに述べよ。
- (2) 等式 $\sin(\sin(\sin x)) = \cos(\cos(\cos x))$ を満たす実数 x が存在するかどうか、理由とともに述べよ。

なお、必要ならば不等式 $0.8 < \sin 1 < 0.9$ を用いてよい。

4 実数 x 全体で定義された関数

$$f(x) = \frac{1}{4}(1-x^2)^2 + |x(x-1)(x+1)|$$

が極値をとる x の値はいくつあるか答えよ。

東北大学理学部物理系 AO 入試 II 期

物理 課題 1

試験時間 9:15～10:15

注意

- ・問題用紙 4 枚（表紙を含め 5 枚）、解答用紙 2 枚、草案紙 1 枚。
- ・全ての解答用紙について、上部の欄に受験番号および氏名を記入すること。
- ・解答用紙は両面を使い、用紙が足りなくなったら挙手して追加を申し出ること。
- ・問題用紙、解答用紙、草案紙は全て回収するので持ち帰らないこと。

課題 1

解答に際しては、結果だけでなく考え方や計算の過程も記すこと。

問 1 図1のように、質量 M の台が水平な床の上に2本の平行なレールにはさまれて置かれている。台は、水平面 $OPQR$ と、水平面に対して角度 α をなす斜面 $ORST$ を持つ。台の点 O を原点とし、斜面に沿って水平な方向に x 軸、斜面に沿って上向きに y 軸をとる。

はじめに、図1のように台に固定具を取り付けて台が動かないようにした。原点 O に大きさが無視できる質量 m の物体を置き、原点 O から時刻 $t=0$ に図1の角度 θ の方向に初速 v_0 を与えたところ、物体は斜面に沿って破線で示すような運動をした。物体が斜面内を運動しているとき、以下の問いに答えよ。ただし、物体と台の摩擦および空気抵抗は無視できる。また、重力加速度の大きさを g とする。

- (1) 物体にはたらく力の x 成分 F_x 、および y 成分 F_y をそれぞれ $v_0, m, g, \alpha, \theta$ のうち必要なものを用いて表せ。
- (2) 時刻 t における物体の座標 x および y を $v_0, m, g, \alpha, \theta, t$ のうち必要なものを用いて表せ。
- (3) 物体が達する最高点 A の y 座標 y_A を $v_0, m, g, \alpha, \theta$ のうち必要なものを用いて表せ。

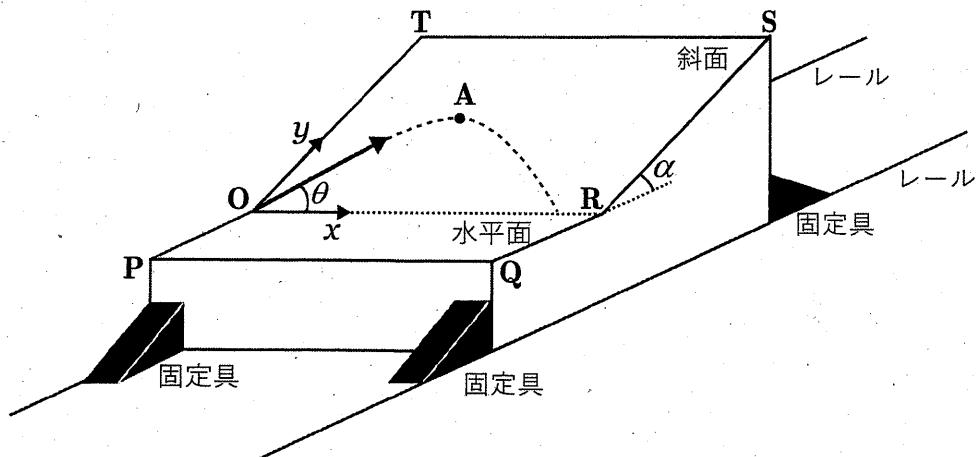


図 1

(次ページにつづく)

次に、台の固定具をはずして図2のように台がレールに沿ってなめらかに動けるようにした。台の運動方向を Y 軸とする。台が静止した状態で斜面上の y 座標が l である点 B に物体を置き、静かに手をはなしたところ、物体、台ともに運動をはじめた。台の斜面と水平面は非常に狭い領域でなめらかに接続しており、物体は台から離れずに運動を続ける。台と床およびレールとの摩擦が無視できるとき、以下の問いに答えよ。

(4) 物体が台の水平面からとび出る瞬間の台の速度 V および物体の速度 v をそれぞれ M, m, g, l, α を用いて表せ。ただし速度は図2の Y 軸正の向きを正とする。

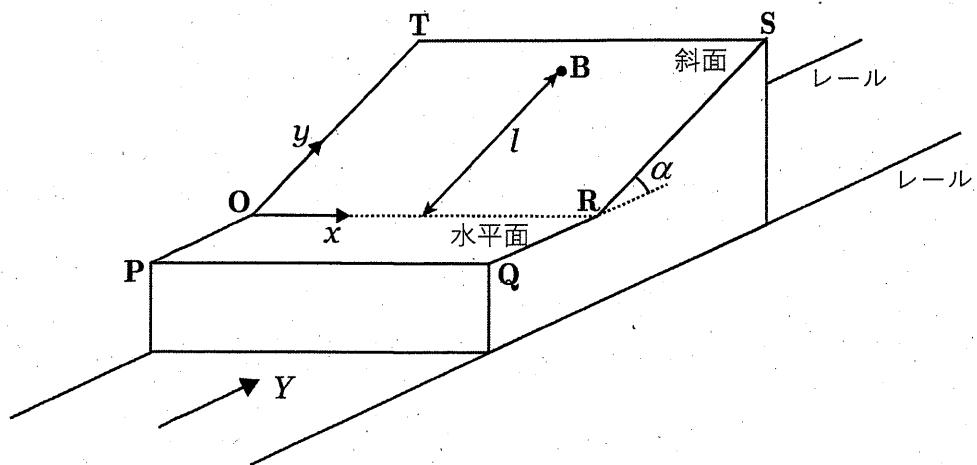


図 2

問 2 図3のように、穴のあいた質量 m の小球が半径 R のリングに通されている。小球はリングに沿ってなめらかに動くことができ、リングと小球はリングの中心 O を通る鉛直軸まわりに回転させることができる。いま、リングと小球をこの鉛直軸まわりに一定の角速度 Ω ($\Omega > 0$) で回転させた場合を考える。リングの最下点 P から測ったリングの中心 O のまわりの角度を θ (単位はラジアン) とし、 P を原点としてリングに固定した座標として、水平方向に x 軸、リングの中心を通る鉛直軸に沿って上向きに z 軸を取る。ただし、リングは変形することなく、空気抵抗は無視できるものとする。重力加速度の大きさを g とする。以下の問い合わせに答えよ。

- (1) 小球が角度 θ (ただし $-\pi < \theta \leq \pi$ とする) の位置にあるとき、リングとともに運動する人から見たときの、小球にはたらくリングに沿った方向の力の成分 F を m, R, Ω, g, θ の中から必要なものを用いて表せ。ただし F は θ の増える向きを正とする。
- (2) 回転の角速度 Ω がある値 Ω_c より小さいとき、点 P の十分近くで、小球にはたらく力は点 P への復元力となる。 Ω_c を m, R, g の中から必要なものを用いて表せ。なお θ が微小なとき、 $\sin \theta \approx \theta, \cos \theta \approx 1$ と近似できることを用いてよい。

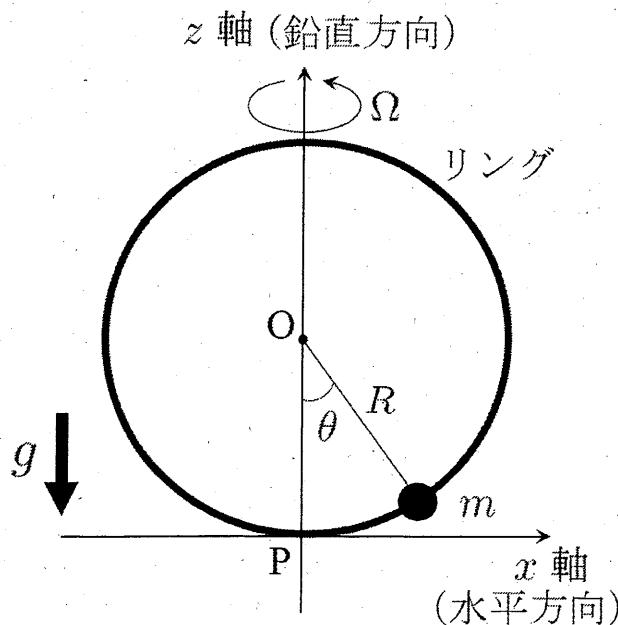


図 3

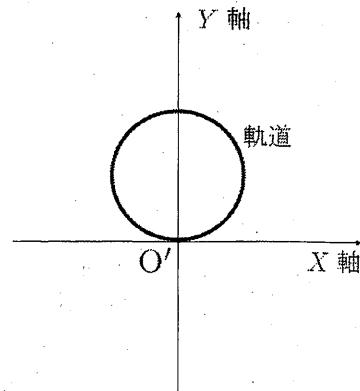


図 4

(次ページにつづく)

まず、リングの回転の角速度 Ω が Ω_c より小さい場合を考える。

(3) 小球を、点 P からのずれが十分小さい位置で静かにはなすと、リングとともに回転する人から見た小球の運動は点 P を中心とした単振動となる。単振動の周期 T を m, R, Ω, g の中から必要なものを用いて表せ。

(4) 問 (3) の小球の運動を鉛直上方 (z 軸の正方向) から観察したところ、その軌道は図 4 に示したような原点 O' を通る閉じた軌道となった。ここで X, Y 軸は空間内に固定された平面上の座標であり、原点 O' は z 軸と一致している。また、時刻 $t = 0$ において X 軸がリングに固定された x 軸と一致し、このとき XY 平面上における小球の位置は原点 O' であるとする。小球の位置は Y 軸上で原点 O' から最も遠ざかることに注意して、このような軌道となるための Ω の値を m, R, g の中から必要なものを用いて表せ。

次にリングの回転の角速度 Ω が Ω_c より大きい場合を考える。

(5) 小球を $\theta = \theta_1$ ($\theta_1 > 0$) の点 Q に移動させ、そっと手をはなしたとき、小球はリングとともに動く人から見て、静止したままであった。 $\cos \theta_1$ の値を m, R, Ω, g の中から必要なものを用いて表せ。

(6) 小球に外力を加えて、小球を点 P からリング上の他の点 P' まで移動させる。リングとともに動く人から見て、点 P' の座標を (x, z) とする。リングとともに動く人から見て、外力がした仕事の総和 W はある定数 α を用いて、 $W = \alpha x^2 + mgz$ と表すことができる。 α を m, R, Ω, g の中から必要なものを用いて表せ。

(7) 問 (6) の仕事 W の値は点 P を基準とした小球の位置エネルギー U とみなすことができる。 U を角度 θ の関数として、そのグラフの概形を $-\pi < \theta \leq \pi$ の範囲で図示せよ。点 Q ($\theta = \theta_1$) でのふるまいに注意すること。

(8) リングとともに動く人から見て、点 Q からリングに沿って下向きに初速 v_0 で小球を打ち出した際、小球が点 P を通過するには v_0 がある値 v_c より大きくなればならない。 v_c を m, R, Ω, g の中から必要なものを用いて表せ。

東北大学理学部物理系 AO 入試 II 期

物理 課題 2

試験時間 10:40～11:40

注意

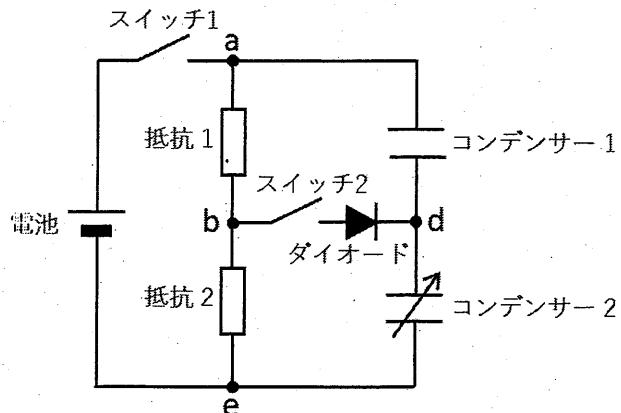
- ・問題用紙 2 枚（表紙を含め 3 枚）、解答用紙 2 枚、草案紙 1 枚。
- ・全ての解答用紙について、上部の欄に受験番号および氏名を記入すること。
- ・解答用紙は両面を使い、用紙が足りなくなったら挙手して追加を申し出ること。
- ・問題用紙、解答用紙、草案紙は全て回収するので持ち帰ないこと。

課題 2

解答に際しては、結果だけでなく考え方や計算の過程も記すこと。

問 1 図1のような回路がある。ダイオードは、電流が図1の点bから点dの方向に流れる場合の抵抗は0であるが、その逆方向に流れる場合の抵抗は無限大であるとする。電池の起電力は V_0 で、その内部抵抗は無視できるとする。抵抗1と2の抵抗値は等しく、 R とする。コンデンサー1の電気容量の値は C とする。コンデンサー2は電気容量を変えることができ、その最初の値は $2C$ とする。どちらのコンデンサーも最初の電気量は0とする。スイッチ1とスイッチ2は最初は開いているとして、以下の問い合わせよ。

- (1) はじめにスイッチ1を閉じた。その後、十分時間が経過したときを考える。
 - (a) 点eを基準としたときの点dの電位 V_{de} を求めよ。
 - (b) コンデンサー1と2に蓄えられた静電エネルギーの総和 U を求めよ。
- (2) 問(1)に引き続いて、スイッチ2を閉じた。スイッチ2を閉じた直後にダイオードに流れる電流についての記述で正しいものを次の(ア)~(ウ)から選択せよ。選択した理由も説明すること。
(ア) $b \rightarrow d$ の電流が流れる (イ) $d \rightarrow b$ の電流が流れる (ウ) 電流は流れない
- (3) 問(2)で、スイッチ2を閉じた後、十分時間が経過したときを考える。
 - (a) 抵抗1を流れる電流 I_1 を求めよ。
 - (b) コンデンサー2の点d側の極板に蓄えられた電気量 Q_2 を求めよ。
- (4) 問(3)に引き続いて、スイッチ2を開いた後、コンデンサー2の電気容量をゆっくり $2kC$ ($1/2 \leq k < 1$) に変えた。その後、再びスイッチ2を閉じた。スイッチ2を閉じた直後にダイオードに流れる電流についての記述で正しいものを次の(ア)~(ウ)から選択せよ。選択した理由も説明すること。
(ア) $b \rightarrow d$ の電流が流れる (イ) $d \rightarrow b$ の電流が流れる (ウ) 電流は流れない
- (5) 問(4)でスイッチ2を閉じてから十分時間が経過した後でスイッチ1と2を同時に開いた。 $k = 1/2$ としたとき、スイッチ1と2を同時に開いた直後から十分時間が経過するまでに抵抗2で発生したジュール熱 J_2 を求めよ。



問 2 図 2 のように xy 平面内を運動する荷電粒子を考える。紙面表から裏向きに磁束密度の大きさ B の一様な磁場がかけられている。荷電粒子の質量を m , 電荷を q ($q > 0$) とする。重力の影響および荷電粒子の運動による電磁波の放射は無視できるとする。以下の問題では、粒子の速度および加速度が粒子の位置 (x, y) の時間 t による微分を用いて、 $(v_x, v_y) = \left(\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt} \right)$ および $(a_x, a_y) = \left(\frac{dv_x}{dt}, \frac{dv_y}{dt} \right)$ と与えられることに注意すること。

- (1) xy 平面内での荷電粒子の速度が (v_x, v_y) , 加速度が (a_x, a_y) のとき, 荷電粒子の運動方程式を $m, a_x, a_y, v_x, v_y, q, B$ を用いて表せ。
- (2) 荷電粒子の時刻 $t = 0$ での速度が $(v_x, v_y) = (V, 0)$ であるとき, 一般の時刻 t ($t > 0$) での速度は $(v_x, v_y) = (V \cos \omega t, V \sin \omega t)$ となる。ここで ω, V は定数である。この式を問 (1) の運動方程式に代入することにより ω を求めよ。

次に図 3 のように、一様磁場に加えて、大きさ E の一様な電場を y 軸の正の向きに加える。

- (3) 荷電粒子が時間によらない一定の速度 (u_x, u_y) で運動しているとき, その速度 (u_x, u_y) を B, E で表せ。
- (4) 問 (3) の一定速度 (u_x, u_y) で動く観測者からみた荷電粒子の速度を (v'_x, v'_y) , 加速度を (a'_x, a'_y) とするとき, 運動方程式を $m, a'_x, a'_y, v'_x, v'_y, q, B, E$ のうち必要なものを用いて表せ。
- (5) 問 (4) において, 時刻 $t = 0$ での速度が $(v'_x, v'_y) = (V', 0)$ であるとする。問 (2) の結果に注意して, 一般の時刻 t ($t > 0$) での (v'_x, v'_y) を t, ω, V' を用いて表せ。ここで ω は問 (2) の解である。
- (6) 静止している人から見て, 荷電粒子が時刻 $t = 0$ において位置 $(x, y) = (0, 0)$ から初速度 $(v_x, v_y) = (0, 0)$ で運動をはじめた。
 - (a) 時刻 t ($t > 0$) での荷電粒子の速度 (v_x, v_y) を t, ω, B, E で表せ。
 - (b) 時刻 t ($t > 0$) での荷電粒子の位置 (x, y) を t, ω, B, E で表せ。
 - (c) 荷電粒子は x 軸 ($y = 0$) から離れたあと, 時刻 $t = T$ ($T > 0$) で再び x 軸上に戻った。 $t = 0$ から $t = T$ までの荷電粒子の軌跡の長さ L を ω, E, B で表せ。

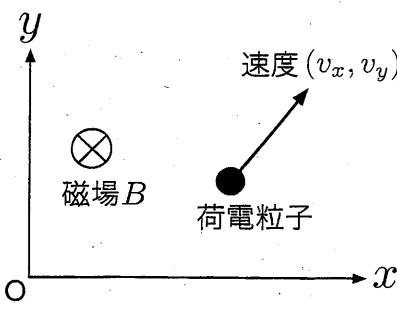


図 2

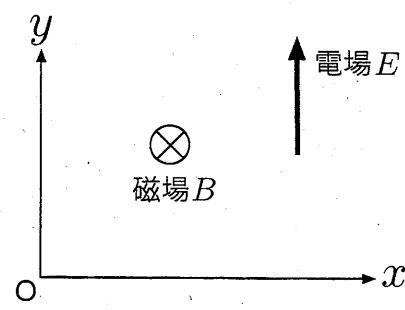


図 3

東北大学理学部物理系 AO 入試 II 期

物理 課題 3

試験時間 12:05～13:05

注意

- ・問題用紙 6 枚（表紙を含め 7 枚）、解答用紙 3 枚、草案紙 1 枚。
- ・全ての解答用紙について、上部の欄に受験番号および氏名を記入すること。
- ・解答用紙は両面を使い、用紙が足りなくなったら挙手して追加を申し出ること。
- ・問題用紙、解答用紙、草案紙は全て回収するので持ち帰らないこと。

課題 3

解答に際しては、結果だけでなく考え方や計算の過程も記すこと。

問 1 半径 a の球形の容器に、質量 m の単原子分子 1 モルからなる温度 T の気体を満たす。容器は固定されており、容器の壁への分子の衝突は弾性衝突とする。気体は理想気体であり、分子どうしの衝突や重力の影響は無視してよい。また、容器の壁の厚さは無視できる。ボルツマン定数を k 、アボガドロ定数を N_A として以下の問いに答えよ。

- (1) 図 1 に示すような容器の壁への 1 つの分子の衝突を考える。衝突する直前の分子の速さは v 、入射角は図のように θ であった。
 - (a) この衝突によって分子が容器の壁に与える力積の大きさ I を求めよ。
 - (b) 分子が容器の壁に衝突してから次に壁に衝突するまでの時間 Δt を求めよ。
 - (c) 時間 t の間に 1 つの分子が容器の壁に衝突する回数 n および、1 つの分子が容器の壁におよぼす平均の力の大きさ F を求めよ。ただし $t \gg \Delta t$ とする。
- (2) 容器内の分子はさまざまな速度をもって運動している。速度の x 成分が v_x から $v_x + \Delta v_x$ (Δv_x は微小量) の間にある分子の個数を $G(v_x)\Delta v_x$ とすると、

$$G(v_x) = \sqrt{\frac{m}{2\pi kT}} N_A e^{-mv_x^2/(2kT)}$$

となることが知られている。ここで e は自然対数の底である。次の公式を用いて分子の速さの 2 乗平均 $\overline{v^2}$ を求めよ。

$$\int_{-\infty}^{\infty} s^2 e^{-s^2} ds = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$$

- (3) 容器内の気体全体の性質を考える。
 - (a) 気体の圧力を p 、密度を ρ とするとき、 $p = \rho kT/m$ が成り立つことを、問 (1), (2) の結果を用いて示せ。
 - (b) 問 (2) の結果を用いて気体の内部エネルギー U を求めよ。

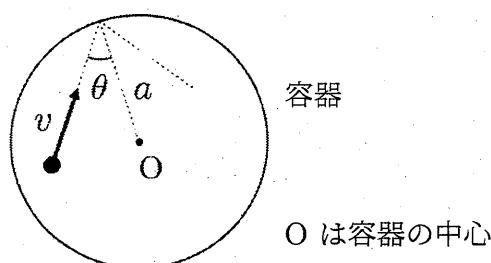


図 1

(次ページにつづく)

次に、容器が薄い膜でできていて、球形を保ちながら伸び縮みできる場合を考える。膜の面積を ΔS だけ増加させるのに必要な仕事は $\gamma\Delta S$ (γ は定数) で与えられるとする。膜は断熱材でできており、膜の熱容量は無視できる。容器の外側は圧力 p_0 、温度 T の大気で満たされているとして、以下の問いに答えよ。

(4) 容器内の気体をゆっくり熱して気体に ΔQ の熱量を与えたところ、気体の温度は T から $T + \Delta T$ に、容器の半径は a から $a + \Delta a$ にそれぞれ変化した。ここで $\Delta Q, \Delta T, \Delta a$ は微小量とする。

(a) 容器内の気体がした仕事 ΔW は、容器が大気にした仕事と、膜の面積を増加させるために気体がした仕事の和に等しい。 ΔW を、 $p_0, \gamma, a, \Delta a$ のうち必要なものを用いて表せ。ただし、 $(\Delta a)^2$ に比例する項は無視すること。

(b) 容器内の気体の圧力を p 、体積の変化量を ΔV とすると、気体がした仕事は $\Delta W = p\Delta V$ と表せる。問(4)(a) の結果を用いて圧力 p を求め、 p_0, γ, a のうち必要なものを用いて表せ。

(c) 比熱 $C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$ を求め、 N_A, k, p_0, γ, a のうち必要なものを用いて表せ。

問 2 図 2 に示すような 2 層の媒質中の波の伝わりを考える。2 層の媒質の境界面に對して垂直に z 軸をとる。 $z = H$ を境界とし、 $z > H$ での波の速さを V 、 $z < H$ での波の速さを U とする。以下の問いに答えよ。

- (1) 波が点 $(0, h)$ ($h > H$) にある波源から点 (x, H) を経由し、点 $(L, 0)$ に伝わるとしたときの時間 T を、 h, H, L, U, V, x を用いて表せ。
- (2) 問 (1) の状況において、 x の値を変化させると T の値も変化する。入射角 i と屈折角 r の間に $\frac{\sin i}{V} = \frac{\sin r}{U}$ の関係が成り立つように x の値を定めるとき、 T が最小となることを示せ。

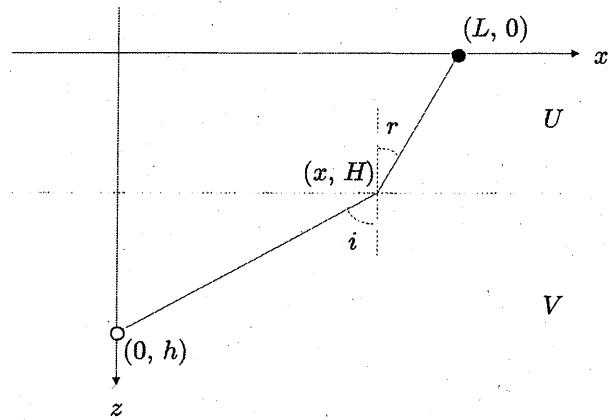


図 2

問 3 地中を伝わる地震波について考える。地震の震源域はある有限の広がりを持ち、その中で移動する波源からさまざまな方向に地震波が放出される。以下では地震のモデルとして、1つの波源が一定の方向に同じ速さで移動する場合を考える。

地表に座標原点をとり、鉛直下向きに z 軸をとる。振動数 f_0 の地震波を放出する波源 S が、深さ h の点 ($h > 0$) に位置し、水平方向に速さ w で移動する。観測者 O は地表 (xy 平面上) に位置する。観測した地震波の地表での入射角を鉛直下向きに対して r とする。深さ H より下での地震波の速さを V 、上での速さを U とする。

例として、図 3 のように、波源 S が地震波の速さの境界より浅い、すなわち $h < H$ の場合を考える。 x 軸の正の向きに移動する波源から、波が波源の進む向きから斜め上に θ_1 の角度に進み、 x 軸上の観測者 O に到達した。このとき、観測者が観測する地震波の周波数 f_1 が $f_1 = f_0 \frac{U}{U - w \cos \theta_1}$ であることを用いて、以下の問い合わせに答えよ。

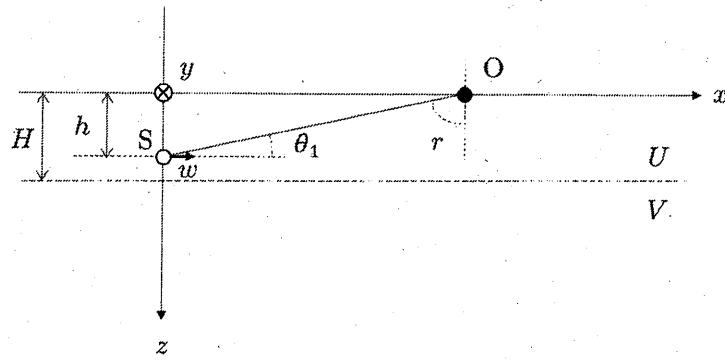


図 3

(1) 図 4 のように、波源 S が地震波の速さの境界より深い、すなわち $h > H$ の場合を考える。 x 軸の正の向きに移動する波源から、波が波源の進む向きから斜め上に θ_2 の角度に進み、 x 軸上の観測者 O に到達した。このとき、観測者が観測した地震波の周波数 f_2 を、 f_0 、 r 、 U 、 w を用いて表せ。

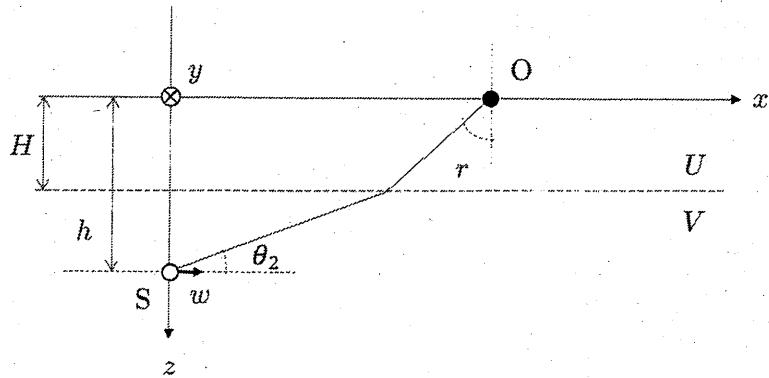


図 4

(次ページにつづく)

(2) 波源 S が地震波の速さの境界より深い, すなわち $h > H$ である場合を考える. 図 5 のように, 水平に移動する波源を鉛直上方から見たとき, 波源の移動する向きは x 軸正方向より反時計回りに角度 ϕ_0 である. S' は波源の地表への投影を示す. また, 観測者 O は, x 軸正方向より反時計回りに角度 ϕ の方位に静止している. 以下の問いに答えよ.

(a) $\phi - \phi_0 = 0^\circ$ のとき, 観測者 O が観測する地震波の周波数は問 (1) と同じく f_2 である. $\phi - \phi_0 = 180^\circ$ および $\phi - \phi_0 = 90^\circ$ のとき, 観測者 O が観測した地震波の周波数をそれぞれ f_3, f_4 とする. f_3 および f_4 を, f_0, r, U, w のうち必要なものを用いて, それぞれ表せ.

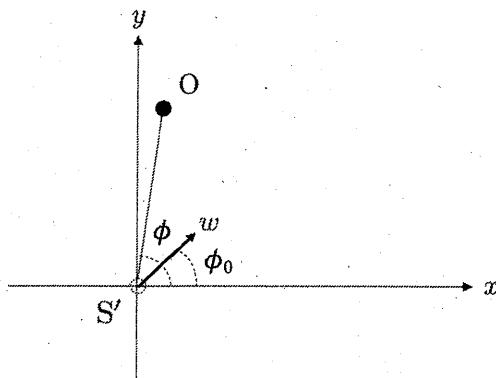


図 5

(次ページにつづく)

(b) 図 6 のように波源からの距離が一定でさまざまな方位 ϕ にいる観測者が地震波を観測した。観測された地震波の周波数 f と ϕ との関係を図 7 に示す。このときの ϕ_0, f_0 を求めよ。

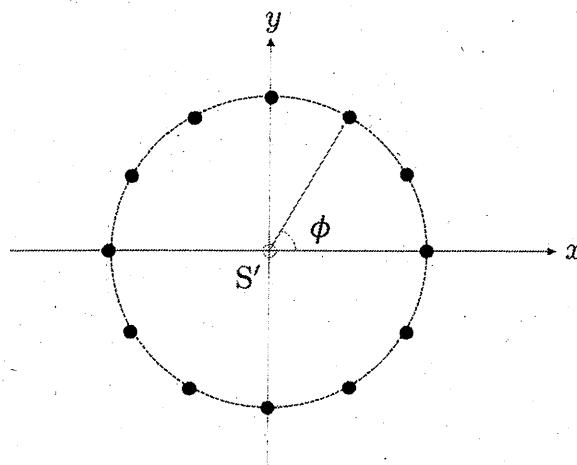


図 6

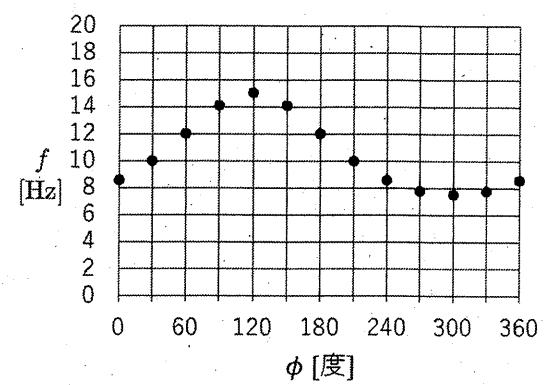


図 7

(c) 方位 $\phi = \phi_0$ のさまざまな距離にいる観測者が観測した f と入射角 r との関係を図 8 に示す。また、 $U = 3.0$ [km/s] であった。問 (2)(b) の結果を用いて、このときの w を求めよ。

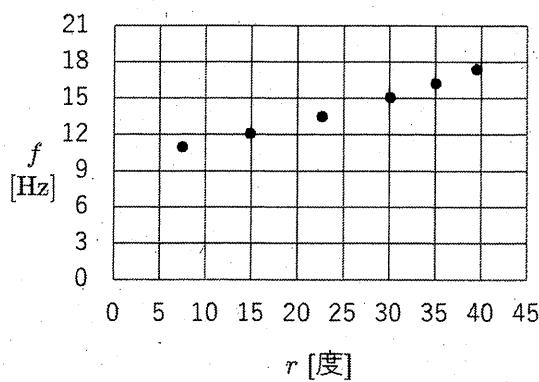


図 8

令和5年度 東北大学理学部 AO 入試Ⅱ期（化学系）

適性試問 A

令和4年11月5日（土）

9:15～10:30

受験番号

氏名

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この問題冊子、解答用紙を開かないこと。
- 試験開始後、全ての問題冊子と解答用紙が揃っているかどうかを確認すること。
なお、本冊子に落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがある場合は申し出ること。
- 〔1〕から〔3〕の問題の解答は、それぞれの解答用紙の指定された箇所に記入すること。
また、解答用紙すべてに受験番号と氏名を記入すること。
- 計算用紙は、草案や計算のために使用してよいが、裏には書かないこと。
また、用紙は回収するので、受験番号と氏名を記入すること。
- この問題冊子も回収するので、表紙に受験番号と氏名を記入すること。

このページは白紙

(解答用紙 **1** に解答せよ)

1 次の①から⑧の分子やイオンに関する以下の問 1 から問 6, および原子の電子配置に関する次ページの問 7 に答えよ。

① H_2O ② NH_3 ③ CH_4 ④ C_2H_6 ⑤ HF ⑥ CO_2 ⑦ H_3O^+ ⑧ NH_4^+

問1 極性を持つ分子を①から⑥の中からすべて選び, 解答欄の数字を○で囲め。

問2 正四面体構造を持つ分子やイオンを①から⑧の中からすべて選び, 解答欄の数字を○で囲め。

問3 分子②と③のうち沸点が高い方を選び, 解答欄の数字を○で囲め。また, その理由を書け。

問4 分子③と④のうち沸点が高い方を選び, 解答欄の数字を○で囲め。また, その理由を書け。

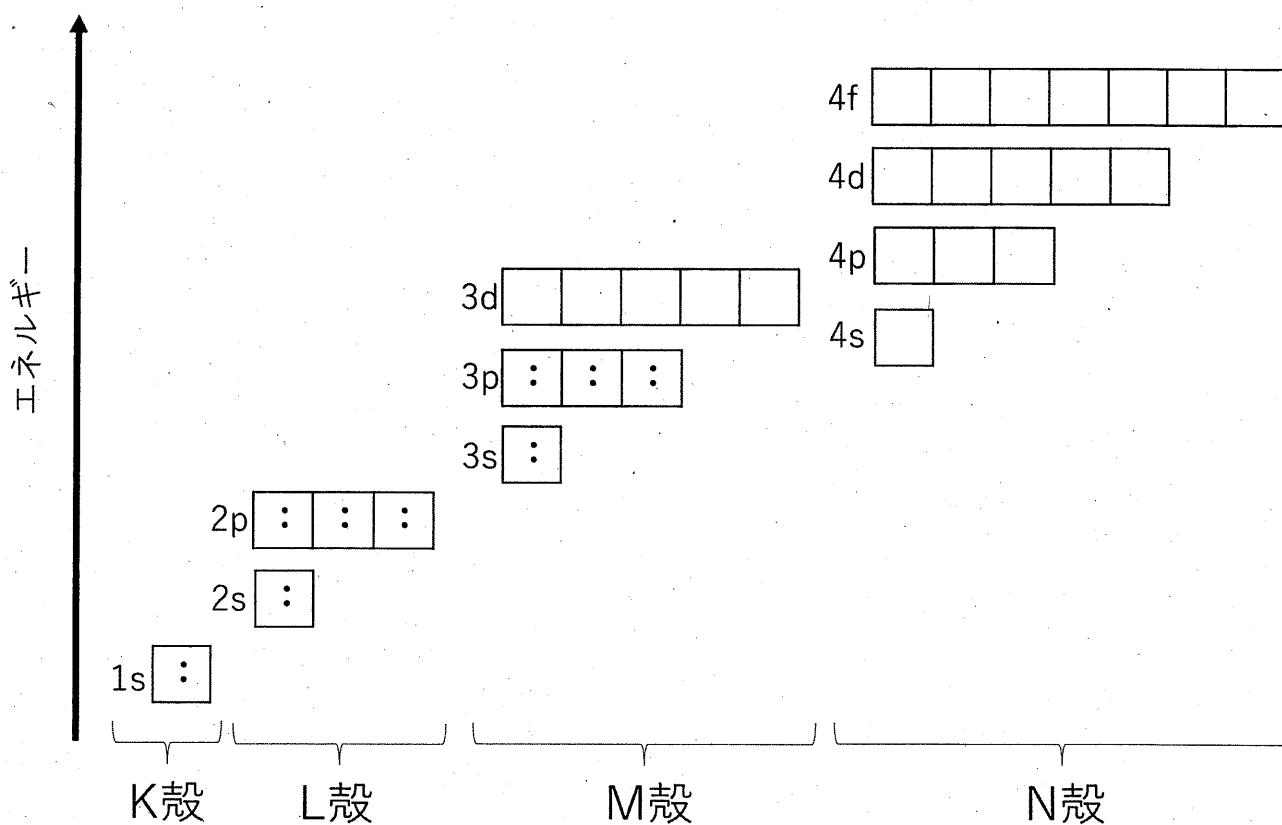
問5 特殊な条件下で冷却した場合に, 水は規則的な構造を取らずに不規則な構造を持つ固体となることが知られる。大気圧でこのような不規則な構造を持つ氷を得るために, どのように冷却すればよいか答えよ。

問6 分子①の H-O-H の角度と分子②の H-N-H の角度は, どちらが大きくなると考えられるか。以下の考察をもとに, 角度が大きい方を選び, 解答欄の数字を○で囲め。また, その理由も書け。

共有電子対で形成される共有結合が分子の特定の方向を向くのと同じように, 非共有電子対も分子内の他の非共有電子対や共有電子対と反発し合い, それらから出来るだけ離れた配置を取ろうとする。また, 非共有電子対は, 共有電子対よりも空間的に大きな部分を占める傾向がある。このことから, 非共有電子対を持つ分子②の H-N-H の角度は, 非共有電子対を持たない分子③の H-C-H の角度よりも小さくなる。

問7 下図は、アルゴンの電子配置を表す模式図である。図に示した通り、K殻は $1s$ という記号で表される1つの軌道で構成され、L殻は $2s$ という記号で表される1つの軌道と $2p$ という記号で表される3つの軌道で構成される。M殻、N殻を構成する軌道についても、同様に図に示している。図では電子は・で示している。電子はエネルギーの低い軌道から順番に入り、各軌道には2つまでしか入らない。ただし、原子は最も安定な状態にあるものとする。下図を参考し、以下の間に答えよ。

- (1) ナトリウム原子の不対電子が入っている軌道を図の中から全て選び、軌道の記号を答えよ。
- (2) 原子番号21のスカンジウムと22のチタンの最外殻電子は、どちらもN殻に入る2個の電子である。このようになる理由を説明せよ。



(解答用紙 **2** に解答せよ)

2 次の文章を読み、以下の問1から問8に答えよ。

鉄筋コンクリートは様々な建造物を構築するために広く用いられている。コンクリートは圧縮に強く引張に弱い一方、鉄筋は引張に強く圧縮に弱い。両者を組み合わせることで、互いの弱点を補い合い、圧縮・引張に耐える物理的に強固な材料となる。コンクリートと鉄筋の組み合わせは、化学的にも合理的なものとなっている。以下、そのメカニズムと問題点を考察しよう。

純水は一種類の化合物 (H_2O) からなる純物質であるが、コンクリートは様々な物質からなる **ア** である。コンクリートに含まれる最も多い金属元素はカルシウムであり、これは酸化カルシウム CaO に由来する。a CaO に水を加えると水酸化カルシウム $Ca(OH)_2$ を生成する。 $Ca(OH)_2$ は強い塩基性を示し (飽和水溶液としてのpHは12~13)、この条件下では鉄筋 (通常は鋼であるが、ここでは鉄の単体とする) の表面に酸化被膜が生成する。この酸化被膜は緻密であるため、鉄筋は化学的に安定な **イ** となる。

しかしながら、コンクリートは風雨にさらされることで劣化が進行する。コンクリートには微小な孔が存在し、そこから水や大気が浸透する。コンクリートを形成する $Ca(OH)_2$ の一部は水に溶解し、さらに大気中の二酸化炭素と反応し、不溶性の **ウ** を生成する。このため $Ca(OH)_2$ と二酸化炭素との反応は進行し続け、やがてコンクリート内の水のpHは低下する。その結果、水に触れる鉄筋の酸化被膜は消失し、鉄筋の化学的安定性が失われる。

鉄筋の強度が損なわれる機構の一つとして、腐食が挙げられる。腐食は局所的に形成される電池に由来する。すなわち、腐食とは一組の酸化および還元反応が電解液中で自発的に進行する現象である。コンクリート中における鉄筋の腐食については、雨由来の水が電解液として機能し、b $負極$ では鉄筋中の Fe が Fe^{2+} に酸化される一方、c $正極$ では大気中の酸素が水酸化物イオンへと還元される。電池全体では、**エ** の反応が進行し、鉄筋中の Fe は緑白色の $Fe(OH)_2$ として鉄筋表面に析出する。最終的に $Fe(OH)_2$ は酸化鉄 (鉄さび) へと変化する。鉄さびは原子の配列に規則性がない **オ** であり、さらなる鉄筋の腐食を防止する被膜としては機能せず、鉄筋の強度低下が進行する。

問1 文中の空欄 **ア** に入る適切な語句を書け。

問2 下線 a) の化学反応式を書け。またこの反応は発熱反応か吸熱反応かを書け。

問3 文中の空欄 **イ** に入る適切な語句を書け。

問4 文中の空欄 **ウ** に入る適切な化学式を書け。

問5 ウは水に対し不溶性だが、ここに過剰の二酸化炭素を吹き込むとウの沈殿は溶解する。この化学反応式を書け。

問6 下線 b)およびc)の電子 e^- を含むイオン反応式をそれぞれ書け。

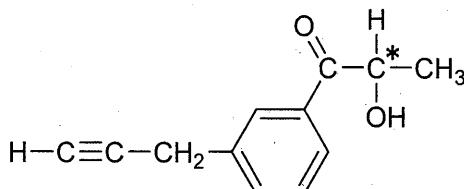
問7 エに入る適切な化学反応式を書け。

問8 文中の空欄 オに入る適切な語句を書け。

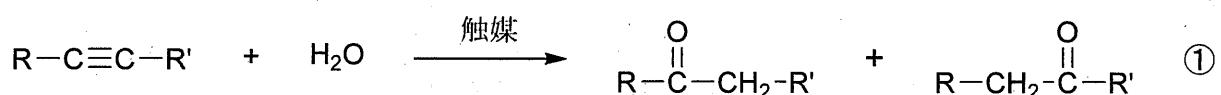
(解答用紙 **3** に解答せよ)

3 アルキンについての以下の文章 [I] および [II] を読み、問1から問7に答えよ。構造式や不斉炭素原子の表示 (*) を求められた場合は、下記の例にならって書け。ただし、光学異性体は区別しない。

(例)



[I] アルキンは炭素原子間に三重結合をもつ化合物であり、反応性に富むことから、様々な化合物を合成する原料として利用されている。例えば、最も単純なアルキンであるアセチレン1分子に、白金やニッケルなどの触媒を用いて水素2分子を付加させると **ア** が生じる。また、アセチレンに適当な触媒を用いて水を付加させると、不安定な **イ** を経て、ただちに異性体の **ウ** に変わる。アセチレンを赤熱した鉄に触れさせると、アセチレン3分子が結合して、芳香族炭化水素の **エ** を生じる。これらの反応は、アセチレンのみならず様々なアルキンに適用することができる。①式に示したアルキンのように、三重結合の二つの炭素原子に異なる原子または原子団が結合したアルキンの反応では、複数の化合物が生成する場合がある。例えば、水を付加させると、①式に示したように、酸素原子が三重結合の炭素原子のどちらに結合するかによって、2種類のカルボニル化合物が生成する。分子式 C_4H_6 のアルキンは2種類存在するが、これらをアルキン **A** とアルキン **B** とすると、アルキン **A** への水の付加反応では1種類のカルボニル化合物 **C** が生じるのに対して、アルキン **B** への水の付加反応では2種類のカルボニル化合物 **C**, **D** が生じる。



R, R' は炭化水素基、
または水素原子
($R \neq R'$)

問1 文中の空欄 **ア** から **エ** に入る化合物の名前を書け。

問2 化合物 **A**, **B**, **C**, **D** の構造式を書け。

[II] 分子式 C_8H_{14} のアルキン **E**, **F** がある。アルキン **E** は不斉炭素原子をもたないがアルキン **F** は不斉炭素原子を 1 つもつ。アルキン **E**, **F** および関連する化合物について以下の実験 1 から実験 11 を行った。

実験 1 アルキン **E** 1 分子に触媒を用いて水素 2 分子を付加させると、化合物 **G** が得られた。化合物 **G** は直鎖状の分子であることがわかった。

実験 2 アルキン **E** に触媒を用いて水を付加させると、化合物 **H**, **I** が得られた。

実験 3 化合物 **H** をフェーリング液とともに加熱すると、赤色沈殿が生じた。

実験 4 アルキン **E** を赤熱した鉄に触れさせると、3 分子のアルキン **E** が結合した芳香族化合物 **J**, **K** が生じた。

実験 5 化合物 **J** を過マンガン酸カリウム水溶液で酸化すると、分子式 $C_9H_6O_6$ の化合物 **L** が得られた。

実験 6 化合物 **L** を加熱すると、分子内で脱水がおこり、化合物 **M** が得られた。化合物 **M** は 5 個の原子からなる環状構造をもつことがわかった。

実験 7 化合物 **K** を過マンガン酸カリウム水溶液で酸化すると、分子式 $C_9H_6O_6$ の化合物 **N** が得られた。

実験 8 不斉炭素原子を 1 つもつアルキン **F** 1 分子に触媒を用いて水素 2 分子を付加させると、化合物 **O** が得られた。化合物 **O** は不斉炭素原子をもたないことがわかった。

実験 9 アルキン **F** に対して触媒を用いて水を付加させると、化合物 **P**, **Q** が得られた。

実験 10 化合物 **P**, **Q** をフェーリング液とともに加熱したが、赤色沈殿は生じなかつた。

実験 11 化合物 **P** にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を反応させると、黄色沈殿が生じた。

問 3 アルキン **E** の構造式を書け。

問 4 化合物 **M** の構造式を書け。

問 5 化合物 **N** の構造式を書け。

問 6 アルキン **F** の構造式を書き、不斉炭素原子に*印をつけよ。

問 7 化合物 **P** の構造式を書け。化合物 **P** が不斉炭素原子をもつ場合は、その不斉炭素原子に*印をつけよ。

令和5年度 東北大学理学部AO入試Ⅱ期（化学系）

適性試問 B

令和4年11月5日（土）

10:45～11:35

受験番号

氏名

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この問題冊子、解答用紙を開かないこと。
- 試験開始後、全ての問題冊子と解答用紙が揃っているかどうかを確認すること。
なお、本冊子に落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがある場合は申し出ること。
- 4及び5の問題の解答は、それぞれの解答用紙の指定された箇所に記入すること。
また、解答用紙すべてに受験番号と氏名を記入すること。
- 計算用紙は、草案や計算のために使用してよいが、裏には書かないこと。
また、用紙は回収するので、受験番号と氏名を記入すること。
- この問題冊子も回収するので、表紙に受験番号と氏名を記入すること。

このページは白紙

(解答用紙 **4** に解答せよ)

4 次の実在気体に関する文章を読み、以下の問1から問3に答えよ。

実在の物質の気体での状態方程式は、理想気体からのずれが生じる。以下ではその性質を考察する。気体の圧力を p 、体積を V 、温度を T 、物質量を n 、気体定数を R と表記する。単位体積当たりの物質量 $c = \frac{n}{V}$ は、物質量 n を一定で体積 V を変えることで変化させることができ。また特にことわりがない限り、温度は $T = 350\text{ K}$ に保つとする。

理想気体では $Z = \frac{pV}{nRT}$ が常に 1 となるが、実在気体では 1 からずれる。そこで実在の3種類の気体 (ア) から (ウ) についてそれぞれ c を変えて Z を求めると、図1の異なる曲線が得られた。

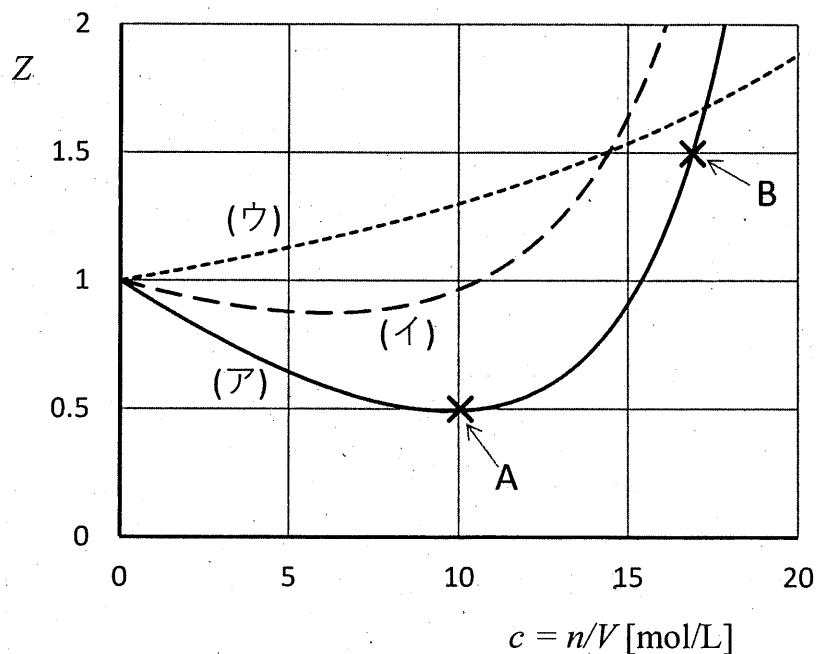


図 1

問1 以下の文章をもとに、(1)と(2)に答えよ。

多くの実在気体では、a) c が非常に小さいときには $Z = 1$ とみなせるが、気体 (ア) や (イ) のように c が増加するにつれて一旦 $Z < 1$ となり、さらに $Z > 1$ となる。 c が大きくなると、分子間の距離が近づいて引力が働くが、さらに c が大きくなると分子が密集し、自身の大きさのため接近を妨げるよう²に反発力が働くと考えられる。

(1) 一般に下線部 a) の振る舞いが見られる理由を簡潔に説明せよ。

(2) 図1の(ア)から(ウ)は、下の①から③のどれかの物質に対応する。それぞれ対応する物質を答えよ。またそう判断した理由も答えよ。

① CH_4 ② CO_2 ③ He

問2 $Z < 1$ と $Z > 1$ の例として、図1の気体(ア)の状態A($c = 10 \text{ mol/L}$)と状態B($c = 17 \text{ mol/L}$)をとりあげ、以下の(1)と(2)の操作を考える。

(1) 状態Aの気体(ア)で、 T と n を保って V を2倍にすると、 p はどう変化するか。下の①から③の中から選んで解答欄の正しい番号に○をつけ、そう考えた理由も答えよ。

① 1/2倍より大きくなる。 ② 1/2倍になる。 ③ 1/2倍より小さくなる。

(2) 状態Bから同様に T と n を保って V を2倍にすると、 p はどう変化するか。①から③の中から選び、その理由も答えよ。

① 1/2倍より大きくなる。 ② 1/2倍になる。 ③ 1/2倍より小さくなる。

問3 気体の内部エネルギーは、気体分子の運動エネルギー(熱運動)と分子間の位置エネルギーの和からなる。そこで、図2で示す以下の実験(1)と(2)を考察してみよう。図2の箱の壁は熱を通さず、したがってこの場合には、中の気体は外と同じ温度に保たれるとは限らない。

(1) 状態Aにある気体(ア)を、左図の箱の左半分に満たした後で、真ん中の仕切りに穴を開けると、気体(ア)の占める体積は右図のように自然に2倍になった。この過程では熱のやりとりも仕事もないため、気体の内部エネルギーは変わらないことに注意せよ。

膨張前の気体の温度が $T = 350 \text{ K}$ であったとき、膨張後の温度はどうなるだろうか。下の①から③の中から選んで解答欄の正しい番号に○をつけ、そう考えた理由も答えよ。

① 350 K より高くなる。 ② 350 K のまま。 ③ 350 K より低くなる。

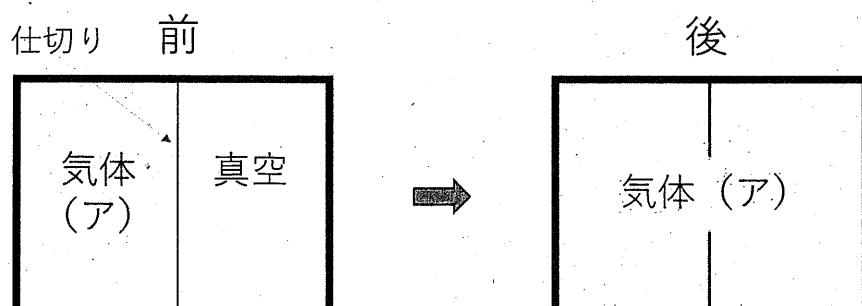


図2

(2) 同じ実験を状態Bにある気体(ア)から行った。このとき、膨張後の温度はどうなるか。①から③の中から選び、その理由も答えよ。

① 350 K より高くなる。 ② 350 K のまま。 ③ 350 K より低くなる。

(解答用紙 5 に解答せよ)

5 次の文章を読み、以下の問1から問7に答えよ。計算のために必要な場合には、以下の数値を使用せよ。

$$\text{原子量 Al} = 27 \quad \text{ファラデー一定数 } F = 9.7 \times 10^4 \text{ C/mol} \quad \sqrt{2} = 1.4 \quad \sqrt{3} = 1.7$$

ケイ素およびアルミニウムは、地球表層部を構成する元素として、それぞれ2番目および3番目に存在量の多い元素である。^{a)}両元素は周期表で隣同士にあり、価電子の数が、ケイ素がア、アルミニウムがイであるため、その単体や化合物の性質に違いがみられる。

ケイ素の単体は、石英として自然界に存在する二酸化ケイ素を、炭素と共に電気炉中で加熱することで得られる。^{b)}ケイ素の結晶は、ウとしての性質をもつため、集積回路や太陽電池に用いられている。二酸化ケイ素は、エ性酸化物であるため、通常酸とは反応しないのに対し、強塩基と反応する。例えば、水酸化ナトリウムと高温で反応し、ケイ酸ナトリウムが生成する。ケイ酸ナトリウムの水溶液を煮沸すると、オとよばれる粘性の大きな液体が得られ、次いで、オに酸を加えるとゲル状のケイ酸が生成する。ケイ酸を加熱して脱水すると、シリカゲルが得られる。^{d)}シリカゲルは、大小さまざまな空洞を有するのに加えて、図1のような部分構造をもち、乾燥剤として利用されている。

一方、アルミニウムの単体は、鉱石であるボーキサイトから純度の高いカを得た後、氷晶石(組成式: キ)を融解させたものにカを溶かし、^{e)}溶融塩電解を行うことで製造されている。アルミニウムの単体やカは、酸とも強塩基とも反応する。

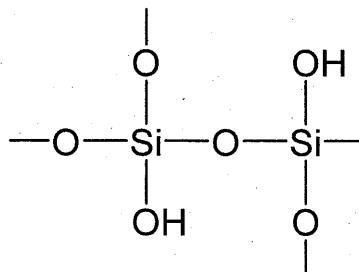


図1 シリカゲルの部分構造(模式図)

問1 文中の空欄 アからキに入る適切な数、語句または組成式を書け。

問2 下線部 a) に関して、ケイ素とアルミニウムでは、どちらのイオン化エネルギーが大きいかを、元素名で答えよ。

問3 下線部 b) に関して、ケイ素の結晶は、図2のような立方体の単位格子（ダイヤモンドと同じ構造）をもつ。ケイ素の結晶での単位格子の一辺の長さを $5.4 \times 10^{-10} \text{ m}$ として、結晶中のケイ素の原子間距離を m 単位で算出し、有効数字 2 術で書け。計算過程も簡潔に示せ。

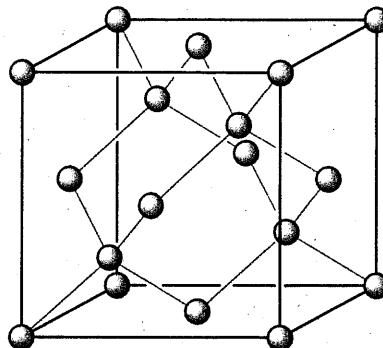


図2 ケイ素の結晶の単位格子

問4 下線部 c) の例外として、二酸化ケイ素はフッ化水素酸と反応する。この反応の化学反応式を書け。

問5 下線部 d) に関して、シリカゲルは少量でも水蒸気を大量に、かつ強く吸着する性質をもつ。この理由を説明せよ。

問6 下線部 e) に関して、アルミニウムイオンの水溶液の電気分解ではなく、溶融塩電解を行う必要があるのはなぜか。理由を書け。

問7 溶融塩電解には大量の電力が必要となる。アルミニウムの単体 5.4 g を得るには、5.0 A の電流を何秒間流す必要があるかを計算し、有効数字 2 術で書け。計算過程も簡潔に示せ。ただし、すべての電流がアルミニウムの生成に用いられるものとする。

令和 5 年度(2023 年度)
東北大学理学部地球科学系
AO 入試 II 期

問題 I

試験時間 9:15-9:55

注 意 事 項

1. 机の上には受験票、筆記用具、時計以外は置かないこと。
2. 携帯電話や音の出る機器などは、電源を切ってかばんの中に入れること。
3. 合図があるまで問題冊子を開かないこと。
4. 試験開始後、この問題冊子と全ての解答用紙には受験番号および氏名を記入すること。
ページの脱落、印刷不鮮明などの箇所がある場合は試験監督者に申し出ること。
5. 解答はすべて解答用紙に記入すること。
6. 解答用紙を持ち帰ることはできません。白紙の場合でも全ての解答用紙を提出して下さい。
7. 問題について質問がある時は、発言せずに挙手をして、試験監督者に知らせること。
8. この問題冊子は回収します。

受験番号 _____

氏 名 _____

地球温暖化と熱帯低気圧に関する次の文章を読み、以下の問い合わせ（問1、問2）に答えよ。

Various mechanisms underlie the tropical cyclones (TC)-induced rainfall changes caused by climate change. a) On the basis of the Clausius-Clapeyron (CC) relation, it is known that the atmosphere can hold more water vapor in warmer climates, which increases rainfall intensity. The rainfall rate associated with TCs is projected to increase under climate warming. Although modelling studies suggest that climate warming will reduce the total number of TCs in the Western North Pacific (WNP) basin in the future, the ratio of intense TCs to the total number of TCs may increase. Furthermore, projected changes in TC tracks, such as the poleward shift of the TC track density, will affect human exposure to TC rainfall.

In the WNP region, observational studies have shown an increase in TC-related rainfall intensity and intense TC rainfall frequency in the central coast of Vietnam, southeast China, around Taiwan and South Korea in recent decades. An increasing trend of the average TC rainfall rate over the WNP has also been observed. In contrast, the accumulated total rainfall along the TC track in the region has decreased during 1988–2007 and a decreasing trend of total TC rainfall amount was reported as well in the coastal region of Vietnam.

However, b) despite the observational evidence of the changes in TC-related rainfall, it has not yet been determined whether anthropogenic forcing has contributed to the observed changes in TC heavy rainfall. TC activity and TC-related rainfall are substantially affected by various climate modes such as El Niño/Southern Oscillation, Pacific Decadal Oscillation and Interdecadal Pacific Oscillation, which hinder the detection of anthropogenic impacts from natural variability. Limitations in the lengths of observational records also make it difficult to identify long-term anthropogenic impacts.

Used with permission of Springer Nature BV, from "Observed influence of anthropogenic climate change on tropical cyclone heavy rainfall" by Nobuyuki Utsumi & Hyungjun Kim, Copyright © 2022, Nobuyuki Utsumi & Hyungjun Kim, under exclusive licence to Springer Nature Limited ; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc. 一部改变

(参考) anthropogenic: 人為起源の tropical cyclone (TC): 热帶低氣壓

Clausius–Clapeyron (CC) relation: クラウジウス–クラペイロンの関係

El Niño/Southern Oscillation: エルニーニョ・南方振動

Pacific Decadal Oscillation: 太平洋十年振動

Interdecadal Pacific Oscillation: 太平洋数十年振動

問 1 以下の小問 (1)、(2) に答えよ。

(1) 下線部 a)を和訳せよ。

(2) 下線部 b)の理由として、筆者はどのように述べているか。本文の内容に基づき、日本語で答えよ。

問2 热帯低気圧の下層は非常に暖かく湿っているため、積乱雲が発達しやすい。図1はある湿润な空気塊が自由対流高度まで持ち上げられ、最終的に積乱雲となった時の温度と高度の関係を実線で示したグラフである。太い点線は、周囲の大気の気温と高度の関係（気温減率）を示している。空気塊は、未飽和であれば乾燥断熱減率、飽和であれば湿润断熱減率に従って高度を上げていくものとする。表1と図2は気温と飽和水蒸気量の関係を数値およびグラフにてそれぞれ示したものである。以下の小問（1）、（2）に答えよ。

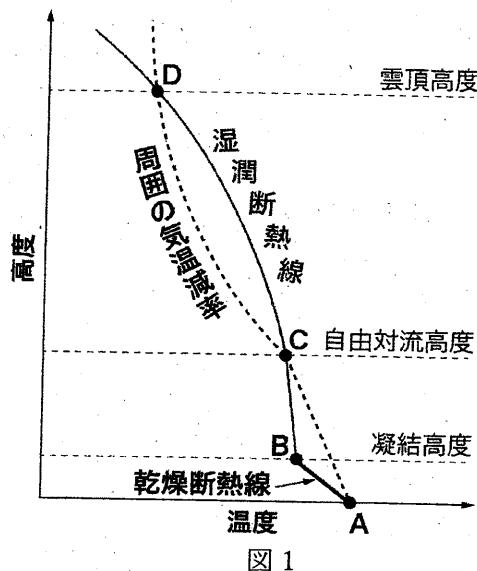


図1

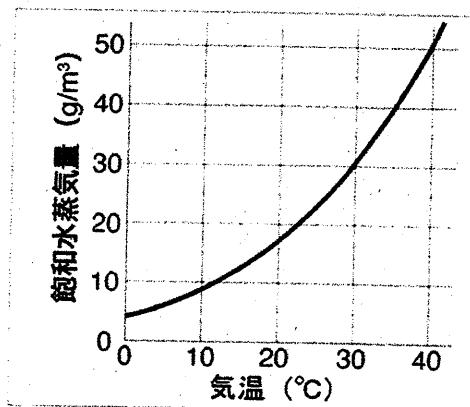


図2

表1

気温 (°C)	飽和水蒸気量 (g/m³)	気温 (°C)	飽和水蒸気量 (g/m³)
0	4.8	17	14.5
1	5.2	18	15.4
2	5.6	19	16.3
3	6.0	20	17.3
4	6.4	21	18.3
5	6.8	22	19.4
6	7.3	23	20.6
7	7.7	24	21.8
8	8.3	25	23.0
9	8.8	26	24.4
10	9.4	27	25.8
11	10.0	28	27.2
12	10.7	29	28.8
13	11.7	30	30.4
14	12.1	31	32.0
15	12.8	32	33.8
16	13.6	33	35.6

- (1) 海上 A の空気塊の温度が 30°C、湿度が 60.2% だったとする。この空気塊の凝結高度 B は何 m か。乾燥断熱減率を 100 m あたり 1°C として計算せよ。なお、気温と飽和水蒸気量の関係は、表1の数値を用いること。
- (2) 小問（1）と同様の空気塊における自由対流高度 C の温度と高度は、それぞれ何°C、何 m か。小数点以下 1 術まで答えよ。なお、気温減率は 100 m あたり 0.65°C、空気塊が凝結高度 B から自由対流高度 C に上昇する際の湿润断熱減率は 100 m あたり 0.50°C とする。

令和5年度(2023年度)
東北大学理学部地球科学系
AO入試II期入試

問題II

試験時間 11:00-11:40

注意事項

1. 机の上には受験票、筆記用具、時計以外は置かないこと。
2. 携帯電話や音の出る機器などは、電源を切ってかばんの中に入れること。
3. 合図があるまで問題冊子を開かないこと。
4. 試験開始後、この問題冊子と全ての解答用紙には受験番号および氏名を記入すること。
ページの脱落、印刷不鮮明などの箇所がある場合は試験監督者に申し出ること。
5. 解答はすべて解答用紙に記入すること。
6. 解答用紙を持ち帰ることはできません。白紙の場合でも全ての解答用紙を提出して下さい。
7. 問題について質問がある時は、発言せずに挙手をして、試験監督者に知らせること。
8. この問題冊子は回収します。

受験番号 _____

氏名 _____

地球内部の熱に関する次の文章を読み、以下の問い合わせ（問1～問5）に答えよ。

地球は、太陽周辺を周回する (ア) が衝突・合体を繰り返すことで、46億年前に形成されたと考えられている。その形成過程で蓄えられた熱と、地球内部にあるウラン、トリウム、カリウムなどの (イ) の崩壊に伴って発生する熱によって、地球内部は高温に保たれている。地球内部において a) 岩石が溶融しマグマが生成される時、ウランなどの元素は鉱物よりもマグマに取り込まれやすい。そのため、それらの元素はマグマが冷却・固化することで形成された (ウ) に多く含まれる。地球内部の熱は、地表から宇宙へと放出されており、その地表から損失する熱と地球内部で発生する熱のバランスにより地球内部の熱進化が決定づけられている。

問1 上記の (ア) ～ (ウ) に入る適切な語句を以下の語群から選び、それぞれ答えよ。

[安定同位体、イオン、衛星、核、恒星、地殻、放射性同位体、微惑星、変成岩]

問2 下線部 a)について、岩石が溶融してできたマグマは多くの場合、地球内部を地表へ向けて上昇する。マグマが上昇する理由を岩石とマグマの物理的性質に基づいて説明せよ。

問3 地球内部のマントル中では、対流により熱が効率的に輸送されている。マントル中で対流が発達する理由について、あなたの考えを2行以内で説明せよ。

問4 1年間に地球表面から放出される熱を $1.3 \times 10^{21} \text{ J}$ とする。一方で、地球内部で発生する熱は、地球全体で年間 $1 \times 10^{-4} \text{ J/kg}$ である。地球の全質量が $6 \times 10^{24} \text{ kg}$ ならば、地球内部の温度は将来どう変化するか。理由と合わせて3行以内で説明せよ。

問5 地球よりも小さな天体の内部温度は、時間が経過すると地球と比べて高くなるか、低くなるか。理由と合わせて4行以内で説明せよ。ただし、天体を構成する物質や単位質量あたりの熱の発生量、初期温度など、天体の大きさ以外の条件はすべて同じとする。

令和5年度(2023年度)
東北大学理学部地球科学系
AO入試II期入試・

問題III

試験時間 13:40-14:20

注意事項

1. 机の上には受験票、筆記用具、時計以外は置かないこと。
2. 携帯電話や音の出る機器などは、電源を切ってかばんの中に入れること。
3. 合図があるまで問題冊子を開かないこと。
4. 試験開始後、この問題冊子と全ての解答用紙には受験番号および氏名を記入すること。
ページの脱落、印刷不鮮明などの箇所がある場合は試験監督者に申し出ること。
5. 解答はすべて解答用紙に記入すること。
6. 解答用紙を持ち帰ることはできません。白紙の場合でも全ての解答用紙を提出して下さい。
7. 問題について質問がある時は、発言せずに挙手をして、試験監督者に知らせること。
8. この問題冊子は回収します。

受験番号 _____

氏名 _____

地球表層環境に関する以下の問い合わせ（問1、問2）に答えよ。

問1 次の図1は、世界の生物群系（バイオーム）を示したものである。この図を見て、以下の小問（1）、（2）に答えよ。

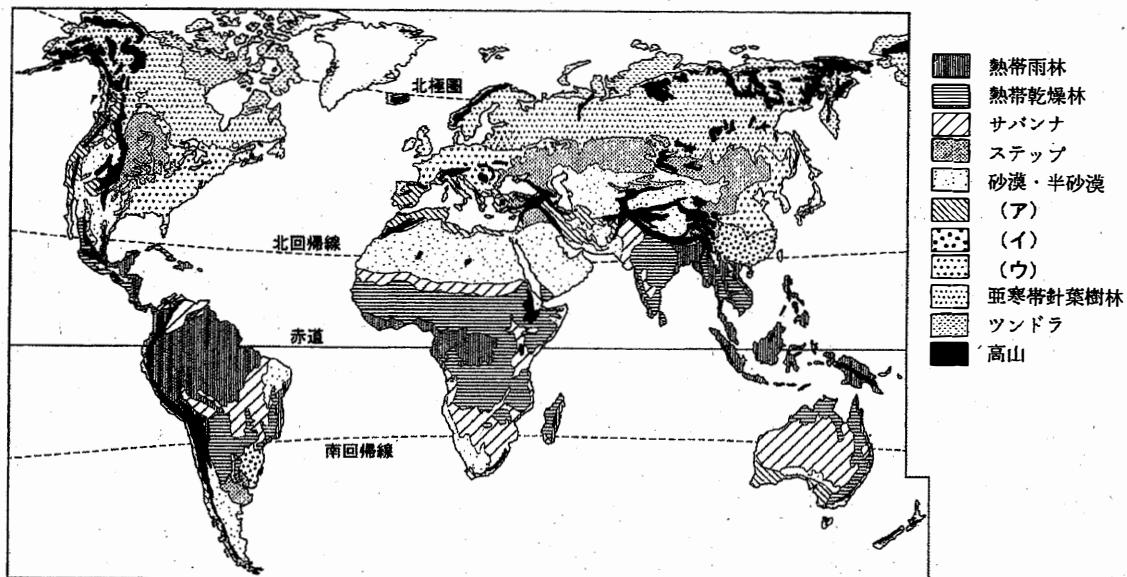


図1

（小野映介・吉田圭一郎編「みわたす・つなげる自然地理学」より『世界の生物群系（バイオーム）の分布』）

（1）図1中の凡例（ア）、（イ）、（ウ）に当てはまる生物群系を、以下の語群の中からそれぞれ選べ。ただし、同じものを二度選んではならない。

[硬葉樹林、常緑広葉樹林、落葉（夏緑）広葉樹林]

（2）熱帯雨林および砂漠・半砂漠の分布が図1のようになる理由について、7行以内で説明せよ。

問2 次ページの図2は、明治時代発行の2万分の1地形図（原寸、一部改変）であり、等高線は5m間隔で引かれている。この図を見て、以下の小問（1）～（3）に答えよ。

（1）図中の地点Aと地点Bの間の河川の幅として最も適当なものを、以下の選択肢の中から一つ選び、また、その選択肢を選んだ理由についても説明せよ。

[50 m、100 m、200 m、500 m]

（2）図中の地点Cから地点D付近には、河川に沿って伸びる細長い地形が分布している。地点Cと地点Dの標高差を答えよ。

（3）図中の地点Cから地点D付近にみられる地形は砂丘である。この砂丘の成因を5行以内で説明せよ。

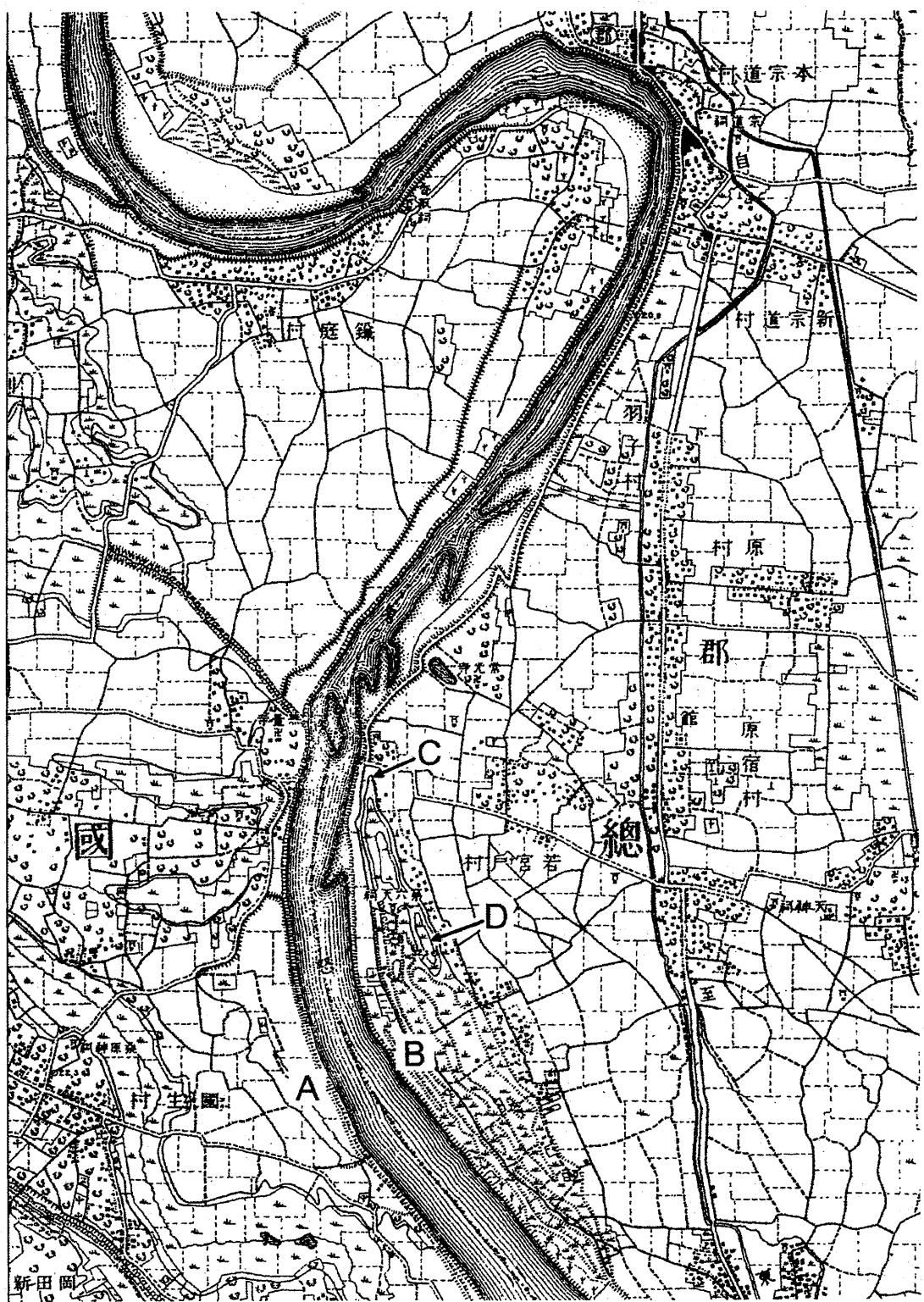


図 2

令和 5 年度
東北大学理学部
AO 入試 II 期

生物系 適性試問

注意

1. 解答時間は 9:15 ~ 10:45 です。
2. 問題は 2 問あります (問題 1, 問題 2)。
3. 解答用紙は 3 枚あります。3 枚とも、受験番号、氏名を記入してください。
4. 解答用紙の所定の場所に解答を記入してください。
5. 問題用紙は持ち帰らないでください。

問題1 David Julius 博士と Ardem Patapoutian 博士は、それぞれ、温度感覚および触覚を生じさせる仕組み明らかにして、2021年のノーベル生理学・医学賞を受賞した。ノーベル委員会により発表された受賞に関する次の文章(一部改変)を読み、以下の問い合わせに答えよ。

In the latter part of the 1990's, David Julius at the University of California, San Francisco, USA, saw the possibility for major advances by analyzing how the chemical compound capsaicin causes the burning sensation we feel when we come into contact with chili peppers. Capsaicin was already known to activate nerve cells causing pain sensations, but how this chemical actually exerted this function was an unsolved riddle. Julius and his co-workers created a library of millions of DNA fragments corresponding to genes that are expressed in the sensory neurons which can react to pain, heat, and touch. Julius and colleagues hypothesized that the library would include a DNA fragment encoding the protein capable of reacting to capsaicin. They expressed individual genes from this collection in cultured cells that normally do not react to capsaicin. After a laborious search, a single gene was identified that was able to make cells capsaicin sensitive. (a) The gene for capsaicin sensing had been found! Further experiments revealed that the identified gene encoded a novel ion channel protein and this newly discovered capsaicin receptor was later named TRPV1. When Julius investigated the protein's ability to respond to heat, he realized that he had discovered a heat-sensing receptor that is activated at temperatures perceived as painful.

The discovery of TRPV1 was a major breakthrough leading the way to the unravelling of additional temperature-sensing receptors. Independently of one another, both David Julius and Ardem Patapoutian used the chemical substance menthol to identify TRPM8, a receptor that was shown to be activated by cold. Additional ion channels related to TRPV1 and TRPM8 were identified and found to be activated by a range of different temperatures. (b) Many laboratories pursued research programs to investigate the roles of these channels in thermal sensation by using genetically manipulated mice that lacked these newly discovered genes. David Julius' discovery of TRPV1 was the breakthrough that allowed us to understand how differences in temperature can induce electrical signals in the nervous system.

While the mechanisms for temperature sensation were unfolding, it remained unclear how mechanical stimuli could be converted into our senses of touch and pressure. (c) Researchers had previously found mechanical sensors in bacteria, but the mechanisms underlying touch in vertebrates remained unknown. Ardem Patapoutian, working at Scripps Research in La Jolla, California, USA, wished to identify the elusive receptors that are activated by mechanical stimuli.

Patapoutian and his collaborators first identified a cell line that gave off a measurable electric signal when individual cells were poked with a micropipette. It was assumed that the receptor activated by mechanical force is an ion channel and in a next step 72 candidate genes encoding possible receptors were identified. These genes were inactivated one by one to discover the gene responsible for mechanosensitivity in the studied cells. After an arduous search, Patapoutian and his co-workers succeeded in identifying a single gene whose silencing rendered the cells insensitive to poking with the micropipette. (d) A new and entirely unknown mechanosensitive ion channel had been discovered and was given the name Piezo1, after the Greek word for pressure (í; píesi). Through its similarity to Piezo1, a second gene was discovered and named Piezo2. Sensory neurons were found to express high levels of Piezo2 and further studies firmly established that Piezo1 and Piezo2 are ion channels that are directly activated by the exertion of pressure on cell membranes.

The breakthrough by Patapoutian led to a series of papers from his and other groups, demonstrating that the Piezo2 ion channel is essential for the sense of touch. Moreover, Piezo2 was shown to play a key role in the critically important sensing of body position and motion, known as proprioception. In further work, Piezo1 and Piezo2 channels have been shown to regulate additional important physiological processes including blood pressure, respiration and urinary bladder control.

(© The Nobel Assembly at Karolinska Institutet)

注： chemical compound: 化合物、 capsaicin: カプサイシン、 exert: 発揮する、 riddle: 謎、 cultured cells: 培養細胞、 laborious: 骨の折れる、 menthol: メントール、 poke: 突く、 arduous: 根気強い

問1 下線部 (a) について、カプサイシンに反応するタンパク質の遺伝子がどのように同定されたのか、問題文中の記述に基づいて具体的に説明せよ。

問2 下線部 (b) を和訳せよ。

問3 下線部 (c) を和訳せよ。

問4 下線部 (d) について、Piezo1 と名付けられた機械刺激（圧力）に反応するイオンチャネルがどのように発見されたのか、問題文中の記述に基づいて具体的に説明せよ。

問題 2

問 1 真核生物における転写について以下の文章を読み、空欄に適切な語句を当てはめよ。また、転写に関する以下の問い合わせよ。

遺伝子には、転写開始部位の近くに転写の開始に関わる塩基配列が存在する。この配列は（①）と呼ばれ、基本転写因子と呼ばれる複数のタンパク質がここに結合する。転写は、基本転写因子とそれを認識した（②）がDNAに結合し、基本転写因子・（②）・DNAの複合体が形成されることで開始される。一方で、すべての遺伝子がいつも転写をしているわけではなく、環境条件や発生・成長の段階によって転写は適切に制御されている。DNAには、この制御に関わる塩基配列が存在し、この配列を（③）と呼ぶ。この配列には（④）と呼ばれるタンパク質が結合し、転写を促進したり抑制したりする。

問 1-1 上記②の転写におけるはたらきを説明せよ。

問 1-2 上記配列③は、通常、転写開始部位より離れたDNA上に位置する。配列③に結合するタンパク質④が、転写開始部位から離れた位置にありながら、転写の調節に作用する方法を70字以内で説明せよ。

問 1-3 転写の適切な制御により、細胞は、特定の形やはたらきをもつ分化した細胞になる。この過程で、タンパク質④は、複数の異なる特定の遺伝子の転写を制御する。なぜ特定の遺伝子だけを選択的に転写することができるのか、また、なぜ1つのタンパク質④が複数の遺伝子を転写できるのか、冒頭の転写について述べた文章の内容を参考に、それぞれの機構について50字以内で説明せよ。

問2 花の各器官の形成についての以下の文章を読み、問い合わせよ。

被子植物の花の各器官の形成においては、がく片、花弁、おしべ、めしべの違いをつくる際に、Aクラス、Bクラス、Cクラスに属する各遺伝子が単独または共同ではたらくことが知られ、この機構はABCモデルで説明される。すなわち、Aクラス遺伝子のみがはたらくところではがく片が、Aクラス遺伝子とBクラス遺伝子が共にはたらくところでは花弁が、Bクラス遺伝子とCクラス遺伝子が共にはたらくところではおしべが、Cクラス遺伝子のみがはたらくところではめしべができる。

問2-1 Bクラス遺伝子に突然変異が生じそのはたらきが失われた場合の花器官の構成を述べよ。

問2-2 Aクラス遺伝子に突然変異が生じそのはたらきが失われた花では、がく片と花弁が形成されなくなるだけでなく、代わりにそれぞれめしべとおしべが形成される。そのようになる理由を、各クラス遺伝子間の関係に着目して120字以内で説明せよ。

問2-3 Aクラス遺伝子のみがはたらく時と、Aクラス遺伝子とBクラス遺伝子が共にはたらく時で、形成される花器官が異なるということは、これらの遺伝子が指定するタンパク質は、単独か共同かの違いで、選択的に転写を行っていると考えられる。この選択的転写がどのように行われているのか、その考えられる機構について、問1の転写について述べた文章の内容を参考にして、150字以内で説明せよ。

令和5年度（2023年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験①問題

令和4年11月5日

志願学部／学科	試験時間	ページ数
医学部 医学科	9:30~10:50 (80分)	6ページ

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
- この「問題冊子」は6ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
- 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 「解答用紙」の受験記号番号欄（1枚につき1か所）には、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 試験終了後は「解答用紙」を回収しますので、持ち帰ってはいけません。
「問題冊子」、「メモ用紙」は持ち帰ってください。

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 以下の問いに答えよ。

(1) a, b, θ を実数, i を虚数単位とする。 x の 2 次方程式 $x^2 - 2(a-1)x + b = 0$ が虚数解 $\cos \theta + i \sin \theta$ をもつとき, a, b の満たす条件の表す曲線を ab 平面上に図示せよ。

(2) 白玉と黒玉を合わせて n 個を左から右へ横 1 列に並べる。ただし, 白玉を 2 個以上つづいて並べることはない。このようにして並べたときの場合の数を a_n 通りとする。

たとえば, a_1 は, 白か黒の 2 通りなので $a_1 = 2$,
 a_2 は, 白黒, 黒白, 黒黒の 3 通りなので $a_2 = 3$ である。ただし, 白は白玉, 黒は黒玉を表す。

このとき, a_{15} を求めよ。

(3) 次の極限値を求めよ。

$$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} \frac{1}{x - \frac{\pi}{2}} \int_{\frac{\pi}{2}}^x \frac{1}{\sin t} dt$$

2 a を正の数とする。曲線 $C : y = a|x^2 - 2x - 3|$ は直線 $\ell : y = 4x + 6$ に接している。次の問いに答えよ。

- (1) 定数 a の値を求めよ。
- (2) C と ℓ とで囲まれた部分の面積 S を求めよ。

3 $5\alpha = \pi$ のとき, 次の問い合わせに答えよ。

(1) 等式 $\cos 2\alpha + \cos 3\alpha = 0$ が成り立つことを示せ。

(2) $x = \cos \alpha$ は方程式

$$4x^3 + 2x^2 - 3x - 1 = 0$$

の解の 1 つであることを示せ。

(3) $\cos \alpha + \cos 3\alpha$ の値を求めよ。

令和5年度（2023年度）東北大学

A○入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験② 封筒

令和4年11月5日

志願学部／学科	試験時間	問題冊子数
医学部 医学科	13:00~14:20 (80分)	3冊

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この封筒を開いてはいけません。
- この封筒には、「問題冊子」3冊、「解答用紙」3種類、「メモ用紙」1冊が入っています。
- 筆記試験②は、<選択問題1>、<選択問題2>、<選択問題3>の3冊からなります。
※ <選択問題1~3>のうちから2つを選択し、解答してください。2つ選択しなかった場合は、失格となります。
※ <選択問題>の解答用紙1枚目の所定の欄に、選択の有無を  で囲んでください。

選択する場合：

選択する
選択しない

選択しない場合：

選択する
選択しない

- ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。問題冊子のホチキスは外さないでください。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 「解答用紙」は1枚につき1か所の所定の欄に、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。選択しない問題の解答用紙にも受験記号番号を記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 試験終了後は、「解答用紙」は全て回収しますので持ち帰ってはいけません。
本封筒、「問題冊子」及び「メモ用紙」は持ち帰ってください。

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

A○入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

＜選択問題 1＞

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部／学科	試験時間	ページ数
医学部 医学科	13:00~14:20 (80 分)	12 ページ

B1

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1

ばね定数 k , 自然の長さ L の軽いばねと, 質量 m の小物体がある。ばねは直線状に伸縮し, 重力や空気抵抗の影響はないものとする。次の問 1 ~ 問 11 に答えよ。解答は, 結果だけでなく, 考え方や計算の過程も示せ。

図 1 のようにばねの一端を壁に固定し, 他端に小物体を取り付け, 小物体に力を加えてばねの長さを ℓ だけ伸びた状態にした。

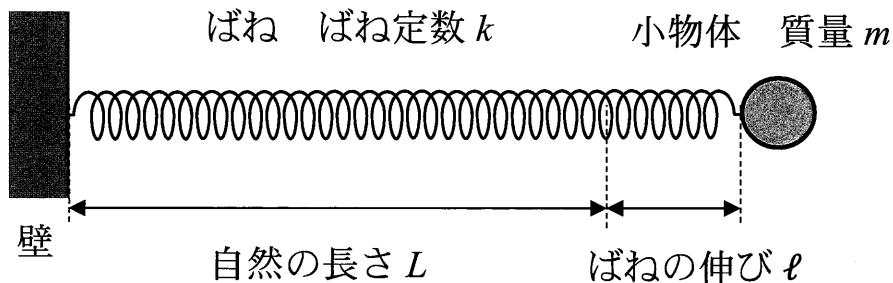


図 1

問 1 ばねの長さが ℓ だけ伸びた状態のときのばねの弾性力の大きさ F と, ばねの伸びが ℓ から 0 まで変化する間に弾性力のする仕事 W を, k , ℓ を用いて表せ。

問 2 小物体を静かに放すと小物体は動き出した。小物体が自然の長さの位置にきたときの速さ v_0 を, k , ℓ , m を用いて表せ。

次に、小物体を2等分して質量を $\frac{m}{2}$ とし、軽いばねも2等分して長さを $\frac{L}{2}$ として、図2のように、小さく軽い留め具でばねを並列にして小物体を両端に取り付けた。左側の小物体をA、右側の小物体をB、重心をGとし、Aの位置を原点Oとして図2のようにx軸を取る。時間 $t=0$ に小物体Bにのみ正の向きに速さ v_1 の初速度を与えると、小物体AとBは動き始めた。

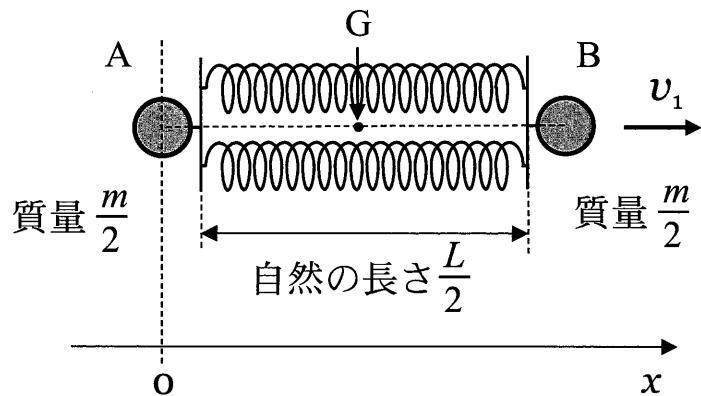


図2

問3 ばね定数 k のばねを2等分し並列につないだばねの合成ばね定数 k' を、 k を用いて表せ。

問4 重心Gの速度 v を、 v_1 、 k 、 m の中から必要なものを用いて表せ。

問5 重心Gから見ると、小物体Bの運動は単振動であった。単振動の角振動数 ω を、 k 、 m を用いて表せ。

問6 小物体Aの時間 t における座標 x を表す式を、 v_1 、 ω 、 t を用いて表せ。

次に、小物体を n 等分して 1 つ当たりの質量を $\frac{m}{n}$ にし、ばね定数 k のばねも n 等分して長さを $\frac{L}{n}$ とした。その後、図 3 のように、 n 個の小物体と n 個のばねを正 n 角形になるように接続し、正 n 角形の中心 C を一端とする n 本の細くまっすぐな軽い棒を取り付け、小物体が棒に沿って滑らかに動くことができるようとした。図 3 では n 個の小物体とばね及び n 本の棒の一部のみを描いている。それぞれの小物体について、つり合いの位置を原点 O として、棒に沿って中心 C から外に向く方向を正として x 軸を取る。また、同じ時間にすべての小物体が同じ x 座標となるように運動する場合のみを考える。

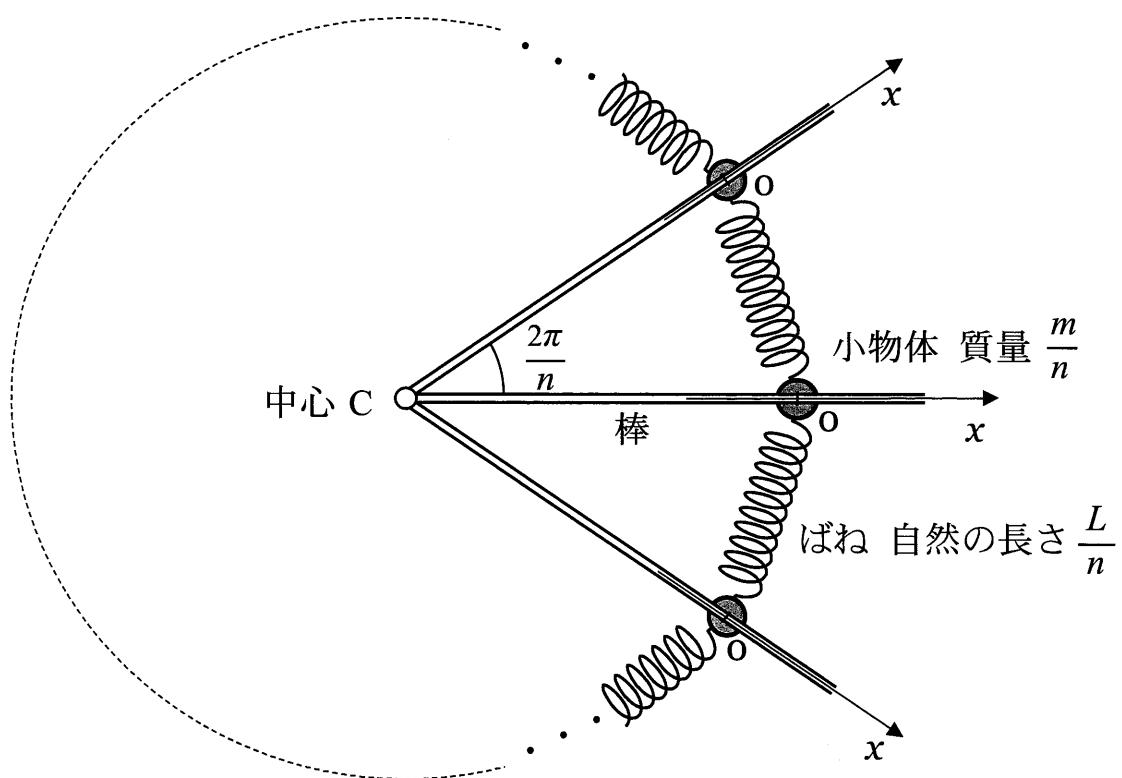


図 3

問7 1つの小物体に着目し、小物体の座標が x のときに、その小物体がばねから受ける合力 F を、 n ， x ， k を用いて表せ。なお、角度は単位としてラジアンを用いよ。

問8 すべての小物体を x 座標が X となるように変位させて同時に静かに放すと、小物体は原点 O を中心に単振動をした。このとき、原点 O での小物体の速さ v_2 を、 n ， X ， k ， m から必要なものを用いて表せ。

問9 n が十分大きい場合の単振動の周期 T を、 k ， m を用いて表せ。なお、必要であれば $|\theta|$ が十分小さいときに成り立つ近似式 $\sin \theta \approx \theta$ を用いよ。

さらに、図3の小物体、ばね、棒でできた正 n 角形を、正 n 角形が作る面内で中心 C を回転軸として静かに回転させ、ゆっくりと角速度を大きくしていき最終的に一定の角速度 ω' で回転させた。この過程で小物体は棒から抜けることなく正 n 角形を維持したまま、すべての小物体の x 座標が x_0 となり一定の半径で回転し続けた。

問10 x_0 を、 n 、 ω' 、 k 、 m 、 L を用いて表せ。

問11 すべての小物体に、いっしょに回転している観測者から見て x_0 の位置から同じ変位を与えて同時に静かに放すと、すべての小物体が常に同じ変位で単振動をした。このときの単振動の周期 T' を n が十分大きい場合について、 ω' 、 k 、 m を用いて表せ。なお、必要であれば $|\theta|$ が十分小さいときに成り立つ近似式 $\sin \theta \doteq \theta$ を用いよ。

2

図1のように、 x 軸と y 軸を取り、長さ L の細いパイプを y 軸に平行にして一端を x 軸上に置き、その中に電気量 q ($q > 0$) に帶電した質量 m の小物体を入れ、 $y = L$ にある他端に間隔 d の2枚の薄い平面極板でできた平行板コンデンサーをパイプと一緒に取り付けた。一体となったパイプと平行板コンデンサーは質量が M で、 x 軸に沿ってのみ滑らかに平行に動くことができる。小物体はパイプの内壁に沿って滑らかに動くことができ、パイプと平行板コンデンサーの接続点の小さな穴を通ってパイプと平行板コンデンサーの極板間を自由に行き来することができる。

平行板コンデンサーには電荷が蓄えられており、極板間には強さ E の一様な電場（電界）が y 軸の負の向きに生じている。また、 $0 \leq x$ かつ $0 \leq y \leq L$ の領域には磁束密度 B ($B > 0$) の一様な磁場（磁界）が紙面に対して垂直に表から裏向きにかかっている。

初め、パイプと平行板コンデンサー及び小物体は $x < 0$ の領域を x 軸の正の向きに一定の速さ v_x で動いていた。このとき、小物体の y 座標は0で速度の y 成分も0であった。

小物体は xy 平面内のみを運動し一連の運動の間に電気量が変化することはないものとし、パイプは磁場や小物体の電荷の影響を受けないものとする。さらに、平行板コンデンサーの極板の厚さは無視できるものとし、重力や空気抵抗の影響はないものとする。次の問1～問10に答えよ。解答は、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

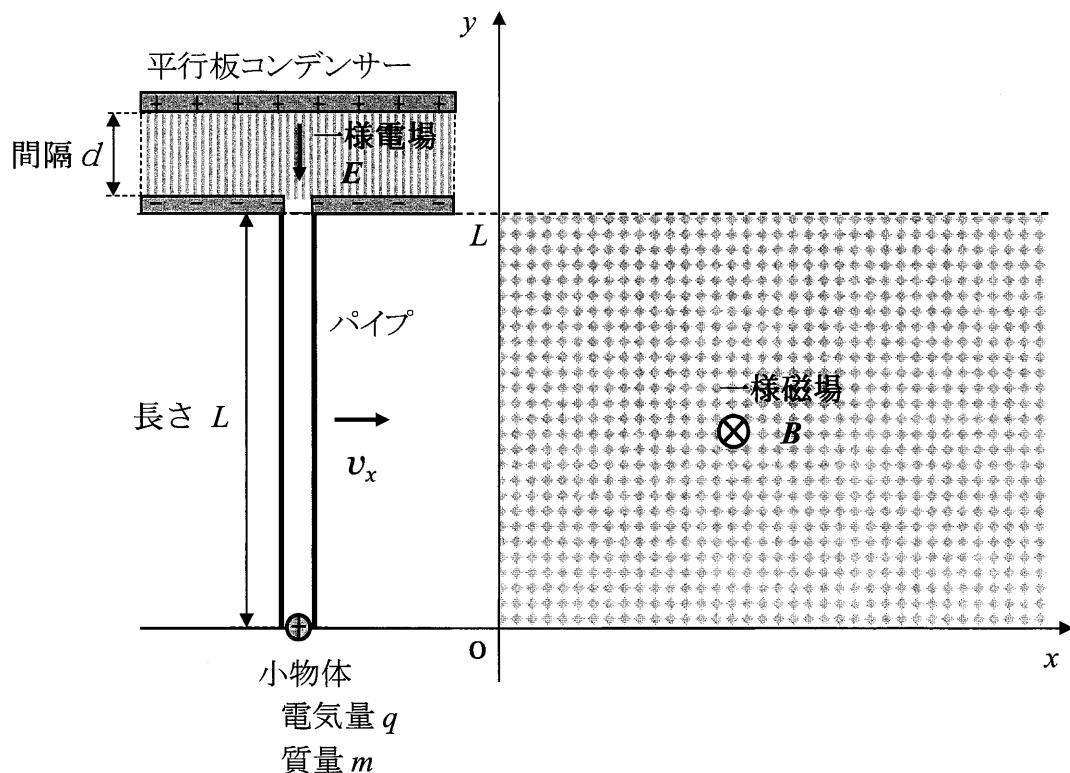


図1

パイプと平行板コンデンサー及び小物体は、時間 $t = 0$ でちょうど $x = 0$ を x 軸の正の向きに速さ v_x で通過し、電気量 q に帶電した小物体は速度と磁場の両方に垂直な y 軸の正の向きに $qv_x B$ の大きさの力を磁場から受け始めた。このような力をローレンツ力という。その後、パイプに外力を加えて一定の速さ v_x で動かし続けた。小物体は磁場から受ける力によりパイプの内壁に沿って y 座標の正の向きに動き始め、時間 t_L にパイプの出口 ($y = L$) に到達した。小物体の y 座標が $0 \leq y \leq L$ の間について考える。

問 1 小物体の速度の y 成分の大きさが v_y のときの、ローレンツ力の成分 (f_x, f_y) と大きさ f を、 q, v_x, v_y, B の中から必要なものを用いて表せ。

問 2 小物体の、時間 t における v_y と y を、 q, v_x, B, m, t を用いて表せ。

問 3 小物体がパイプの出口に到達した時間 t_L を、 q, v_x, B, m, L を用いて表せ。

問 4 小物体がパイプの出口から飛び出す直前の速度の y 成分の大きさ V_y と、時間 $t = 0$ から t_L までに小物体が得た運動エネルギー ΔK を、 q, v_x, B, m, L から必要なものを用いて表せ。

小物体が y 座標の正の向きに動き始めてからパイプの出口に到達するまでの時間 t ($0 \leq t \leq t_L$) において、パイプを等速度で動かすために加えた外力がした仕事を次のように求める。

問 5 パイプを一定の速さ v_x で動かし続けるためにパイプに加えた外力の大きさ F を、 q , v_x , B , m , t を用いて表し、外力の向きも答えよ。

問 6 時間 $t = 0$ から t_L において、パイプの位置 x と外力の大きさ F の関係をグラフに描け。

問 7 問 6 のグラフから、時間 $t = 0$ から t_L までに外力がした仕事 W を求めて、 q , v_x , B , m , L から必要なものを用いて表し、問 4 で求めた小物体の得た運動エネルギー ΔK との大小関係を答えよ。

小物体は速度の y 成分の大きさ V_y でパイプから飛び出し、平行板コンデンサーの極板間の一様電場（強さ E ）内を運動して、正に帯電した極板（以下、正極板）に速度の y 成分の大きさ V_y' で完全非弾性衝突をして正極板に対して静止した。

問 8 V_y' を、 q ， E ， d ， m ， V_y を用いて表せ。

問 9 衝突による力学的エネルギーの減少量がすべて熱に変換され正極板のみを加熱したとして、正極板の温度上昇 ΔT を、 q ， E ， d ， m ， V_y 及び正極板の熱容量 C を用いて表せ。なお、小物体の熱容量は正極板に比べ非常に小さく無視できるものとし、正極板から大気中など外部に逃げる熱量も無視できるものとする。

その後、速さ v_x で動いていたパイプと平行板コンデンサー（一体としての質量 M ）に外力がはたらかない状態にして、小物体が正極板から静かに離れ、電場で加速されパイプ内に再度入射してパイプに力を及ぼし、ある瞬間にパイプの途中でパイプに対して静止した。なお、小物体は正極板から離れる際に、電気量は変わらず力学的エネルギーの減少もないものとする。

問 10 小物体がパイプに対して静止した瞬間に、 x 軸に沿って動いていたパイプと平行板コンデンサーの速さ v_x' を、 q ， E ， d ， m ， M ， v_x を用いて表せ。

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

＜選択問題 2 ＞

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部／学科	試験時間	ページ数
医学部 医学科	13:00~14:20 (80分)	9 ページ

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 クロムの単体および化合物に関する次の文章を読み、下の問1から問7に答えなさい。

6族元素であるクロムの単体は銀白色の光沢をもつ金属で、空气中では表面にち密な酸化物の被膜ができ **ア** となりやすいため、めっきやステンレスの材料に使われる。クロムは様々な酸化数の状態をとり、酸化数の大きなクロム原子を含む化合物は酸化剤として利用される。その代表的な例は、酸化数が+6のクロム原子を含むクロム酸カリウム K_2CrO_4 および二クロム酸カリウム $K_2Cr_2O_7$ である。 K_2CrO_4 は **イ** 色の結晶であり、水に溶かすと **イ** 色のクロム酸イオン CrO_4^{2-} を生じ、^(a) その水溶液を酸性にするとクロム酸イオンは **ウ** 色の二クロム酸イオン $Cr_2O_7^{2-}$ に変化する。

^(b) 二クロム酸カリウム $K_2Cr_2O_7$ に硫酸酸性条件下でエタノールを加えて加熱すると、エタノールは酸化されてアセトアルデヒドに変化し、反応溶液は暗緑色になる。アセトアルデヒドは工業的には、塩化パラジウム(II) $PdCl_2$ と **エ** を触媒に用いたエチレンへの水の付加と酸化により製造される。

CrO_4^{2-} は銀イオン Ag^+ と反応して、赤褐色のクロム酸銀 Ag_2CrO_4 の沈殿を生じる。この着色した沈殿の生成を沈殿滴定の終点の判定に用いて、塩化物イオン Cl^- を含む試料溶液を硝酸銀標準溶液で滴定する方法がモール法である。モール法を用いて、以下のように塩化物イオンを含む溶液の沈殿滴定を行った。

[モール法による沈殿滴定の実験]

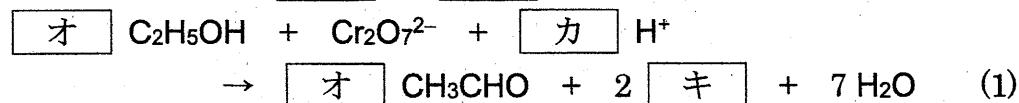
濃度未知の塩化物イオンと濃度 $1.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の K_2CrO_4 を含み、^(c) pH を 7.5 に調整した試料水溶液 A をホールピペットを用いて正確に 10.0 mL はかり取ってコニカルビーカーに入れた。この水溶液を振り混ぜながら、ビュレットに入れた $1.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の硝酸銀水溶液をこの水溶液に滴下して行った。しばらくは塩化銀 $AgCl$ の沈殿の生成が観測されたが、最終的に硝酸銀水溶液を 30.0 mL 滴下したところで、滴下時に生じる Ag_2CrO_4 の赤褐色の沈殿が消えなくなったので、ここを終点とした。

なお、 $AgCl$ の溶解度積を $1.8 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$ 、 Ag_2CrO_4 の溶解度積を $4.0 \times 10^{-12} (\text{mol/L})^3$ とする。また、溶液から沈殿が析出しても、溶液の体積に変化はないものとする。

問1 **ア** から **ウ** に入る最も適切な語句および **エ** に入る最も適切な組成式を、それぞれ解答欄 **ア** から **エ** に書きなさい。

問2 下線部(a)で起こる反応を、イオン反応式で書きなさい。

問 3 下線部(b)で起こる反応のイオン反応式は次の(1)式のように表される。この空欄 [オ] と [力] に入る適切な数字を、また空欄 [キ] に入る適切なイオン式を、それぞれ解答欄 [オ] から [キ] に書きなさい。



問 4 下線部(c)で、もしこの pH が 10 よりも高いと、塩化銀やクロム酸銀以外の別の銀化合物が生成してしまい、正確な滴定が行えなくなる。この別の銀化合物が生成する反応のイオン反応式を解答欄に書きなさい。

問 5 試料水溶液 A 中に溶けている塩化物イオンの濃度は何 mol/L か。その数値を有効数字 2 桁で解答欄(a)に書きなさい。また、計算過程を解答欄(b)に書きなさい。

問 6 試料水溶液 A に硝酸銀水溶液を一滴(約 0.05 mL)加えたところで塩化銀の析出が見られた。この段階で溶液中に溶けている銀イオンの濃度は何 mol/L か。その数値を有効数字 2 桁で解答欄(a)に記入しなさい。また、計算過程を解答欄(b)に書きなさい。なお、硝酸銀水溶液を一滴加えたことによる水溶液 A の体積の増加および溶けている塩化物イオンの濃度の減少は無視できるものとする。

問 7 この沈殿滴定の終点の段階で、赤褐色のクロム酸銀の沈殿が析出し始めたときに溶液中に溶けている銀イオンの濃度は何 mol/L か。その数値を有効数字 2 桁で解答欄(a)に記入しなさい。また、計算過程を解答欄(b)に書きなさい。

2 図1に示すように、左側の電気分解槽中の硫酸銅(II)水溶液に2本の白金電極を浸し、右側の鉛蓄電池につないで電気分解を行った。次の問1から問6に答えなさい。

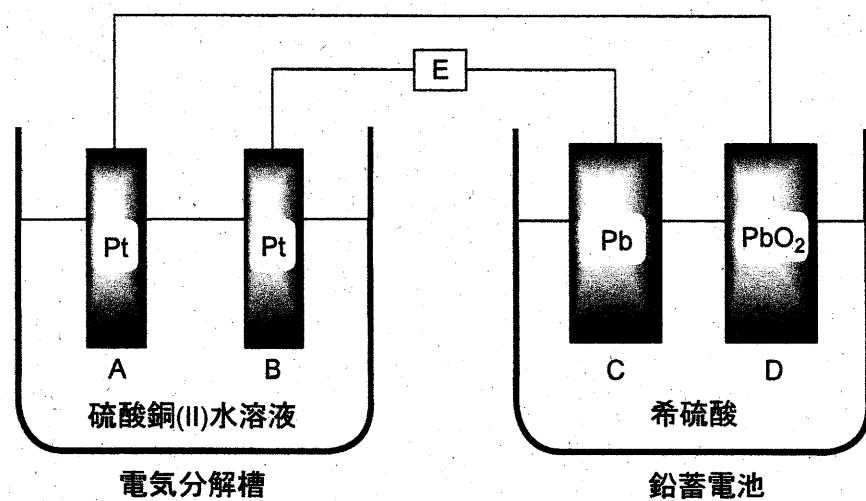


図1

問1 この実験で、電気分解槽中に浸す電極としてマグネシウムを用いることはできない。それは、マグネシウムが硫酸銅(II)水溶液と反応してしまうからである。

- (1) マグネシウムと銅イオンとの間で起こる反応のイオン反応式を書きなさい。
- (2) この反応が起こる理由を30字以内で書きなさい。

問2 図1中の電極A, B, C, Dはそれぞれ次の(ア)から(エ)のいずれかの名称で呼ばれる。電極AからDの各々について、最も適切な名称を選び、その記号をそれぞれ解答欄AからDに記入しなさい。

(ア) 正極 (イ) 陽極 (ウ) 負極 (エ) 陰極

問3 図1において、鉛蓄電池が放電して電気分解槽中で電気分解が起こったときに、電極A, B, C, Dの中で、物質が析出して質量が増加する電極の記号をすべて解答欄に書きなさい。

問4 鉛蓄電池の放電時に電極Cおよび電極D上で起こる化学反応を、それぞれ解答欄(1)および(2)に、電子 e^- を含むイオン反応式で書きなさい。

問5 鉛蓄電池の放電時に、(1) 図1のEの位置で、電子はどちらの方向へ流れるか。
また、(2) 電気分解槽の中で気体はどちらの電極付近で発生するか。下表の(ア)から(エ)の中で正しい組み合わせの記号を解答欄に書きなさい。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1) 電子の流れる方向	右から左へ	右から左へ	左から右へ	左から右へ
(2) 気体が発生する電極	A	B	A	B

問6 図1の装置を用いて、一定時間硫酸銅(II)水溶液の電気分解を行ったところ、電気分解槽の一方の電極上では銅が析出し、もう一方の電極上では二原子分子の気体が発生した。一方の電極上に析出した銅の質量は 19.1 g であった。銅の原子量を 63.6、ファラデー定数を $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ として、次の問(1)および問(2)に答えなさい。必要なら、標準状態での圧力 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ を用いなさい。

- (1) Eの位置を流れた電気量は何 C か。その数値を有効数字3桁で解答欄(a)に書きなさい。また、計算過程を解答欄(b)に書きなさい。
- (2) 電極上で発生した気体の標準状態での体積は何 L か。その数値を有効数字3桁で解答欄(a)に書きなさい。また、計算過程を解答欄(b)に書きなさい。なお、発生した気体は理想気体として取り扱えるものとする。

3 油脂やそれに関する物質に関する次の文章を読み、下の問1から問6に答えなさい。

大豆油やオリーブ油のような油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて熱すると、グリセリン(1,2,3-プロパントリオール)と脂肪酸ナトリウム(セッケン)が生じる。この塩基によるエステルの分解反応をけん化という。セッケンは、疎水性の炭化水素基Rと親水性の原子団 $\text{COO}^{-}\text{Na}^{+}$ とからできており、(a)セッケンを水に溶かすと、その一部がアして弱塩基性を示す。

脂肪酸などの酸とアルコールが縮合してエステルが生成する反応をエステル化という。一方、エステルに多量の水を加えて放置すると、エステル化の逆反応が徐々に起こる。この反応もアとよばれる。

疎水性と親水性の2つの部分をもち、水と油をなじませる働きをする物質をイという。セッケンのようなイを水に溶かすと、疎水性部分を内側に、親水性部分を外側に向けた球状の粒子をつくる。この粒子をウという。(b)水に不溶な油をイとともに水に入れて振ると、油とイは結びついて微細な小滴をつくり、水中に分散する。この現象をエという。イはこの現象によって洗浄作用を示す。(c)セッケンは、硬水中では泡立ちが悪くなり、洗浄力が低下する。

問1 空欄アからエに入る最も適切な語句を、それぞれ解答欄アからエに記入しなさい。

問2 グリセリンを過剰量の硝酸と反応させると、グリセリンの硝酸エステル(ニトログリセリン)が生じ、これは火薬や爆薬に用いられる。

- (1) ニトログリセリンの分子式を書きなさい。
- (2) ニトログリセリンが爆発すると、窒素、二酸化炭素、酸素および水のみが生成する。この反応の化学反応式を書きなさい。

問3 下線部(a)で起こる反応のイオン反応式を書きなさい。その際、脂肪酸ナトリウム(セッケン)の陰イオン部分は、炭化水素基をRとした示性式 RCOO^{-} で表しなさい(ナトリウムイオンは書かなくてよい)。

問4 下線部(b)の現象によって生じる小滴を模式図で表しなさい。イの疎水性部分をRで、親水性部分をXで表し、それらを線で結んだ記号R-Xをイの記号として用いなさい。模式図中には、必ず水と油の文字、および記号R-Xを書きなさい。

問 5 下線部(c)の現象が起こるのはなぜか。理由を 30 字程度で解答欄に書きなさい。

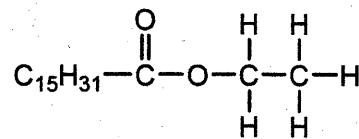
問 6 同一の炭素数をもつ 1 種類の飽和脂肪酸および 1 種類の不飽和脂肪酸を 1 : 2 の比で構成成分として含む油脂がある。この油脂は 1 個の不斉炭素原子をもち、分子式は $C_{57}H_{102}O_6$ (分子量 882) である。この油脂をヨウ素 I_2 で処理すると、油脂 1 mol 当たり最高 4 mol の I_2 を吸収した。次の問(1)および(2)に答えなさい。

(1) 水酸化カリウム KOH の式量を 56 として、この油脂のけん化価を有効数字 2 桁で求め、解答欄に書きなさい。なお、けん化価は、1 g の油脂をけん化するのに必要な KOH の質量 (mg 単位) の数値である。

(2) 右図にならって、この油脂の構造式を書きなさい。その際、油脂のカルボニル基に結合している炭化水素基の部分は C_nH_m (n, m にそれぞれ整数を入れる) のように書きなさい。不斉炭素原子には*印をつけなさい。

構造式の書き方の例

パルミチン酸エチル



令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）II期

筆記試験②

＜選択問題 3 ＞

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部／学科	試験時間	ページ数
医学部 医学科	13:00~14:20 (80分)	13 ページ

B1245

—このページは白紙—

—このページは白紙—

1 次の文章を読み、問1から問11に答えよ。

遺伝子組換えイネを作出する場合、イネの種子からカルスとよばれる培養細胞を誘導し、そのカルスにあらかじめ導入したい遺伝子をもたせた①ある種の細菌を感染させる。すると、その細菌が遺伝子をイネのカルスに導入する。その後、細菌を感染させて遺伝子を導入したカルスを培養し、植物体を再分化させることにより、遺伝子組換えイネを作出する。

この技術を用いて、イネの遺伝子 X の突然変異体 (x 突然変異体) に野生型の遺伝子 X を導入した。②遺伝子を導入していないカルスからは表皮をもたないイネが再分化したが、遺伝子 X を導入したカルスからは、正常な形態のイネが再分化した。③遺伝子 X から 1 塩基あるいは連続した 2 塩基を欠失させた遺伝子を導入した場合は、表皮をもたないイネが再分化したが、連続した 3 塩基を欠失した遺伝子を導入した場合は、野生型遺伝子を導入した場合と同様に正常な形態のイネが再分化した。野生型の遺伝子 X を導入して再分化したイネからは自家受粉により種子を得た。

問1 下線部①の細菌の名称を記せ。

問2 下線部②の結果から考えられる遺伝子 X がもつ機能を簡潔に記せ。

問3 下線部③に関して、このような結果になった理由としてどのようなことが考えられるか、記せ。

問4 導入した遺伝子 X が、変異した x 遺伝子と完全に連鎖した染色体上の位置にのみ導入された場合、再分化個体から自家受粉により得られた種子を多数播種すると、野生型と突然変異体の表現型を示す個体はどのような割合で現れるか、記せ。ただし、遺伝子 X は 1 か所のみに導入されたものとする。

問5 導入した遺伝子 X が、変異した x 遺伝子とは異なる染色体に導入され

た場合、再分化個体から自家受粉により得られた種子を多数播種すると、野生型と突然変異体の表現型を示す個体はどのような割合で現れるか、記せ。ただし、遺伝子 X は 1 か所のみに導入されたものとする。

問 6 野生型の遺伝子 X が 2 か所に導入され、1 か所が x 遺伝子と完全に連鎖した染色体上の位置で、もう 1 か所が x 遺伝子とは異なる染色体の場合、自家受粉により得られた種子を多数播種すると、野生型と突然変異体の表現型を示す個体はどのような割合で現れるか、記せ。

問 7 野生型の遺伝子 X が 2 か所に導入され、導入された 2 か所と x 遺伝子の位置のすべてが異なる染色体の場合、自家受粉により得られた種子を多数播種すると、野生型と突然変異体の表現型を示す個体はどのような割合で現れるか、記せ。

問 8 遺伝子 X の 2 本鎖 DNA の各塩基の数を数えると、アデニン (A) の数はチミン (T) の数と同じであり、シトシン (C) の数はグアニン (G) の数と同じであった。その理由を簡潔に述べよ。

問 9 遺伝子 X から転写された RNA の塩基を調べたところ、チミン (T) が見られなかった。その理由を簡潔に述べよ。

問 10 野生型のイネからゲノム DNA を抽出し、PCR 法により遺伝子 X を増幅したところ、予想される長さの DNA 断片が増幅したが、RNA を抽出し、逆転写した後、同じプライマーを用いて PCR を行ったところ、ゲノム DNA を鑄型とした場合より短い長さの DNA 断片が増幅された。その理由を簡潔に述べよ。

問 11 問 10 で逆転写され PCR により増幅された RNA は、どの種類の RNA か。以下から適切なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

ア gRNA (ガイド RNA)

イ mRNA (伝令 RNA)

ウ RNAi (RNA 干渉)

エ rRNA (リボソーム RNA)

オ tRNA (転移 RNA, 運搬 RNA)

2

次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

生物の生存や繁殖には空間、食物、交配相手などの資源が必要である。資源のほとんどは有限なので、それらをめぐる個体間の（a）作用、すなわち競争が生じる。競争に有利な個体はより多くの子を次世代に残し、結果としてそのような個体の形質が①自然選択により進化する。個体が自分の遺伝子をどれだけ次世代に残せたかは「適応度」という尺度で表される。

セイヨウミツバチの巣箱を観察したところ、1匹の女王バチと数万匹のワーカー（働きバチ）、そして約1000匹の雄バチが社会生活を営んでいた。この女王バチは32本の染色体をもち（ $2n = 32$ ）、異なる集団の10匹の雄バチと交尾して精子を貯精囊に貯め、必要に応じて受精を行う。また、女王バチは受精卵と未受精卵を生むことができ、前者は雌、後者は雄になる。女王バチとワーカーはともに雌であるが、生育環境や幼虫期に与えられるえさの量と質の違いによって各々に分化する。女王バチはある種のフェロモンを分泌することでワーカーの生殖能力を抑制しているため、女王バチがいなくなつた場合、ワーカーは交尾せず、未受精卵を生むようになる。ワーカーは複数の花を訪れて花粉を集め、スクロースを主成分とする花蜜を蜜胃に貯めて巣に運ぶ。スクロースはミツバチの体内でグルコースと（b）に分解され、これが蜂蜜の成分となる。ワーカーは、蜂蜜を略奪に来た大型哺乳類に針を用いて対抗する。針はいったん刺したら抜けないため、振り払われると腹部の損傷でワーカーは死ぬが、その際に放出される（c）フェロモンが、他のワーカーの攻撃行動を誘い、集団の利益となる。このような「自己の不利益にもかかわらず他個体へ利益をもたらす行動」を利他行動とよぶ。利他行動とよばれる行動は自分の繁殖機会を減らし、直接的には適応度を下げる。しかし血縁者は自分と共通する遺伝子をもつので、血縁者の適応度を上げる行動は自分の適応度に間接的な正の効

果をもたらす。このように、血縁関係にある他個体から生じる子も含めて考えた場合の適応度を「包括適応度」とよび、②利他行動により包括適応度が上がれば、その行動は自然選択により進化する。

③利他行動が進化した理由について、ハミルトンは、ハチなどでは自分の親の繁殖を助け、同じ遺伝子を持つ兄弟姉妹を増やすことで、次世代に自分と共に遺伝子を多く残す戦略をとっていると考えた。そのためには、兄弟姉妹の中でも自分と共に遺伝子をより多く持つ個体に投資する方が都合がよい。共通の祖先に由来する特定の遺伝子を個体間で共有する確率を「血縁度」とよぶ。

ヒトでは同じ両親から生まれた兄弟姉妹の場合、自分がもつ特定の遺伝子(対立遺伝子)が母親由来である確率は(d)であり、兄弟姉妹間で母親由来の特定の遺伝子を共有する確率は(e)となる。父親由来の遺伝子の場合も同様であるため、兄弟姉妹間の血縁度は(f)となる。一方、ミツバチの女王バチが一匹の雄バチと交尾して新しい集団を作った場合、ワーカー間の血縁度は(g)、ワーカーと母親を同じにする雄バチとの血縁度は(h)となる。

問 1 下線部①について、特に交配相手をめぐる競争ではたらく選択の名称を記せ。

問 2 セイヨウミツバチの雄バチの染色体数として適切なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

ア $n = 8$ イ $n = 16$ ウ $n = 32$

エ $2n = 16$ オ $2n = 32$

問 3 文章中の(a)～(h)にあてはまる適切な語句もしくは数値を記せ。

問 4 下線部③のワーカーが行う「利他行動の進化」は、ダーウィンの自然選択では説明できない。その理由を簡潔に説明せよ。

問 5 この巣(集団)から女王バチがいなくなつた場合、どのようなことが起こると考えられるか。可能性のあるものをすべて選び、記号で答えよ。

- ア ワーカーが生んだ卵から新しい女王バチが育つ。
- イ ワーカーの数が徐々に減少する。
- ウ 雄バチの数が一時的に増加する。
- エ 雄バチの中の一匹が女王バチになる。

問 6 社会性昆虫であるアリのコロニーから産出される繁殖成虫(ワーカーの妹にあたる次世代女王〔雌〕と弟にあたる雄)の数を比べると、雄の個体数よりも雌の個体数が多い例が知られている。この偏りは、ワーカーが雄幼虫をあまり世話をしないことや、雄になる卵を間引くなどの操作をすることによって生じている。繁殖成虫における雄と雌との比率の偏りが、ワーカーの操作によって生じる理由を血縁度にもとづき記せ。ただし、このアリのコロニーは1個体の女王に由来し、その女王は1個体の雄とのみ交尾しているものとする。

3 次の文章を読み、以下の問1～問8に答えよ。

①雄性および雌性の生殖細胞を(a)とよび、これらが合体することを(b)とよぶ。また、精子と卵が合体することを、特に受精とよぶ。精子や卵をつくるもとになる細胞は(c)とよばれる。一般に、雄から放出される精子の数は卵の数と比較して多い。しかし、ウニやカエルなどでは、実際に卵と受精する精子は1個のみである。これは、複数の精子が卵に侵入するのを防ぐしくみがあるからであり、このしくみを(d)とよぶ。

ウニは、産卵期になると海中に精子と卵を放出する。精子は、(e)で合成されるエネルギーを使って、(f)を動かして前進する。未受精卵の周囲にあるゼリー層に精子が達すると、精子の頭部にある②先体の中身が放出される。この現象を(g)とよぶ。ウニでは、精子の先端が糸状に伸びて(h)を形成し、(f)の動きが活発になり、精子はゼリー層を貫通する。さらに、精子はゼリー層の下にある卵黄膜を通過して、卵の細胞膜に接する。その結果、精子と卵の細胞膜が融合する。また、卵では、(i)の中身が細胞膜と卵黄膜の間に放出される。これを(j)とよぶ。卵黄膜は(i)から放出された物質の作用により細胞膜から離れ、固くなつて受精膜となる。精子の核は卵の中に入ると膨化し、体細胞の核に近い大きさの精核となる。精子から卵に導入された(k)は星状体を形成し、精核と(l)を近づける。2つの核が出会うとすぐに融合が開始し、1つの核になる。

カエルの卵は、卵割が進むと桑実胚を経て③胞胚になる。胞胚腔は、動物極に偏った位置に生じる。胞胚期を過ぎると、灰色三日月環の植物極側に(m)が形成され、そこから陷入がはじまり、原腸胚となる。(m)によって囲まれた植物極の部分を卵黄栓といふ。原腸胚期には胚を構成する細胞群が外胚葉、中胚葉、内胚葉の3つの胚葉に分かれる。原腸胚後、(n)、尾芽胚を経て幼生となる。発生の段階では、細胞の分化だけでなく、特定の時期にある細胞群が自発的に死んでいくことによって器官が形成されることがわかっている。発生段階において、ある段階であらかじめ死ぬ

ように決められている細胞死を(○)といい、なかでも細胞のDNAが断片化し、それが引き金となって細胞が死滅することを特にアポトーシスという。

問1 文中の(a)～(o)に入る最も適した語句を記せ。ただし、同じ記号の空欄には同じ語句があてはまる。

問2 カエルの卵の不等割が生じる理由について最も適当なものはどれか。

1つ選べ。

- ア 卵の植物極側に、卵割を妨げる卵黄が多く含まれているため。
- イ 卵の動物極側に、卵割を妨げる卵黄が多く含まれているため。
- ウ 卵の植物極側に、卵割を促進する卵黄が多く含まれているため。
- エ 卵の動物極側に、卵割を促進する卵黄が多く含まれているため。

問3 下線部①について、このようにして新しい個体をつくる生殖法を何とよぶか記せ。

問4 下線部②について、先体の中身として重要な物質の名称とそのはたらきを記せ。

問5 下線部③にあるカエルの胞胚から予定外胚葉領域(イ)と予定内胚葉領域(ロ)を切り出して培養することにより、図1に示した結果が得られた。単独の培養では、予定外胚葉領域は外胚葉性の組織だけに分化し、予定内胚葉領域は内胚葉性の組織に分化した。しかし、予定外胚葉領域と予定内胚葉領域を組み合わせて培養したとき、外胚葉性の組織と内胚葉性の組織に加えて、単独の培養では生じなかった中胚葉の組織も分化した。また、その後の実験により、この中胚葉組織は、すべて予定外胚葉領域に由来することがわかった。

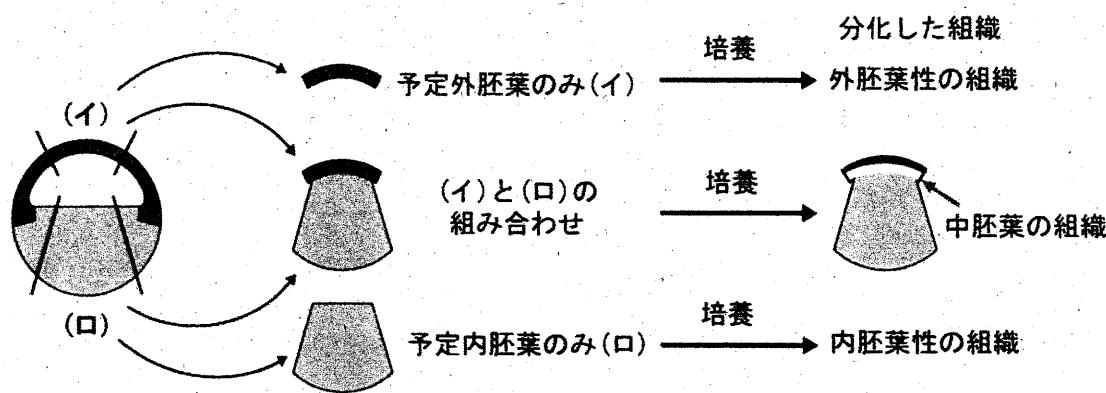


図 1 中胚葉組織の誘導を示す実験

図 1 の実験より、胞胚から切り出した組織から中胚葉が分化誘導されるしくみとして考えられることを記せ。

問 6 カエルの尾芽胚の横断面を図 2 に示す。図 2 の(a)～(e)の各構造から形成される組織・器官について最も適当な組み合わせを次のア～カから 1 つ選べ。

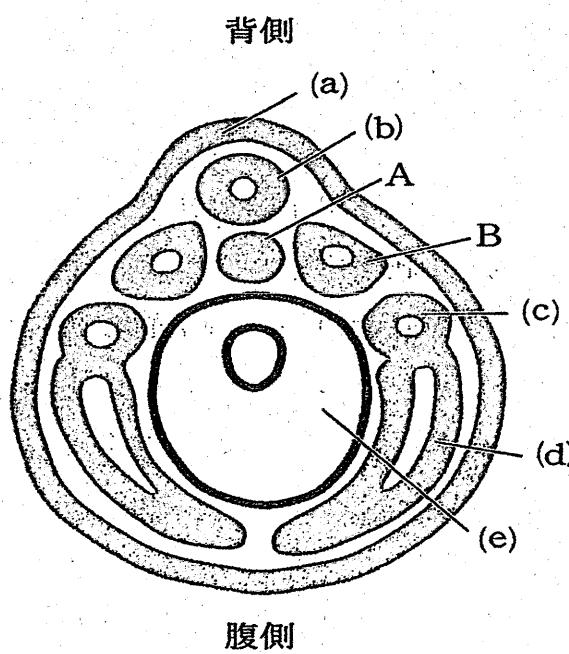


図 2 尾芽胚の断面図

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
ア	網膜	脳	肝臓	心臓	すい臓
イ	角膜	真皮	腎臓	血管	肝臓
ウ	つめ	脊髄	肝臓	血管	腎臓
エ	網膜	真皮	腎臓	心臓	すい臓
オ	つめ	脳	腎臓	血管	すい臓
カ	角膜	脊髄	肝臓	真皮	腎臓

問7 図2のAおよびBの名称を記せ。

問8 胚胎期のカエルの胚を高塩濃度の培養液中で発生させると、中胚葉予定細胞と内胚葉予定細胞が内部に陷入せず胚の外側に出た外原腸胚(外腸胚)となる。この胚では正常な神経組織がほとんど見られない。その理由を記せ。

令和5年度（2023年度）東北大学

AO入試（総合選抜型）II期

筆記試験③問題

令和4年11月5日

志望学部／学科	試験時間	ページ数
医学部 医学科	15:20~17:20 (120分)	17ページ

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
- この「問題冊子」は17ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
- 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 「解答用紙」の受験記号番号欄（1枚につき1か所）には、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 特に指示がない場合は、日本語で答えなさい。
- 解答に日本語での字数制限のある問題については、句読点も含むものとします。
- アルファベット、数字、記号等は、1マスに1文字を書き入れなさい。
- 試験終了後は、「解答用紙」は全て回収しますので持ち帰ってはいけません。
「問題冊子」、「メモ用紙」は持ち帰ってください。

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 以下の英文は 2011 年に出版された Peter Kareiva らの著書「Natural Capital: Theory and Practice of Mapping Ecosystem Services」についての書評である。この英文を読んで質問に答えなさい。

The taste of fresh strawberries. The sounds of the surf and kids playing on a packed shoreline. Warm sun on your back as you kayak across the bay. These visceral summer experiences, just ahead for many of us, are what *Natural Capital* is all about: How does natural capital—or ecosystems and the many species and processes that are part of them—generate benefits for people? And vitally, how will management, climate change, and other perturbations influence the provision of these benefits in the future? Through careful analysis and illustrative case studies, *Natural Capital* demonstrates how explicit consideration of these benefits, along with how and where they are produced, will enable us to more proactively and effectively sustain the world's ecosystems and the human communities that rely on them.

The science and application of ecosystem services (that is, the benefits provided by functioning ecosystems) have advanced tremendously since Gretchen Daily and colleagues presented a preliminary assessment of their value. ① Natural Capital captures the substantial progress of the past 15 years from theory to user-driven scholarship in an easily digestible yet impressive array of chapters that will be of interest to the seasoned ecologist or economist, the dedicated congressional staffer, and the conservation practitioner alike.

The book begins with a primer on the science of ecosystem services, which highlights why and how ecosystem services are being applied in diverse contexts, including China, Colombia, and the United States. The initial chapters also provide readers with a sense of three fundamental elements of ecosystem service assessment: quantifying the supply of services generated by ecosystems, estimating their value, and finally, assessing how they may change in response to management and other landscape-level changes.

Ecosystem service science, which is largely drawn from ecology and economics, enables us to link ecosystem state and processes (such as rates of primary productivity and decomposition) with the generation of services that people value (such as the protection from coastal storms provided by salt marshes and other coastal habitats). This distinction between processes and services highlights the importance of “mapping” services explicitly: If no one is living along a particular stretch of coast, then the marsh there does not provide a coastal protection value (although it may well offer other benefits, such as carbon sequestration, recreation areas, and fisheries nursery habitats). The largest section of the book (occupying more than half its length) presents a complementary set of “multi-tiered models for ecosystem services” including, for example, freshwater provision, forest products, and nature tourism. Although the editors state up front that these chapters are meant to stand alone, given the 106 contributors, the

visceral : 直感的な

process : 作用

perturbations : 混乱

proactively : 積極的に

seasoned : experienced の
意

staffer : 新聞記者

decomposition : 廃棄

marsh : 沼地

explicitly : 明白に

carbon sequestration : 二
酸化炭素排出抑制

volume is remarkably coherent, both in terms of the overall development of themes as well as terminology.

Importantly, ②the volume is not intended only for conservation scientists and practitioners. As several contributors note, even though only one of the United Nations Millennium Development Goals explicitly mentions the environment, fulfilling all eight of these international goals aimed at cutting global poverty will require healthy ecosystems.

The book's final chapters focus on how ecosystem services have been or could be incorporated into policy and management decisions. One chapter discusses evaluations of alternative future scenarios for land use in Oregon's Willamette Basin and in a watershed on the Hawaiian island of Oahu. Other case studies in this section include links between poverty and the environment in Kenya and the Amazon basin, the valuation of mangrove ecosystems in Thailand, and benefits provided by nearshore marine ecosystems in the Caribbean and Puget Sound, Washington. These chapters are perhaps the most interesting, as they illustrate the many challenges we will need to address if the ecosystem services approach is to be widely adopted.

③For example, incorporating adaptive behavior by resource users, governments, and other actors into ecosystem service assessments requires information and technical capacity that is at present often impossible to achieve. Yet capturing these dynamics, along with other feedbacks between social and ecological systems, is vital. Other challenges include determining appropriate policy mechanisms (e.g., cap and trade, payment schemes, or taxes), tailoring them to local institutional contexts, and simply getting this idea that humans depend on ecosystems in fundamental, diverse ways on the agendas of more government and civil society institutions.

Although *Natural Capital* does an excellent job of documenting technical advances in the field, action-oriented readers may wish that the interspersed short essays, often focused on model applications and other real-world perspectives, received more space. Hopefully a future book will pick up where this one leaves off. For the time being, those interested in incorporating ecosystem service approaches in their decision-making can find some helpful tools online.

To date, ecosystem service projects have occurred primarily in terrestrial environments, and most have been led by governments or large environmental organizations. We likely will see a greater diversity of ecosystems and institutions involved in ④the next wave of ecosystem service assessment and management. For example, ecosystem services are a centerpiece of the new U.S. National Ocean Policy, and some companies are embracing ecosystem services as a means to assess potential business strategies. By providing a roadmap for how to move from well-grounded theory to real-world practice, *Natural Capital* offers an excellent resource for these and many other emerging ecosystem service projects. Yet in order for these efforts—and this

volume : 書籍

coherent : 首尾一貫した

the United Nations

Millennium Development

Goals : 国連ミレニアム開
発目標 (8つの開発目標か
らなる)

Willamette Basin : ウィラ
メット川流域 (オレゴン州
最大の河川流域で人口の
70%が居住し、農業・漁業
生産性の高い地域)

Puget Sound : ピュージエ
ット湾 (ワシントン州にあ
る湾で産業・物流の中心地)

cap and trade : 温室効果ガ
ス排出取引の一種

interspersed : 散りばめら
れた

terrestrial : 陸上の

U.S. National Ocean
Policy: National Ocean
Policy provided a
comprehensive plan to
protect and improve the
ecological health and

volume—to fulfill ⑤their promise, scholars and practitioners will need to continue to work together to assess how ecosystem services are likely to change in an uncertain future, particularly in the face of humanity's adaptation to our changing environment.

(Used with permission of American Association for the Advancement of Science, from "A Roadmap to Nature's Benefits" by HEATHER M. LESLIE, Vol 332, Issue 6035 pp. 1264-1265 DOI: 10.1126/science.1207662, Copyright © 2011; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.
一部改変)

economic value of the ocean, coastal areas, and the Great Lakes

問 1. 下線部①を日本語に訳しなさい。

問 2. 下線部②の理由を本文の内容に即して英語で述べなさい。

問 3. 下線部③で始まるパラグラフでは何に対する例があげられているのか、説明しなさい。

問 4. 下線部④はこれまでの生態系サービスという考え方を取り入れた事業とどこが異なるのか。本文に即して 2 点述べなさい。

問 5. 下線部⑤はどのようなものと考えられるか本文に即して述べなさい。

2 以下の英文を読んで質問に答えなさい。

"I have to ask you a question before we get started," a long-time patient asked when I reached her via telephone at home: "①Are you wearing your white coat?"

We both burst out laughing at the absurdity of the image: a physician sitting at his desk, talking to a patient who cannot see him, and yet still wearing a white coat. "No, I am not," I replied, suddenly self-conscious and glad I had taken it off just minutes earlier. "But I can put it back on," I offered. "No need," she said. "But that's how I imagine you to be."

During more than 20 years of practicing medicine, I have worked on 2 different continents and in a variety of medical systems and settings. But one thing has always remained constant: the practice of medicine as an in-person endeavor.

②The potential benefits of telemedicine are many and easy to appreciate during normal times; in the times of the pandemic they are priceless. Telemedicine allows for quick contact and maintains continuity of care, especially for patients who have an established relationship with the clinician or practice. This option can be particularly helpful for patients who live in remote areas or cannot easily travel, including frail older adults. Patients can be quickly assessed and supported without the risk of being exposed to the virus. The video encounters also offer a direct glimpse into the lives of patients, an updated version of the traditional home visit, when patients can be now seen in their home environment—their bedrooms, living rooms, and kitchens. Alone, with their pets, or surrounded by children, other family members, and caregivers. Sometimes, all of them at once.

But as our experience grew in the first weeks of the pandemic, it became clear that telemedicine is not for everyone.

"Even if I have to wrap myself in a garbage bag and talk to you through a glass window, I don't care, I am coming in," one patient said. "I hate the video visits," he further announced in a gravelly voice. Another older gentleman whom I have known for years told me as we were planning the next visit: "Well, you know, I like my vitals to be taken." He had never asked about his blood pressure, heart rate, or temperature before.

But I knew what he was talking about. I missed ③the ritual too. An imposed order commands the in-person visit, and ④it travels beyond the verbal: body language, rush of emotions, physical proximity, and touch. If it goes well, there can be a sense of peace for the patient that they are cared for, and satisfaction as meaning emerges for the clinician.

Compared with the face-to-face interactions, the virtual interactions seem barren, devoid of the richness the personal contact brings. In a specialty like mine, where a lot depends on emotional connection with the patient and their caregivers, the virtual visits demanded more of me and yet felt a lot less fulfilling. And they all seemed to be plagued by annoying technical issues: a weak Wi-Fi signal, dropped connections, wrong

absurdity : 滑稽なこと

self-conscious : 自分を意識する

frail : 弱々しい

gravelly : がらがらの

phone numbers in the chart, malfunctioning headphones, or a broken phone camera. And what to do about the omnipresent background noise of a lawn mower? As I spent more time doing telemedicine visits, I noticed their cumulative effect wore on me.

Some of my colleagues felt frustrated too. Oncology visits are busy, information-rich encounters. A lot needs to be discussed, explained, comprehended, and planned, none of which is a straightforward task under the best of the circumstances. Accustomed to the sterile environment of a clinic room that offers few distractions, patients on video calls sometimes struggled with finding focus. "My patient was on his walk outside during the visit"—a colleague of mine complained. "I get it," he added, "it's spring and we are on lockdown, but we couldn't get anything done."

In the middle of the first week of doing telemedicine, I was in my office at the hospital and received a phone call from the clinic's receptionist. "Mr M is here and ready to be seen," she cheerfully announced. Mr M, as all new patients referred to our outpatient palliative care clinic, was scheduled to be seen in person. I felt excited, like a medical student who was promised his first actual patient to interview. I ran downstairs to see him.

Mr M, a 62-year-old man, looked youthful, thin, but energetic. He was recently diagnosed with an advanced lung cancer involving a substantial portion of the left lung and growing into the surrounding pleural space. I asked him how he was coping. He said he lived alone. His wife died a few years ago. "Two weeks after our son was killed," he added. "She died of pneumonia," he told me. "I guess she was exposed to many people at the funeral."

I paused for a long moment, silent, needing time and space to process things, and to hold the enormity of what he said somewhere between us. After losing 2 dearest family members in the space of weeks, he was now facing life-threatening cancer amidst a pandemic. "Sometimes things get heavy," he said, as if hearing my thoughts.

After I examined him, I sat down close to him. Both of us wearing face masks, our eyes met. I reviewed the plan and proposed that we see each other in 2 weeks, and he gladly agreed. I got up to leave, and in an old habit I extended my hand to shake his. He saw my mistake and bent his elbow, stretching it toward me. We bumped in an awkward angular move and laughed under our masks. On my way back to my office, I took the long way around the clinic building, climbing stairs in the usually empty part of our hospital.

Times are chaotic now. For all of us. Our health care systems struggle to provide the best care possible. Telemedicine has proven to be incredibly useful, and it is here to stay. Over time, supporting technology and systems will make virtual visits more efficient, better coordinated, and hopefully, more patient-friendly.

But there is no doubt that the virtual visit is a fundamental alteration to the patient-physician encounter. Recent weeks have brought a massive and hurried adaptation that risks changing the ancient and sacrosanct practice of medicine. And as news,

omnipresent : 偏在する

mower : 草刈り機

cumulative : 累積する

oncology visits : がん外来

distractions : 気が散ること

outpatient : 外来患者

palliative care : 緩和医療

pleural space: 胸腔

pneumonia : 肺炎

enormity : 重大性

amidst : ~の中

sacrosanct : 極めて神聖な

discoveries, ideas, and policies spin around in a flurry, now more than ever we must anchor ourselves in and cherish the wisdom of personal interactions. The place where it all starts.

flurry : 突風

(Marcin Chwistek, JA MA. 2020 Jul 14;324(2):149-150 Copyright © 2020 American Medical Association. All rights reserved. 一部改変)

問 1. 下線①の発言の理由として患者が述べたことを日本語に訳して述べなさい。

問 2. 下線②について、筆者は telemedicine にはどのような利点があると考えているか述べなさい。

問 3. Telemedicine と対局をなす診察について筆者は複数の表現を使用している。その中から 1 つ英語で抜き出しなさい。

問 4. 下線③が指す内容を説明しなさい。

問 5. Mr M (8 ページ目の第 3 パラグラフに登場する) の診察において、下線④にあたるのはどのようなことか述べなさい。

3 以下の英文を読んで質問に答えなさい。

During the pandemic, technology companies have been pitching their emotion-recognition software for monitoring workers and even children remotely. Take, for example, a system named 4 Little Trees. Developed in Hong Kong, the program claims to assess children's emotions while they do classwork. It maps facial features to assign each pupil's emotional state into a category such as happiness, sadness, anger, disgust, surprise and fear. It also gauges 'motivation' and forecasts grades. Similar tools have been marketed to provide surveillance for remote workers. By one estimate, the emotion-recognition industry will grow to US\$37 billion by 2026.

There is deep scientific disagreement about whether AI can detect emotions. A 2019 review found no reliable evidence for it. "Tech companies may well be asking a question that is fundamentally wrong," the study concluded.

And there is growing scientific concern about the use and misuse of these technologies. Last year, Rosalind Picard, who co-founded an AI start-up called Affectiva in Boston and heads the Affective Computing Research Group at the Massachusetts Institute of Technology in Cambridge, said she supports regulation. ①Scholars have called for mandatory, rigorous auditing of all AI technologies used in hiring, along with public disclosure of the findings. In March, a citizen's panel convened by the Ada Lovelace Institute in London said that an independent, legal body should oversee development and implementation of biometric technologies. Such oversight is essential to defend against systems driven by ②what I call the phrenological impulse: drawing faulty assumptions about internal states and capabilities from external appearances, with the aim of extracting more about a person than they choose to reveal.

Countries around the world have regulations to enforce scientific rigour in developing medicines that treat the body. Tools that make claims about our minds should be afforded at least the same protection. For years, scholars have called for federal entities to regulate robotics and facial recognition; that should extend to emotion recognition, too. It is time for national regulatory agencies to guard against unproven applications, especially those targeting children and other vulnerable populations.

Lessons from clinical trials show why regulation is important. Federal requirements and subsequent advocacy have made many more clinical-trial data available to the public and subject to rigorous verification. This becomes the bedrock for better policymaking and public trust. Regulatory oversight of affective technologies would bring similar benefits and accountability. It could also help in establishing norms to counter overreach by corporations and governments.

The polygraph is a useful parallel. This 'lie detector' test was invented in the 1920s and used by the FBI and US military for decades, with inconsistent results that harmed thousands of people until its use was largely prohibited by federal law. It wasn't until 1998 that the US Supreme Court concluded that "there was simply no consensus that

AI: artificial intelligence

auditing : 監査

convene : 召集する

oversee : 監督する

implementation : 実施

phrenological : 骨相学的

rigour : 厳格性

advocacy : 圧力

bedrock : 根底

accountability : 責任

polygraph evidence is reliable”.

A formative figure behind the claim that there are universal facial expressions of emotion is the psychologist Paul Ekman. In the 1960s, he travelled the highlands of Papua New Guinea to test his controversial hypothesis that all humans exhibit a small number of ‘universal’ emotions that are innate, cross-cultural and consistent. Early on, anthropologist Margaret Mead disputed this idea, saying that it discounted context, culture and social factors.

innate : 生来の

But the six emotions Ekman described fit perfectly into the model of the emerging field of computer vision. As I write in my 2021 book *Atlas of AI*, his theory was adopted because it fit what the tools could do. Six consistent emotions could be standardized and automated at scale — as long as the more complex issues were ignored. Ekman sold his system to the US Transportation Security Administration after the 11 September 2001 terrorist attacks, to assess which airline passengers were showing fear or stress, and so might be terrorists. It was strongly criticized for lacking credibility and for being racially biased. However, many of today’s tools, such as 4 Little Trees, are based on Ekman’s six-emotion categorization. (Ekman maintains that faces do convey universal emotions, but says he’s seen no evidence that automated technologies work.)

credibility : 信憑性

Yet companies continue to sell software that will affect people’s opportunities without clearly documented, independently audited evidence of effectiveness. Job applicants are being judged unfairly because their facial expressions or vocal tones don’t match those of employees; students are being flagged at school because their faces seem angry. Researchers have also shown that facial-recognition software interprets Black faces as having more negative emotions than white faces do.

We can no longer allow emotion-recognition technologies to go unregulated. It is time for legislative protection from unproven uses of these tools in all domains — education, health care, employment and criminal justice. These safeguards will recentre rigorous science and reject the mythology that internal states are just another data set that can be scraped from our faces.

mythology : 神話

出典 : Kate Crawford. Nature, 2021 (一部改変)

(Used with permission of Nature, from "Time to regulate AI that interprets human emotions" by Kate Crawford, Nature 592, 167 (2021), © 2021 Springer Nature ; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc. 一部改変)

問 1. 下線部①を日本語に訳しなさい。

問 2. 下線部②の内容を日本語 60 字以内で説明しなさい。

問 3. 本文中で述べられている心理学者 Paul Ekman の仮説を日本語 40 字以内で述べなさい。

問 4. emotion recognition software に関して筆者が指摘している問題点を 3 つあげなさい。

問 5. この文章のタイトルに最も当てはまるものを下記の選択肢から選びなさい。

- (ア) Time to facilitate AI that interprets human emotions
- (イ) Time to push unproven AI tools into workplaces and schools
- (ウ) Time to pitch emotion-recognition software with AI
- (エ) Time to regulate AI that interprets human emotions
- (オ) Time to examine whether AI can detect emotions

4 以下のマイクロバイオーム (microbiome) に関する英文を読んで質問に答えなさい。なお、マイクロバイオームに関しては以下の説明を参考にすること。

マイクロバイオーム：生物界における微生物の集合体を意味し、試料中の微生物の遺伝情報の中の微生物種に特異的な DNA 配列を網羅的に調べることでその試料中に存在する微生物の総体を明らかにできる。

A wealth of new biosynthetic pathways from the global ocean microbiome

The mission

The ocean covers 71% of Earth's surface and contains 97% of its water. Each drop of seawater contains thousands of microbial cells — mostly bacteria and archaea — living in communities that contribute to the global ocean microbiome. However, genetic sequencing of ocean samples has shown that more than two-thirds of marine microbial-community DNA (metagenomes) cannot be associated with known species because most microorganisms cannot currently be grown in the laboratory. ①This means that there is vast, uncharted biodiversity in the global ocean microbiome — particularly in the deep ocean and polar regions— and probably also many undiscovered biosynthetic pathways that produce biochemical compounds with diverse ecological and cellular functions. We set out to establish a genomic resource that better represents microbes in oceans around the world and to explore the potential of this chemical treasure trove for the development of useful biocatalysts and therapeutic leads.

The discovery

Thanks to decades of ocean sampling, such as that done by the *Tara Oceans* expedition, we were able to analyse metagenomes from more than 1,000 water samples collected at 215 ocean sites around the world and at several depths. We used state-of-the-art computational methods to reconstruct 26,293 microbial genomes and uncovered more than 2,700 undescribed species. We integrated these with publicly available genomes to build the Ocean Microbiomics Database (Fig. 1), which captured 40–60% of open-ocean metagenomic data. Mining this resource revealed around 40,000 biosynthetic gene clusters (BGCs) — groups of genes predicted to encode pathways for the synthesis of around 7,000 biochemical compounds, more than half of which are likely to be new. In addition to their important ecological roles, many of these compounds or specialized metabolites could have drug-like properties.

Our analyses uncovered a lineage of bacteria with an unusually high number and diversity of BGCs and showed that it is part of the under-explored phylum '*Candidatus Eremiobacterota*'. We named this new family '*Candidatus Eudoremicrobiaceae*', after Eudore, the Nereid (sea nymph) of fine gifts in Greek mythology. By expressing two of these BGCs in bacterial hosts, we characterized new biosynthetic enzymes and natural products. The phospeptin pathway produces a

biosynthetic : 生合成

(生きている細胞内で物質が合成されること) の

microbial : 微生物の

archaea : 古細菌

metagenome : 微生物群の遺伝情報

uncharted : 未知の

treasure trove : 宝庫

therapeutic : 治療上の

state-of-the-art : 最先端の

synthesis : 合成

lineage : 系統

phylum : 門 *

family : 科 * (*生物は界 → 門 → 級 → 目 → 科 → 属 → 種の順に階層分類される)

phospeptin : リン酸化鎖状ペプチド

peptide that inhibits protease enzymes, providing a chemical template for the development of therapeutics. Furthermore, the pythonamide pathway encodes a massive peptide in a new enzyme family that catalyses the addition of methyl groups to the backbone of peptides — a reaction that could be used in biotechnological processes. These pythonamides are among the most complex natural products revealed so far from uncultivated microbes through synthetic biology.

The implications

Our work provides an unprecedented picture of the biosynthetic activities of microbes in the world's oceans. It generates an atlas to guide future research in fields including marine ecology, evolution, biotechnology and natural-product drug discovery.

We also demonstrated that combined computational and molecular methods can help to identify functions for genetic sequences even for little-known microbial phyla, for which members have not been cultivated in the lab.

We observed some discrepancies between our computational predictions for and biochemical characterization of the phospeptin and pythonamide biosynthetic pathways, showing that there are limits to the accuracy with which we can infer enzyme reactions and natural-product structures by comparing gene sequences with previously known ones. Experimental validation therefore remains an essential step for the discovery of biological functions and compounds.

We chemically characterized only two of thousands of predicted pathways in our data set, meaning that a wealth of biosynthetic enzymes and chemical compounds have yet to be investigated. The Ocean Microbiomics Database is freely available at <https://microbiomics.io/ocean/> as a resource for the research community. We invite scientists worldwide to join us in exploring marine microbial diversity to uncover new enzymes, pathways and specialized metabolites, and to elucidate their ecological functions and potential uses.

出典：Lucas Paoli. Nature, 2022 (一部改変)

protease : プロテアーゼ
(タンパク質分解酵素)
pythonamide : アミド化
長鎖ペプチド

phyla : phylum の複数形

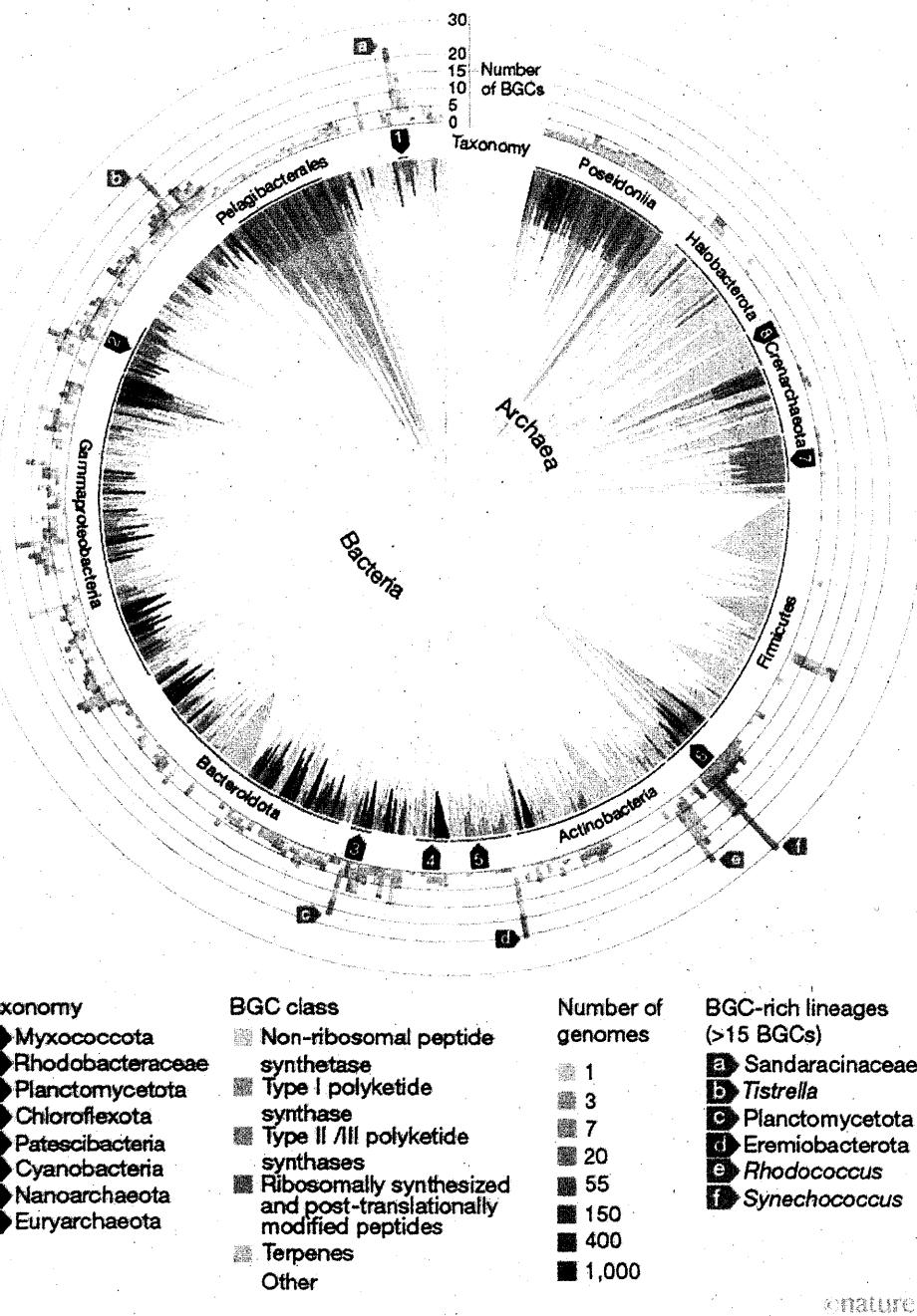


Figure 1 | Overview of biosynthetic gene clusters in the Ocean Microbiomes Database.

Biosynthetic gene cluster (BGC) diversity overlaid on the phylogenetic tree of a classification system known as the Genome Taxonomy Database. Branches are coloured on the basis of the number of genomes in the Ocean Microbiomes Database for that lineage. Taxonomy is indicated on the tree or using black arrows. Outer bars correspond to the highest number of BGCs for a given genome in that part of the tree, and are coloured according to the BGC class. Grey arrows indicate BGC-rich lineages. The red arrow indicates the uncultivated phylum '*Ca. Eremiobacterota*', which contains the family of bacteria described in this study. Credit: Paoli, L. *et al.* / *Nature* (CC BY 4.0)

taxonomy: 分類

問1. 下線部①は何を指すか、説明しなさい。

問2. Biosynthetic gene cluster (BGC)とはどのようなものか説明しなさい。

問3. 著者らは新しい細菌科 (family) を発見したと述べているが、どのような特徴を持つのか説明しなさい。

問4. 15ページの Figure 1 を参照して、最も多くの BGC を含む微生物の系統 (lineage) は何か英語で答えなさい。

問5. The implication のパラグラフの要旨をまとめた以下の文章の空欄を埋めなさい。

筆者たちの研究は (ア) を提供するので、今後様々な分野の研究に活用できる。また (イ) と (ウ) を合わせて使うことではほとんど知られていなかった遺伝子配列の機能を特定することを手助けできるが、(エ) には限界があるので (オ) が必要である。まだ多くの生合成酵素と化学化合物が調査されていないので世界中の科学者たちに参加してほしい。

——このページは白紙——

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO 入試（総合選抜型）III 期

筆記試験問題

令和 5 年 2 月 11 日

志望学部／学科	試験時間	ページ数
医学部 医学科	9:30～11:30 (120 分)	21 ページ

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
- この「問題冊子」は 21 ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
- 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 「解答用紙」の受験記号番号欄（1枚につき 1 か所）には、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 特に指示がない場合は、日本語で答えてください。
- 日本語での字数の指定がある場合は句読点、数字、アルファベット、記号も 1 字として数えてください。
- 試験終了後は「解答用紙」を回収しますので、持ち帰ってはいけません。「問題冊子」、「メモ用紙」は持ち帰ってください。

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 以下の英文を読んで質問に答えなさい。

We define “fake news” to be fabricated information that mimics news media content in form but not in organizational process or intent. Fake-news outlets, in turn, lack the news media's editorial norms and processes for ensuring the accuracy and credibility of information. Fake news overlaps with other information disorders, such as misinformation (false or misleading information) and disinformation (false information that is purposely spread to deceive people).

Fake news has primarily drawn recent attention in a political context, but it also has been documented in information promulgated about topics such as vaccination, nutrition, and stock values. It is ① particularly pernicious in that it is parasitic on standard news outlets, simultaneously benefiting from and undermining their credibility.

Some—notably First Draft and Facebook—favor the term “false news” because of the use of fake news as a political weapon. We have retained it because of its value as a scientific construct, and because its political salience draws attention to an important subject.

② Journalistic norms of objectivity and balance arose as a backlash among journalists against the widespread use of propaganda in World War I (particularly their own role in propagating it) and the rise of corporate public relations in the 1920s. Local and national oligopolies created by the dominant 20th century technologies of information distribution (print and broadcast) sustained these norms. The internet has lowered the cost of entry to new competitors—many of which have rejected those norms—and undermined the business models of traditional news sources that had enjoyed high levels of public trust and credibility. General trust in the mass media collapsed to historic lows in 2016, especially on the political right, with 51% of Democrats and 14% of Republicans expressing “a fair amount” or “a great deal” of trust in mass media as a news source.

The United States has undergone a parallel geo- and sociopolitical evolution. Geographic polarization of partisan preferences has dramatically increased over the past 40 years, reducing opportunities for cross-cutting political interaction. Homogeneous social networks, in turn, reduce tolerance for alternative views, amplify attitudinal polarization, boost the likelihood of accepting ideologically compatible news, and increase closure to new information. Dislike of the “other side” (affective polarization) has also risen. These trends have created a context in which ③ fake news can attract a mass audience.

How common is fake news, and what is its impact on individuals? There are surprisingly few scientific answers to these basic questions.

In evaluating the prevalence of fake news, we advocate focusing on the original sources—the publishers—rather than individual stories, because we view the defining element of fake news to be the intent and processes of the publisher. A focus on publishers

fabricated : 捏造された
mimic : 真似る

promulgated : 広める
pernicious : 有害な

First Draft : オンラインで誤情報や偽情報と戦うプロジェクトの一つ
Facebook : オンラインソーシャルメディアの一つ
salience : 論点
backlash : 反動
oligopoly : 売り手寡占

undermine : 侵害する

partisan : 党派心が強い人

also allows us to avoid the morass of trying to evaluate the accuracy of every single news story.

morass : 泥沼

One study evaluating the dissemination of prominent fake news stories estimated that the average American encountered between one and three stories from known publishers of fake news during the month before the 2016 election. This likely is a conservative estimate because the study tracked only 156 fake news stories. ④ Another study reported that false information on Twitter is typically retweeted by (A) people, and more (B), than true information, especially when the topic is (C). Facebook has estimated that manipulations by malicious actors accounted for less than one-tenth of 1% of civic content shared on the platform, although it has not presented details of its analysis.

dissemination : 流布

Twitter : ソーシャルネットワーキングサービスの一つ

malicious : 悪意のある

We do know that, as with legitimate news, fake news stories have gone viral on social media. However, knowing how many individuals encountered or shared a piece of fake news is not the same as knowing how many people read or were affected by it. Evaluations of the medium-to-long-run impact on political behavior of exposure to fake news (for example, whether and how to vote) are essentially nonexistent in the literature. The impact might be small—evidence suggests that efforts by political campaigns to persuade individuals may have limited effects. However, mediation of much fake news via social media might accentuate its effect because of the implicit endorsement that comes with sharing. Beyond electoral impacts, what we know about the effects of media more generally suggests many potential pathways of influence, from increasing cynicism and apathy to encouraging extremism. There exists little evaluation of the impacts of fake news in these regards.

mediation : 仲裁

accentuate : 強調する

implicit endorsement : お墨付き

cynicism : 冷笑

apathy : 無関心

extremism : 極論主義

(Reprinted with permission from AAAS, from The science of fake news, by David M. J. Lazer, Matthew A. Baum, Yochai Benkler, Adam J. Berinsky, et al. © 2018 American Association for the Advancement of Science; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc. 一部改変)

問1. Fake news が下線部① particularly pernicious である理由を本文に即して述べなさい。

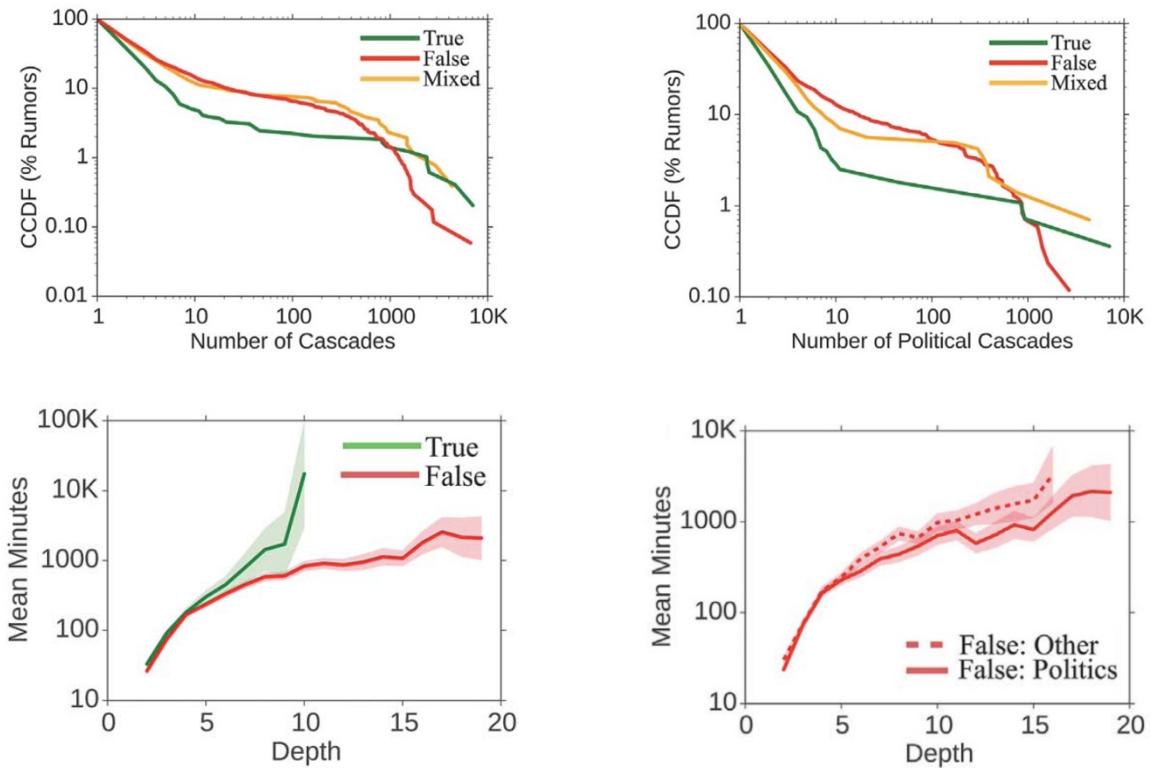
問2. 下線部② Journalistic norms of objectivity and balance はどのように生まれ、20世紀まで維持されてきたのか本文に即して述べなさい。

問3. 下線部③ fake news can attract a mass audience の理由を本文に即して述べなさい。

——次ページに続く

問4. 下線部④の“Another study”に該当する論文に記載されているグラフを以下に示す。グラフから推察して、空欄 (A) , (B) , (C) に入る語を下記のア～カから選び答えなさい。

ア. business イ. lesser ウ. more エ. politics オ. rapidly カ. slowly



グラフの説明：上段のグラフは全ツイートのうち X 回以上のカスケード（連続的伝達）があったツイートの割合(%)をツイートの種類別に示している。下段のグラフはカスケード（連続的伝達）の量（Depth）とそれに要した平均時間(Mean Minutes)の関係をツイートの種類別に示している。

問5. "fake news" に関する研究の課題について、最終パラグラフの内容を参考にして日本語 150 字～180 字程度で述べなさい。

——このページは白紙——

2 以下の英文を読んで質問に答えなさい。

Overcoming an evolutionary barrier

The scientists working to find and develop plastic-[①] organisms must contend with a basic reality: evolution. Microbes have had millions of years to learn how to biodegrade organic matter such as fruits and tree bark. They have had barely any time at all to learn to decompose plastics, which did not exist on Earth at any scale before roughly 1950.

“Seaweed has been around for hundreds of millions of years, so there is a variety of microbes and organisms that can break it down,” said Pierre-Yves Paslier, the co-founder of a British company, Notpla, that is using seaweed and other plants to make films and coatings that could replace some types of plastic packaging. By contrast plastic is very new, he said.

Still, recent discoveries of plastic-[①] microorganisms show that evolution is already getting to work. A year after the 2016 discovery of *Ideonella sakaiensis* in Osaka, scientists reported a fungus able to degrade plastic at a waste disposal site in Islamabad, Pakistan. In 2017 a biology student at Reed College in Oregon analyzed samples from an oil site near her home in Houston, Texas, and found they contained plastic-[①] bacteria. In March 2020, German scientists discovered strains of bacteria capable of degrading polyurethane plastic after collecting soil from a brittle plastic waste site in Leipzig.

② In order to make any of these naturally-occurring bacteria useful, they must be bioengineered to degrade plastic hundreds or thousands of times faster. Scientists have enjoyed some breakthroughs here, too. In 2018 scientists in the U.K. and U.S. modified bacteria so that they could begin breaking down plastic in a matter of days. In October 2020 the process was improved further by combining the two different plastic-[①] enzymes that the bacteria produced into one “super enzyme.”

The first large-scale commercial applications are still years away, but within sight. Carbios, a French firm, could break ground in coming months on a demonstration plant that will be able to enzymatically biodegrade PET plastic.

This could help companies such as PepsiCo and Nestle, with whom Carbios is partnering, achieve longstanding goals of incorporating large amounts of recycled material back into their products. They’ve so far failed to succeed because there has never been a way to sufficiently break down plastic back into more fundamental materials. (Because of this, most plastic that is recycled is only ever used to make lower-quality items, such as carpets, and likely won’t ever be recycled again.)

“Without ③ new technologies, it’s impossible for them to meet their goals. It’s just impossible,” said Martin Stephan, deputy CEO of Carbios.

Besides plastic-[①] bacteria, some scientists have speculated that it may be possible to use nanomaterials to decompose plastic into water and carbon dioxide. One 2019 study in the journal Matter demonstrated the use of “magnetic spring-like carbon

microbe:微生物

biodegrade : 生物分解される

decompose:分解する

microorganism:微生物

fungus : 真菌（カビ）類

brittle: もろい

naturally-occurring : 自然発生の

bioengineer : 生物工学によってつくる

enzyme : 酵素

nanomaterial : ナノマテリアル

nanotubes" to biodegrade microplastics into carbon dioxide and water.

The challenges ahead

④ Even if these new technologies are one day deployed at scale, they would still face major limitations and could even be dangerous, experts caution.

Of the seven major commercial types of plastic, the plastic-[①] enzyme at the heart of several of the recent breakthroughs has only been shown to digest one, PET. Other plastics, such as HDPE, used to make harder materials such as shampoo bottles or pipes, could prove more difficult to biodegrade using bacteria.

Nor are the bacteria able to degrade the plastic all the way back into their core elemental building blocks, including carbon and hydrogen. Instead, they typically break up the polymers out of which plastics are composed back into monomers, which are often useful only to create more plastics. The Carbios facility, for example, is intended only to convert PET plastic back into a feedstock for the creation of more plastics.

Even if one day it becomes possible to mass produce bacteria that can be sprayed onto piles of plastic waste, such an approach could be dangerous. Biodegrading the polymers that comprise plastic risks releasing chemical additives that are normally stored up safely inside the un-degraded plastic.

Others point out that there are potential unknown side-effects of releasing genetically engineered microorganisms into nature. "Since most likely genetically engineered microorganisms would be needed, they cannot be released uncontrolled into the environment," said Wolfgang Zimmerman, a scientist at the University of Leipzig who studies biocatalysis.

Similar issues constrain the potential use of nanomaterials. Nicole Grobert, a nanomaterials scientist at Oxford University, said that the tiny scales involved in nanotechnology mean that widespread use of new materials would "add to the problem in ways that could result in yet greater challenges."

The best way to beat the plastic waste crisis, experts say, is by switching to reusable alternatives, such as Notpla's seaweed-derived materials, ensuring that non-recyclable plastic waste ends up in a landfill rather than in the environment, and using biodegradable materials where possible.

elemental : 元素の

polymer : 重合体

monomer : 单量体

feedstock : 供給材料

chemical additive : 化学添加物

biocatalysis : 生体触媒

landfill : ゴミ処理地

(Reprinted from "The Race To Develop Plastic-Eating Bacteria" by EDITORS' PICK . From Forbes. © 2021 Forbes. All rights reserved. Used under license. 一部改変)

問 1. [①]に入るのに適切な言葉を以下から選びなさい。

- ア) burning
- イ) eating
- ウ) producing
- エ) squashing
- オ) transporting

問 2. プラスチックを分解する微生物が少ない理由を本文に即して述べなさい。

問 3. 下線部②の目的のために科学者たちは具体的にどのような工夫をしたか、本文に即して述べなさい。

問 4. 下線部③に相当する実際に発表された具体的な例としてどのようなものがあげられているか、本文に即して述べなさい。

問 5. 下線部④で述べられている大きな制約・危険性とはどのようなことか、本文に即して 5 点述べなさい。

——このページは白紙——

3 以下の英文を読んで質問に答えなさい。

CO₂ but not as you know it

What might be the most demonized molecule on the planet? Perhaps hydrogen cyanide, the ingestion of which can cause coma and death? Or nicotine, an addictive component in cigarettes and the forerunner to bee-killing neonicotinoids? Another strong contender is hydrogen peroxide, which can be easily combined with acetone to make the explosive triacetone triperoxide (dubbed ‘Mother of Satan’) that was used in several terrorist attacks in the past few years. But I argue that in recent history it is carbon dioxide, CO₂, that has been the most demonized. One of the first molecules to appear when Earth was formed 4.5 billion years ago, CO₂ has been key to the formation of the biosphere and is paramount for the continuation of life on Earth. It is essential for plant growth through the process of photosynthesis, and without it we wouldn’t have the variety of fruit, vegetables and grains that we currently take for granted. Recently, it has been used to stimulate larger crop size in greenhouses.

Crucially, CO₂ in our atmosphere has made life on Earth possible for humans; by absorbing infrared radiation from the sun and re-radiating it to Earth, it has brought the planet’s surface temperature to a life-supporting 15 °C, as opposed to –18 °C otherwise. It also dissolves in the ocean to form calcium carbonate (CaCO₃), the building block for marine shells and skeletons, thus enabling marine life to flourish.

The dissolution of CO₂ in potable water was used by sailors across the oceans after Joseph Priestley suggested it as a cure for scurvy. Priestley didn’t profit from his idea, but J. J. Schweppe formed the Schweppes company in 1783, which still turns a profit to this day. This drinks carbonation process is still applied, using CO₂ from various sources — including captured directly from the atmosphere, by the Swiss company Climeworks.

Carbon dioxide also serves as a carbon source in industrial processes to make urea (a fertilizer), salicylic acid (for aspirin) and as a green solvent in its supercritical form. With all these life-giving and productive effects, how did CO₂ gain such a bad reputation? The answer is of course global heating. Eunice Foote first noted the warming effect of CO₂ in 1856 in her paper entitled “Circumstances affecting the heat of the sun’s rays”. Her experiment involved her putting two cylindrical receivers containing thermometers in direct sunlight. One cylinder contained ‘common air’ and the other contained ‘carbonic acid gas’ (the archaic name for CO₂). Eunice Foote noted that “the receiver containing the gas became itself much heated (...) and on being removed [from direct sunlight], it was many times as long in cooling [compared with the receiver containing ‘common air’].” She also proposed that if, in history, there had been more CO₂ in the atmosphere, it would have resulted in a higher temperature on Earth. Five years later, but with no reference to Eunice Foote’s work, John Tyndall published a paper observing that CO₂ could absorb heat, and he also made the link between increasing CO₂ concentrations and a change in the climate.

Since the Industrial Revolution began in 1850 we have converted more and more

demonized : 悪魔のよう

coma : 昏睡

forerunner : 先駆者

hydrogen peroxide : 過酸化水素

biosphere : 生物圏

photosynthesis : 光合成

infrared radiation : 赤外線放射

potable : 飲用できる

scurvy : 壊血病

fertilizer : 肥料

green solvent : 環境に優しい溶媒

hydrocarbons into CO₂ gas. This activity has increased the atmospheric concentration of CO₂ by almost 50%, (from 278 ppm to 417 ppm), and has led to a surface temperature rise of 1.2 °C since pre-industrial levels. This is destabilizing the planet, resulting in more frequent extreme weather events, famine, marine death, loss of habitat, rising sea levels, and homes across the world being lost to the ocean, all leading to millions of climate refugees. Industrial clusters around the UK are piloting the capture of CO₂ from cement, steel and other heavy-emitting processes. Year after year we are promised this as the ① ‘silver bullet’ to fix the climate emergency by the UK government, but time is running out and no appreciable scale has yet been reached.

destabilize : 不安定にする

It would thus be easy to conclude by commenting on the power of such a small molecule to effect so much change across our planet. Actually, CO₂ is innocent in all of this. Rather than demonizing the molecule we should celebrate it and treat it with respect. Carbon dioxide supports life on Earth. We humans are the reason our planet is becoming uninhabitable. We need to take responsibility for increasing the concentration of CO₂ in our atmosphere — and urgently act to slow global emissions. I still have a modicum of hope that we can create a safer atmosphere, but there is no denying that we are in dire circumstances. What will you do to take charge of your own emissions, at home and at work?

modicum : わずか
dire : 恐ろしい

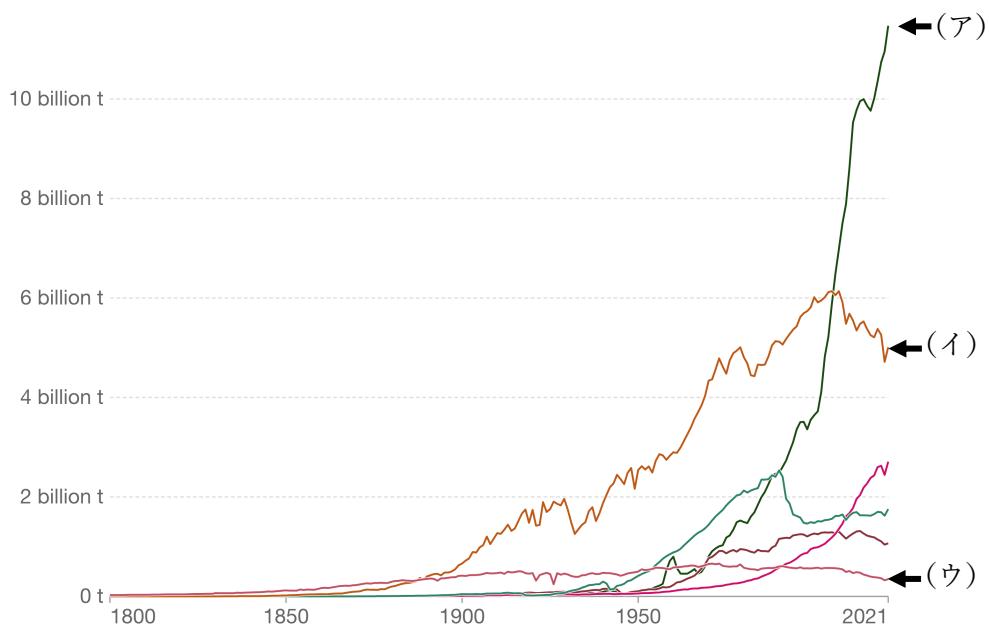


Figure 1. Annual CO₂ emissions

The distribution of emissions has changed significantly over time. The U.K. was – until 1888, when it was overtaken by the U.S.A. – the world’s largest emitter. The world’s largest emitter today is China, followed by the U.S.A. and India. Emissions from these three countries account for more than half of global emissions.

問1. 本文中に述べられている CO₂ の有用性を筆者があげている例の中から 4 点述べなさい (各々 20 字以上)。

問2. CO₂ の bad reputation のきっかけになった実験の内容を 120 字以内で述べなさい。

問3. CO₂ ガスが急激に増加することになった歴史上の出来事と、それにより引き起こされた事象を 120 字以内で述べなさい。

問4. 下線部①はどのような意味で用いられていると考えられるか、本文中の説明から推察し日本語 20 字程度で述べなさい。

問5. Figure 1 は”Our World in Data”から引用した、国別 CO₂ 排出量の推移を示している (縦軸 : CO₂ 排出量、横軸 : 年代)。グラフ上のア, イ, ウに合致すると考えられる国・地域名を以下から選び答えなさい。

- a. China (中国)
- b. India (インド)
- c. Japan (日本)
- d. U.K. (イギリス)
- e. U.S.A. (アメリカ合衆国)

——このページは白紙——

4 以下は2000年に発表された英文である。この英文を読んで質問に答えなさい。

Imaging black holes

Black holes hold an almost mythical attraction for layperson and scientist alike. A black hole is an object so massive and compact that gravity prevents even light from escaping. The gravitational effect of a black hole on nearby objects provides compelling indirect evidence that they exist, but the ultimate proof has yet to come — a direct image of the ‘black dot’.

Cash et al. present the first laboratory demonstration of an X-ray interferometer that will be useful to astronomers. Their approach will make it much easier to achieve the angular resolution of 0.1 to 1.0 microarcseconds required to obtain an X-ray image of black holes in the centre of nearby galaxies. Astronomers divide up the sky into angular degrees, so that 90° is the distance from the horizon to a point directly overhead (there are 60 arcminutes in a degree and 60 arcseconds in a minute). Apart from satisfying our curiosity as to what the region surrounding a black hole looks like, this advance will allow us to directly observe effects predicted by Einstein’s theory of general relativity under the most extreme gravity fields known. It will also provide a formidable tool that will open new vistas on a wide range of astronomical phenomena.

The X-ray band is the prime hunting ground for finding and studying black holes, as shown by the first bona fide ‘black hole candidate’, Cygnus X-1, an X-ray source discovered in the 1960s. Bright X-rays are the result of large amounts of gravitational energy being released as the black hole attracts material from a nearby star or within its host galaxy. This material forms a swirling, orbiting disk falling towards the black hole — much like the flow of water down a drain (Fig. 1). Close to the ① ‘event horizon’, the theoretical border of a black hole inside which nothing can escape, friction superheats the material to many millions of kelvin, which is mostly radiated as X-rays. The black hole’s strong gravity causes distortions of space-time that are imprinted on the emerging X-rays. Observations of supermassive black holes in the centre of nearby galaxies have already revealed this signature in the spectral features of X-rays.

Increasing the angular resolution of telescopes is one of astronomy’s main goals, ② but it is never easy. Even the most perfectly shaped telescope is ultimately limited by the size of its aperture, also known as the diffraction limit. This is dictated by the wavelength of the incoming light divided by the diameter of the telescope. The bigger the telescope, the better the angular resolution it can achieve. The Hubble Space Telescope has a 2.4-metre diameter with an angular resolution of 0.1 arcsecond, which is close to the diffraction limit. Achieving microarcsecond resolution would require a 100,000-fold increase in the Hubble telescope diameter to 240 kilometres.

Fortunately, there is a way of achieving such resolution without building impossibly large telescopes. An interferometer combines the light from several small telescopes to create an image with a resolution as if it had come from a much larger telescope. The light

mythical : 神話の

layperson : 俗人

gravitational : 重力の

interferometer : 干渉計

angular : 角度の

microarcseconds : 1×10^{-6}

秒角

formidable : 恐るべき

vistas : 見通し

bona fide : 真実の

Cygnus : 白鳥座

swirling : 涡を巻く

friction : 摩擦

kelvin : ケルビン(熱力学的温度の単位)

distortions : 歪み

imprint : 印する

spectral : スペクトルの

aperture : レンズの口径

diffraction : 回折

interferometer : 干渉計

waves from each telescope interfere with each other to create interference fringes (bands of low and high intensity), which can be transformed back into real images inside a computer. For interferometers at most wavelengths, the distance between the telescopes replaces the diameter of the telescope in determining the diffraction limit. Radio astronomers first used this technique to make huge gains in angular resolution with telescope separations spanning continents and even out into space.

fringe : 回折による光の縞

X-ray telescopes in general are difficult to build because X-rays reflect only at a very shallow angle to the optical surface (1 degree or less), referred to as the grazing incidence. To obtain a true focus, they must be reflected twice from precisely constructed hyperbolic and parabolic surfaces. These surfaces are, in effect, nested cylinders that are expensive to shape to the required precision. Complicating matters further, X-ray telescopes must be placed in space, because X-rays do not penetrate the Earth's atmosphere. The recently launched Chandra X-ray Observatory is the state of the art in X-ray imaging, whose optics alone cost several hundred million US dollars to build. Chandra achieves an impressive resolution of about 0.5 arcseconds, yet it is still far from the diffraction limit. Building a diffraction-limited X-ray telescope, let alone an X-ray interferometer capable of imaging the cauldron surrounding a black hole, has always seemed a distant dream.

hyperbolic : 双曲線の
parabolic : 放物線(状)
の

state of the art : 最高水準の

Cash et al. take what at first seems to be a disadvantage — that X-rays reflect only at shallow angles — and turn it into an advantage. Instead of using expensive, precisely figured optics to focus the X-rays, they instead use two sets of more easily made, flat mirrors to steer incoming X-ray beams together to create interference fringes. A two-dimensional image is created by combining many sets of these fringes taken at different rotation angles. Because the X-rays are reflected at shallow angles, the permitted variations in the positioning of the flat mirrors are about 100 times greater than for a traditional (normal incidence) mirror operating at the same wavelength. If you placed an X-ray detector 500 kilometres behind the mirrors, the fringes would be amplified by the distance, and so could be measured with detectors that exist today.

There are still some technological hurdles, however. Even at very short X-ray wavelengths, a telescope separation of 100–1,000 metres is needed to achieve the required angular resolution. This would require a fleet of up to 33 spacecraft carrying optical mirrors, flying in formation with a spatial precision of 20 nanometres, plus a detector spacecraft 500 kilometres behind the mirror. This is daunting by today's standards, but probably no more so than missions under consideration by the US and European space agencies (NASA and ESA), such as the Darwin infrared space interferometer, which could search for Earth-size planets outside our Solar System. A 'pathfinder' mission to build an X-ray interferometer with a one-metre separation between the telescopes, so that the X-ray optics are all on one spacecraft, is a reasonable first step. This is already under study at NASA, using Cash and colleagues' technique as the starting design. The Pathfinder would be a precursor to a much larger Microarcsecond X-ray Imaging Mission (MAXIM) required to image a black hole.

cauldron : 大釜

daunting : ひるませる

pathfinder : 探検者

precursor : 先駆者

But even as a first step, the Pathfinder would provide an impressive 1,000-fold improvement over the Chandra X-ray Observatory, allowing astronomers to study the coronae of other stars.

coronae : 光環

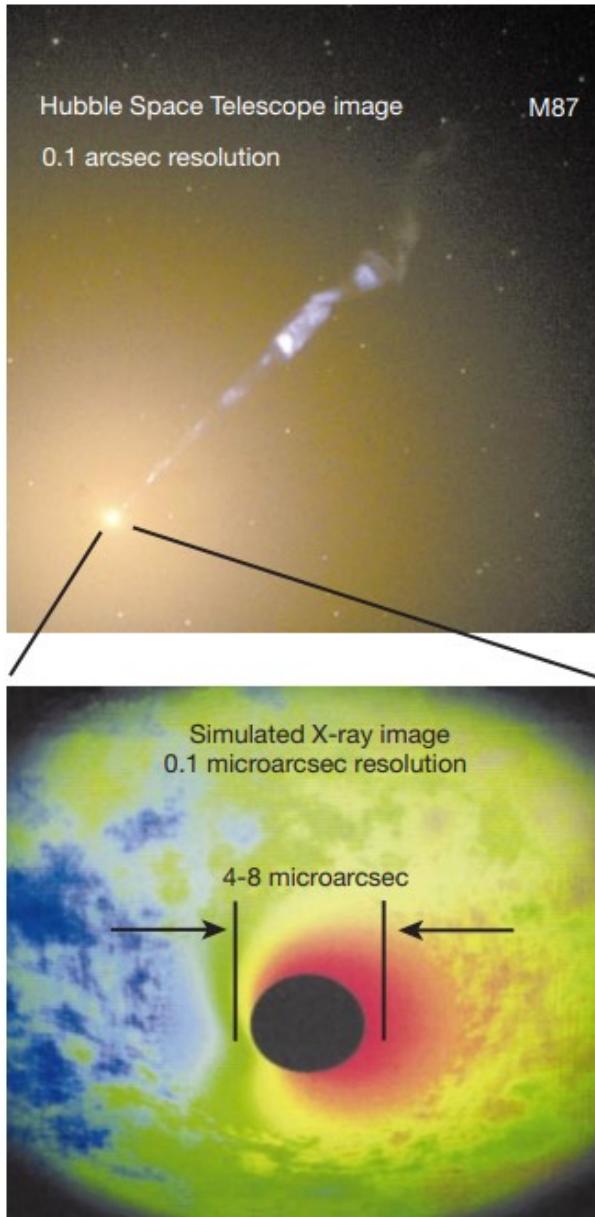


Figure 1. Imaging a black hole requires an enormous improvement in telescope power — at least a million times better resolution than the Hubble Space Telescope, or the recently launched Chandra X-ray Observatory. Top, a Hubble Telescope image of the M87 galaxy core, where a black hole with a mass three billion times that of the Sun is likely to reside. Bottom, a simulation of what the black hole might look like if you were looking down on a disk of material swirling around the hole. The angular size that the black-hole event horizon subtends on the sky is between 3 and 6 microarcseconds, depending on whether or not the black hole is maximally rotating.

subtend : 対する

maximally : 最大限に

問1. Black hole とはどのような天体か、本文に即して簡潔に述べなさい（50字以内）。

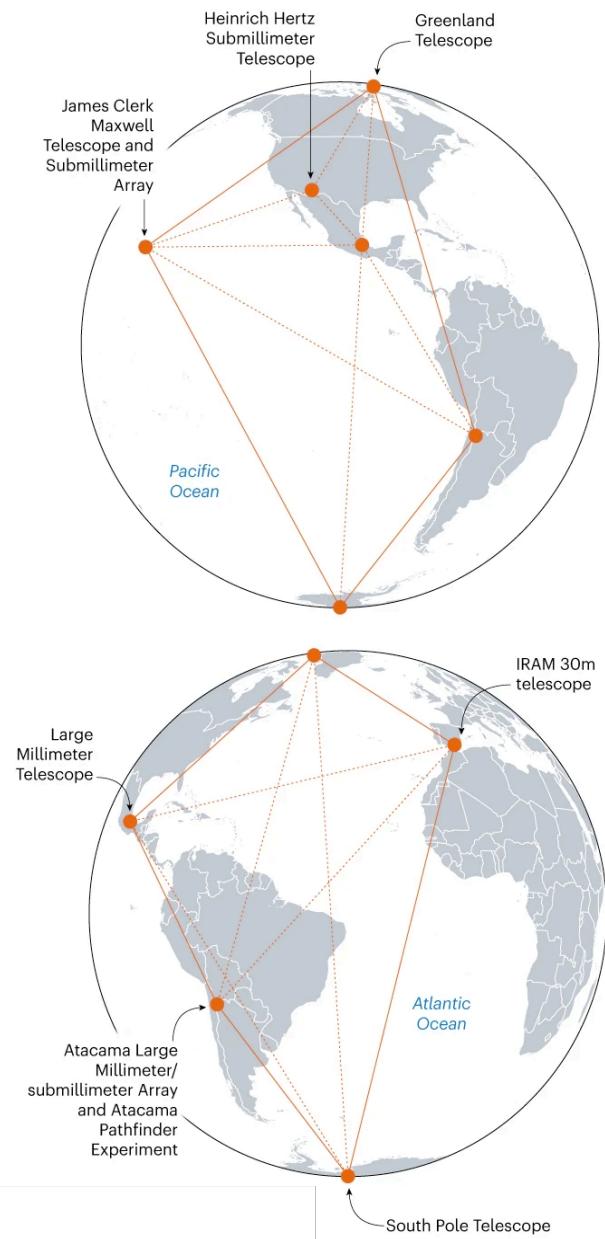
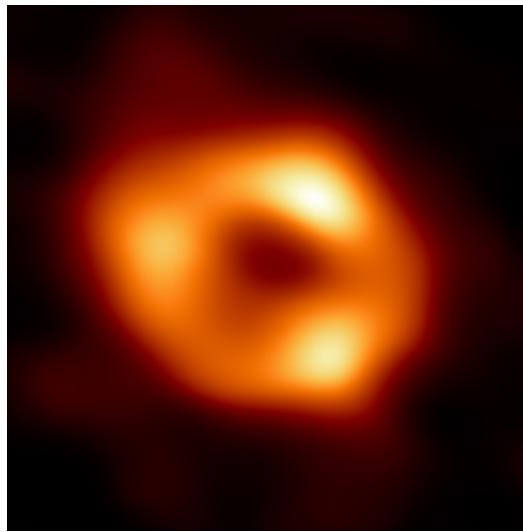
問2. ① ‘event horizon’近傍ではどのようなことが起こるか、本文に即して簡潔に述べなさい（50字以内）。

問3. 下線部②の理由を本文に即して述べなさい。

問4. Cash らは高解像度の X-ray telescope の実現可能性を高めるアイデアを提供したが、それはどのようなもので、また、それに対しどのような技術的ハードルがあるのか本文に即して述べなさい。

問5. この論文から 19 年後の 2019 年に、電波による M87 銀河の中心にある black hole の直接撮影が世界で初めて報告され、さらに 2022 年に下記（次ページ）にあるように、われわれの銀河の中心にある Sagittarius A* と呼ばれる black hole が撮影された。Black hole の直接撮影に成功した The Event Horizon Telescope と呼ばれている方法について本文の内容と下記（次ページ）の解説を踏まえて述べなさい。

——図とその解説が次ページにあります。



Left panel: The second-ever direct image of a black hole — Sagittarius A*, at the centre of the Milky Way.

Right panel: The Event Horizon Telescope combined signals from eight radio observatories across the world. Together, the observatories have a resolving power equivalent to a telescope almost the size of Earth.

(From [Full Reference Citation] Re: A shot in the dark

CREDITS: (GRAPHIC) A. CUADRA/SCIENCE; (DATA) EVENT HORIZON TELESCOPE. Reprinted with permission from AAAS. 一部改变)

——このページは白紙——

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO 入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験①問題

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部／学科／専攻	試験時間	ページ数
医学部 保健学科 看護学専攻	9:30~10:30 (60分)	5ページ

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
- この「問題冊子」は 5 ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
- 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 「解答用紙」の受験記号番号欄（1枚につき 1 か所）には、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 試験終了後は「解答用紙」を回収しますので、持ち帰ってはいけません。
「問題冊子」、「メモ用紙」は持ち帰ってください。

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1

以下の問いに答えよ。

(1) p, q を実数, i を虚数単位とする。 x の 2 次方程式 $x^2 - 2(p - q)x + p + q = 0$ が虚数解 $\frac{1 - \sqrt{3}i}{2}$ をもつとき, p, q の値を求めよ。

(2) 三角形 OAB において, 等式 $\vec{AP} + \vec{BP} + \vec{OP} = \vec{0}$ を満たす点 P はどのような位置にあるか。

(3) 白玉 5 個と黒玉 10 個の合わせて 15 個すべてを, 左から右へ横 1 列に並べる。白玉が 2 個以上つづかないように並べたとき, その並び方は全部で何通りあるか。

2

曲線 $C : y = 2|x^2 - 2x - 3|$ とする。次の問いに答えよ。

- (1) C を xy 平面上に図示せよ。
- (2) C 上の点 $(0, 6)$ における接線を ℓ とする。 ℓ の方程式を求めよ。
- (3) (2) で求めた ℓ と C とで囲まれた部分の面積 S を求めよ。

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

A○入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験② 封筒

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部／学科／専攻	試験時間	問題冊子数
医学部保健学科 看護学専攻	13:00~14:00 (60分)	3冊

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この封筒を開いてはいけません。
- この封筒には、「問題冊子」3冊、「解答用紙」3種類、「メモ用紙」1冊が入っています。
- 筆記試験②は、＜選択問題1＞、＜選択問題2＞、＜選択問題3＞の3冊からなります。
※ ＜選択問題1～3＞のうちから2つを選択し、解答してください。2つ選択しなかった場合は、失格となります。
※ ＜選択問題＞の解答用紙1枚目の所定の欄に、選択の有無を  で囲んでください。

選択する場合：

<input checked="" type="checkbox"/> 選択する
<input type="checkbox"/> 選択しない

選択しない場合：

<input type="checkbox"/> 選択する
<input checked="" type="checkbox"/> 選択しない

- ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。問題冊子のホチキスは外さないでください。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 「解答用紙」は1枚につき1か所の所定の欄に、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。選択しない問題の解答用紙にも受験記号番号を記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 試験終了後は、「解答用紙」は全て回収しますので持ち帰ってはいけません。
本封筒、「問題冊子」及び「メモ用紙」は持ち帰ってください。

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

＜選択問題 1 ＞

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部／学科／ 専攻	試験時間	ページ数
医学部保健学科 看護学専攻	13:00~14:00 (60分)	6ページ

B3

-----このページは白紙-----

——このページは白紙——

1

図1のように、小物体を軽いばねに押し付け、ばねを自然の長さから ℓ だけ縮めた点Aの位置で小物体を静かに放した。小物体は水平面を運動しへの自然の長さの点Bを速さ v で通過した後ばねから離れ、水平面と角度 θ をなす斜面を上り始めた。その後、斜面の途中で長さ d 、動摩擦係数 μ の粗い面を通過し、水平面からの高さ h にある斜面上の最高点Cに達し一瞬静止した。小物体の質量を m 、ばね定数を k 、重力加速度の大きさを g とし、粗い面を除いた他の面はなめらかで、空気抵抗は無視できるものとする。次の問1～問6に答えよ。解答は、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

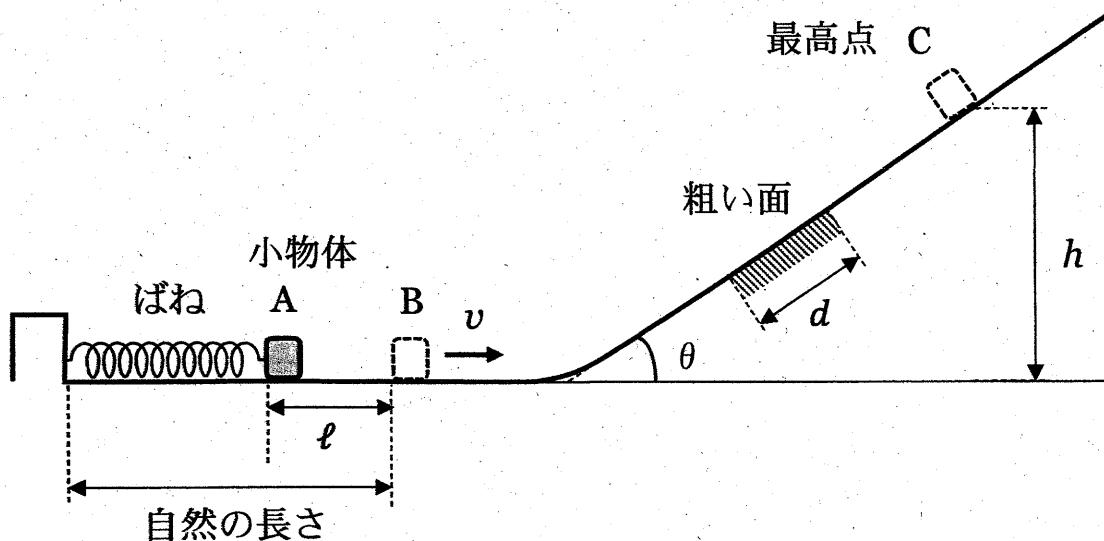


図1

問1 点Aで小物体にはたらく弾性力の大きさが F_A であったときのばね定数 k を、 ℓ 、 F_A を用いて表せ。

問2 点Aから点Bまでについて、点Aからの小物体の移動距離 x と小物体にはたらく弾性力の大きさ F の関係をグラフに描け。

問3 問2のグラフから、点Aから点Bまでの間に、弾性力が小物体にした仕事 W を求め、 ℓ 、 k を用いて表せ。

問4 点Bでの小物体の速さ v を、 m 、 ℓ 、 k を用いて表せ。

問5 粗い面を通過中の小物体の加速度 a を、斜面に沿って上る向きを正の向きとして、 m 、 g 、 μ 、 θ から必要なものを用いて表せ。

問6 点Cの高さ h を、 m 、 g 、 μ 、 ℓ 、 k 、 d 、 θ を用いて表せ。

2

気柱の共鳴について考える。太さが一樣で両端が開いた長さ 0.400 m の開管 A と、太さが一樣でピストンによって一端が閉じられ気柱の長さを変えられる閉管 B がある。閉管 B の気柱の初めの長さは 0.300 m である。図 2 のように、空气中で開管 A と閉管 B の開口端の近くに発振器につながれたスピーカーを置き、スピーカーから音を発生させる。この音波の周波数を 0 Hz からゆっくり増加させていく。開口端補正は無視できるものとする。

次の問 1～問 4 に答えよ。解答は、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

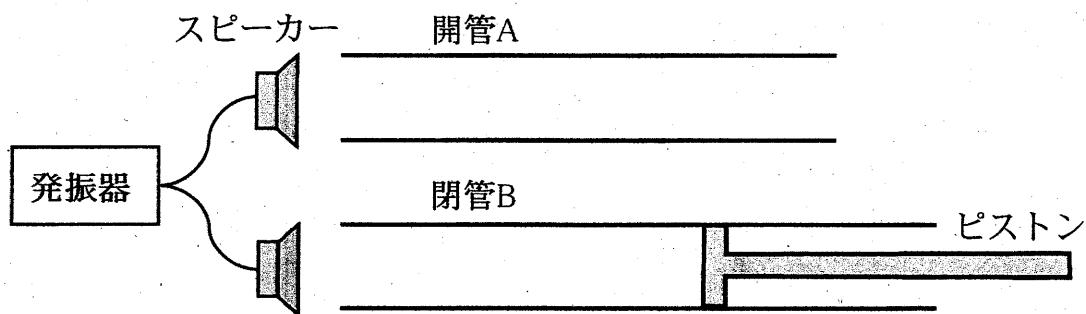


図 2

問 1 最初に閉管 B で共鳴が生じた。そのときの音波の波長 λ [m] を求めよ。

問 2 次に 2 度目の共鳴が開管 A で生じた。このとき周波数を変えずに、閉管 B のピストンを徐々に押し込んでいくと、閉管 B も共鳴した。ピストンを押し込んだ長さ ℓ [m] を求めよ。

問 3 閉管 B のピストンを初めの位置に戻して気柱の長さを 0.300 m にし、音の周波数をさらにゆっくりと増加させていくと 3 度目の共鳴が生じた。このとき共鳴した管について、「開管 A のみ」、「閉管 B のみ」、あるいは「両方の管」の中から適切なものを 1 つ選んで答え、このときの音波の周波数 f [Hz] を求めよ。ただし、音速を 340 m/s とする。

次に、気温の高い夏の日に同じ実験を行った。

問 4 音波の周波数を 0 Hz からゆっくり増加させていくと、周波数が 290 Hz のときに最初に閉管 B で共鳴が生じた。このときの音速 V [m/s] を求めよ。

3

長さ ℓ で断面積 S の一様な物質でできた抵抗値 R の抵抗線がある。この抵抗線はオームの法則に従うものとして、次の問1～問5に答えよ。解答は、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

問1 この物質の抵抗率 ρ を、 ℓ 、 S 、 R を用いて表せ。

この抵抗線を図3のように正方形に折り曲げて両端を接続した。

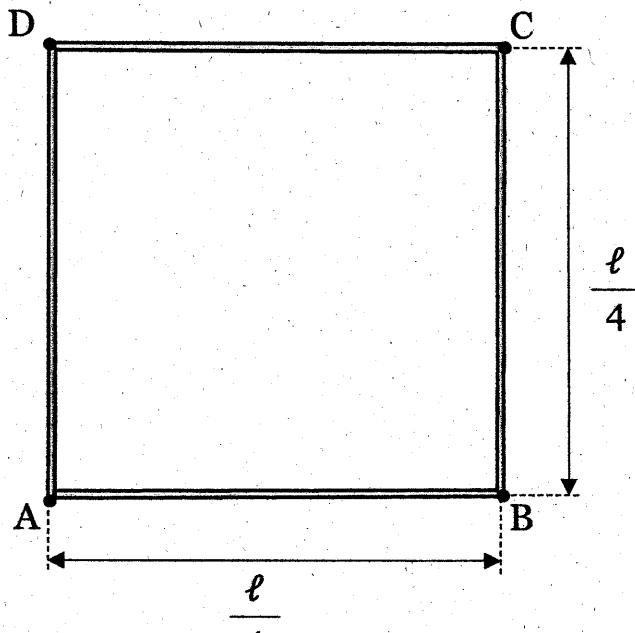


図3

問2 端子AC間の合成抵抗値 R' を、 R を用いて表せ。

問3 端子AB間に電圧 V を加えたときに、端子AB間に流れる電流の大きさ I を、 V 、 R を用いて表せ。

問4 問3のとき、抵抗線の経路ABの部分で発生するジュール熱の大きさは経路ADCBの部分で発生するジュール熱の何倍かを求めよ。

問5 問4のように接続した抵抗線を、水の中に入れて一定時間電圧を加えて電流を流し、ジュール熱によって水の温度を上昇させた。抵抗線の抵抗値 R を 80Ω 、端子AB間に加える電圧 V を $20V$ 、水の質量を $200g$ 、水の比熱を $4.2\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、初めの水の温度を 20°C として、電流を流し始めてから 5.0 分後の水温を求めよ。ただし、ジュール熱は抵抗線のみで発生し、発生したジュール熱はすべて水の加熱に使われ、外部との熱の出入りはないものとする。

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

＜選択問題 2＞

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部／学科／ 専攻	試験時間	ページ数
医学部保健学科 看護学専攻	13:00~14:00 (60分)	7 ページ

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 次の問1から問6に答えなさい。

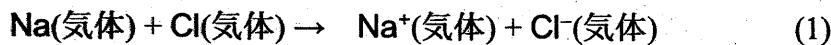
問1 次の(1)から(6)に示す物質の分離・精製操作に用いられる方法の名称として、最も適切なものを、下の(ア)から(キ)より1つずつ選び、解答欄(1)から(6)にその記号を書きなさい。

- (1) 少量の炭酸カリウムを不純物として含む炭酸ナトリウムを精製する。
- (2) すりつぶしたゴマからヘキサンを使ってゴマ油を取り出す。
- (3) 液体空気から窒素、酸素、アルゴンを分離する。
- (4) ヨウ素と塩化ナトリウムの混合物からヨウ素を取り出す。
- (5) 海水から純粋な水を取り出す。
- (6) サインペンのインクから異なる色の色素を分離する。

方法

(ア) 抽出 (イ) 昇華 (ウ) ろ過 (エ) 蒸留 (オ) 分留
(カ) クロマトグラフィー (キ) 再結晶

問2 ナトリウム原子のイオン化工エネルギーは 496 kJ/mol, 塩素原子の電子親和力は 349 kJ/mol, 塩化ナトリウムの格子エネルギーは 788 kJ/mol である。次の反応(1)および反応(2)は発熱反応か、吸熱反応か。下の表から正しい組み合わせを1つ選び、その記号(カタカナ)を解答欄に書きなさい。なお、格子エネルギーは、結晶格子を個々の陽イオンと陰イオンに分解するのに要するエネルギーである。



	反応(1)	反応(2)
ア	発熱	発熱
イ	発熱	吸熱
ウ	吸熱	発熱
エ	吸熱	吸熱

問3 次の4つの第3周期元素を、原子半径の大きい順に左から右に並べ、それぞれ元素記号で書きなさい。

アルミニウム

塩素

ナトリウム

リン

問4 次の分子の中から、無極性分子をすべて選び、解答欄にその記号を書きなさい。

(ア) C_2H_4 (エチレン)	(イ) C_3H_6 (プロピレン)	(ウ) H_2O
(エ) NH_3	(オ) CO_2	(カ) CH_3OH
(キ) Br_2	(ク) C_6H_6 (ベンゼン)	(ケ) CH_3Cl
(コ) CCl_4		

問5 イオン結晶に関する次の問い合わせに答えなさい。

- (1) (a) 塩化ナトリウム $NaCl$, (b) 塩化セシウム $CsCl$ および(c) 閃亜鉛鉱型硫化亜鉛 ZnS の結晶中でのイオンの配位数を、それぞれ解答欄(a), (b) および(c) に書きなさい。なお、配位数とは、結晶中で1つの粒子に隣り合って結合している粒子の数のことである。
- (2) フッ化ナトリウムと酸化カルシウムのイオン間距離はほぼ同じである。融点の高い方の化合物の組成式を書きなさい。
- (3) フッ化ナトリウムとフッ化セシウムはどちらも塩化ナトリウム型構造をとっている。融点が低い方の化合物の組成式を書きなさい。

問6 次の記述のうち、正しいものをすべて選び、解答欄にその記号を書きなさい。

- (ア) ヨウ素は無極性分子であるシクロヘキサンにはほとんど溶けない。
- (イ) ブレンステッド・ローリーの定義によれば、酢酸ナトリウムと水との反応では、水は主に酸として働く。
- (ウ) アンモニア NH_3 よりも、同じ15族元素の水素化合物 PH_3 の方が沸点が高い。
- (エ) 水の酸素原子と過酸化水素の酸素原子の酸化数は同じである。
- (オ) 常圧下で液体の水の密度が最も大きくなるのは $0^{\circ}C$ ではない。

2 ナトリウムに関する以下の文章を読み、問1から問6に答えなさい。計算に必要な場合は、以下の数値を用いなさい。

原子量 $H = 1.0, O = 16.0, Na = 23.0$

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$

ナトリウムは1族元素であり、その一番外側の電子殻であるア殻に1個の電子をもつ。ナトリウムはこの電子を失って陽イオンになりやすいため、イ剤として働く。また、ナトリウム塩の水溶液を白金線の先につけ、バーナーの炎に差し入れると、ウ色の炎が観察される。この現象はナトリウムの検出に用いられ、エ反応と呼ばれる。

金属ナトリウムと、その一部が空気中の水分と反応して生成した水酸化ナトリウムとの混合物の固体がある。この混合物について、次の実験を行った。

実験1 金属ナトリウムと水酸化ナトリウムの混合物 2.7 g を取って気体を集められる特殊な容器に入れ、蒸留水を少しずつ注意深く加えたところ、水素を激しく発生しながら完全に溶解した。生成した水溶液全量を 1L のメスフラスコに入れ、蒸留水を標線まで加えて 1.0 L の水酸化ナトリウム水溶液 A をつくった。

実験2 水酸化ナトリウム水溶液 A をホールピペットで 20 mL 取ってコニカルビーカーに入れ、濃度 0.10 mol/L の希塩酸で滴定したところ、希塩酸を 22 mL 滴下したところで中和点に達した。

実験3 実験1で発生した水素のみを集め、標準状態で体積を測定したところオ L であった。

実験4 水酸化ナトリウム水溶液 A をホールピペットで 100 mL 取って三角フラスコに入れ、0.10 mol/L の酢酸を 220 mL 加えて混合した。

問1 空欄アからエに入る最も適切な文字または語句を書きなさい。

問2 実験1で金属ナトリウムと水との間で起こる反応の化学反応式を書きなさい。

問3 水酸化ナトリウム水溶液 A の濃度は何 mol/L か。実験2の結果に基づいて計算し、その数値を有効数字2桁で書きなさい。

問 4 実験 1 で用いた金属ナトリウムと水酸化ナトリウムの混合物の中の金属ナトリウムの質量での割合は何パーセントか。有効数字 2 桁で解答欄(a)に書きなさい。また、その計算過程を解答欄(b)に書きなさい。

問 5 実験 3 の空欄 **才** に当てはまる数値を有効数字 2 桁で書きなさい。なお、水素は理想気体として取り扱えるものとする。

問 6 実験 4 では、塩として酢酸ナトリウムが生成する。酢酸ナトリウムは次のどれに分類されるか。その記号を書きなさい。

(ア) 酸性塩

(イ) 塩基性塩

(ウ) 正塩

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

＜選択問題 3 ＞

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部／学科／ 専攻	試験時間	ページ数
医学部保健学科 看護学専攻	13:00~14:00 (60分)	13 ページ

—このページは白紙—

——このページは白紙——

1 次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

細胞は細胞膜に包まれており、これにより外界から隔たれている。①細胞膜はリン脂質の二重層(脂質二重層)にタンパク質が組み込まれてできている。真核細胞の細胞膜で囲まれた部分のうち、核以外の部分は細胞質とよばれ、さまざまな細胞小器官を含んでいる。細胞小器官のうちのいくつかは、「原核細胞が別の細胞内部に共生することでできた」という仮説が広く受け入れられている。この仮説を②細胞内共生説という。細胞質のうち、細胞小器官を除いた部分を細胞質基質という。細胞質基質には細胞骨格が存在し、細胞の形の維持や細胞小器官の移動などに関与している。

細胞分画法は、細胞小器官の大きさや質量の違いを利用し、細胞小器官やそれ以外の成分を分離する方法である。ある動物細胞から、次のような細胞分画法(図1)で、細胞小器官をほとんど壊さないようにして分離した。まず、③細胞内液と等張なスクロース溶液中で細胞をすりつぶし、細胞破碎液をつくった。④すりつぶすときから遠心分離までの細胞分画は低温(4°C)で行った。次に、細胞破碎液を試験管に入れて、1000 g(gは重力を基準とした遠心力の大きさを表す)で10分間遠心分離し、沈殿Aと上澄みaの2つの画分に分けた。2つの画分を光学顕微鏡で観察したところ、沈殿Aには核と未破碎の細胞が含まれていたが、上澄みaには、これらは含まれなかつた。上澄みaをすべて新しい試験管に移し、 2×10^4 gで20分間遠心分離し、沈殿Bと上澄みbに分けた。さらに、上澄みbをすべて新しい試験管に移し、 1.5×10^5 gで180分間遠心分離し、沈殿Cと上澄みcに分けた。次に、沈殿と上澄みの各分画を用いて、⑤クエン酸回路の酵素Eの活性を測定し、表1に示す結果を得た。表中のU(ユニット)は酵素Eの活性の単位であり、表中の数値はこの酵素タンパク質の存在量に比例する。また、沈殿と上澄みはすべて回収したものとする。

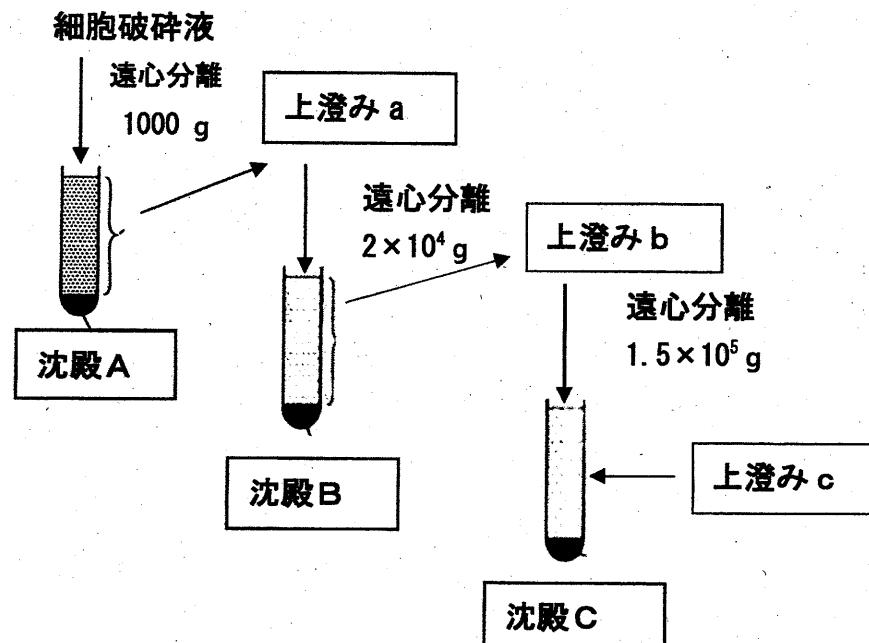


図1 細胞分画法

表1 各分画中の酵素Eの活性(U)

沈殿A	134 U	上澄み a	X U
沈殿B	463 U	上澄み b	Y U
沈殿C	6 U	上澄み c	25 U

問1 下線部①について、脂質二重層に組み込まれたタンパク質は、細胞膜の中を水平に移動できる。その理由を、脂質二重層の性質に基づき説明せよ。

問2 下線部②について、細胞内共生によって獲得されたと考えられている細胞小器官を2つ記せ。また、それら2つの細胞小器官に共通する特徴のうち、細胞内共生説の根拠とされているものを2つ記せ。

問3 下線部③について、等張なスクロース溶液を用いる理由を記せ。

問4 下線部④のように、細胞分画法を低温で行った理由を2つ記せ。

問5 下線部⑤について、酵素Eはある細胞小器官にのみ存在する。その細胞小器官は何か記せ。

問6 表1のXとYをそれぞれ求めよ。また、細胞をすりつぶした段階で、未破碎のまま残った細胞の割合は何%か記せ。小数点以下は四捨五入すること。ただし、酵素Eが存在する細胞小器官は、細胞が破碎された場合、1000 gで10分間遠心分離しても沈殿しないものとする。

問7 解糖系に関連する酵素群は、沈殿A、沈殿B、沈殿C、上澄みcのうちのどの画分に最も多く含まれるか記せ。

2 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

ヒトの肝臓はさまざまな物質の①生成・貯蔵・分解を行う器官である。

ヒトの肝臓に入る血管には(1)と(2)があり、心臓から送り出された血液の約 1/3 が肝臓を通過する。(1)は消化管に分布した毛細血管が合流したもので、消化管から吸収されて血中に入った栄養素を含むさまざまな物質の多くは、肝臓で処理されてから全身に送られる。人の肝臓は、(3)という 1 mm ほどの柱状の基本単位からできており、(3)は(4)の周りに約 50 万個の②肝細胞が集まった構造をしている。

ヒトの肝臓は生体において、さまざまなはたらきをしている。古くなった赤血球は、肝臓や(5)で破壊される。このときヘモグロビンが分解されてビリルビンという色素が生じる。ビリルビンと肝臓で合成される胆汁酸を主成分として胆汁が生成される。胆汁は肝臓から(6)を経て(7)に蓄えられる。食物が(8)に達するとその刺激で(7)が収縮して胆汁が分泌される。胆汁は(8)の消化吸収を助ける作用や不要物を排出する作用をもつ。

また、ヒトの肝臓では、タンパク質やアミノ酸などが分解される際に生じる③毒性の強いアンモニアを毒性の少ない尿素に変えるはたらきがある。尿素は、水に溶けやすく、腎臓においては(9)されにくい濃縮率の高い物質である。一方で、アルコールや有害物質は肝臓で分解されたり、無害な物質に変えられたりする。これを(10)という。

ヒトの肝臓の機能は、④AST, ALT, γ -GTP^(注1)などの酵素の血中濃度を調べることで評価でき、これら酵素の血液中濃度を利用した肝臓の病気に関する診断が広く行われている。

(注 1) AST: アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ, ALT: アラニンアミノトランスフェラーゼ, γ -GTP: γ グルタミルトランスペプチダーゼ

問 1 下線部①についての記述として適切でないものを、次の a～f の中からすべて選べ。

- a 血液中のグルコースをグリコーゲンに変換して、肝細胞内に貯蔵する。
- b Na^+ の再吸収を行って、体液の Na^+ 量を調節する。
- c 免疫グロブリンを合成する。
- d さまざまな物質の分解により発生する熱で体温を維持する。
- e 血しょう中に含まれるアルブミンや血液凝固に關係するタンパク質を合成する。
- f タンパク質分解酵素であるトリプシンを分泌して、食物の消化を担っている。

問 2 文章中の(1)～(10)にあてはまる語句を記せ。

問 3 下線部②に関連して、肝細胞に存在するある酵素のはたらきを確かめる実験を行った。

[実験 1]

3 本の試験管 A, B, C のうち試験管 A には水を、試験管 B と C には 1% 過酸化水素水をそれぞれ 1 mL ずつ入れた。次に試験管 A と C にブタの肝臓片を入れたところ、試験管 C では激しく泡立ち気体が発生した。試験管 A と B には変化が見られなかった。試験管 C で新たな気泡の発生が見られなくなった後、3 本の試験管すべてに炎を消した直後の線香を差し込んだところ、試験管 C に入れた線香は再び炎をあげて燃えたが、試験管 A と B のそれぞれに入れた線香では炎は見られなかった。

[実験 2]

次に、[実験 1] で用いた試験管 C 内の液体のみを捨てて、新たに 1% 過酸化水素水 1 mL を加えたところ、[実験 1] の試験管 C 内の反応と同程度の勢いで気泡が発生し、炎を消した直後の線香を差し込

むと、線香が再び炎をあげて燃えた。

[実験 1] と [実験 2] に関し、次の(1)～(4)に答えよ。なお発生した気体は、線香を燃焼させた後は試験管内に残留しないものとする。

(1) [実験 1] において、試験管 A と B の実験を行う理由をそれぞれ簡潔に記せ。

(2) [実験 2] において、文中の下線部の操作の代わりに、以下の(i), (ii)の操作を行うとどうなるか。予想される結果として最も適切なものを a～e の中からそれぞれ 1 つずつ選び、記号で答えよ。なお、同じ選択肢を複数回選んでもよい。

(i) 肝臓片のみを捨てて、新たに 80℃で 20 分間加熱したブタの肝臓片を加える。

(ii) 肝臓片のみを捨てて、新たにブタの肝臓片を加える。

a 気泡の発生はほとんど見られない。

b [実験 1] の試験管 C 内の反応より穏やかに気泡が発生し、発生する気体は線香の燃焼を促す。

c [実験 1] の試験管 C 内の反応より穏やかに気泡が発生するが、発生する気体は線香の燃焼を促さない。

d [実験 1] の試験管 C 内の反応と同程度の勢いで気泡が発生し、発生する気体は線香の燃焼を促す。

e [実験 1] の試験管 C 内の反応と同程度の勢いで気泡が発生するが発生する気体は線香の燃焼を促さない。

(3) [実験 1] における試験管 C 内の反応について、わかつることとして最も適切なものを a～f の中から 1 つ選び、記号で答えよ。

a 基質も酵素もほぼなくなって反応が止まった。

b 基質がほぼなくなり、酵素が失活して反応が止まった。

c 基質がほぼなくなって反応が止まったが、酵素はなくならなかった。

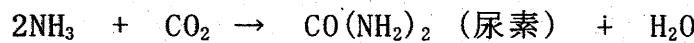
d 酵素がほぼなくなって反応が止まったが、基質はなくならなかった。

e 酵素が失活して反応が止まったが、基質はなくならなかった。

f 反応は止まったが、基質も酵素もなくならなかった。

(4) 肝細胞に存在し、[実験 1] における試験管 C 内の反応を引き起こす酵素の名称を記せ。

問 4 下線部③について、尿素は次の式により合成される。



56 g のタンパク質を摂取し、そのすべてが分解されて尿素になるとき、何 g の尿素が產生されるか。小数点第 1 位までの数値で答えよ。ただし、摂取したタンパク質重量の 16% が窒素原子の割合とする。

原子量は以下の数値を使用せよ。

$$\text{H} = 1.0 \quad \text{C} = 12.0 \quad \text{N} = 14.0 \quad \text{O} = 16.0$$

問 5 下線部④について、なぜ、AST, ALT, γ -GTP などの酵素の血液中濃度を測定することで肝機能を評価できるのか。その理由を記せ。

3 生態系と植生に関する次の文章を読み、問1～問8に答えよ。

大規模火山噴火やがけ崩れによって生じた①裸地は窒素やリンといった栄養塩類をほとんど含まないため、植物の生育には厳しい環境である。しかし、裸地が形成されてしまふと、その表面に地衣類やコケ類がみられるようになり、さらに時間が経過すると、ススキやイタドリなどの草本植物が侵入してくる。このような草本性の(1)植物や地衣類、コケ植物などの遺骸が分解され土壤中の栄養塩類が増えてくると、アカマツやツツジ等の(2)が侵入し、(3)林を形成する。(3)林の構成樹種は成長して(2)林となるが、やがてスダジイやカシ類などの(4)が混ざった(5)林となる。新たな大規模攪乱がなければ、最終的には(4)が優占する(6)林となり、森林は安定する。

以下は、本州中部にある山の標高900m, 1400m, 1800m, 2500mにおける生態系と植生を調べているある研究グループの植生の観察記録である。

標高900m：ススキ草原とアカマツ林が広がっていた。ススキ草原には、まばらにアカマツの幼木が見られた。アカマツ林の中には広葉樹の芽生えは見られたが、アカマツの芽生えや幼木は見られなかった。植生の様子から、②このあたりは、火山の噴火などの自然現象、あるいは人間活動によって、過去に生態系が攪乱を受けたことがあると推測した。

標高1400m：ミズナラの林が広がっており、カエデ類などのさまざまな落葉広葉樹も観察できたが、ススキやアカマツは見られなかった。

標高1800m：オオシラビソやコメツガの森が続き、林床にはコミヤマカタバミなどの草本植物、コケ植物が生えていた。途中で通った崖崩れの跡にはダケカンバやミヤマハンノキが見られた。

標高2500m：ハイマツの低木林が広がっていた。③この付近より標高の高い所には高木は生えておらず、クロユリ、コマクサなどのさまざまな高山植物が生えていた。大きな岩の上には地衣類が生育していた。

問 1 文中の(1)～(6)に入る適切な語句を記せ。

問 2 下線部①について、これらの窒素やリンといった栄養塩類が植物の成長に必須である理由を、それぞれについて簡潔に記せ。

問 3 上記の生態系と植生を調べているある研究グループの観察記録に出てくる植物に関する次の a～e の記述の中から正しいものを 2 つ選び、記号で答えよ。

- a アカマツは、外生菌根を形成して窒素固定を行う。
- b 光合成の光飽和点はコニヤマカタバミの方がススキより低い。
- c 北海道では、オオシラビソやコメツガが平地に自生している。
- d オオシラビソやダケカンバは亜高山帯の代表的な針葉樹である。
- e 地衣類は、菌類と^{りょくそう}綠藻類やシアノバクテリアが共生したもので、光合成を行う。

問 4 下線部②について、このように推測した根拠を簡潔に記せ。

問 5 下線部③について、このような境界を何というか。その名称を記せ。

問 6 日本の高山帯についてあてはまるものを次の a～d から 2 つ選び、記号で答えよ。

- a 生育期間が短いため一年生植物はほとんど見られない。
- b CO_2 の吸収効率が高い C_4 植物の占める割合が大きい。
- c 中国・四国地方には高山帯は分布しない。
- d 寒さが厳しいため常緑の植物は生育できない。

問 7 表 1 は、1881 年から 2010 年までの A 市の月毎の平均気温である。(1) および(2) の問い合わせに答えよ。

表 1

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
気温 (°C)	4.0	4.0	6.5	11.5	15.0	18.5	22.0	24.0	21.5	16.5	11.0	6.5

(1) A市における暖かさの指数を求めよ。

(2) (1)で求めた暖かさの指数から推定されるこの地域のバイオームを記せ。

問 8 九州の阿蘇地域は、照葉樹林と夏緑樹林が混在して見られるが、最も広大な面積を占めているのは草原である。その理由を簡潔に記せ。

令和5年度（2023年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験③問題

令和4年11月5日

志願学部／学科	試験時間	ページ数
医学部保健学科 歯学部 農学部	15:20~16:50 (90分)	14ページ

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
- この「問題冊子」は14ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
- 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 解答は、日本語で記入してください。
- 「解答用紙」の受験記号番号欄（1枚につき1か所）には、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 試験終了後は「解答用紙」を回収しますので、持ち帰ってはいけません。
「問題冊子」、「メモ用紙」は持ち帰ってください。

C2345

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 次の英文を読んで以下の問い合わせに答えなさい。

In the global sustainable development agenda, (1)the United Nations' (UN) "Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development" adopted 17 Sustainable Development Goals (SDGs) that are intended to "stimulate action over the next 15 years in areas of critical importance for humanity and the planet". In policy circles, these SDGs are being increasingly referred to simply as "The Global Goals". They represent a global agreement across United Nation's member states "used in national development plans, academic and foreign aid prioritization". As reported by Waage et al. , the 17 SDGs, with 169 targets and 232 specific indicators, can be represented in three *concentric layers, which reflect their main intended outcomes: the wellbeing goals, the infrastructure goals, and the natural environment goals.

According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), food production will have to increase by 70% to be able to feed the world in 2050; growing population, increasing wealth, and urbanization, especially in recent industrialized countries, have changed consumption patterns and food preferences, leading to higher animal protein demands. (2)This context places heavy pressure on already limited resources, aggravates the competition for land to produce food, feed, and fuel, and makes the challenge of environmental sustainability even more difficult. Conversely, while one-third of food is wasted, 8.9% of the world population are estimated to have been undernourished and 25.9% suffered from both moderate and severe levels of food insecurity in 2019.

Insects reduce the above-mentioned societal challenges, create healthier and more sustainable food, and reduce animal feed production and consumption. Insects are rich in proteins (37–63%) and fats (20–40%), with well-balanced amino acid and *fatty acid profiles, respectively, and they are good sources of minerals and vitamins. When compared to conventional livestock, insect production has a lower environmental impact because of, amongst other things, the limited need for land and water and the reduction in greenhouse gas and carbon dioxide emissions. As *poikilotherm, insects have a high feed conversion rate, requiring much less feed to produce the same amount of animal proteins: 1 kg of live animal weight of crickets requires 1.7 kg of feed, as compared to 2.5 kg for chicken, 5 kg for pork, and 10 kg for beef. In addition, insects have a higher percentage of *edible mass, up to 80% when compared to around 55% of chicken, 70% of pork, and only 40% of cattle. Insects can also be cultured on locally available industrial and agricultural waste streams, recycling a loss into a valuable protein source. Moreover, insects can be gathered from nature or farmed with

simple techniques and minimal facilities requiring minimal land or capital and have a quick growth rate.

All of (3) the above-mentioned insect features point out the high potentiality of this emerging sector. Insect farming will surely increase the overall agricultural production, both via large- and small-scale farms. An increased and widespread consciousness regarding the potential of insects will also contribute to political and marketing choices, contributing to increase livelihood, economic development, and social integration, especially in countries with a long tradition of *entomophagy and insects rearing, such as Asia, South America, and Africa. A practical example of the insect potential is represented by the one called (4) "The Thai example". Indeed, even if the use of insect as food was historically present in the country, in the last decades it was only improved by moving from collecting insects into the wild to rearing them in close environment. It was proficiently driven by a strong market demand supported by academic research and innovation in private sectors (from processing to selling). A new production section was proficiently established that assured new incomes and employment to Thai people with more than 20,000 family farms rearing insects as food and feed. Implementing innovative and sustainable food production strategies, such as insect farming, may contribute to several of the SDGs, which are interconnected. Insect farming could directly or indirectly contribute to several SDGs, as proposed by different authors. Therefore, the aim of this review was to analyse all of the SDGs one-by-one and relate them to edible insects, referring to direct-indirect effects. Links between SDGs were also reported in order to improve the outcomes and contributions to reach the goals.

(出典：Moruzzo R, et al., 2021. Edible Insects and Sustainable Development Goals. *Insects*.

Volume 12(6): 557. doi: 10.3390/insects12060557 より一部改変)

(注)

*concentric：同心円状の

*fatty acid：脂肪酸

*poikilotherm：変温動物

*edible：食用の

*entomophagy：昆虫食

問1 下線部(1)を日本語に訳しなさい。

問2 下線部(2) This context は何を指すのか、説明しなさい。

問3 下線部(3)の示す特徴のうち、5点を説明しなさい。

問4 下線部(4) “The Thai example” が成功した背景や理由のうち、3点を説明しなさい。

——このページは白紙——

2 次の英文を読んで以下の問いに答えなさい。

Rigorous efforts to minimise disease transmission in the COVID-19 pandemic have catalysed the development of comprehensive telemedicine systems. Beyond enabling contactless health care, telehealth increases the convenience of routine health care, expands access to specialty care, and allows for more diligent *regimen monitoring. These transformational changes will probably endure, with the potential of an estimated US\$ 259 billion in health care spending to be shifted to virtual health care. Telehealth offers immense promise in bridging health disparities. Yet, simultaneously, telehealth might *exacerbate existing inequities because of disparities in broadband and technology access by race and household income. However, we argue that the promises and (1)pitfalls of telehealth are rooted in something more fundamental—trust.

Analysis of the Mount Sinai de-identified COVID-19 database found that Black patients were more than four times more likely than White Americans to seek health care in the emergency department over telehealth services, even when *adjusting for comorbidities and preferred language. This study, as well as other literature, offers the potential explanation that the lack of pre-established relationships with physicians, as well as mistrust of digital platforms, could drive this reluctance to pursue telemedicine. Indeed, Black Americans are less likely than White Americans to have strong relationships with their primary care physicians, potentially contributing to scepticism that high-quality care can be provided over telehealth. Weber and colleagues' findings urge consideration regarding how patient-clinician relationships through telemedicine can impact health equity, especially given institutionalised distrust among Black communities.

To be certain, this *paucity of trust is nothing new. Transgenerational trauma experienced by Black communities has created the perception—and often reality—that health care entities do not have their best interests at heart. Black Americans have historically adopted novel medical technologies at lower rates than their White counterparts, due in large part to inaccessibility and well founded suspicion towards medical innovation. Although distrust negatively affects telemedical outcomes, the inverse also holds true. Orrange and colleagues note that patient satisfaction with telehealth was primarily influenced by the “degree of trust in their physician”. As such, a paucity of trust is likely to undermine the potential for telemedicine to *mitigate health disparities, underscoring why trust and telemedicine must be developed and bolstered simultaneously. Although all could benefit in the absolute, mistrust among Black Americans around telemedicine, and the medical

establishment more broadly, might only **exacerbate (2)deep-rooted health disparities*.

Patient-clinician relationships are also harmed by the lack of connectedness due to interaction through a digital interface. In fact, Ladin and colleagues found that telehealth visits reduce doctor-patient connection and promote dissatisfaction and mistrust most prominently among those identifying as Black, Hispanic, and Native American. In a discipline like medicine, which is equally humanistic as it is technical, both physical and emotional care are necessary to achieve optimal health outcomes and bolster patient-clinician relationships. These findings highlight the need to prioritise a more empathetic, patient-centred focus in the current deployment of telemedicine.

Leveraging telemedicine to increase the access of concordant physician-patient pairings could help to achieve greater trust in remote platforms. Telehealth suppliers should consider offering the option for patients to arrange appointments with concordant physicians. These pairings can be enabled through the integration of extensive physician databases, such as IQVIA's OneKey, into telehealth platforms such that minority patients can find medical professionals with greater ease. It is well documented that minority patients prefer care from racially and ethnically concordant doctors, and that these pairings typically result in more favourable health outcomes. This trend is especially salient for the care of Black patients: one study noted that treatment of Black men by Black physicians can reduce the Black-White disparity in **cardiovascular disease *mortality* by 19%. Concordant physicians were viewed as more trusted sources of information and care. Unbound by distance, telehealth can enable patients to more conveniently connect with concordant doctors, facilitating stronger relationships and trust in these emerging systems.

(出典：“Paradox of telemedicine: building or neglecting trust and equity”. July 01, 2022. *The Lancet Digital Health Volume 4* より一部改変)

(注)

**regimen* : 治療計画

**exacerbate* : 悪化させる

**adjusting for comorbidities and preferred language* : (統計解析をするうえで) 合併症や好みの言語の影響を調整すること

**paucity* : 欠如

**mitigate* : 軽減する

**cardiovascular* : 心臓血管系の

**mortality* : 死亡率

問1 下線部(1)のpitfalls of telehealthとは何か、本文に即して説明しなさい。

問2 下線部(2)のdeep-rooted health disparitiesについて、telehealthで実際に起きた出来事を本文に即して説明しなさい。

問3 本文で述べられているtelehealthの問題を1つ取り上げ、それを解決するためのアイデアとその理由を述べなさい。

——このページは白紙——

3 次の英文を読んで以下の問い合わせに答えなさい。

Plastic pollution is a massive problem. Some 400 million tonnes of the material is produced each year, a figure that could double by 2040. Of all the plastic that has ever been produced, only about 9% has been recycled and 12% *incinerated. Almost all other waste plastic has ended up in the ocean or in huge landfill sites. More than 90% of plastics are made from fossil fuels. If left unchecked, plastics production and disposal will be responsible for 15% of permitted carbon emissions by 2050 if the world is to limit global warming to 1.5°C above pre-industrial temperatures.

Talks on the treaty are expected to take between two and three years and will be organized by the United Nations Environment Programme, based in Nairobi. A significant feature of the treaty is that it will be legally binding, like the 2015 Paris climate agreement and the Montreal Protocol, a 1987 treaty that led to the production and use of *ozone-depleting substances being phased out.

A team of negotiators from different regions is being established. By the end of May, they will start work on the treaty's text. According to last week's UN decision, these negotiators will consider "the possibility of a mechanism to provide policy relevant scientific and socio-economic information and assessment related to plastic pollution". But they need to do more than just consider a mechanism. The UN must urgently set up a scientists' group that can give the negotiators expert advice and respond to their questions. These science advisers would need to reflect the necessary expertise in the natural and social sciences, as well as in engineering, and represent different regions of the world.

Nations want the plastics treaty to be more ambitious than most existing environmental agreements. Unlike the Montreal Protocol, which replaced around 100 ozone-depleting substances with ozone-friendly alternatives, countries have agreed that a plastics treaty must lock sustainability into the 'full life-cycle' of polluting materials. (1) This means plastics manufacturing must become a zero-carbon process, as must plastics recycling and waste disposal. These are not straightforward ambitions, which is why research — and access to research — is so important as negotiations get under way.

Most plastics are designed in a 'linear' one-way process: small, carbon-based molecules are knitted together with chemical bonds to make long and cross-linked polymer molecules. These bonds are hard to break, which makes plastics extremely long-lasting. They do not degrade easily and are difficult to recycle.

Marine litter often grabs the headlines, but plastic pollution is everywhere. Landfill sites containing mountains of plastic blight our planet, and minuscule particles of plastic are found in even the most *pristine environments. Such is the scale and persistence of plastics that they are now entering the fossil record. And a new human-made ecosystem — the plastisphere — has emerged that hosts microorganisms and algae.

As negotiators get to work, they will need scientists to help them address (2) several key questions. Which types of plastic can be recycled? Which plastics can be designed to biodegrade, and under what conditions? And which plastics offer the best chances for reuse? Moreover, social-sciences research will be essential to understanding the implications of — and inter-relationships between — the solutions that countries and industries will have to choose from. For example, new

technologies and processes will have impacts on jobs. These impacts need to be studied so that risks to people's livelihoods can be *mitigated.

Mapping out the implications of various approaches to greening the plastics industry will also require cooperation between governments, industry and campaign organizations — building on the cooperation that has brought the world to the start of negotiations.

Plastics have made the modern world. They are a staple of daily life, from construction to clothing, technology to transport. But plastics use is also increasing at a rapid rate, and this is no longer *tenable — around half of (3) all plastics ever produced have been made since 2004.

It is clear from the UN's ongoing efforts to tackle climate change that it is not enough for a treaty to be legally binding. *Signatories must also be held accountable, with regular reporting and checks on progress. Equally important is the need for science advice to be *embedded in the talks from the earliest possible stage.

(Used with permission of Springer Nature BV, from "Landmark treaty on plastic pollution must put scientific evidence front and centre" by Springer Nature Nature 603, 202 (2022), ©2022 Springer Nature ; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.一部改変)

(注)

*incinerate : 焼却する

*ozone-depleting : オゾン層を破壊する

*pristine : 手付かずの

*mitigate : 軽減する

*tenable : 擁護できる

*signatory : 締約国

*embed : 組み込む

問1 下線部（1）を、This が何を指すのか具体的に述べながら日本語に訳しなさい。

問2 下線部（2）の several key questions とは何か、4つあげなさい。

問3 下線部（3）についてはどのように処理されたと書かれているか、本文に即して記述しなさい。

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO 入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験①問題

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部／学科／専攻	試験時間	ページ数
医学部 保健学科 放射線技術科学専攻 検査技術科学専攻	9:30~10:50 (80 分)	6 ページ

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
- この「問題冊子」は 6 ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
- 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 「解答用紙」の受験記号欄（1 枚につき 1 か所）には、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 試験終了後は「解答用紙」を回収しますので、持ち帰ってはいけません。
「問題冊子」、「メモ用紙」は持ち帰ってください。

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1

以下の問いに答えよ。

(1) 4^{21} を 25 で割った余りを求めよ。

(2) 白玉 5 個と黒玉 10 個の合わせて 15 個すべてを、左から右へ横 1 列に並べる。白玉が 2 個以上つづかないように並べたとき、その並び方は全部で何通りあるか。

(3) $0 \leq t \leq 3$ の範囲にある t に対し方程式

$$x^2 - 4 + t = 0$$

の実数解のうち、大きい方を $\alpha(t)$ 、小さい方を $\beta(t)$ とおく。

$$\int_0^3 \{\alpha(t) - \beta(t)\} dt$$

の値を求めよ。

2 平面上に $OA = 1$, $OB_1 = \sqrt{2}$, $\angle AOB_1 = \frac{\pi}{4}$ である三角形 OAB_1 をとる。
さらに, 点 B_n を

$$\overrightarrow{B_1 B_n} = (n-1) \overrightarrow{OA} \quad (n = 2, 3, 4, \dots)$$

となるようにとる。

このとき, 点 B_1 を通り直線 OB_n に垂直な直線と直線 OB_n の交点を点 C_n とする。
 $\overrightarrow{OA} = \vec{a}$, $\overrightarrow{OB_1} = \vec{b}$ とするとき, 次の問い合わせに答えよ。

- (1) $\overrightarrow{OC_n}$ を n , \vec{a} , \vec{b} を用いて表せ。
- (2) $|\overrightarrow{B_1 C_n}|$ を n を用いて表せ。
- (3) $\angle B_n B_1 C_n = \theta_n$ とする。 $\cos \theta_n$ を n を用いて表せ。
- (4) $\frac{|\overrightarrow{B_n C_n}|}{|\overrightarrow{B_1 C_n}|}$ を n を用いて表せ。

3

xy 平面上で次の不等式をみたす点 (x, y) の表す領域を E とする。

$$\log_3(x+2) - \frac{1}{2} \leq \log_3 y \leq \log_9(4-x^2)$$

次の問いに答えよ。

(1) E を図示せよ。

(2) 点 (x, y) を E 内の点とするとき, $\frac{y+2}{x-6}$ の最小値を求めよ。

筆記試験② 封筒

令和4年11月5日

志願学部／学科／専攻	試験時間	問題冊子数
医学部 保健学科 放射線技術科学専攻 検査技術科学専攻	13:00~14:20 (80分)	3冊

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この封筒を開いてはいけません。
- この封筒には、「問題冊子」3冊、「解答用紙」3種類、「メモ用紙」1冊が入っています。
- 筆記試験②は、<選択問題1>、<選択問題2>、<選択問題3>の3冊からなります。
※ <選択問題1～3>のうちから2つを選択し、解答してください。2つ選択しなかった場合は、失格となります。
※ <選択問題>の解答用紙1枚目の所定の欄に、選択の有無を  で囲んでください。

選択する場合：

<input checked="" type="checkbox"/> 選択する
<input type="checkbox"/> 選択しない

選択しない場合：

<input type="checkbox"/> 選択する
<input checked="" type="checkbox"/> 選択しない

- ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。問題冊子のホチキスは外さないでください。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 「解答用紙」は1枚につき1か所の所定の欄に、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。選択しない問題の解答用紙にも受験記号番号を記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 試験終了後は、「解答用紙」は全て回収しますので持ち帰ってはいけません。
本封筒、「問題冊子」及び「メモ用紙」は持ち帰ってください。

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

＜選択問題 1 ＞

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部／学科／専攻	試験時間	ページ数
医学部 保健学科 放射線技術科学専攻 検査技術科学専攻	13:00～14:20 (80 分)	12 ページ

B245

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1

ばね定数 k , 自然の長さ L の軽いばねと, 質量 m の小物体がある。ばねは直線状に伸縮し, 重力や空気抵抗の影響はないものとする。次の問 1 ~ 問 7 に答えよ。解答は, 結果だけでなく, 考え方や計算の過程も示せ。

図 1 のようにばねの一端を壁に固定し, 他端に小物体を取り付け, 小物体に力を加えてばねの長さを ℓ だけ伸びた状態にした。

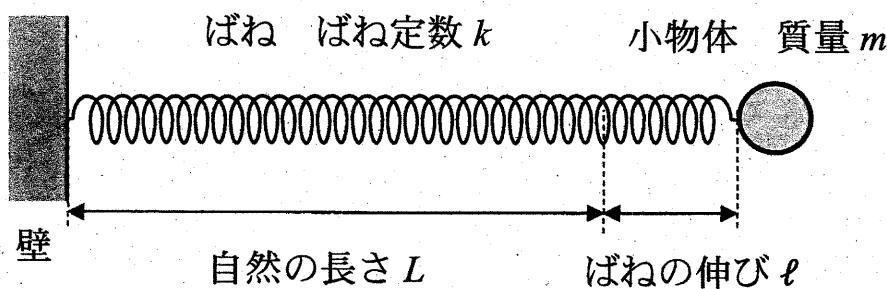


図 1

問 1 ばねの長さが ℓ だけ伸びた状態のときのばねの弾性力の大きさ F と, ばねの伸びが ℓ から 0 まで変化する間に弾性力のする仕事 W を, k , ℓ を用いて表せ。

問 2 小物体を静かに放すと小物体は動き出した。小物体が自然の長さの位置にきたときの速さ v_0 を, k , ℓ , m を用いて表せ。

次に、小物体を2等分して質量を $\frac{m}{2}$ とし、軽いばねも2等分して長さを $\frac{L}{2}$ として、図2のように、小さく軽い留め具でばねを並列にして小物体を両端に取り付けた。左側の小物体をA、右側の小物体をB、重心をGとする。

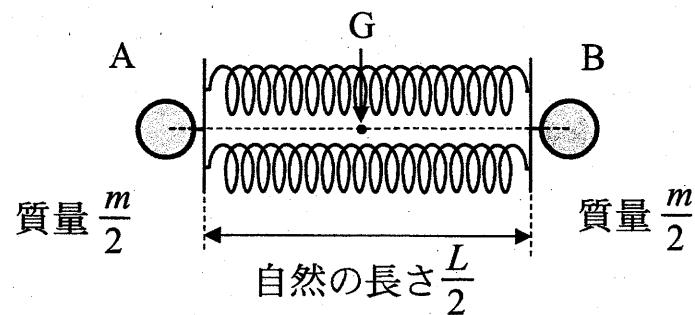


図2

問3 ばね定数 k のばねを2等分し並列につないだばねの合成ばね定数 k' を、 k を用いて表せ。

問4 小物体AとBを持ってばねの長さをわずかに自然の長さから伸ばして、小物体AとBを同時に静かに放したら、重心Gを中心に小物体AとBはどちらも同じ角振動数で単振動をした。このときの角振動数 ω を、 k 、 m を用いて表せ。

次に、小物体を n 等分して 1 つ当たりの質量を $\frac{m}{n}$ にし、ばね定数 k のばねも n 等分して長さを $\frac{L}{n}$ として、図 3 のように n 個の小物体と n 個のばねを正 n 角形になるように接続した。図 3 では n 個の小物体とばねの一部のみを描いている。それぞれの小物体について、つり合いの位置を原点 O として、中心 C から外に向く方向を正として x 軸を取る。また、すべての小物体はそれぞれの x 軸上のみを運動するものとし、同じ時間にすべての小物体が同じ x 座標となるように運動する場合のみを考える。

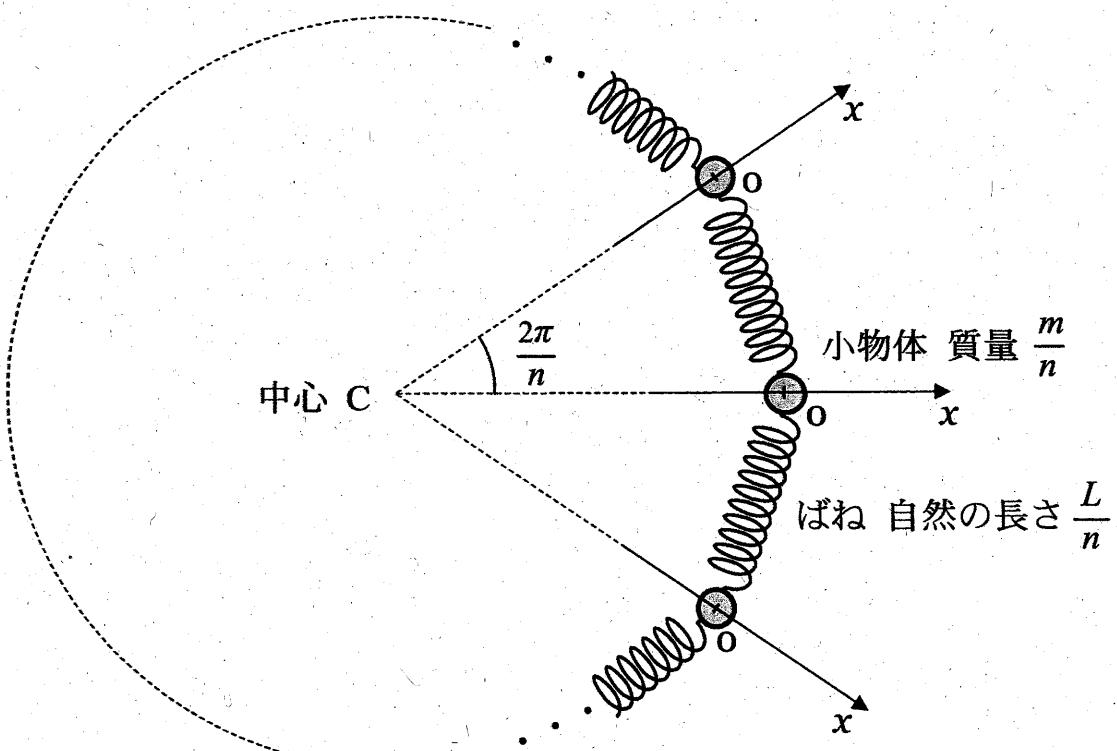


図 3

問5 1つの小物体に着目し、小物体の座標が x のときに、その小物体がばねから受ける合力 F を、 n ， x ， k を用いて表せ。なお、角度は単位としてラジアンを用いよ。

問6 すべての小物体を、 x 座標が X となるように変位させて同時に静かに放すと、小物体は原点 O を中心に単振動をした。このとき、原点 O での小物体の速さ v_1 を、 n ， X ， k ， m から必要なものを用いて表せ。

問7 n が十分大きい場合の単振動の周期 T を、 k ， m を用いて表せ。なお、必要であれば $|\theta|$ が十分小さいときに成り立つ近似式 $\sin \theta \approx \theta$ を用いよ。

2

図1のように、空气中において、長方形の平面ガラスAの上に、Aと同じ形状の平面ガラスBを重ね、一端を点Oでそろえ、他端に厚さDの金属箔を挟んで、くさび形の空気層をつくった。金属箔の点O側の端の位置を点Pとする。点Oから点Pまでの長さはLである。2つのガラスの真上から波長 λ の単色光を入射し、真上から観察すると、ガラスAの上面とガラスBの下面で反射した光が干渉し、点Oから点Pまでの間に等間隔の平行な干渉縞が見えた。点Oを原点とし点Oから点Pに向かう方向に位置を表すx軸を取る。また、空気の屈折率は1.0、ガラスの屈折率は1.5とし、屈折率の小さい媒質を通過してきた光は屈折率の大きい媒質で反射する際に位相が反転する。次の問1～問5に答えよ。解答は、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

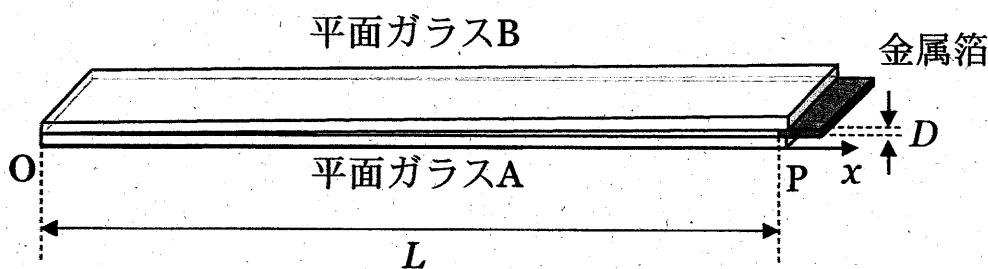


図1

問1 反射光が強め合い干渉縞が明るく見えるある位置の空気層の厚さをdとする。dを自然数m($m=1,2,3,\dots$)と λ を用いて表せ。なお、mには上限があるが考慮しなくてよい。

問2 点Oから数えてm番目に反射光が強め合う位置 x_m ($x_m < L$)を、 L 、 D 、 λ 及び自然数m($m=1,2,3,\dots$)を用いて表せ。また干渉縞の間隔 Δx を、 L 、 D 、 λ を用いて表せ。

問3 L が 0.18 m 、 λ が $6.3 \times 10^{-7}\text{ m}$ のときの干渉縞の間隔 Δx は $9.1 \times 10^{-3}\text{ m}$ であった。このときの金属箔の厚さ D [m]を求めよ。

問4 空気層を屈折率 n ($1.0 < n < 1.5$)の液体で満たしたら、干渉縞の間隔が変化し $\Delta x'$ になった。 $\Delta x'$ を、 L 、 D 、 λ 、 n を用いて表せ。

次に、平面ガラス B を、わずかにゆがんだ同じ形のガラス C に置き換えた。ガラスの真上から単色光を入射し、真上から観察すると、図 2 のような干渉縞が観察された。

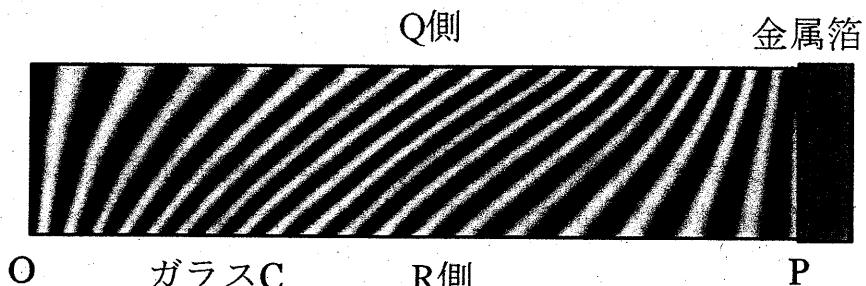


図 2

問5 ガラス C の Q 側と R 側の下面（平面ガラス A 側）のゆがみの特徴を、理由とともに簡潔に説明せよ。

3 図1のように、 x 軸と y 軸を取り、長さ L の細いパイプを y 軸に平行にして一端を x 軸上に置き、その中に電気量 q ($q > 0$) に帯電した質量 m の小物体を入れ、 $y = L$ にある他端に間隔 d の2枚の薄い平面極板でできた平行板コンデンサーをパイプと一緒に取り付けた。一体となったパイプと平行板コンデンサーは質量が M で、 x 軸に沿ってのみ滑らかに平行に動くことができる。小物体はパイプの内壁に沿って滑らかに動くことができ、パイプと平行板コンデンサーの接続点の小さな穴を通ってパイプと平行板コンデンサーの極板間を自由に行き来することができる。

平行板コンデンサーには電荷が蓄えられており、極板間には強さ E の一様な電場（電界）が y 軸の負の向きに生じている。また、 $0 \leq x$ かつ $0 \leq y \leq L$ の領域には磁束密度 B ($B > 0$) の一様な磁場（磁界）が紙面に対して垂直に表から裏向きにかかっている。

初め、パイプと平行板コンデンサー及び小物体は $x < 0$ の領域を x 軸の正の向きに一定の速さ v_x で動いていた。このとき、小物体の y 座標は 0 で速度の y 成分も 0 であった。

小物体は xy 平面内のみを運動し一連の運動の間に電気量は変化することはないものとし、パイプは磁場や小物体の電荷の影響を受けないものとする。さらに、平行板コンデンサーの極板の厚さは無視できるものとし、重力や空気抵抗の影響はないものとする。次の問1～問6に答えよ。解答は、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

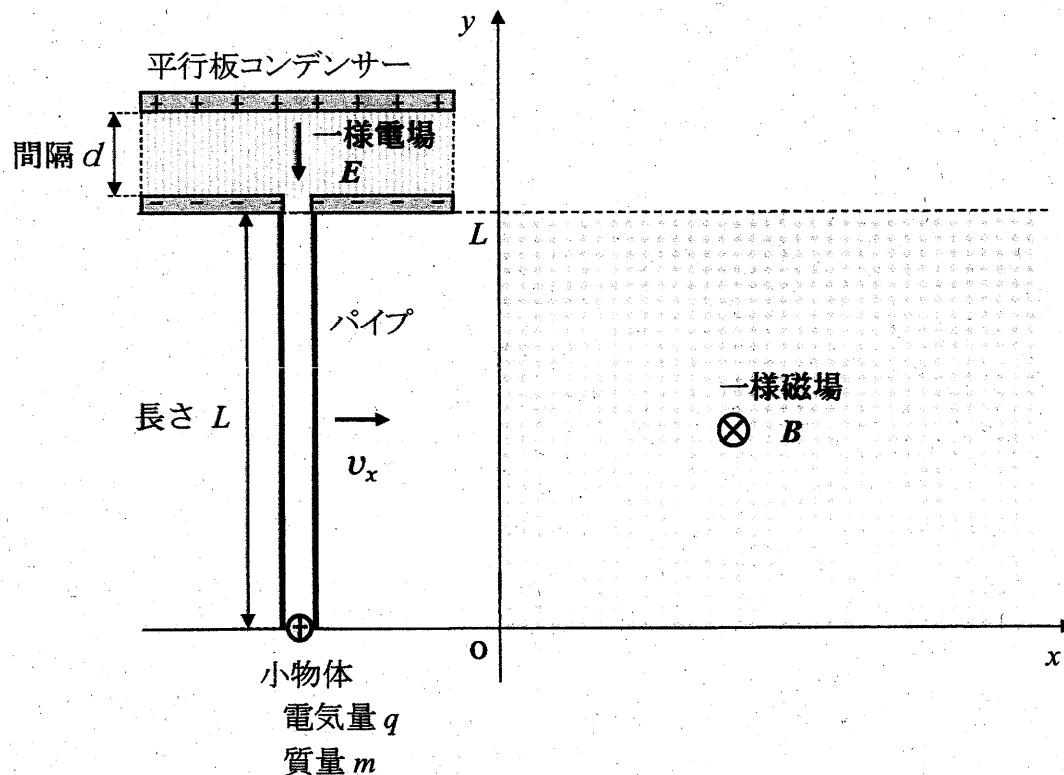


図1

パイプと平行板コンデンサー及び小物体は、時間 $t = 0$ でちょうど $x = 0$ を x 軸の正の向きに速さ v_x で通過し、電気量 q に帶電した小物体は速度と磁場の両方に垂直な y 軸の正の向きに $qv_x B$ の大きさの力を磁場から受け始めた。このような力をローレンツ力という。その後、パイプに外力を加えて一定の速さ v_x で動かし続けた。小物体が磁場から受ける力によりパイプの内壁に沿って y 座標の正の向きに動き始めてからパイプの出口に到達するまでの、 y 座標が $0 \leq y \leq L$ の間について考える。

問 1 小物体の速度の y 成分の大きさが v_y のときの、ローレンツ力の成分 (f_x, f_y) と大きさ f を、 q, v_x, v_y, B の中から必要なものを用いて表せ。

問 2 小物体の、時間 t における v_y と y を、 q, v_x, B, m, t を用いて表せ。

問 3 パイプを x 軸の正の向きに一定の速さ v_x で動かすために必要な外力の大きさ F を、 q, v_x, B, m, t を用いて表し、その向きを答えよ。

問 4 小物体がパイプの出口から飛び出す直前の速度の y 成分の大きさ v_y を、 q, v_x, B, m, L を用いて表せ。

パイプから飛び出た小物体は、平行板コンデンサーの極板間の一様電場（強さ E ）内に入射した。

問5 小物体は電場の中を運動し、正に帯電した極板に衝突する直前にちょうど速度の y 成分が瞬間に 0 になった。このときの d を、 q 、 E 、 m 、 V_y を用いて表せ。

その後、速さ v_x で動いていたパイプと平行板コンデンサー（一体としての質量 M ）に外力がはたらかない状態にして、小物体が電場で加速されパイプ内に再度入射してパイプに力を及ぼし、ある瞬間にパイプの途中でパイプに対して静止した。

問6 小物体がパイプに対して静止した瞬間に、 x 軸に沿って動いていたパイプと平行板コンデンサーの速さ v'_x を、 q 、 B 、 L 、 m 、 M 、 v_x を用いて表せ。

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

＜選択問題 2 ＞

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部／学科／ 専攻	試験時間	ページ数
医学部 保健学科	13:00~14:20	
放射線技術科学専攻	(80 分)	10 ページ
検査技術科学専攻		

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 次の問1から問7に答えなさい。

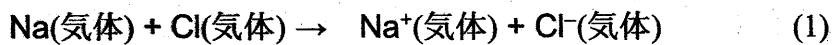
問1 次の(1)から(6)に示す物質の分離・精製操作に用いられる方法の名称として、最も適切なものを、下の(ア)から(キ)より1つずつ選び、解答欄(1)から(6)にその記号を書きなさい。

- (1) 少量の炭酸カリウムを不純物として含む炭酸ナトリウムを精製する。
- (2) すりつぶしたゴマからヘキサンを使ってゴマ油を取り出す。
- (3) 液体空気から窒素、酸素、アルゴンを分離する。
- (4) ヨウ素と塩化ナトリウムの混合物からヨウ素を取り出す。
- (5) 海水から純粋な水を取り出す。
- (6) サインペンのインクから異なる色の色素を分離する。

方法

(ア) 抽出 (イ) 升華 (ウ) ろ過 (エ) 蒸留 (オ) 分留
(カ) クロマトグラフィー (キ) 再結晶

問2 ナトリウム原子のイオン化工エネルギーは 496 kJ/mol, 塩素原子の電子親和力は 349 kJ/mol, 塩化ナトリウムの格子エネルギーは 788 kJ/mol である。次の反応(1)および反応(2)は発熱反応か、吸熱反応か。下の表から正しい組み合わせを1つ選び、その記号(カタカナ)を解答欄に書きなさい。なお、格子エネルギーは、結晶格子を個々の陽イオンと陰イオンに分解するのに要するエネルギーである。



	反応(1)	反応(2)
ア	発熱	発熱
イ	発熱	吸熱
ウ	吸熱	発熱
エ	吸熱	吸熱

問3 次の4つの第3周期元素を、原子半径の大きい順に左から右に並べ、それぞれ元素記号で書きなさい。

アルミニウム

塩素

ナトリウム

リン

問4 次の分子の中から、無極性分子をすべて選び、解答欄にその記号を書きなさい。

(ア) C_2H_4 (エチレン)

(イ) C_3H_6 (プロピレン)

(ウ) H_2O

(エ) NH_3

(オ) CO_2

(カ) CH_3OH

(キ) Br_2

(ク) C_6H_6 (ベンゼン)

(ケ) CH_3Cl

(コ) CCl_4

問5 イオン結晶に関する次の問い合わせに答えなさい。

(1) (a) 塩化ナトリウム $NaCl$, (b) 塩化セシウム $CsCl$ および(c) 閃亜鉛鉱型硫化亜鉛 ZnS の結晶中のイオンの配位数を、それぞれ解答欄(a), (b) および(c) に書きなさい。なお、配位数とは、結晶中で1つの粒子に隣り合って結合している粒子の数のことである。

(2) フッ化ナトリウムと酸化カルシウムのイオン間距離はほぼ同じである。融点の高い方の化合物の組成式を書きなさい。

(3) フッ化ナトリウムとフッ化セシウムはどちらも塩化ナトリウム型構造をとっている。融点が低い方の化合物の組成式を書きなさい。

問6 次の記述のうち、正しいものをすべて選び、解答欄にその記号を書きなさい。

(ア) ヨウ素は無極性分子であるシクロヘキサンにはほとんど溶けない。

(イ) ブレンステッド・ローリーの定義によれば、酢酸ナトリウムと水との反応では、水は主に酸として働く。

(ウ) アンモニア NH_3 よりも、同じ15族元素の水素化合物 PH_3 の方が沸点が高い。

(エ) 金属結晶である銀は電気伝導性が高く、熱伝導性も高い。

(オ) 共有結合の結晶であるダイヤモンドは電気伝導性が低く、熱伝導性も低い。

(カ) 水の酸素原子と過酸化水素の酸素原子の酸化数は同じである。

(キ) 常圧下で液体の水の密度が最も大きくなるのは $0^{\circ}C$ のときではない。

問 7 タンパク質を分解したときに発生したアンモニアの量を決定するために、次の実験を行った。下の問(1)から(3)に答えなさい。

実験 1 (a)発生したアンモニアを、アンモニアに対して過剰量の 1.00 mol/L の希硫酸 10.0 mL に吸収させた。 反応後の溶液を正確に 100 mL にうすめた。

実験 2 実験 1 でうすめた溶液のうち 10.0 mL を取り、(b)アンモニアと反応せずに残っている硫酸を、0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。

実験 3 水酸化ナトリウム水溶液を 6.50 mL 加えたところで中和点に達した。

- (1) 下線部(a)の実験操作で起こっている反応を、イオン式を含まない化学反応式で書きなさい。
- (2) 下線部(b)の実験操作で起こっている反応を、イオン式を含まない化学反応式で書きなさい。
- (3) タンパク質から発生したアンモニアの物質量は何 mol か。その数値を有効数字 3 桁で書きなさい。

2 図1に示すように、左側の電気分解槽中の硫酸銅(II)水溶液に2本の白金電極を浸し、右側の鉛蓄電池につないで電気分解を行った。次の問1から問6に答えなさい。

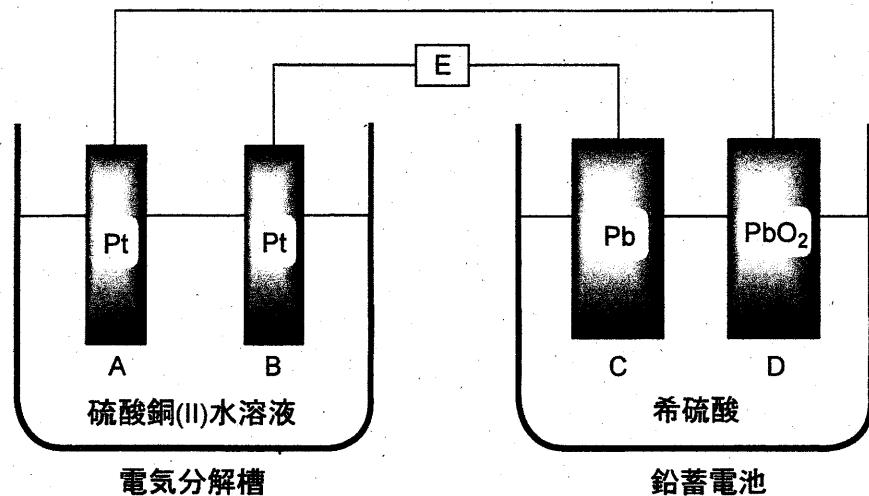


図1

問1 この実験で、電気分解槽中に浸す電極としてマグネシウムを用いることはできない。それは、マグネシウムが硫酸銅(II)水溶液と反応してしまうからである。

- (1) マグネシウムと銅イオンとの間で起こる反応のイオン反応式を書きなさい。
- (2) この反応が起こる理由を30字以内で書きなさい。

問2 図1中の電極A, B, C, Dはそれぞれ次の(ア)から(エ)のいずれかの名称で呼ばれる。電極AからDの各々について、最も適切な名称を選び、その記号をそれぞれ解答欄AからDに記入しなさい。

(ア) 正極 (イ) 陽極 (ウ) 負極 (エ) 陰極

問3 図1において、鉛蓄電池が放電して電気分解槽中で電気分解が起こったときに、電極A, B, C, Dの中で、物質が析出して質量が増加する電極の記号をすべて解答欄に書きなさい。

問4 鉛蓄電池の放電時に電極Cおよび電極D上で起こる化学反応を、それぞれ解答欄(1)および(2)に、電子 e^- を含むイオン反応式で書きなさい。

問 5 鉛蓄電池の放電時に、(1) 図 1 の E の位置で、電子はどちらの方向へ流れるか。
また、(2) 電気分解槽の中で気体はどちらの電極付近で発生するか。下表の(ア)から(エ)の中で正しい組み合わせの記号を解答欄に書きなさい。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1) 電子の流れる方向	右から左へ	右から左へ	左から右へ	左から右へ
(2) 気体が発生する電極	A	B	A	B

問 6 図 1 の装置を用いて、一定時間硫酸銅(II)水溶液の電気分解を行ったところ、電気分解槽の一方の電極上では銅が析出し、もう一方の電極上では二原子分子の気体が発生した。一方の電極上に析出した銅の質量は 19.1 g であった。銅の原子量を 63.6、ファラデー定数を $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ として、次の問(1)および問(2)に答えなさい。必要なら、標準状態での圧力 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ を用いなさい。

- (1) E の位置を流れた電気量は何 C か。その数値を有効数字 3 桁で解答欄(a)に書きなさい。また、計算過程を解答欄(b)に書きなさい。
- (2) 電極上で発生した気体の標準状態での体積は何 L か。その数値を有効数字 3 桁で解答欄(a)に書きなさい。また、計算過程を解答欄(b)に書きなさい。なお、発生した気体は理想気体として取り扱えるものとする。

3 ナトリウムに関する以下の文章を読み、問1から問8に答えなさい。計算に必要な場合は、以下の数値を用いなさい。

原子量 $H = 1.0, O = 16.0, Na = 23.0$

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$

ナトリウムは1族元素であり、その一番外側の電子殻であるア殻に1個の電子をもつ。ナトリウムはこの電子を失って陽イオンになりやすいため、イ剤として働く。また、ナトリウム塩の水溶液を白金線の先につけ、バーナーの炎に差し入れると、ウ色の炎が観察される。この現象はナトリウムの検出に用いられ、エ反応と呼ばれる。

金属ナトリウムと、その一部が空気中の水分と反応して生成した水酸化ナトリウムとの混合物の固体がある。この混合物について、次の実験を行った。

実験1 金属ナトリウムと水酸化ナトリウムの混合物2.7 gを取って気体を集められる特殊な容器に入れ、蒸留水を少しずつ注意深く加えたところ、水素を激しく発生しながら完全に溶解した。生成した水溶液全量を1Lのメスフラスコに入れ、蒸留水を標線まで加えて1.0 Lの水酸化ナトリウム水溶液Aをつくった。

実験2 水酸化ナトリウム水溶液Aをホールピペットで20 mL取ってコニカルビーカーに入れ、濃度0.10 mol/Lの希塩酸で滴定したところ、希塩酸を22 mL滴下したところで中和点に達した。

実験3 実験1で発生した水素のみを集め、標準状態で体積を測定したところオLであった。

実験4 水酸化ナトリウム水溶液Aをホールピペットで100 mL取って1Lのメスフラスコに入れ、0.10 mol/Lの酢酸を正確に220 mL加えて混合し、さらに蒸留水を標線まで加えて水溶液の体積を1.0 Lにした。この水溶液を水溶液Bとする。

問1 空欄アからエに入る最も適切な文字または語句を書きなさい。

問2 実験1で金属ナトリウムと水との間で起こる反応の化学反応式を書きなさい。

問3 水酸化ナトリウム水溶液Aの濃度は何mol/Lか。実験2の結果に基づいて計算し、その数値を有効数字2桁で書きなさい。

問 4 実験 1 で用いた金属ナトリウムと水酸化ナトリウムの混合物の中の金属ナトリウムの質量での割合は何パーセントか。有効数字 2 桁で解答欄(a)に書きなさい。また、その計算過程を解答欄(b)に書きなさい。

問 5 実験 3 の空欄 **才** に当てはまる数値を有効数字 2 桁で書きなさい。なお、水素は理想気体として取り扱えるものとする。

問 6 実験 4 では、塩として酢酸ナトリウムが生成する。酢酸ナトリウムは次のどれに分類されるか。その記号を書きなさい。

(ア) 酸性塩

(イ) 塩基性塩

(ウ) 正塩

問 7 実験 4 で調整した水溶液 B の pH はいくらか。有効数字 2 桁で求めなさい。ただし、酢酸の電離定数は $2.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ とし、必要なら $\log_{10} 2.7 = 0.43$ を用いなさい。

問 8 水溶液 B に少量の酸や塩基を加えても pH はほとんど変化しない。次の問(1)と(2)に答えなさい。

- (1) このような pH の変化を起こりにくくする作用を何というか。その名称を書きなさい。
- (2) 水溶液 B に少量の希塩酸を加えたとき、溶液中で増加する物質の名称を書きなさい。

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）II期

筆記試験②

＜選択問題 3 ＞

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部／学科／専攻	試験時間	ページ数
医学部 保健学科 放射線技術科学専攻 検査技術科学専攻	13:00～14:20 (80 分)	13 ページ

B1245

—このページは白紙—

—このページは白紙—

1 次の文章を読み、問1から問11に答えよ。

遺伝子組換えイネを作出する場合、イネの種子からカルスとよばれる培養細胞を誘導し、そのカルスにあらかじめ導入したい遺伝子をもたせた①ある種の細菌を感染させる。すると、その細菌が遺伝子をイネのカルスに導入する。その後、細菌を感染させて遺伝子を導入したカルスを培養し、植物体を再分化させることにより、遺伝子組換えイネを作出する。

この技術を用いて、イネの遺伝子 X の突然変異体 (x 突然変異体) に野生型の遺伝子 X を導入した。②遺伝子を導入していないカルスからは表皮をもたないイネが再分化したが、遺伝子 X を導入したカルスからは、正常な形態のイネが再分化した。③遺伝子 X から 1 塩基あるいは連続した 2 塩基を欠失させた遺伝子を導入した場合は、表皮をもたないイネが再分化したが、連続した 3 塩基を欠失した遺伝子を導入した場合は、野生型遺伝子を導入した場合と同様に正常な形態のイネが再分化した。野生型の遺伝子 X を導入して再分化したイネからは自家受粉により種子を得た。

問1 下線部①の細菌の名称を記せ。

問2 下線部②の結果から考えられる遺伝子 X がもつ機能を簡潔に記せ。

問3 下線部③に関して、このような結果になった理由としてどのようなことが考えられるか、記せ。

問4 導入した遺伝子 X が、変異した x 遺伝子と完全に連鎖した染色体上の位置にのみ導入された場合、再分化個体から自家受粉により得られた種子を多数播種すると、野生型と突然変異体の表現型を示す個体はどのような割合で現れるか、記せ。ただし、遺伝子 X は 1 か所のみに導入されたものとする。

問5 導入した遺伝子 X が、変異した x 遺伝子とは異なる染色体に導入され

た場合、再分化個体から自家受粉により得られた種子を多数播種すると、野生型と突然変異体の表現型を示す個体はどのような割合で現れるか、記せ。ただし、遺伝子 X は 1 か所のみに導入されたものとする。

問 6 野生型の遺伝子 X が 2 か所に導入され、1 か所が x 遺伝子と完全に連鎖した染色体上の位置で、もう 1 か所が x 遺伝子とは異なる染色体の場合、自家受粉により得られた種子を多数播種すると、野生型と突然変異体の表現型を示す個体はどのような割合で現れるか、記せ。

問 7 野生型の遺伝子 X が 2 か所に導入され、導入された 2 か所と x 遺伝子の位置のすべてが異なる染色体の場合、自家受粉により得られた種子を多数播種すると、野生型と突然変異体の表現型を示す個体はどのような割合で現れるか、記せ。

問 8 遺伝子 X の 2 本鎖 DNA の各塩基の数を数えると、アデニン (A) の数はチミン (T) の数と同じであり、シトシン (C) の数はグアニン (G) の数と同じであった。その理由を簡潔に述べよ。

問 9 遺伝子 X から転写された RNA の塩基を調べたところ、チミン (T) が見られなかった。その理由を簡潔に述べよ。

問 10 野生型のイネからゲノム DNA を抽出し、PCR 法により遺伝子 X を増幅したところ、予想される長さの DNA 断片が増幅したが、RNA を抽出し、逆転写した後、同じプライマーを用いて PCR を行ったところ、ゲノム DNA を鑄型とした場合より短い長さの DNA 断片が増幅された。その理由を簡潔に述べよ。

問 11 問 10 で逆転写され PCR により増幅された RNA は、どの種類の RNA か。以下から適切なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

ア gRNA (ガイド RNA)

イ mRNA (伝令 RNA)

ウ RNAi (RNA 干渉)

エ rRNA (リボソーム RNA)

オ tRNA (転移 RNA, 運搬 RNA)

2

次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

生物の生存や繁殖には空間、食物、交配相手などの資源が必要である。資源のほとんどは有限なので、それらをめぐる個体間の（a）作用、すなわち競争が生じる。競争に有利な個体はより多くの子を次世代に残し、結果としてそのような個体の形質が①自然選択により進化する。個体が自分の遺伝子をどれだけ次世代に残せたかは「適応度」という尺度で表される。

セイヨウミツバチの巣箱を観察したところ、1匹の女王バチと数万匹のワーカー（働きバチ）、そして約1000匹の雄バチが社会生活を営んでいた。この女王バチは32本の染色体をもち（ $2n = 32$ ）、異なる集団の10匹の雄バチと交尾して精子を貯精囊に貯め、必要に応じて受精を行う。また、女王バチは受精卵と未受精卵を生むことができ、前者は雌、後者は雄になる。女王バチとワーカーはともに雌であるが、生育環境や幼虫期に与えられるえさの量と質の違いによって各々に分化する。女王バチはある種のフェロモンを分泌することでワーカーの生殖能力を抑制しているため、女王バチがいなくなつた場合、ワーカーは交尾せず、未受精卵を生むようになる。ワーカーは複数の花を訪れて花粉を集め、スクロースを主成分とする花蜜を蜜胃に貯めて巣に運ぶ。スクロースはミツバチの体内でグルコースと（b）に分解され、これが蜂蜜の成分となる。ワーカーは、蜂蜜を略奪に来た大型哺乳類に針を用いて対抗する。針はいったん刺したら抜けないため、振り払われると腹部の損傷でワーカーは死ぬが、その際に放出される（c）フェロモンが、他のワーカーの攻撃行動を誘い、集団の利益となる。このような「自己の不利益にもかかわらず他個体へ利益をもたらす行動」を利他行動とよぶ。利他行動とよばれる行動は自分の繁殖機会を減らし、直接的には適応度を下げる。しかし血縁者は自分と共通する遺伝子をもつので、血縁者の適応度を上げる行動は自分の適応度に間接的な正の効

果をもたらす。このように、血縁関係にある他個体から生じる子も含めて考えた場合の適応度を「包括適応度」とよび、②利他行動により包括適応度が上がれば、その行動は自然選択により進化する。

③利他行動が進化した理由について、ハミルトンは、ハチなどでは自分の親の繁殖を助け、同じ遺伝子を持つ兄弟姉妹を増やすことで、次世代に自分と共に遺伝子を多く残す戦略をとっていると考えた。そのためには、兄弟姉妹の中でも自分と共に遺伝子をより多く持つ個体に投資する方が都合がよい。共通の祖先に由来する特定の遺伝子を個体間で共有する確率を「血縁度」とよぶ。

ヒトでは同じ両親から生まれた兄弟姉妹の場合、自分がもつ特定の遺伝子(対立遺伝子)が母親由来である確率は(d)であり、兄弟姉妹間で母親由来の特定の遺伝子を共有する確率は(e)となる。父親由来の遺伝子の場合も同様であるため、兄弟姉妹間の血縁度は(f)となる。一方、ミツバチの女王バチが一匹の雄バチと交尾して新しい集団を作った場合、ワーカー間の血縁度は(g)、ワーカーと母親を同じにする雄バチとの血縁度は(h)となる。

問 1 下線部①について、特に交配相手をめぐる競争ではたらく選択の名称を記せ。

問 2 セイヨウミツバチの雄バチの染色体数として適切なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

ア $n = 8$ イ $n = 16$ ウ $n = 32$

エ $2n = 16$ オ $2n = 32$

問 3 文章中の(a)～(h)にあてはまる適切な語句もしくは数値を記せ。

問 4 下線部③のワーカーが行う「利他行動の進化」は、ダーウィンの自然選択では説明できない。その理由を簡潔に説明せよ。

問 5 この巣(集団)から女王バチがいなくなつた場合、どのようなことが起こると考えられるか。可能性のあるものをすべて選び、記号で答えよ。

- ア ワーカーが生んだ卵から新しい女王バチが育つ。
- イ ワーカーの数が徐々に減少する。
- ウ 雄バチの数が一時的に増加する。
- エ 雄バチの中の一匹が女王バチになる。

問 6 社会性昆虫であるアリのコロニーから産出される繁殖成虫(ワーカーの妹にあたる次世代女王〔雌〕と弟にあたる雄)の数を比べると、雄の個体数よりも雌の個体数が多い例が知られている。この偏りは、ワーカーが雄幼虫をあまり世話をしないことや、雄になる卵を間引くなどの操作をすることによって生じている。繁殖成虫における雄と雌との比率の偏りが、ワーカーの操作によって生じる理由を血縁度にもとづき記せ。ただし、このアリのコロニーは1個体の女王に由来し、その女王は1個体の雄とのみ交尾しているものとする。

3 次の文章を読み、以下の問1～問8に答えよ。

①雄性および雌性の生殖細胞を(a)とよび、これらが合体することを(b)とよぶ。また、精子と卵が合体することを、特に受精とよぶ。精子や卵をつくるもとになる細胞は(c)とよばれる。一般に、雄から放出される精子の数は卵の数と比較して多い。しかし、ウニやカエルなどでは、実際に卵と受精する精子は1個のみである。これは、複数の精子が卵に侵入するのを防ぐしくみがあるからであり、このしくみを(d)とよぶ。

ウニは、産卵期になると海中に精子と卵を放出する。精子は、(e)で合成されるエネルギーを使って、(f)を動かして前進する。未受精卵の周囲にあるゼリー層に精子が達すると、精子の頭部にある②先体の中身が放出される。この現象を(g)とよぶ。ウニでは、精子の先端が糸状に伸びて(h)を形成し、(f)の動きが活発になり、精子はゼリー層を貫通する。さらに、精子はゼリー層の下にある卵黄膜を通過して、卵の細胞膜に接する。その結果、精子と卵の細胞膜が融合する。また、卵では、(i)の中身が細胞膜と卵黄膜の間に放出される。これを(j)とよぶ。卵黄膜は(i)から放出された物質の作用により細胞膜から離れ、固くなつて受精膜となる。精子の核は卵の中に入ると膨化し、体細胞の核に近い大きさの精核となる。精子から卵に導入された(k)は星状体を形成し、精核と(l)を近づける。2つの核が出会うとすぐに融合が開始し、1つの核になる。

カエルの卵は、卵割が進むと桑実胚を経て③胞胚になる。胞胚腔は、動物極に偏った位置に生じる。胞胚期を過ぎると、灰色三日月環の植物極側に(m)が形成され、そこから陷入がはじまり、原腸胚となる。(m)によって囲まれた植物極の部分を卵黄栓といふ。原腸胚期には胚を構成する細胞群が外胚葉、中胚葉、内胚葉の3つの胚葉に分かれる。原腸胚後、(n)、尾芽胚を経て幼生となる。発生の段階では、細胞の分化だけでなく、特定の時期にある細胞群が自発的に死んでいくことによって器官が形成されることがわかっている。発生段階において、ある段階であらかじめ死ぬ

ように決められている細胞死を(○)といい、なかでも細胞のDNAが断片化し、それが引き金となって細胞が死滅することを特にアポトーシスという。

問1 文中の(a)～(o)に入る最も適した語句を記せ。ただし、同じ記号の空欄には同じ語句があてはまる。

問2 カエルの卵の不等割が生じる理由について最も適当なものはどれか。

1つ選べ。

- ア 卵の植物極側に、卵割を妨げる卵黄が多く含まれているため。
- イ 卵の動物極側に、卵割を妨げる卵黄が多く含まれているため。
- ウ 卵の植物極側に、卵割を促進する卵黄が多く含まれているため。
- エ 卵の動物極側に、卵割を促進する卵黄が多く含まれているため。

問3 下線部①について、このようにして新しい個体をつくる生殖法を何とよぶか記せ。

問4 下線部②について、先体の中身として重要な物質の名称とそのはたらきを記せ。

問5 下線部③にあるカエルの胞胚から予定外胚葉領域(イ)と予定内胚葉領域(ロ)を切り出して培養することにより、図1に示した結果が得られた。単独の培養では、予定外胚葉領域は外胚葉性の組織だけに分化し、予定内胚葉領域は内胚葉性の組織に分化した。しかし、予定外胚葉領域と予定内胚葉領域を組み合わせて培養したとき、外胚葉性の組織と内胚葉性の組織に加えて、単独の培養では生じなかった中胚葉の組織も分化した。また、その後の実験により、この中胚葉組織は、すべて予定外胚葉領域に由来することがわかった。

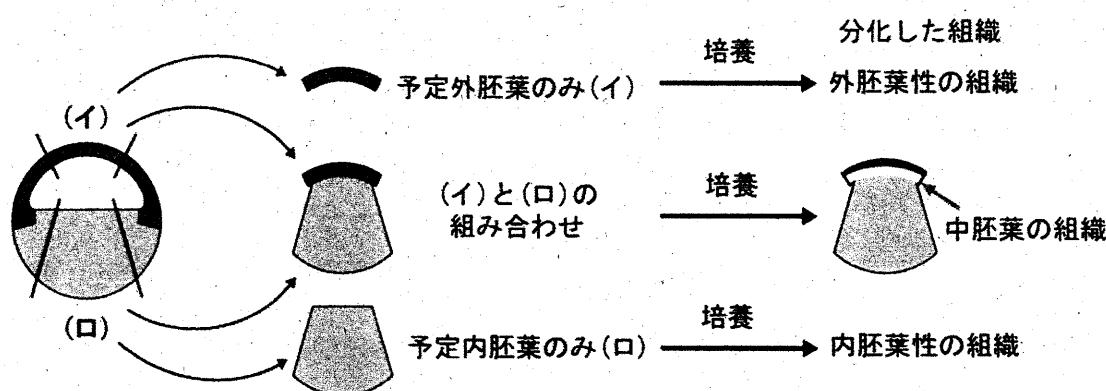


図 1 中胚葉組織の誘導を示す実験

図 1 の実験より、胞胚から切り出した組織から中胚葉が分化誘導されるしくみとして考えられることを記せ。

問 6 カエルの尾芽胚の横断面を図 2 に示す。図 2 の(a)～(e)の各構造から形成される組織・器官について最も適当な組み合わせを次のア～カから 1 つ選べ。

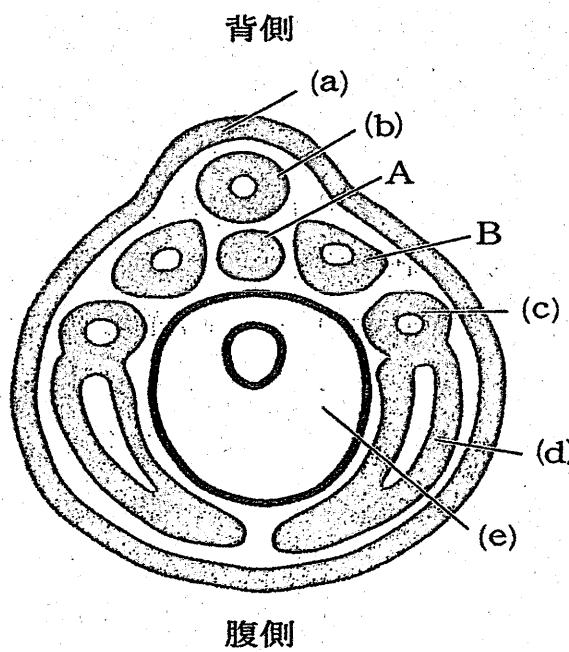


図 2 尾芽胚の断面図

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
ア	網膜	脳	肝臓	心臓	すい臓
イ	角膜	真皮	腎臓	血管	肝臓
ウ	つめ	脊髄	肝臓	血管	腎臓
エ	網膜	真皮	腎臓	心臓	すい臓
オ	つめ	脳	腎臓	血管	すい臓
カ	角膜	脊髄	肝臓	真皮	腎臓

問7 図2のAおよびBの名称を記せ。

問8 胚胎期のカエルの胚を高塩濃度の培養液中で発生させると、中胚葉予定細胞と内胚葉予定細胞が内部に陷入せず胚の外側に出た外原腸胚(外腸胚)となる。この胚では正常な神経組織がほとんど見られない。その理由を記せ。

令和5年度（2023年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験③問題

令和4年11月5日

志願学部／学科	試験時間	ページ数
医学部保健学科 歯学部 農学部	15:20~16:50 (90分)	14ページ

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
- この「問題冊子」は14ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
- 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 解答は、日本語で記入してください。
- 「解答用紙」の受験記号番号欄（1枚につき1か所）には、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 試験終了後は「解答用紙」を回収しますので、持ち帰ってはいけません。
「問題冊子」、「メモ用紙」は持ち帰ってください。

C2345

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 次の英文を読んで以下の問い合わせに答えなさい。

In the global sustainable development agenda, (1)the United Nations' (UN) "Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development" adopted 17 Sustainable Development Goals (SDGs) that are intended to "stimulate action over the next 15 years in areas of critical importance for humanity and the planet". In policy circles, these SDGs are being increasingly referred to simply as "The Global Goals". They represent a global agreement across United Nation's member states "used in national development plans, academic and foreign aid prioritization". As reported by Waage et al. , the 17 SDGs, with 169 targets and 232 specific indicators, can be represented in three *concentric layers, which reflect their main intended outcomes: the wellbeing goals, the infrastructure goals, and the natural environment goals.

According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), food production will have to increase by 70% to be able to feed the world in 2050; growing population, increasing wealth, and urbanization, especially in recent industrialized countries, have changed consumption patterns and food preferences, leading to higher animal protein demands. (2)This context places heavy pressure on already limited resources, aggravates the competition for land to produce food, feed, and fuel, and makes the challenge of environmental sustainability even more difficult. Conversely, while one-third of food is wasted, 8.9% of the world population are estimated to have been undernourished and 25.9% suffered from both moderate and severe levels of food insecurity in 2019.

Insects reduce the above-mentioned societal challenges, create healthier and more sustainable food, and reduce animal feed production and consumption. Insects are rich in proteins (37–63%) and fats (20–40%), with well-balanced amino acid and *fatty acid profiles, respectively, and they are good sources of minerals and vitamins. When compared to conventional livestock, insect production has a lower environmental impact because of, amongst other things, the limited need for land and water and the reduction in greenhouse gas and carbon dioxide emissions. As *poikilotherm, insects have a high feed conversion rate, requiring much less feed to produce the same amount of animal proteins: 1 kg of live animal weight of crickets requires 1.7 kg of feed, as compared to 2.5 kg for chicken, 5 kg for pork, and 10 kg for beef. In addition, insects have a higher percentage of *edible mass, up to 80% when compared to around 55% of chicken, 70% of pork, and only 40% of cattle. Insects can also be cultured on locally available industrial and agricultural waste streams, recycling a loss into a valuable protein source. Moreover, insects can be gathered from nature or farmed with

simple techniques and minimal facilities requiring minimal land or capital and have a quick growth rate.

All of (3) the above-mentioned insect features point out the high potentiality of this emerging sector. Insect farming will surely increase the overall agricultural production, both via large- and small-scale farms. An increased and widespread consciousness regarding the potential of insects will also contribute to political and marketing choices, contributing to increase livelihood, economic development, and social integration, especially in countries with a long tradition of *entomophagy and insects rearing, such as Asia, South America, and Africa. A practical example of the insect potential is represented by the one called (4) "The Thai example". Indeed, even if the use of insect as food was historically present in the country, in the last decades it was only improved by moving from collecting insects into the wild to rearing them in close environment. It was proficiently driven by a strong market demand supported by academic research and innovation in private sectors (from processing to selling). A new production section was proficiently established that assured new incomes and employment to Thai people with more than 20,000 family farms rearing insects as food and feed. Implementing innovative and sustainable food production strategies, such as insect farming, may contribute to several of the SDGs, which are interconnected. Insect farming could directly or indirectly contribute to several SDGs, as proposed by different authors. Therefore, the aim of this review was to analyse all of the SDGs one-by-one and relate them to edible insects, referring to direct-indirect effects. Links between SDGs were also reported in order to improve the outcomes and contributions to reach the goals.

(出典：Moruzzo R, et al., 2021. Edible Insects and Sustainable Development Goals. *Insects*.

Volume 12(6): 557. doi: 10.3390/insects12060557 より一部改変)

(注)

*concentric：同心円状の

*fatty acid：脂肪酸

*poikilotherm：変温動物

*edible：食用の

*entomophagy：昆虫食

問1 下線部(1)を日本語に訳しなさい。

問2 下線部(2) This context は何を指すのか、説明しなさい。

問3 下線部(3)の示す特徴のうち、5点を説明しなさい。

問4 下線部(4) “The Thai example” が成功した背景や理由のうち、3点を説明しなさい。

——このページは白紙——

2 次の英文を読んで以下の問いに答えなさい。

Rigorous efforts to minimise disease transmission in the COVID-19 pandemic have catalysed the development of comprehensive telemedicine systems. Beyond enabling contactless health care, telehealth increases the convenience of routine health care, expands access to specialty care, and allows for more diligent *regimen monitoring. These transformational changes will probably endure, with the potential of an estimated US\$ 259 billion in health care spending to be shifted to virtual health care. Telehealth offers immense promise in bridging health disparities. Yet, simultaneously, telehealth might *exacerbate existing inequities because of disparities in broadband and technology access by race and household income. However, we argue that the promises and (1)pitfalls of telehealth are rooted in something more fundamental—trust.

Analysis of the Mount Sinai de-identified COVID-19 database found that Black patients were more than four times more likely than White Americans to seek health care in the emergency department over telehealth services, even when *adjusting for comorbidities and preferred language. This study, as well as other literature, offers the potential explanation that the lack of pre-established relationships with physicians, as well as mistrust of digital platforms, could drive this reluctance to pursue telemedicine. Indeed, Black Americans are less likely than White Americans to have strong relationships with their primary care physicians, potentially contributing to scepticism that high-quality care can be provided over telehealth. Weber and colleagues' findings urge consideration regarding how patient-clinician relationships through telemedicine can impact health equity, especially given institutionalised distrust among Black communities.

To be certain, this *paucity of trust is nothing new. Transgenerational trauma experienced by Black communities has created the perception—and often reality—that health care entities do not have their best interests at heart. Black Americans have historically adopted novel medical technologies at lower rates than their White counterparts, due in large part to inaccessibility and well founded suspicion towards medical innovation. Although distrust negatively affects telemedical outcomes, the inverse also holds true. Orrange and colleagues note that patient satisfaction with telehealth was primarily influenced by the “degree of trust in their physician”. As such, a paucity of trust is likely to undermine the potential for telemedicine to *mitigate health disparities, underscoring why trust and telemedicine must be developed and bolstered simultaneously. Although all could benefit in the absolute, mistrust among Black Americans around telemedicine, and the medical

establishment more broadly, might only **exacerbate (2)deep-rooted health disparities*.

Patient-clinician relationships are also harmed by the lack of connectedness due to interaction through a digital interface. In fact, Ladin and colleagues found that telehealth visits reduce doctor-patient connection and promote dissatisfaction and mistrust most prominently among those identifying as Black, Hispanic, and Native American. In a discipline like medicine, which is equally humanistic as it is technical, both physical and emotional care are necessary to achieve optimal health outcomes and bolster patient-clinician relationships. These findings highlight the need to prioritise a more empathetic, patient-centred focus in the current deployment of telemedicine.

Leveraging telemedicine to increase the access of concordant physician-patient pairings could help to achieve greater trust in remote platforms. Telehealth suppliers should consider offering the option for patients to arrange appointments with concordant physicians. These pairings can be enabled through the integration of extensive physician databases, such as IQVIA's OneKey, into telehealth platforms such that minority patients can find medical professionals with greater ease. It is well documented that minority patients prefer care from racially and ethnically concordant doctors, and that these pairings typically result in more favourable health outcomes. This trend is especially salient for the care of Black patients: one study noted that treatment of Black men by Black physicians can reduce the Black-White disparity in **cardiovascular disease *mortality* by 19%. Concordant physicians were viewed as more trusted sources of information and care. Unbound by distance, telehealth can enable patients to more conveniently connect with concordant doctors, facilitating stronger relationships and trust in these emerging systems.

(出典：“Paradox of telemedicine: building or neglecting trust and equity”. July 01, 2022. *The Lancet Digital Health Volume 4* より一部改変)

(注)

**regimen* : 治療計画

**exacerbate* : 悪化させる

**adjusting for comorbidities and preferred language* : (統計解析をするうえで) 合併症や好みの言語の影響を調整すること

**paucity* : 欠如

**mitigate* : 軽減する

**cardiovascular* : 心臓血管系の

**mortality* : 死亡率

問1 下線部(1)のpitfalls of telehealthとは何か、本文に即して説明しなさい。

問2 下線部(2)のdeep-rooted health disparitiesについて、telehealthで実際に起きた出来事を本文に即して説明しなさい。

問3 本文で述べられているtelehealthの問題を1つ取り上げ、それを解決するためのアイデアとその理由を述べなさい。

——このページは白紙——

3 次の英文を読んで以下の問い合わせに答えなさい。

Plastic pollution is a massive problem. Some 400 million tonnes of the material is produced each year, a figure that could double by 2040. Of all the plastic that has ever been produced, only about 9% has been recycled and 12% *incinerated. Almost all other waste plastic has ended up in the ocean or in huge landfill sites. More than 90% of plastics are made from fossil fuels. If left unchecked, plastics production and disposal will be responsible for 15% of permitted carbon emissions by 2050 if the world is to limit global warming to 1.5°C above pre-industrial temperatures.

Talks on the treaty are expected to take between two and three years and will be organized by the United Nations Environment Programme, based in Nairobi. A significant feature of the treaty is that it will be legally binding, like the 2015 Paris climate agreement and the Montreal Protocol, a 1987 treaty that led to the production and use of *ozone-depleting substances being phased out.

A team of negotiators from different regions is being established. By the end of May, they will start work on the treaty's text. According to last week's UN decision, these negotiators will consider "the possibility of a mechanism to provide policy relevant scientific and socio-economic information and assessment related to plastic pollution". But they need to do more than just consider a mechanism. The UN must urgently set up a scientists' group that can give the negotiators expert advice and respond to their questions. These science advisers would need to reflect the necessary expertise in the natural and social sciences, as well as in engineering, and represent different regions of the world.

Nations want the plastics treaty to be more ambitious than most existing environmental agreements. Unlike the Montreal Protocol, which replaced around 100 ozone-depleting substances with ozone-friendly alternatives, countries have agreed that a plastics treaty must lock sustainability into the 'full life-cycle' of polluting materials. (1) This means plastics manufacturing must become a zero-carbon process, as must plastics recycling and waste disposal. These are not straightforward ambitions, which is why research — and access to research — is so important as negotiations get under way.

Most plastics are designed in a 'linear' one-way process: small, carbon-based molecules are knitted together with chemical bonds to make long and cross-linked polymer molecules. These bonds are hard to break, which makes plastics extremely long-lasting. They do not degrade easily and are difficult to recycle.

Marine litter often grabs the headlines, but plastic pollution is everywhere. Landfill sites containing mountains of plastic blight our planet, and minuscule particles of plastic are found in even the most *pristine environments. Such is the scale and persistence of plastics that they are now entering the fossil record. And a new human-made ecosystem — the plastisphere — has emerged that hosts microorganisms and algae.

As negotiators get to work, they will need scientists to help them address (2) several key questions. Which types of plastic can be recycled? Which plastics can be designed to biodegrade, and under what conditions? And which plastics offer the best chances for reuse? Moreover, social-sciences research will be essential to understanding the implications of — and inter-relationships between — the solutions that countries and industries will have to choose from. For example, new

technologies and processes will have impacts on jobs. These impacts need to be studied so that risks to people's livelihoods can be *mitigated.

Mapping out the implications of various approaches to greening the plastics industry will also require cooperation between governments, industry and campaign organizations — building on the cooperation that has brought the world to the start of negotiations.

Plastics have made the modern world. They are a staple of daily life, from construction to clothing, technology to transport. But plastics use is also increasing at a rapid rate, and this is no longer *tenable — around half of (3) all plastics ever produced have been made since 2004.

It is clear from the UN's ongoing efforts to tackle climate change that it is not enough for a treaty to be legally binding. *Signatories must also be held accountable, with regular reporting and checks on progress. Equally important is the need for science advice to be *embedded in the talks from the earliest possible stage.

(Used with permission of Springer Nature BV, from "Landmark treaty on plastic pollution must put scientific evidence front and centre" by Springer Nature Nature 603, 202 (2022), ©2022 Springer Nature ; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc. 一部改変)

(注)

*incinerate : 焼却する

*ozone-depleting : オゾン層を破壊する

*pristine : 手付かずの

*mitigate : 軽減する

*tenable : 擁護できる

*signatory : 締約国

*embed : 組み込む

問1 下線部（1）を、This が何を指すのか具体的に述べながら日本語に訳しなさい。

問2 下線部（2）の several key questions とは何か、4つあげなさい。

問3 下線部（3）についてはどのように処理されたと書かれているか、本文に即して記述しなさい。

東北大学医学部保健学科
令和5年度（2023年度）
AO入試（総合型選抜）Ⅲ期 筆記試験
(試験時間 11:00~12:00 (60分))

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子、解答用紙を開いてはいけない。
2. 試験開始の合図の直後に、配布された問題冊子（9ページ）、解答用紙（2枚）がすべてあることを確認すること。なお、問題冊子のページの脱落、印刷不鮮明の箇所及び解答用紙の汚れなどがあった場合には、手を挙げて監督者に申し出ること。
3. 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけない。
4. 最初に、解答用紙（2枚）に受験記号番号を忘れずに記入すること。
5. 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
6. 解答に字数の指定がある場合、句読点、数字、アルファベット、記号も1字として数えること。
7. 試験終了後は解答用紙を回収するので、持ち帰ってはいけない。問題冊子は持ち帰ること。

— このページは白紙 —

— このページは白紙 —

1

次の英文を読んで、設問に日本語で答えなさい。

① Health is already being harmed by global temperature increases and the destruction of the natural world, a state of affairs health professionals have been bringing attention to for decades. The science is *unequivocal: a global increase of 1.5°C above the pre-industrial average and the continued loss of biodiversity risk catastrophic harm to health that will be impossible to reverse. Despite the world's necessary preoccupation with *Covid-19, we cannot wait for the pandemic to pass to rapidly reduce emissions.

The risks to health of increases above 1.5°C are now well established. Indeed, no temperature rise is “safe.” In the past 20 years, heat-related *mortality among people over 65 years of age has increased by more than 50%. ② Higher temperatures have brought increased *dehydration and *renal function loss, *dermatological malignancies, *tropical infections, adverse mental health outcomes, *pregnancy complications, allergies, and *cardiovascular and *pulmonary *morbidity and mortality. Harms disproportionately affect the most vulnerable, including children, older populations, ethnic minorities, poorer communities, and those with underlying health problems.

Global heating is also contributing to the decline in global yield potential for major crops, which has fallen by 1.8 to 5.6% since 1981; this decline, together with the effects of extreme weather and soil depletion, is hampering efforts to reduce undernutrition. Thriving ecosystems are essential to human health, and the widespread destruction of nature, including habitats and species, is eroding water and food security and increasing the chance of pandemics.

The consequences of the environmental crisis fall disproportionately on those countries and communities that have contributed least to the problem and are least able to mitigate the harms. ③ Yet no country, no matter how wealthy, can shield itself from these impacts. Allowing the consequences to fall disproportionately on the most vulnerable will breed more conflict, food insecurity, forced displacement, and *zoonotic disease — with severe implications for all countries and communities. As with the Covid-19 pandemic, we are globally as strong as our weakest member.

Rises above 1.5°C increase the chance of reaching *tipping points in natural systems that could lock the world into an acutely unstable state. This would critically impair our ability to mitigate harms and to prevent catastrophic, runaway environmental change.

*Equity must be at the center of the global response. ④ Contributing a fair share to the global effort means that reduction commitments must account for the cumulative, historical contribution each country has made to emissions, as well as its current emissions and capacity to respond. Wealthier countries will have to cut emissions more quickly, making reductions by 2030 beyond those currently proposed, and reaching net-zero emissions before 2050. Similar targets and emergency action are needed for biodiversity loss and the wider destruction of the natural world.

To achieve these targets, ⑤governments must make fundamental changes to how our societies and economies are organized and how we live. The current strategy of encouraging markets to swap dirty for cleaner technologies is not enough. Governments must intervene to support the redesign of transport systems, cities, production and distribution of food, markets for financial investments, health systems, and much more. Global coordination is needed to ensure that the rush for cleaner technologies does not come at the cost of more environmental destruction and human *exploitation.

⑥Many governments met the threat of the Covid-19 pandemic with unprecedented funding. The environmental crisis demands a similar emergency response. Huge investment will be needed, beyond what is being considered or delivered anywhere in the world. But such investments will produce huge positive health and economic outcomes. These include high-quality jobs, reduced air pollution, increased physical activity, and improved housing and diet. Better air quality alone would realize health benefits that easily offset the global costs of emissions reductions.

These measures will also improve the social and economic determinants of health, the poor state of which may have made populations more vulnerable to the Covid-19 pandemic. But the changes cannot be achieved through a return to damaging *austerity policies or the continuation of the large inequalities of wealth and power within and between countries.

In particular, ⑦countries that have disproportionately created the environmental crisis must do more to support low- and middle-income countries to build cleaner, healthier, and more *resilient societies. High-income countries must meet and go beyond their outstanding commitment to provide \$100 billion a year, making up for any shortfall in 2020 and increasing contributions to and beyond 2025. Funding must be equally split between mitigation and adaptation, including improving the resilience of health systems.

(Adapted from “Atwoli L. et al. Call for emergency action to limit global temperature increases, restore biodiversity, and protect health. N Engl J Med 2021 Sep 16;385(12):1134-1137.” CC BY 4.0)

注 *unequivocal: 明白である
*mortality: 死亡率
*renal function: 腎機能
*tropical infections: 热帶感染症
*cardiovascular : 心臓と血管の
*morbidity: 病気の罹（り）患率
*tipping points: 転換点
*exploitation: 摾取
*resilient: 弾力性のある

*Covid-19: 新型コロナウイルス感染症
*dehydration: 脱水, 水分不足
*dermatological malignancies: 皮膚悪性腫瘍
*pregnancy complications: 妊娠合併症
*pulmonary: 肺の
*zoonotic: 人獣共通の
*equity: 公平
*austerity policies: 緊縮財政

- (1) 下線部①を日本語に訳しなさい。
- (2) 下線部②の“Higher temperatures”的め、特に病気になりやすいのはどのような人たちか、書きなさい。
- (3) 下線部③を日本語に訳しなさい。
- (4) 下線部④は具体的にどのようなことを意味しているか、説明しなさい。
- (5) 下線部⑤について、(5)-1 国内の変革 と (5)-2 国際的変革 に分けて、具体的に説明しなさい。
- (6) 下線部⑥に関して、どのように対応すれば、どのような利点が得られると筆者は述べているか、具体的に説明しなさい。
- (7) 下線部⑦の英文を読んで、あなたの意見とその理由を 100 字以内で書きなさい。

— このページは白紙 —

2

次の英文の歌詞を読んで、次ページの質問に英語で答えなさい。

Do you hear the people sing
Lost in the valley of the night?
It is the music of a people
Who are climbing to the light.
For the *wretched of the earth
There is a flame that never dies.
Even the darkest night will end
And the sun will rise.

They will live again in freedom
In the garden of the *Lord.
They will walk *behind the plough-share
They will put away the sword.
The chain will be broken
And all men will have their reward!

Will you join in our *crusade?
Who will be strong and stand with me?
Somewhere beyond the barricade
Is there a world you long to see?
Do you hear the people sing?
Say, do you hear the distant drums?
It is the future that they bring
When tomorrow comes!

Will you join in our crusade?
Who will be strong and stand with me?
Somewhere beyond the barricade
Is there a world you long to see?
Do you hear the people sing?
Say, do you hear the distant drums?
It is the future that they bring
When tomorrow comes ...
Tomorrow comes!

(Adapted from "Les Misérables", the musical presented by Cameron Mackintosh
©1980 Editions Musicales Alain Boublil English Lyrics ©1985 Alain Boublil Music Ltd.)

注 *wretched: 悲惨な、不幸な

*behind the plough-share: 畑を鋤（すき）で耕した後を

*Lord: 神

*crusade: 革命運動

The previous page shows the lyrics of “*Do You Hear the People Sing?*” (also known as “*The People’s Song*”), which is sung in the finale of the musical, “**Les Misérables*”.

In the spring of 2020, when the *pandemic of Covid-19 began, 70 musical *performers in London got together through internet, sang this song and distributed its video on the internet. One of their aims was to say “Thank you” to health care workers and volunteers. About one month later, the Japanese musical performers also distributed their own video of singing “*Do You Hear the People Sing?*” on the internet.

Question (1): Why did the musical performers in both London and Japan select this song for the internet distribution in the spring of 2020? Read carefully the lyrics on the previous page, and write your opinion with its reason in English.

Question (2): This song on the internet may be a message for you from musical performers in the spring of 2020. Write how you feel about this message, with your memory of the last three years, in English.

Note: Your answer must consist of 5 or more sentences each.

注 **Les Misérables*: レ・ミゼラブル

*pandemic of Covid-19: 新型コロナウイルス感染症の世界的流行

*performers: 上演者, 出演者, 演奏者

令和5年度（2023年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験①問題

令和4年11月5日

志願学部	試験時間	ページ数
歯学部	9:30~10:50 (80分)	6ページ

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
- この「問題冊子」は6ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
- 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 「解答用紙」の受験記号番号欄（1枚につき1か所）には、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 試験終了後は「解答用紙」を回収しますので、持ち帰ってはいけません。
「問題冊子」、「メモ用紙」は持ち帰ってください。

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1

以下の問いに答えよ。

(1) 4^{21} を 25 で割った余りを求めよ。

(2) 白玉 5 個と黒玉 10 個の合わせて 15 個すべてを、左から右へ横 1 列に並べる。白玉が 2 個以上つづかないように並べたとき、その並び方は全部で何通りあるか。

(3) $0 \leq t \leq 3$ の範囲にある t に対し方程式

$$x^2 - 4 + t = 0$$

の実数解のうち、大きい方を $\alpha(t)$ 、小さい方を $\beta(t)$ とおく。

$$\int_0^3 \{\alpha(t) - \beta(t)\} dt$$

の値を求めよ。

2 平面上に $OA = 1$, $OB_1 = \sqrt{2}$, $\angle AOB_1 = \frac{\pi}{4}$ である三角形 OAB_1 をとる。
さらに, 点 B_n を

$$\overrightarrow{B_1 B_n} = (n-1) \overrightarrow{OA} \quad (n = 2, 3, 4, \dots)$$

となるようにとる。

このとき, 点 B_1 を通り直線 OB_n に垂直な直線と直線 OB_n の交点を点 C_n とする。
 $\overrightarrow{OA} = \vec{a}$, $\overrightarrow{OB_1} = \vec{b}$ とするとき, 次の問い合わせに答えよ。

- (1) $\overrightarrow{OC_n}$ を n , \vec{a} , \vec{b} を用いて表せ。
- (2) $|\overrightarrow{B_1 C_n}|$ を n を用いて表せ。
- (3) $\angle B_n B_1 C_n = \theta_n$ とする。 $\cos \theta_n$ を n を用いて表せ。
- (4) $\frac{|\overrightarrow{B_n C_n}|}{|\overrightarrow{B_1 C_n}|}$ を n を用いて表せ。

3

xy 平面上で次の不等式をみたす点 (x, y) の表す領域を E とする。

$$\log_3(x+2) - \frac{1}{2} \leq \log_3 y \leq \log_9(4-x^2)$$

次の問いに答えよ。

(1) E を図示せよ。

(2) 点 (x, y) を E 内の点とするとき, $\frac{y+2}{x-6}$ の最小値を求めよ。

筆記試験② 封筒

令和4年11月5日

志願学部	試験時間	問題冊子数
歯学部	13:00~14:20 (80分)	3冊

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この封筒を開いてはいけません。
- この封筒には、「問題冊子」3冊、「解答用紙」3種類、「メモ用紙」1冊が入っています。
- 筆記試験②は、<選択問題1>、<選択問題2>、<選択問題3>の3冊からなります。
※ <選択問題1~3>のうちから2つを選択し、解答してください。2つ選択しなかった場合は、失格となります。
※ <選択問題>の解答用紙1枚目の所定の欄に、選択の有無を  で囲んでください。

選択する場合：

<input checked="" type="checkbox"/> 選択する
<input type="checkbox"/> 選択しない

選択しない場合：

<input type="checkbox"/> 選択する
<input checked="" type="checkbox"/> 選択しない

- ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。問題冊子のホチキスは外さないでください。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 「解答用紙」は1枚につき1か所の所定の欄に、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。選択しない問題の解答用紙にも受験記号番号を記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 試験終了後は、「解答用紙」は全て回収しますので持ち帰ってはいけません。
本封筒、「問題冊子」及び「メモ用紙」は持ち帰ってください。

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

＜選択問題 1＞

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部	試験時間	ページ数
歯学部	13:00~14:20 (80分)	12ページ

B245

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1

ばね定数 k , 自然の長さ L の軽いばねと, 質量 m の小物体がある。ばねは直線状に伸縮し, 重力や空気抵抗の影響はないものとする。次の問1~問7に答えよ。解答は, 結果だけでなく, 考え方や計算の過程も示せ。

図1のようにはねの一端を壁に固定し, 他端に小物体を取り付け, 小物体に力を加えてばねの長さを ℓ だけ伸びた状態にした。

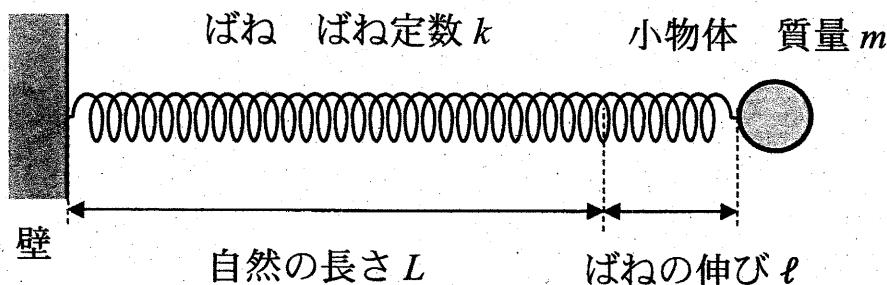


図1

問1 ばねの長さが ℓ だけ伸びた状態のときのばねの弾性力の大きさ F と, ばねの伸びが ℓ から0まで変化する間に弾性力のする仕事 W を, k , ℓ を用いて表せ。

問2 小物体を静かに放すと小物体は動き出した。小物体が自然の長さの位置にきたときの速さ v_0 を, k , ℓ , m を用いて表せ。

次に、小物体を2等分して質量を $\frac{m}{2}$ とし、軽いばねも2等分して長さを $\frac{L}{2}$ として、図2のように、小さく軽い留め具でばねを並列にして小物体を両端に取り付けた。左側の小物体をA、右側の小物体をB、重心をGとする。

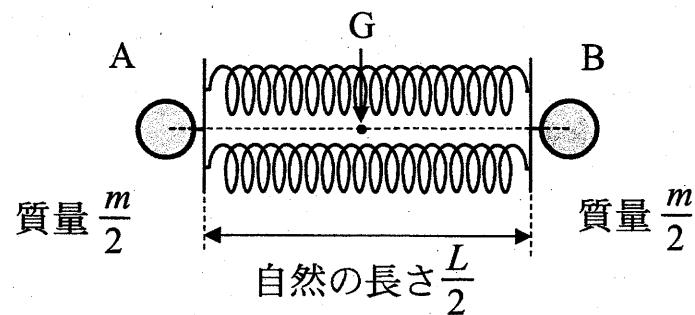


図2

問3 ばね定数 k のばねを2等分し並列につないだばねの合成ばね定数 k' を、 k を用いて表せ。

問4 小物体AとBを持ってばねの長さをわずかに自然の長さから伸ばして、小物体AとBを同時に静かに放したら、重心Gを中心に小物体AとBはどちらも同じ角振動数で単振動をした。このときの角振動数 ω を、 k 、 m を用いて表せ。

次に、小物体を n 等分して 1 つ当たりの質量を $\frac{m}{n}$ にし、ばね定数 k のばねも n 等分して長さを $\frac{L}{n}$ として、図 3 のように n 個の小物体と n 個のばねを正 n 角形になるように接続した。図 3 では n 個の小物体とばねの一部のみを描いている。それぞれの小物体について、つり合いの位置を原点 O として、中心 C から外に向く方向を正として x 軸を取る。また、すべての小物体はそれぞれの x 軸上のみを運動するものとし、同じ時間にすべての小物体が同じ x 座標となるように運動する場合のみを考える。

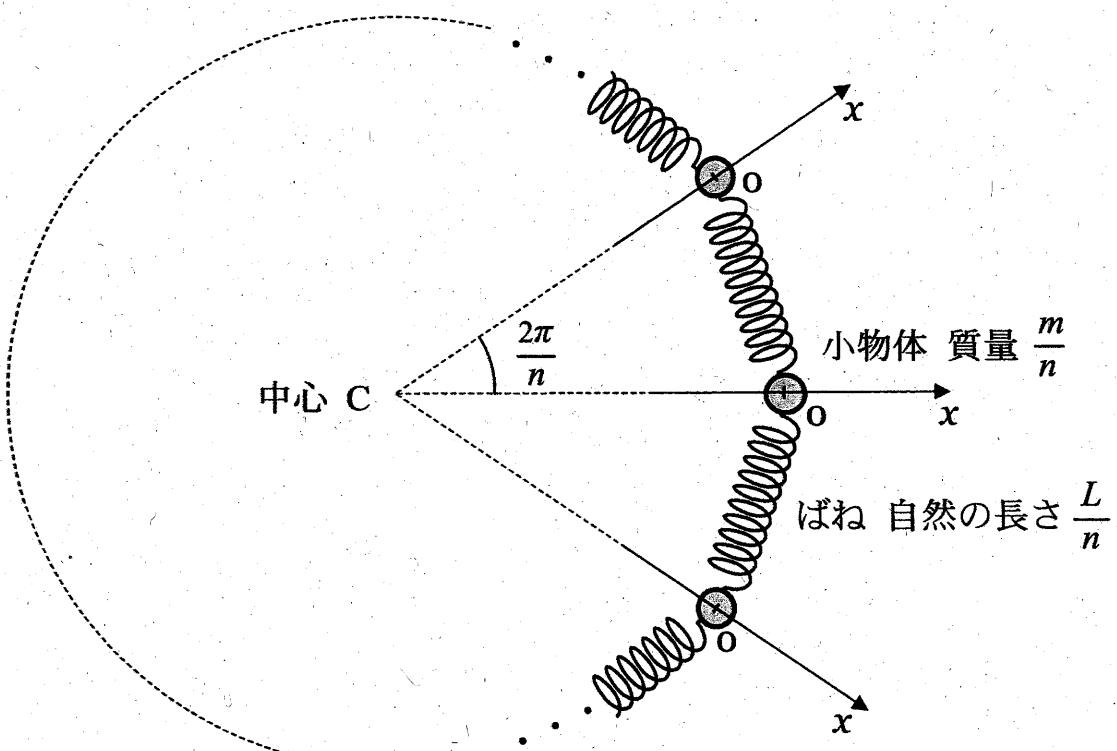


図 3

問5 1つの小物体に着目し、小物体の座標が x のときに、その小物体がばねから受ける合力 F を、 n ， x ， k を用いて表せ。なお、角度は単位としてラジアンを用いよ。

問6 すべての小物体を、 x 座標が X となるように変位させて同時に静かに放すと、小物体は原点 O を中心に単振動をした。このとき、原点 O での小物体の速さ v_1 を、 n ， X ， k ， m から必要なものを用いて表せ。

問7 n が十分大きい場合の単振動の周期 T を、 k ， m を用いて表せ。なお、必要であれば $|\theta|$ が十分小さいときに成り立つ近似式 $\sin \theta \approx \theta$ を用いよ。

2

図1のように、空气中において、長方形の平面ガラスAの上に、Aと同じ形状の平面ガラスBを重ね、一端を点Oでそろえ、他端に厚さDの金属箔を挟んで、くさび形の空気層をつくった。金属箔の点O側の端の位置を点Pとする。点Oから点Pまでの長さはLである。2つのガラスの真上から波長 λ の単色光を入射し、真上から観察すると、ガラスAの上面とガラスBの下面で反射した光が干渉し、点Oから点Pまでの間に等間隔の平行な干渉縞が見えた。点Oを原点とし点Oから点Pに向かう方向に位置を表すx軸を取る。また、空気の屈折率は1.0、ガラスの屈折率は1.5とし、屈折率の小さい媒質を通過してきた光は屈折率の大きい媒質で反射する際に位相が反転する。次の問1～問5に答えよ。解答は、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

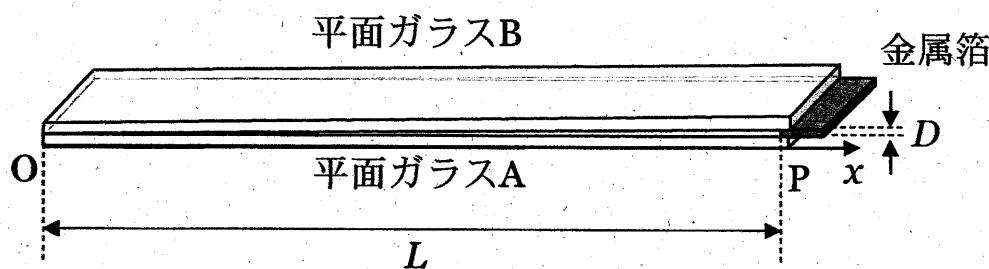


図1

問1 反射光が強め合い干渉縞が明るく見えるある位置の空気層の厚さを d とする。 d を自然数 m ($m = 1, 2, 3, \dots$)と λ を用いて表せ。なお、 m には上限があるが考慮しなくてよい。

問2 点Oから数えて m 番目に反射光が強め合う位置 x_m ($x_m < L$)を、 L 、 D 、 λ 及び自然数 m ($m = 1, 2, 3, \dots$)を用いて表せ。また干渉縞の間隔 Δx を、 L 、 D 、 λ を用いて表せ。

問3 L が 0.18 m 、 λ が $6.3 \times 10^{-7}\text{ m}$ のときの干渉縞の間隔 Δx は $9.1 \times 10^{-3}\text{ m}$ であった。このときの金属箔の厚さ D [m]を求めよ。

問4 空気層を屈折率 n ($1.0 < n < 1.5$)の液体で満たしたら、干渉縞の間隔が変化し $\Delta x'$ になった。 $\Delta x'$ を、 L 、 D 、 λ 、 n を用いて表せ。

次に、平面ガラス B を、わずかにゆがんだ同じ形のガラス C に置き換えた。ガラスの真上から単色光を入射し、真上から観察すると、図 2 のような干渉縞が観察された。

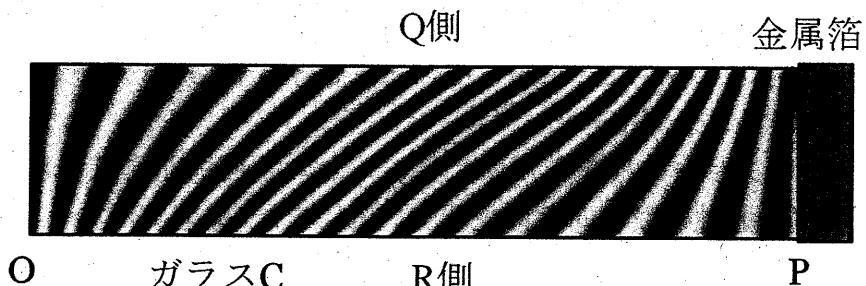


図 2

問5 ガラス C の Q 側と R 側の下面（平面ガラス A 側）のゆがみの特徴を、理由とともに簡潔に説明せよ。

3 図1のように、 x 軸と y 軸を取り、長さ L の細いパイプを y 軸に平行にして一端を x 軸上に置き、その中に電気量 q ($q > 0$) に帯電した質量 m の小物体を入れ、 $y = L$ にある他端に間隔 d の2枚の薄い平面極板でできた平行板コンデンサーをパイプと一緒に取り付けた。一体となったパイプと平行板コンデンサーは質量が M で、 x 軸に沿ってのみ滑らかに平行に動くことができる。小物体はパイプの内壁に沿って滑らかに動くことができ、パイプと平行板コンデンサーの接続点の小さな穴を通ってパイプと平行板コンデンサーの極板間を自由に行き来することができる。

平行板コンデンサーには電荷が蓄えられており、極板間には強さ E の一様な電場（電界）が y 軸の負の向きに生じている。また、 $0 \leq x$ かつ $0 \leq y \leq L$ の領域には磁束密度 B ($B > 0$) の一様な磁場（磁界）が紙面に対して垂直に表から裏向きにかかっている。

初め、パイプと平行板コンデンサー及び小物体は $x < 0$ の領域を x 軸の正の向きに一定の速さ v_x で動いていた。このとき、小物体の y 座標は 0 で速度の y 成分も 0 であった。

小物体は xy 平面内のみを運動し一連の運動の間に電気量は変化することはないものとし、パイプは磁場や小物体の電荷の影響を受けないものとする。さらに、平行板コンデンサーの極板の厚さは無視できるものとし、重力や空気抵抗の影響はないものとする。次の問1～問6に答えよ。解答は、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

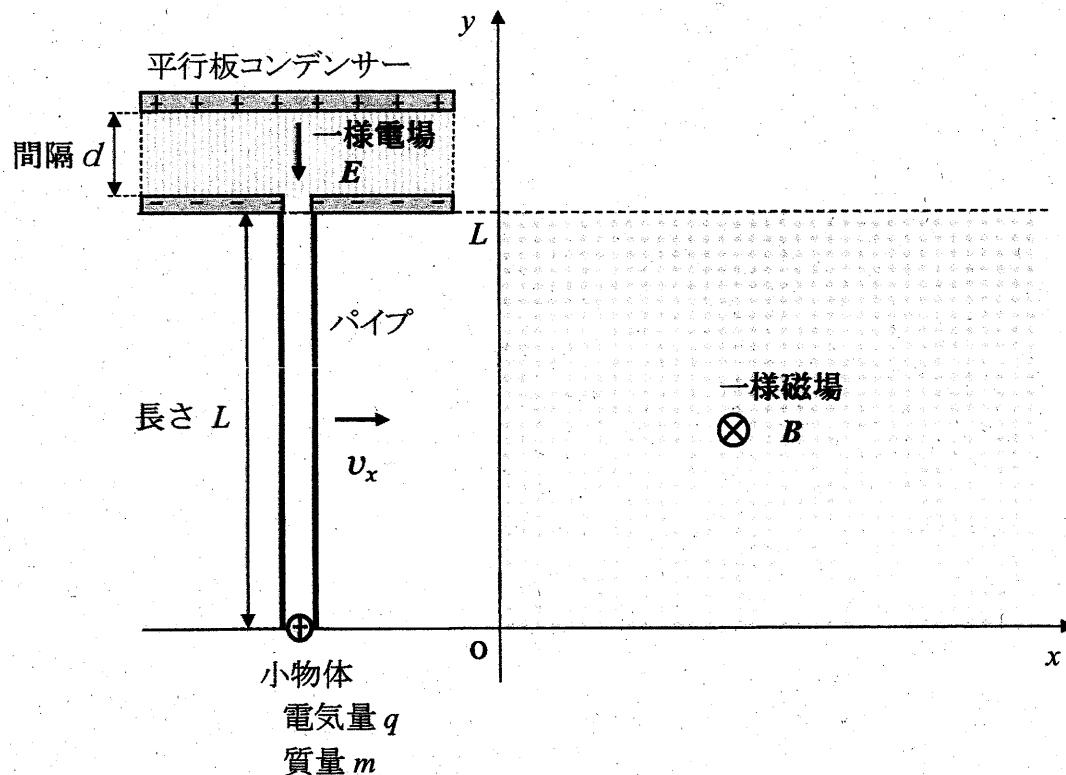


図1

パイプと平行板コンデンサー及び小物体は、時間 $t = 0$ でちょうど $x = 0$ を x 軸の正の向きに速さ v_x で通過し、電気量 q に帶電した小物体は速度と磁場の両方に垂直な y 軸の正の向きに $qv_x B$ の大きさの力を磁場から受け始めた。このような力をローレンツ力という。その後、パイプに外力を加えて一定の速さ v_x で動かし続けた。小物体が磁場から受ける力によりパイプの内壁に沿って y 座標の正の向きに動き始めてからパイプの出口に到達するまでの、 y 座標が $0 \leq y \leq L$ の間について考える。

問 1 小物体の速度の y 成分の大きさが v_y のときの、ローレンツ力の成分 (f_x, f_y) と大きさ f を、 q, v_x, v_y, B の中から必要なものを用いて表せ。

問 2 小物体の、時間 t における v_y と y を、 q, v_x, B, m, t を用いて表せ。

問 3 パイプを x 軸の正の向きに一定の速さ v_x で動かすために必要な外力の大きさ F を、 q, v_x, B, m, t を用いて表し、その向きを答えよ。

問 4 小物体がパイプの出口から飛び出す直前の速度の y 成分の大きさ v_y を、 q, v_x, B, m, L を用いて表せ。

パイプから飛び出た小物体は、平行板コンデンサーの極板間の一様電場（強さ E ）内に入射した。

問5 小物体は電場の中を運動し、正に帯電した極板に衝突する直前にちょうど速度の y 成分が瞬間に 0 になった。このときの d を、 q 、 E 、 m 、 V_y を用いて表せ。

その後、速さ v_x で動いていたパイプと平行板コンデンサー（一体としての質量 M ）に外力がはたらかない状態にして、小物体が電場で加速されパイプ内に再度入射してパイプに力を及ぼし、ある瞬間にパイプの途中でパイプに対して静止した。

問6 小物体がパイプに対して静止した瞬間に、 x 軸に沿って動いていたパイプと平行板コンデンサーの速さ v'_x を、 q 、 B 、 L 、 m 、 M 、 v_x を用いて表せ。

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

＜選択問題 2 ＞

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部	試験時間	ページ数
歯学部	13:00~14:20 (80分)	10ページ

B2

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 次の問1から問7に答えなさい。

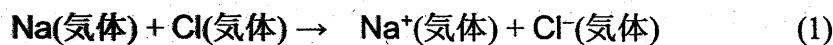
問1 次の(1)から(6)に示す物質の分離・精製操作に用いられる方法の名称として、最も適切なものを、下の(ア)から(キ)より1つずつ選び、解答欄(1)から(6)にその記号を書きなさい。

- (1) 少量の炭酸カリウムを不純物として含む炭酸ナトリウムを精製する。
- (2) すりつぶしたゴマからヘキサンを使ってゴマ油を取り出す。
- (3) 液体空気から窒素、酸素、アルゴンを分離する。
- (4) ヨウ素と塩化ナトリウムの混合物からヨウ素を取り出す。
- (5) 海水から純粋な水を取り出す。
- (6) サインペンのインクから異なる色の色素を分離する。

方法

(ア) 抽出 (イ) 昇華 (ウ) ろ過 (エ) 蒸留 (オ) 分留
(カ) クロマトグラフィー (キ) 再結晶

問2 ナトリウム原子のイオン化工エネルギーは 496 kJ/mol, 塩素原子の電子親和力は 349 kJ/mol, 塩化ナトリウムの格子エネルギーは 788 kJ/mol である。次の反応(1)および反応(2)は発熱反応か、吸熱反応か。下の表から正しい組み合わせを1つ選び、その記号(カタカナ)を解答欄に書きなさい。なお、格子エネルギーは、結晶格子を個々の陽イオンと陰イオンに分解するのに要するエネルギーである。



	反応(1)	反応(2)
ア	発熱	発熱
イ	発熱	吸熱
ウ	吸熱	発熱
エ	吸熱	吸熱

問 3 次の4つの第3周期元素を、原子半径の大きい順に左から右に並べ、それぞれ元素記号で書きなさい。

アルミニウム

塩素

ナトリウム

リン

問 4 次の分子の中から、無極性分子をすべて選び、解答欄にその記号を書きなさい。

(ア) C_2H_4 (エチレン)

(イ) C_3H_6 (プロピレン)

(ウ) H_2O

(エ) NH_3

(オ) CO_2

(カ) CH_3OH

(キ) Br_2

(ク) C_6H_6 (ベンゼン)

(ケ) CH_3Cl

(コ) CCl_4

問 5 イオン結晶に関する次の問い合わせに答えなさい。

(1) (a) 塩化ナトリウム $NaCl$, (b) 塩化セシウム $CsCl$ および(c) 閃亜鉛鉱型硫化亜鉛 ZnS の結晶中のイオンの配位数を、それぞれ解答欄(a), (b) および(c) に書きなさい。なお、配位数とは、結晶中で1つの粒子に隣り合って結合している粒子の数のことである。

(2) フッ化ナトリウムと酸化カルシウムのイオン間距離はほぼ同じである。融点の高い方の化合物の組成式を書きなさい。

(3) フッ化ナトリウムとフッ化セシウムはどちらも塩化ナトリウム型構造をとっている。融点が低い方の化合物の組成式を書きなさい。

問 6 次の記述のうち、正しいものをすべて選び、解答欄にその記号を書きなさい。

(ア) ヨウ素は無極性分子であるシクロヘキサンにはほとんど溶けない。

(イ) ブレンステッド・ローリーの定義によれば、酢酸ナトリウムと水との反応では、水は主に酸として働く。

(ウ) アンモニア NH_3 よりも、同じ15族元素の水素化合物 PH_3 の方が沸点が高い。

(エ) 金属結晶である銀は電気伝導性が高く、熱伝導性も高い。

(オ) 共有結合の結晶であるダイヤモンドは電気伝導性が低く、熱伝導性も低い。

(カ) 水の酸素原子と過酸化水素の酸素原子の酸化数は同じである。

(キ) 常圧下で液体の水の密度が最も大きくなるのは $0^{\circ}C$ のときではない。

問 7 タンパク質を分解したときに発生したアンモニアの量を決定するために、次の実験を行った。下の問(1)から(3)に答えなさい。

実験 1 (a)発生したアンモニアを、アンモニアに対して過剰量の 1.00 mol/L の希硫酸 10.0 mL に吸収させた。反応後の溶液を正確に 100 mL にうすめた。

実験 2 実験 1 でうすめた溶液のうち 10.0 mL を取り、(b)アンモニアと反応せずに残っている硫酸を、0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。

実験 3 水酸化ナトリウム水溶液を 6.50 mL 加えたところで中和点に達した。

- (1) 下線部(a)の実験操作で起こっている反応を、イオン式を含まない化学反応式で書きなさい。
- (2) 下線部(b)の実験操作で起こっている反応を、イオン式を含まない化学反応式で書きなさい。
- (3) タンパク質から発生したアンモニアの物質量は何 mol か。その数値を有効数字 3 桁で書きなさい。

2 図1に示すように、左側の電気分解槽中の硫酸銅(II)水溶液に2本の白金電極を浸し、右側の鉛蓄電池につないで電気分解を行った。次の問1から問6に答えなさい。

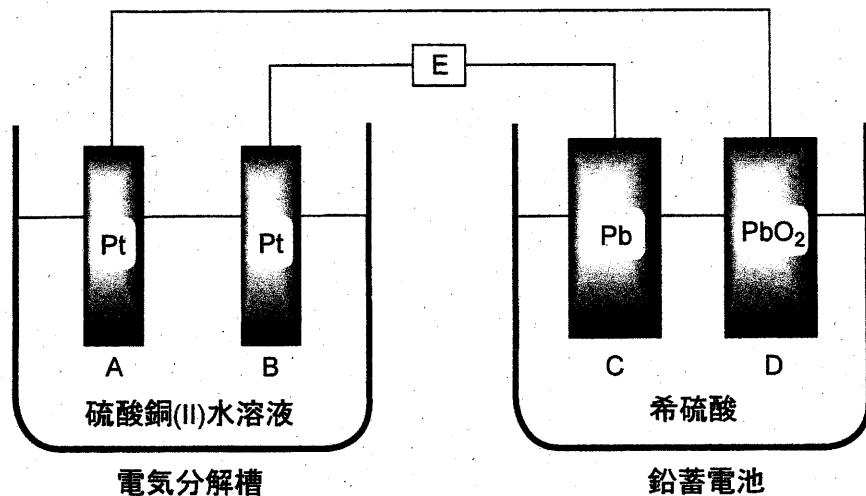


図1

問1 この実験で、電気分解槽中に浸す電極としてマグネシウムを用いることはできない。それは、マグネシウムが硫酸銅(II)水溶液と反応してしまうからである。

- (1) マグネシウムと銅イオンとの間で起こる反応のイオン反応式を書きなさい。
- (2) この反応が起こる理由を30字以内で書きなさい。

問2 図1中の電極A, B, C, Dはそれぞれ次の(ア)から(エ)のいずれかの名称で呼ばれる。電極AからDの各々について、最も適切な名称を選び、その記号をそれぞれ解答欄AからDに記入しなさい。

(ア) 正極 (イ) 陽極 (ウ) 負極 (エ) 陰極

問3 図1において、鉛蓄電池が放電して電気分解槽中で電気分解が起こったときに、電極A, B, C, Dの中で、物質が析出して質量が増加する電極の記号をすべて解答欄に書きなさい。

問4 鉛蓄電池の放電時に電極Cおよび電極D上で起こる化学反応を、それぞれ解答欄(1)および(2)に、電子 e^- を含むイオン反応式で書きなさい。

問 5 鉛蓄電池の放電時に、(1) 図 1 の E の位置で、電子はどちらの方向へ流れるか。

また、(2) 電気分解槽の中で気体はどちらの電極付近で発生するか。下表の(ア)から(エ)の中で正しい組み合わせの記号を解答欄に書きなさい。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1) 電子の流れる方向	右から左へ	右から左へ	左から右へ	左から右へ
(2) 気体が発生する電極	A	B	A	B

問 6 図 1 の装置を用いて、一定時間硫酸銅(II)水溶液の電気分解を行ったところ、電気分解槽の一方の電極上では銅が析出し、もう一方の電極上では二原子分子の気体が発生した。一方の電極上に析出した銅の質量は 19.1 g であった。銅の原子量を 63.6、ファラデー定数を $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ として、次の問(1)および問(2)に答えなさい。必要なら、標準状態での圧力 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ を用いなさい。

- (1) E の位置を流れた電気量は何 C か。その数値を有効数字 3 桁で解答欄(a)に書きなさい。また、計算過程を解答欄(b)に書きなさい。
- (2) 電極上で発生した気体の標準状態での体積は何 L か。その数値を有効数字 3 桁で解答欄(a)に書きなさい。また、計算過程を解答欄(b)に書きなさい。なお、発生した気体は理想気体として取り扱えるものとする。

3 油脂やそれに関連する物質に関する次の文章を読み、下の問1から問6に答えなさい。

大豆油やオリーブ油のような油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて熱すると、グリセリン（1,2,3-プロパントリオール）と脂肪酸ナトリウム（セッケン）が生じる。この塩基によるエステルの分解反応をけん化という。セッケンは、疎水性の炭化水素基Rと親水性の原子団 $\text{COO}^{-}\text{Na}^{+}$ とからできており、(a)セッケンを水に溶かすと、その一部がアして弱塩基性を示す。

脂肪酸などの酸とアルコールが縮合してエステルが生成する反応をエステル化という。一方、エステルに多量の水を加えて放置すると、エステル化の逆反応が徐々に起こる。この反応もアとよばれる。

疎水性と親水性の2つの部分をもち、水と油をなじませる働きをする物質をイという。セッケンのようなイを水に溶かすと、疎水性部分を内側に、親水性部分を外側に向けた球状の粒子をつくる。この粒子をウという。(b)水に不溶な油をイとともに水に入れて振ると、油とイは結びついて微細な小滴をつくり、水中に分散する。この現象をエという。イはこの現象によって洗浄作用を示す。(c)セッケンは、硬水中では泡立ちが悪くなり、洗浄力が低下する。

問1 空欄アからエに入る最も適切な語句を、それぞれ解答欄アからエに記入しなさい。

問2 グリセリンを過剰量の硝酸と反応させると、グリセリンの硝酸エステル（ニトログリセリン）が生じ、これは火薬や爆薬に用いられる。

- (1) ニトログリセリンの分子式を書きなさい。
- (2) ニトログリセリンが爆発すると、窒素、二酸化炭素、酸素および水のみが生成する。この反応の化学反応式を書きなさい。

問3 下線部(a)で起こる反応のイオン反応式を書きなさい。その際、脂肪酸ナトリウム（セッケン）の陰イオン部分は、炭化水素基をRとした示性式 RCOO^{-} で表しなさい（ナトリウムイオンは書かなくてよい）。

問4 下線部(b)の現象によって生じる小滴を模式図で表しなさい。イの疎水性部分をRで、親水性部分をXで表し、それらを線で結んだ記号R-Xをイの記号として用いなさい。模式図中には、必ず水と油の文字、および記号R-Xを書きなさい。

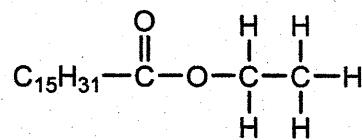
問 5 下線部(c)の現象が起こるのはなぜか。理由を 30 字程度で解答欄に書きなさい。

問 6 同一の炭素数をもつ 1 種類の飽和脂肪酸および 1 種類の不飽和脂肪酸を 1:2 の比で構成成分として含む油脂がある。この油脂は 1 個の不斉炭素原子をもち、分子式は $C_{57}H_{102}O_6$ (分子量 882) である。この油脂をヨウ素 I_2 で処理すると、油脂 1 mol 当たり最高 4 mol の I_2 を吸収した。次の問(1)および(2)に答えなさい。

- (1) 水酸化カリウム KOH の式量を 56 として、この油脂のけん化価を有効数字 2 桁で求め、解答欄に書きなさい。なお、けん化価は、1 g の油脂をけん化するのに必要な KOH の質量 (mg 単位) の数値である。
- (2) 右図にならって、この油脂の構造式を書きなさい。その際、油脂のカルボニル基に結合している炭化水素基の部分は C_nH_m (n, m にそれぞれ整数を入れる) のように書きなさい。不斉炭素原子には*印をつけなさい。

構造式の書き方の例

パルミチン酸エチル



令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）II期

筆記試験②

<選択問題 3 >

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部	試験時間	ページ数
歯学部	13:00~14:20 (80 分)	13 ページ

B1245

—このページは白紙—

—このページは白紙—

1 次の文章を読み、問1から問11に答えよ。

遺伝子組換えイネを作出する場合、イネの種子からカルスとよばれる培養細胞を誘導し、そのカルスにあらかじめ導入したい遺伝子をもたせた①ある種の細菌を感染させる。すると、その細菌が遺伝子をイネのカルスに導入する。その後、細菌を感染させて遺伝子を導入したカルスを培養し、植物体を再分化させることにより、遺伝子組換えイネを作出する。

この技術を用いて、イネの遺伝子 X の突然変異体 (x 突然変異体) に野生型の遺伝子 X を導入した。②遺伝子を導入していないカルスからは表皮をもたないイネが再分化したが、遺伝子 X を導入したカルスからは、正常な形態のイネが再分化した。③遺伝子 X から 1 塩基あるいは連続した 2 塩基を欠失させた遺伝子を導入した場合は、表皮をもたないイネが再分化したが、連続した 3 塩基を欠失した遺伝子を導入した場合は、野生型遺伝子を導入した場合と同様に正常な形態のイネが再分化した。野生型の遺伝子 X を導入して再分化したイネからは自家受粉により種子を得た。

問1 下線部①の細菌の名称を記せ。

問2 下線部②の結果から考えられる遺伝子 X がもつ機能を簡潔に記せ。

問3 下線部③に関して、このような結果になった理由としてどのようなことが考えられるか、記せ。

問4 導入した遺伝子 X が、変異した x 遺伝子と完全に連鎖した染色体上の位置にのみ導入された場合、再分化個体から自家受粉により得られた種子を多数播種すると、野生型と突然変異体の表現型を示す個体はどのような割合で現れるか、記せ。ただし、遺伝子 X は 1 か所のみに導入されたものとする。

問5 導入した遺伝子 X が、変異した x 遺伝子とは異なる染色体に導入され

た場合、再分化個体から自家受粉により得られた種子を多数播種すると、野生型と突然変異体の表現型を示す個体はどのような割合で現れるか、記せ。ただし、遺伝子 X は 1 か所のみに導入されたものとする。

問 6 野生型の遺伝子 X が 2 か所に導入され、1 か所が x 遺伝子と完全に連鎖した染色体上の位置で、もう 1 か所が x 遺伝子とは異なる染色体の場合、自家受粉により得られた種子を多数播種すると、野生型と突然変異体の表現型を示す個体はどのような割合で現れるか、記せ。

問 7 野生型の遺伝子 X が 2 か所に導入され、導入された 2 か所と x 遺伝子の位置のすべてが異なる染色体の場合、自家受粉により得られた種子を多数播種すると、野生型と突然変異体の表現型を示す個体はどのような割合で現れるか、記せ。

問 8 遺伝子 X の 2 本鎖 DNA の各塩基の数を数えると、アデニン (A) の数はチミン (T) の数と同じであり、シトシン (C) の数はグアニン (G) の数と同じであった。その理由を簡潔に述べよ。

問 9 遺伝子 X から転写された RNA の塩基を調べたところ、チミン (T) が見られなかった。その理由を簡潔に述べよ。

問 10 野生型のイネからゲノム DNA を抽出し、PCR 法により遺伝子 X を増幅したところ、予想される長さの DNA 断片が増幅したが、RNA を抽出し、逆転写した後、同じプライマーを用いて PCR を行ったところ、ゲノム DNA を鑄型とした場合より短い長さの DNA 断片が増幅された。その理由を簡潔に述べよ。

問 11 問 10 で逆転写され PCR により増幅された RNA は、どの種類の RNA か。以下から適切なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

ア gRNA (ガイド RNA)

イ mRNA (伝令 RNA)

ウ RNAi (RNA 干渉)

エ rRNA (リボソーム RNA)

オ tRNA (転移 RNA, 運搬 RNA)

2

次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

生物の生存や繁殖には空間、食物、交配相手などの資源が必要である。資源のほとんどは有限なので、それらをめぐる個体間の（a）作用、すなわち競争が生じる。競争に有利な個体はより多くの子を次世代に残し、結果としてそのような個体の形質が①自然選択により進化する。個体が自分の遺伝子をどれだけ次世代に残せたかは「適応度」という尺度で表される。

セイヨウミツバチの巣箱を観察したところ、1匹の女王バチと数万匹のワーカー（働きバチ）、そして約1000匹の雄バチが社会生活を営んでいた。この女王バチは32本の染色体をもち（ $2n = 32$ ）、異なる集団の10匹の雄バチと交尾して精子を貯精囊に貯め、必要に応じて受精を行う。また、女王バチは受精卵と未受精卵を生むことができ、前者は雌、後者は雄になる。女王バチとワーカーはともに雌であるが、生育環境や幼虫期に与えられるえさの量と質の違いによって各々に分化する。女王バチはある種のフェロモンを分泌することでワーカーの生殖能力を抑制しているため、女王バチがいなくなつた場合、ワーカーは交尾せず、未受精卵を生むようになる。ワーカーは複数の花を訪れて花粉を集め、スクロースを主成分とする花蜜を蜜胃に貯めて巣に運ぶ。スクロースはミツバチの体内でグルコースと（b）に分解され、これが蜂蜜の成分となる。ワーカーは、蜂蜜を略奪に来た大型哺乳類に針を用いて対抗する。針はいったん刺したら抜けないため、振り払われると腹部の損傷でワーカーは死ぬが、その際に放出される（c）フェロモンが、他のワーカーの攻撃行動を誘い、集団の利益となる。このような「自己の不利益にもかかわらず他個体へ利益をもたらす行動」を利他行動とよぶ。利他行動とよばれる行動は自分の繁殖機会を減らし、直接的には適応度を下げる。しかし血縁者は自分と共通する遺伝子をもつので、血縁者の適応度を上げる行動は自分の適応度に間接的な正の効

果をもたらす。このように、血縁関係にある他個体から生じる子も含めて考えた場合の適応度を「包括適応度」とよび、②利他行動により包括適応度が上がれば、その行動は自然選択により進化する。

③利他行動が進化した理由について、ハミルトンは、ハチなどでは自分の親の繁殖を助け、同じ遺伝子を持つ兄弟姉妹を増やすことで、次世代に自分と共に遺伝子を多く残す戦略をとっていると考えた。そのためには、兄弟姉妹の中でも自分と共に遺伝子をより多く持つ個体に投資する方が都合がよい。共通の祖先に由来する特定の遺伝子を個体間で共有する確率を「血縁度」とよぶ。

ヒトでは同じ両親から生まれた兄弟姉妹の場合、自分がもつ特定の遺伝子(対立遺伝子)が母親由来である確率は(d)であり、兄弟姉妹間で母親由来の特定の遺伝子を共有する確率は(e)となる。父親由来の遺伝子の場合も同様であるため、兄弟姉妹間の血縁度は(f)となる。一方、ミツバチの女王バチが一匹の雄バチと交尾して新しい集団を作った場合、ワーカー間の血縁度は(g)、ワーカーと母親を同じにする雄バチとの血縁度は(h)となる。

問 1 下線部①について、特に交配相手をめぐる競争ではたらく選択の名称を記せ。

問 2 セイヨウミツバチの雄バチの染色体数として適切なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

ア $n = 8$ イ $n = 16$ ウ $n = 32$

エ $2n = 16$ オ $2n = 32$

問 3 文章中の(a)～(h)にあてはまる適切な語句もしくは数値を記せ。

問 4 下線部③のワーカーが行う「利他行動の進化」は、ダーウィンの自然選択では説明できない。その理由を簡潔に説明せよ。

問 5 この巣(集団)から女王バチがいなくなつた場合、どのようなことが起こると考えられるか。可能性のあるものをすべて選び、記号で答えよ。

- ア ワーカーが生んだ卵から新しい女王バチが育つ。
- イ ワーカーの数が徐々に減少する。
- ウ 雄バチの数が一時的に増加する。
- エ 雄バチの中の一匹が女王バチになる。

問 6 社会性昆虫であるアリのコロニーから産出される繁殖成虫(ワーカーの妹にあたる次世代女王〔雌〕と弟にあたる雄)の数を比べると、雄の個体数よりも雌の個体数が多い例が知られている。この偏りは、ワーカーが雄幼虫をあまり世話をしないことや、雄になる卵を間引くなどの操作をすることによって生じている。繁殖成虫における雄と雌との比率の偏りが、ワーカーの操作によって生じる理由を血縁度にもとづき記せ。ただし、このアリのコロニーは1個体の女王に由来し、その女王は1個体の雄とのみ交尾しているものとする。

3 次の文章を読み、以下の問1～問8に答えよ。

①雄性および雌性の生殖細胞を(a)とよび、これらが合体することを(b)とよぶ。また、精子と卵が合体することを、特に受精とよぶ。精子や卵をつくるもとになる細胞は(c)とよばれる。一般に、雄から放出される精子の数は卵の数と比較して多い。しかし、ウニやカエルなどでは、実際に卵と受精する精子は1個のみである。これは、複数の精子が卵に侵入するのを防ぐしくみがあるからであり、このしくみを(d)とよぶ。

ウニは、産卵期になると海中に精子と卵を放出する。精子は、(e)で合成されるエネルギーを使って、(f)を動かして前進する。未受精卵の周囲にあるゼリー層に精子が達すると、精子の頭部にある②先体の中身が放出される。この現象を(g)とよぶ。ウニでは、精子の先端が糸状に伸びて(h)を形成し、(f)の動きが活発になり、精子はゼリー層を貫通する。さらに、精子はゼリー層の下にある卵黄膜を通過して、卵の細胞膜に接する。その結果、精子と卵の細胞膜が融合する。また、卵では、(i)の中身が細胞膜と卵黄膜の間に放出される。これを(j)とよぶ。卵黄膜は(i)から放出された物質の作用により細胞膜から離れ、固くなつて受精膜となる。精子の核は卵の中に入ると膨化し、体細胞の核に近い大きさの精核となる。精子から卵に導入された(k)は星状体を形成し、精核と(l)を近づける。2つの核が出会うとすぐに融合が開始し、1つの核になる。

カエルの卵は、卵割が進むと桑実胚を経て③胞胚になる。胞胚腔は、動物極に偏った位置に生じる。胞胚期を過ぎると、灰色三日月環の植物極側に(m)が形成され、そこから陷入がはじまり、原腸胚となる。(m)によって囲まれた植物極の部分を卵黄栓といふ。原腸胚期には胚を構成する細胞群が外胚葉、中胚葉、内胚葉の3つの胚葉に分かれる。原腸胚後、(n)、尾芽胚を経て幼生となる。発生の段階では、細胞の分化だけでなく、特定の時期にある細胞群が自発的に死んでいくことによって器官が形成されることがわかっている。発生段階において、ある段階であらかじめ死ぬ

ように決められている細胞死を(○)といい、なかでも細胞のDNAが断片化し、それが引き金となって細胞が死滅することを特にアポトーシスという。

問1 文中の(a)～(o)に入る最も適した語句を記せ。ただし、同じ記号の空欄には同じ語句があてはまる。

問2 カエルの卵の不等割が生じる理由について最も適当なものはどれか。

1つ選べ。

- ア 卵の植物極側に、卵割を妨げる卵黄が多く含まれているため。
- イ 卵の動物極側に、卵割を妨げる卵黄が多く含まれているため。
- ウ 卵の植物極側に、卵割を促進する卵黄が多く含まれているため。
- エ 卵の動物極側に、卵割を促進する卵黄が多く含まれているため。

問3 下線部①について、このようにして新しい個体をつくる生殖法を何とよぶか記せ。

問4 下線部②について、先体の中身として重要な物質の名称とそのはたらきを記せ。

問5 下線部③にあるカエルの胞胚から予定外胚葉領域(イ)と予定内胚葉領域(ロ)を切り出して培養することにより、図1に示した結果が得られた。単独の培養では、予定外胚葉領域は外胚葉性の組織だけに分化し、予定内胚葉領域は内胚葉性の組織に分化した。しかし、予定外胚葉領域と予定内胚葉領域を組み合わせて培養したとき、外胚葉性の組織と内胚葉性の組織に加えて、単独の培養では生じなかった中胚葉の組織も分化した。また、その後の実験により、この中胚葉組織は、すべて予定外胚葉領域に由来することがわかった。

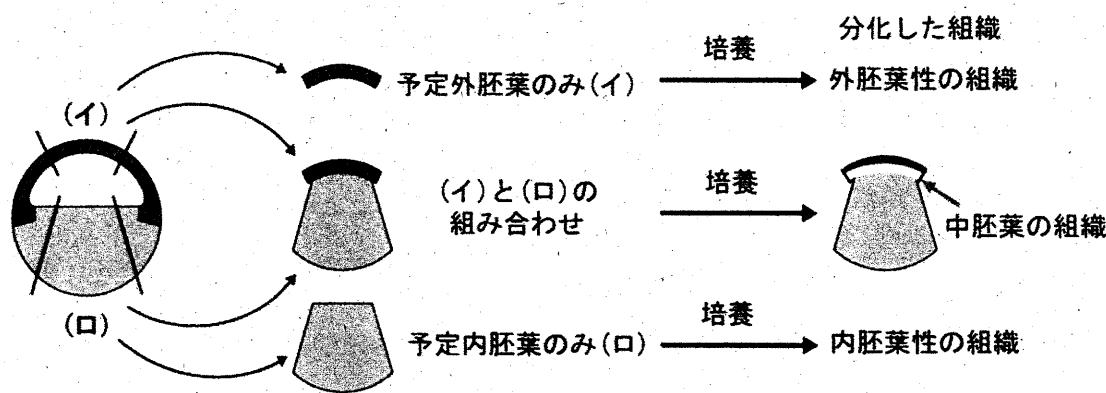


図 1 中胚葉組織の誘導を示す実験

図 1 の実験より、胞胚から切り出した組織から中胚葉が分化誘導されるしくみとして考えられることを記せ。

問 6 カエルの尾芽胚の横断面を図 2 に示す。図 2 の(a)～(e)の各構造から形成される組織・器官について最も適当な組み合わせを次のア～カから 1 つ選べ。

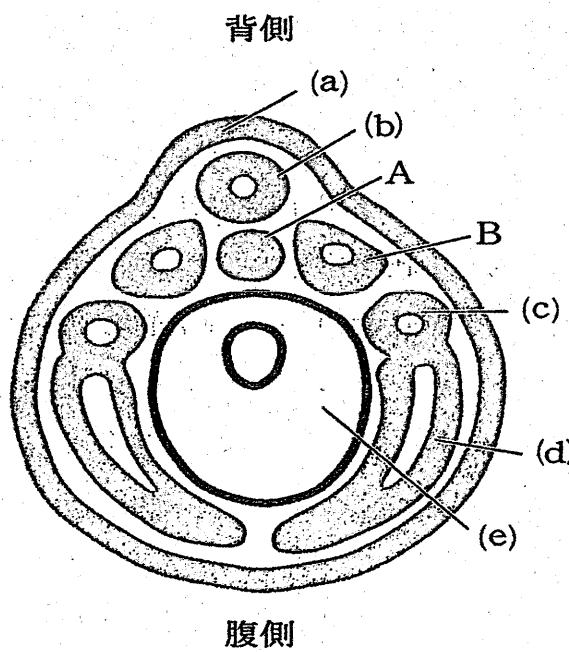


図 2 尾芽胚の断面図

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
ア	網膜	脳	肝臓	心臓	すい臓
イ	角膜	真皮	腎臓	血管	肝臓
ウ	つめ	脊髄	肝臓	血管	腎臓
エ	網膜	真皮	腎臓	心臓	すい臓
オ	つめ	脳	腎臓	血管	すい臓
カ	角膜	脊髄	肝臓	真皮	腎臓

問7 図2のAおよびBの名称を記せ。

問8 胚胎期のカエルの胚を高塩濃度の培養液中で発生させると、中胚葉予定細胞と内胚葉予定細胞が内部に陷入せず胚の外側に出た外原腸胚(外腸胚)となる。この胚では正常な神経組織がほとんど見られない。その理由を記せ。

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO 入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験③問題

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部／学科	試験時間	ページ数
医学部 保健学科 歯学部 農学部	15:20~16:50 (90 分)	14 ページ

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
- この「問題冊子」は 14 ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
- 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 解答は、日本語で記入してください。
- 「解答用紙」の受験記号番号欄（1 枚につき 1 か所）には、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 試験終了後は「解答用紙」を回収しますので、持ち帰ってはいけません。
「問題冊子」、「メモ用紙」は持ち帰ってください。

C2345

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 次の英文を読んで以下の問い合わせに答えなさい。

In the global sustainable development agenda, (1)the United Nations' (UN) "Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development" adopted 17 Sustainable Development Goals (SDGs) that are intended to "stimulate action over the next 15 years in areas of critical importance for humanity and the planet". In policy circles, these SDGs are being increasingly referred to simply as "The Global Goals". They represent a global agreement across United Nation's member states "used in national development plans, academic and foreign aid prioritization". As reported by Waage et al. , the 17 SDGs, with 169 targets and 232 specific indicators, can be represented in three *concentric layers, which reflect their main intended outcomes: the wellbeing goals, the infrastructure goals, and the natural environment goals.

According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), food production will have to increase by 70% to be able to feed the world in 2050; growing population, increasing wealth, and urbanization, especially in recent industrialized countries, have changed consumption patterns and food preferences, leading to higher animal protein demands. (2)This context places heavy pressure on already limited resources, aggravates the competition for land to produce food, feed, and fuel, and makes the challenge of environmental sustainability even more difficult. Conversely, while one-third of food is wasted, 8.9% of the world population are estimated to have been undernourished and 25.9% suffered from both moderate and severe levels of food insecurity in 2019.

Insects reduce the above-mentioned societal challenges, create healthier and more sustainable food, and reduce animal feed production and consumption. Insects are rich in proteins (37–63%) and fats (20–40%), with well-balanced amino acid and *fatty acid profiles, respectively, and they are good sources of minerals and vitamins. When compared to conventional livestock, insect production has a lower environmental impact because of, amongst other things, the limited need for land and water and the reduction in greenhouse gas and carbon dioxide emissions. As *poikilotherm, insects have a high feed conversion rate, requiring much less feed to produce the same amount of animal proteins: 1 kg of live animal weight of crickets requires 1.7 kg of feed, as compared to 2.5 kg for chicken, 5 kg for pork, and 10 kg for beef. In addition, insects have a higher percentage of *edible mass, up to 80% when compared to around 55% of chicken, 70% of pork, and only 40% of cattle. Insects can also be cultured on locally available industrial and agricultural waste streams, recycling a loss into a valuable protein source. Moreover, insects can be gathered from nature or farmed with

simple techniques and minimal facilities requiring minimal land or capital and have a quick growth rate.

All of (3) the above-mentioned insect features point out the high potentiality of this emerging sector. Insect farming will surely increase the overall agricultural production, both via large- and small-scale farms. An increased and widespread consciousness regarding the potential of insects will also contribute to political and marketing choices, contributing to increase livelihood, economic development, and social integration, especially in countries with a long tradition of *entomophagy and insects rearing, such as Asia, South America, and Africa. A practical example of the insect potential is represented by the one called (4) "The Thai example". Indeed, even if the use of insect as food was historically present in the country, in the last decades it was only improved by moving from collecting insects into the wild to rearing them in close environment. It was proficiently driven by a strong market demand supported by academic research and innovation in private sectors (from processing to selling). A new production section was proficiently established that assured new incomes and employment to Thai people with more than 20,000 family farms rearing insects as food and feed. Implementing innovative and sustainable food production strategies, such as insect farming, may contribute to several of the SDGs, which are interconnected. Insect farming could directly or indirectly contribute to several SDGs, as proposed by different authors. Therefore, the aim of this review was to analyse all of the SDGs one-by-one and relate them to edible insects, referring to direct-indirect effects. Links between SDGs were also reported in order to improve the outcomes and contributions to reach the goals.

(出典 : Moruzzo R, et al., 2021. Edible Insects and Sustainable Development Goals. *Insects*.

Volume 12(6): 557. doi: 10.3390/insects12060557 より一部改変)

(注)

*concentric : 同心円状の

*fatty acid : 脂肪酸

*poikilotherm : 変温動物

*edible : 食用の

*entomophagy : 昆虫食

問1 下線部(1)を日本語に訳しなさい。

問2 下線部(2) This context は何を指すのか、説明しなさい。

問3 下線部(3)の示す特徴のうち、5点を説明しなさい。

問4 下線部(4) “The Thai example” が成功した背景や理由のうち、3点を説明しなさい。

——このページは白紙——

2 次の英文を読んで以下の問いに答えなさい。

Rigorous efforts to minimise disease transmission in the COVID-19 pandemic have catalysed the development of comprehensive telemedicine systems. Beyond enabling contactless health care, telehealth increases the convenience of routine health care, expands access to specialty care, and allows for more diligent *regimen monitoring. These transformational changes will probably endure, with the potential of an estimated US\$ 259 billion in health care spending to be shifted to virtual health care. Telehealth offers immense promise in bridging health disparities. Yet, simultaneously, telehealth might *exacerbate existing inequities because of disparities in broadband and technology access by race and household income. However, we argue that the promises and (1)pitfalls of telehealth are rooted in something more fundamental—trust.

Analysis of the Mount Sinai de-identified COVID-19 database found that Black patients were more than four times more likely than White Americans to seek health care in the emergency department over telehealth services, even when *adjusting for comorbidities and preferred language. This study, as well as other literature, offers the potential explanation that the lack of pre-established relationships with physicians, as well as mistrust of digital platforms, could drive this reluctance to pursue telemedicine. Indeed, Black Americans are less likely than White Americans to have strong relationships with their primary care physicians, potentially contributing to scepticism that high-quality care can be provided over telehealth. Weber and colleagues' findings urge consideration regarding how patient-clinician relationships through telemedicine can impact health equity, especially given institutionalised distrust among Black communities.

To be certain, this *paucity of trust is nothing new. Transgenerational trauma experienced by Black communities has created the perception—and often reality—that health care entities do not have their best interests at heart. Black Americans have historically adopted novel medical technologies at lower rates than their White counterparts, due in large part to inaccessibility and well founded suspicion towards medical innovation. Although distrust negatively affects telemedical outcomes, the inverse also holds true. Orrange and colleagues note that patient satisfaction with telehealth was primarily influenced by the “degree of trust in their physician”. As such, a paucity of trust is likely to undermine the potential for telemedicine to *mitigate health disparities, underscoring why trust and telemedicine must be developed and bolstered simultaneously. Although all could benefit in the absolute, mistrust among Black Americans around telemedicine, and the medical

establishment more broadly, might only **exacerbate (2)deep-rooted health disparities*.

Patient-clinician relationships are also harmed by the lack of connectedness due to interaction through a digital interface. In fact, Ladin and colleagues found that telehealth visits reduce doctor-patient connection and promote dissatisfaction and mistrust most prominently among those identifying as Black, Hispanic, and Native American. In a discipline like medicine, which is equally humanistic as it is technical, both physical and emotional care are necessary to achieve optimal health outcomes and bolster patient-clinician relationships. These findings highlight the need to prioritise a more empathetic, patient-centred focus in the current deployment of telemedicine.

Leveraging telemedicine to increase the access of concordant physician-patient pairings could help to achieve greater trust in remote platforms. Telehealth suppliers should consider offering the option for patients to arrange appointments with concordant physicians. These pairings can be enabled through the integration of extensive physician databases, such as IQVIA's OneKey, into telehealth platforms such that minority patients can find medical professionals with greater ease. It is well documented that minority patients prefer care from racially and ethnically concordant doctors, and that these pairings typically result in more favourable health outcomes. This trend is especially salient for the care of Black patients: one study noted that treatment of Black men by Black physicians can reduce the Black-White disparity in **cardiovascular disease *mortality* by 19%. Concordant physicians were viewed as more trusted sources of information and care. Unbound by distance, telehealth can enable patients to more conveniently connect with concordant doctors, facilitating stronger relationships and trust in these emerging systems.

(出典：“Paradox of telemedicine: building or neglecting trust and equity”. July 01, 2022. *The Lancet Digital Health Volume 4* より一部改変)

(注)

**regimen* : 治療計画

**exacerbate* : 悪化させる

**adjusting for comorbidities and preferred language* : (統計解析をするうえで) 合併症や好みの言語の影響を調整すること

**paucity* : 欠如

**mitigate* : 軽減する

**cardiovascular* : 心臓血管系の

**mortality* : 死亡率

問1 下線部(1)のpitfalls of telehealthとは何か、本文に即して説明しなさい。

問2 下線部(2)のdeep-rooted health disparitiesについて、telehealthで実際に起きた出来事を本文に即して説明しなさい。

問3 本文で述べられているtelehealthの問題を1つ取り上げ、それを解決するためのアイデアとその理由を述べなさい。

——このページは白紙——

3 次の英文を読んで以下の問い合わせに答えなさい。

Plastic pollution is a massive problem. Some 400 million tonnes of the material is produced each year, a figure that could double by 2040. Of all the plastic that has ever been produced, only about 9% has been recycled and 12% *incinerated. Almost all other waste plastic has ended up in the ocean or in huge landfill sites. More than 90% of plastics are made from fossil fuels. If left unchecked, plastics production and disposal will be responsible for 15% of permitted carbon emissions by 2050 if the world is to limit global warming to 1.5°C above pre-industrial temperatures.

Talks on the treaty are expected to take between two and three years and will be organized by the United Nations Environment Programme, based in Nairobi. A significant feature of the treaty is that it will be legally binding, like the 2015 Paris climate agreement and the Montreal Protocol, a 1987 treaty that led to the production and use of *ozone-depleting substances being phased out.

A team of negotiators from different regions is being established. By the end of May, they will start work on the treaty's text. According to last week's UN decision, these negotiators will consider "the possibility of a mechanism to provide policy relevant scientific and socio-economic information and assessment related to plastic pollution". But they need to do more than just consider a mechanism. The UN must urgently set up a scientists' group that can give the negotiators expert advice and respond to their questions. These science advisers would need to reflect the necessary expertise in the natural and social sciences, as well as in engineering, and represent different regions of the world.

Nations want the plastics treaty to be more ambitious than most existing environmental agreements. Unlike the Montreal Protocol, which replaced around 100 ozone-depleting substances with ozone-friendly alternatives, countries have agreed that a plastics treaty must lock sustainability into the 'full life-cycle' of polluting materials. (1) This means plastics manufacturing must become a zero-carbon process, as must plastics recycling and waste disposal. These are not straightforward ambitions, which is why research — and access to research — is so important as negotiations get under way.

Most plastics are designed in a 'linear' one-way process: small, carbon-based molecules are knitted together with chemical bonds to make long and cross-linked polymer molecules. These bonds are hard to break, which makes plastics extremely long-lasting. They do not degrade easily and are difficult to recycle.

Marine litter often grabs the headlines, but plastic pollution is everywhere. Landfill sites containing mountains of plastic blight our planet, and minuscule particles of plastic are found in even the most *pristine environments. Such is the scale and persistence of plastics that they are now entering the fossil record. And a new human-made ecosystem — the plastisphere — has emerged that hosts microorganisms and algae.

As negotiators get to work, they will need scientists to help them address (2) several key questions. Which types of plastic can be recycled? Which plastics can be designed to biodegrade, and under what conditions? And which plastics offer the best chances for reuse? Moreover, social-sciences research will be essential to understanding the implications of — and inter-relationships between — the solutions that countries and industries will have to choose from. For example, new

technologies and processes will have impacts on jobs. These impacts need to be studied so that risks to people's livelihoods can be *mitigated.

Mapping out the implications of various approaches to greening the plastics industry will also require cooperation between governments, industry and campaign organizations — building on the cooperation that has brought the world to the start of negotiations.

Plastics have made the modern world. They are a staple of daily life, from construction to clothing, technology to transport. But plastics use is also increasing at a rapid rate, and this is no longer *tenable — around half of (3) all plastics ever produced have been made since 2004.

It is clear from the UN's ongoing efforts to tackle climate change that it is not enough for a treaty to be legally binding. *Signatories must also be held accountable, with regular reporting and checks on progress. Equally important is the need for science advice to be *embedded in the talks from the earliest possible stage.

(Used with permission of Springer Nature BV, from "Landmark treaty on plastic pollution must put scientific evidence front and centre" by Springer Nature Nature 603, 202 (2022), ©2022 Springer Nature ; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc. —部改变)

(注)

*incinerate : 焼却する

*ozone-depleting : オゾン層を破壊する

*pristine : 手付かずの

*mitigate : 軽減する

*tenable : 擁護できる

*signatory : 締約国

*embed : 組み込む

問1 下線部（1）を、This が何を指すのか具体的に述べながら日本語に訳しなさい。

問2 下線部（2）の several key questions とは何か、4つあげなさい。

問3 下線部（3）についてはどのように処理されたと書かれているか、本文に即して記述しなさい。

令和5年度（2023年度） 東北大学工学部

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験①

問題冊子

（9：30～10：30, 60分）

注意事項

1. 机の上には、受験票、黒鉛筆（シャープペンシルも可）、消しゴム、鉛筆削り、時計、メガネの他は置いてはいけません。これ以外のものはかばん等に入れて椅子の下（床面）に置いてください。時計のアラームは使用しないでください。（目薬等も机の上に置いてはいけません。）
2. 携帯電話等を持っている人は、監督者の指示に従ってください。
試験中に携帯電話等を身につけていることが発覚した場合は、不正行為の疑いがあるとみなし、その機器を預かります。
3. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないでください。
4. 試験開始の合図の直後に、問題冊子、解答用紙、下書き用紙に印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等がないか確認してください。
5. 最初に、解答用紙のすべてに受験記号番号を忘れずに記入してください。
6. 解答用紙はホッチキスで留めてあります。ホッチキス留めを外さないでください。
7. 解答用紙は書き損じても、破れても交換しませんので注意してください。
8. 下書き用紙は使用してもしなくても構いません。
9. 問題冊子、下書き用紙は持ち帰ってください。
10. 試験終了後、解答用紙の1ページ側が一番上になるように机の上に置き、提出もれがないように確認してください。

——このページは白紙——

次の英文を読んで以下の設問に答えなさい。なお解答に字数の制限がある場合、句読点、数字、アルファベット、記号も1字として数えること。

1. How bad are *incandescent light bulbs for the environment

Keeping the world lit with artificial lighting comes with significant environmental impacts. About 15 percent of global electricity consumption and five percent of greenhouse gas (GHG) emissions worldwide can be attributed to lighting alone. The use of artificial light at night also contributes to light pollution in the environment, which can disrupt the behavior of wildlife and contribute to insect *biodiversity loss.

To conserve energy, the practice of turning the lights off when they're not in use is often recommended. A) However, it's not that simple. The energy required to light the room largely depends on the type of bulb. Incandescent light bulbs—the least efficient type of lighting—should always be turned off when they aren't needed. Meanwhile, compact *fluorescent light bulbs (CFL), which are more affected by the number of times they are switched on and off, should only be turned off when leaving the room for more than 15 minutes.

Although switching lights off may help reduce energy use, switching to light-emitting diodes (LED)—today's most energy-efficient lighting technology—may be even better in the long run. Compared to tungsten filament in incandescent bulbs or mercury vapor in CFLs, diodes require less electricity to produce a light output, thereby using less energy and lasting longer than other lighting options. Here's why making the switch to energy-efficient lighting carries environmental and economic benefits.

2. Incandescent bulbs aren't very energy-efficient

The biggest environmental issue with incandescent bulbs is low energy efficiency. Only two to three percent of the electricity powering the bulb actually is converted to visible light, says Matthew J. Eckelman, assistant professor of civil and environmental engineering at Northeastern University. For an incandescent bulb to work, the tungsten filament inside must be heated to the point that it glows. These kinds of bulbs aren't efficient because the rest of the electrical power supplied to the bulb that isn't converted to visible light is lost as heat.

"Incandescent bulbs use more energy and produce more heat due to their engineering designs," says Paul Foote, energy efficiency and conservation specialist at the University of Illinois at Urbana-Champaign. It's important to shift to more energy-efficient alternatives to reduce the environmental impacts of incandescent bulbs from the *utilization of fossil fuels for electricity, he added.

Other lighting technologies are a more efficient option. For instance, CFLs and LEDs use about 75 percent and 90 percent less energy than incandescent light bulbs respectively. Compared to incandescent bulbs, these higher-efficiency alternatives use more electricity for the production of light, not heat.

If every household in the country replaced one incandescent light bulb with a CFL bulb, it would save enough energy annually to prevent GHG emissions equivalent to what 800,000 cars would produce. (ア) that LEDs are (イ) energy-efficient (ウ) CFLs, their (エ) may (オ) GHG emissions (カ) further.

"This matters because 60 percent of the electricity in the US is still generated from fossil fuels, with their attendant emissions of greenhouse gasses and harmful air pollutants, such as *particulate

matter," says Eckelman. "Air pollution from the energy system causes one in five deaths worldwide, but reducing demand for electricity through energy efficiency helps to lessen this health burden."

According to a 2017 study published in *Environmental Research Letters*, if a household uses incandescent bulbs for more than three hours a day on average, it may be optimal to upgrade by replacing them immediately with CFLs or LEDs. If it's being used for only about 1/7th of an hour, it's better to keep the incandescent bulb and replace it with an LED bulb the following year. With the use of a model, the authors determined the best point to retire a lamp that is in working condition to obtain an optimal replacement policy among all the possible upgrade scenarios.

b) Switching to energy-efficient light bulbs in the household not only minimizes the environmental impact of inefficient lighting, but also illuminates the home with the same amount of light for fewer environmental and economic costs.

3. New bulb rules will reduce carbon emissions and save money

Last week, the U.S. Department of Energy (DOE) adopted a new rule implementing a minimum standard of 45 *lumens per watt for light bulbs. This essentially phases out older, high-energy incandescent light bulbs, which don't meet the criteria at 15 lumens per watt.

By *mandating a minimum light output or lumens per watt, manufacturers make sure all bulbs can effectively light up a room, which ensures that consumers will avoid overusing energy with substandard bulbs to get the same level of brightness, says Foote. "When upgrading from incandescent bulbs to LEDs, we have noticed a 60 percent decrease in energy consumption on average, and therefore energy cost avoidance has reduced our utility bill by similar amounts for lighting," he adds.

Once the new rule from the DOE is fully implemented next year, consumers are expected to save nearly \$3 billion per year on their utility bills. Moreover, they don't have to buy bulbs as frequently as they used to because energy-efficient bulbs last much longer than incandescent ones.

"Incandescent bulbs have shorter lifetimes compared to other lighting technologies like fluorescents or LEDs that can last 10 to 50 times longer," says Eckelman. "This means that consumers won't have to replace bulbs as often. Typical incandescent bulbs operate at about 15 lumens per watt, so the standard represents a tripling of energy efficiency at a minimum and electricity for lighting will decrease by at least two-thirds."

About 222 million metric tons of carbon emissions are projected to be slashed over the next 30 years thanks to the new rule. Still, ensuring that everyone has access to affordable energy-efficient bulbs is a crucial step.

According to a 2018 study published in *Applied Energy*, energy-efficient light bulbs are less available and more expensive in high-poverty areas and smaller stores. The cost to upgrade from incandescent to LED lighting was also found to be twice as high in higher-poverty areas. Equitable access to affordable energy-efficient lighting across all populations is *paramount as the nation transitions to more efficient energy use.

With the new rules from the DOE, energy-efficient bulbs will become the norm, which should improve access, says Eckelman. Since 2008, the price of LED bulbs dropped by almost 90 percent. Although the upfront cost of LEDs remains higher than incandescents, households can still end up saving between \$50 to \$150 per bulb, depending on local electricity prices, he adds.

"In order to lessen the burden of this transition, though, many states run energy efficiency

programs, often funded by utilities themselves, that provide LEDs and other energy-efficient technologies at a discount," says Eckelman. "*Ramping up these sorts of programs and increasing outreach efforts in lower-income areas will certainly help."

(From Carla Delgado, published May 5th, 2022, *Popular Science*)

(注)

*incandescent light bulb : 白熱灯

*biodiversity : 生物多様性

*fluorescent light bulb : 蛍光灯

*utilization : 利用

*particulate matter : 微粒子状物質

*lumen : ルーメン(光束の単位、照明器具における明るさの単位)

*mandate : 義務化する

*paramount : 最も重要な

*ramp up : 増やす

(From "How bad are incandescent light bulbs for the environment?" BY CARLA DELGADO, Popular Science. Copyright © 2022 Recurrent. All rights reserved. Reproduced by permission of Wright's Media, LLC as agent for Recurrent Ventures Inc.)

問 1 下線部 A)の理由を 1. How bad are incandescent light bulbs for the environment の節の中から 150 字以内の日本語で答えなさい。

問 2 空欄(ア)～(カ)のそれぞれに入る語として最も適切なものを、以下の選択肢から選び番号で答えなさい。ただし、同じ選択肢を複数回用いないこと。なお文頭の空欄(ア)に入る語もすべて小文字で表記してある。

① even ② given ③ reduce ④ use ⑤ more ⑥ than

問 3 下線部 B)を日本語に訳しなさい。

問 4 なぜ白熱灯と比較して蛍光灯や発光ダイオード(LED)が良いのか、エネルギー効率と耐久性の観点から本文の内容に即して日本語で答えなさい。

問 5 発光ダイオード(LED)は環境負荷が少なく、長期利用の経済的観点では効率的な照明であるにもかかわらず普及が進んでいない。普及を進めるためにとられている政策を 2 つ、本文の内容に即して日本語で答えなさい。

問 6 発光ダイオード(LED)のような環境負荷の少ない科学技術を世の中に広めるためには、社会状況や政策そして製品の製造から廃棄に至るまでのライフサイクル全体を含めた観点など、科学技術の優位性以外からもアプローチしなければならない。それを踏まえ本文以外の科学技術を 1 つあげ、その技術的優位性を述べると共に普及させるのに必要となる科学技術の優位性以外の観点について、あなたの考えを 300 字以内の日本語で述べなさい。

令和5年度（2023年度） 東北大学工学部
AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

問題冊子

（11：20～12：20, 60分）

注意事項

1. 机の上には、受験票、黒鉛筆（シャープペンシルも可）、消しゴム、鉛筆削り、時計、メガネの他は置いてはいけません。これ以外のものはかばん等に入れて椅子の下（床面）に置いてください。時計のアラームは使用しないでください。（目薬等も机の上に置いてはいけません。）
2. 携帯電話等を持っている人は、監督者の指示に従ってください。
試験中に携帯電話等を身につけていることが発覚した場合は、不正行為の疑いがあるとみなし、その機器を預かります。
3. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないでください。
4. 試験開始の合図の直後に、問題冊子、解答用紙、下書き用紙に印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等がないか確認してください。
5. 最初に、解答用紙のすべてに受験記号番号を忘れずに記入してください。
6. 解答用紙はホッチキスで留めてあります。ホッチキス留めを外さないでください。
7. 解答用紙は書き損じても、破れても交換しませんので注意してください。
8. 下書き用紙は使用してもしなくても構いません。
9. 問題冊子、下書き用紙は持ち帰ってください。
10. 試験終了後、解答用紙の1ページ側が一番上になるように机の上に置き、提出もれがないように確認してください。

——このページは白紙——

【問題I】

$x = 3\sin \theta$, $y = 3\sin 2\theta$ で表される曲線について以下の間に答えよ.
ただし, $0 \leq \theta < 2\pi$ とする.

問1 この曲線を θ を用いずに x と y で表せ.

問2 この曲線の $0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$ におけるグラフを xy 平面上に描け.

問3 この曲線を xy 平面上に描け.

問4 この曲線で囲まれる部分の面積 S を求めよ.

問5 この曲線上の点 A を考え, その x 座標を x_a とする. 点 A における接線が座標軸と交わるとき, その座標をすべて示せ. なお, $0 < x_a \leq 3$ とする.

【問題II】

xy平面上で1辺の長さが1の正六角形 $P_0P_1P_2P_3P_4P_5$ を考える。ただし、 P_0 を原点に、 P_1 のx座標を正に、 P_3 をy軸上の正の部分にとる。以下の間に答えよ。

問1 ベクトル $\overrightarrow{P_0P_1} = \vec{a}, \overrightarrow{P_0P_5} = \vec{b}$ とする。

(a) $\overrightarrow{P_1P_2}, \overrightarrow{P_2P_3}, \overrightarrow{P_3P_4}, \overrightarrow{P_4P_5}$ を \vec{a}, \vec{b} を用いて表せ。

(b) \vec{a}, \vec{b} を成分表示せよ。

問2 n を自然数、実数 r を媒介変数として、次のベクトルを考える。

ただし、 $0 < r < 1$ とする。

$$\begin{aligned}
 \overrightarrow{OT_1} &= \overrightarrow{P_0P_1} + r \overrightarrow{P_1P_2} + r^2 \overrightarrow{P_2P_3} + r^3 \overrightarrow{P_3P_4} + r^4 \overrightarrow{P_4P_5} + r^5 \overrightarrow{P_5P_0}, \\
 \overrightarrow{OT_2} &= \overrightarrow{P_0P_1} + r \overrightarrow{P_1P_2} + r^2 \overrightarrow{P_2P_3} + r^3 \overrightarrow{P_3P_4} + r^4 \overrightarrow{P_4P_5} + r^5 \overrightarrow{P_5P_0} \\
 &\quad + r^6 \overrightarrow{P_0P_1} + r^7 \overrightarrow{P_1P_2} + r^8 \overrightarrow{P_2P_3} + r^9 \overrightarrow{P_3P_4} + r^{10} \overrightarrow{P_4P_5} + r^{11} \overrightarrow{P_5P_0}, \\
 &\quad \vdots \\
 &\quad \vdots \\
 \overrightarrow{OT_n} &= \overrightarrow{P_0P_1} + r \overrightarrow{P_1P_2} + r^2 \overrightarrow{P_2P_3} + r^3 \overrightarrow{P_3P_4} + r^4 \overrightarrow{P_4P_5} + r^5 \overrightarrow{P_5P_0} \\
 &\quad + r^6 \overrightarrow{P_0P_1} + r^7 \overrightarrow{P_1P_2} + r^8 \overrightarrow{P_2P_3} + r^9 \overrightarrow{P_3P_4} + r^{10} \overrightarrow{P_4P_5} + r^{11} \overrightarrow{P_5P_0} \\
 &\quad + \cdots \\
 &\quad + r^{6n-6} \overrightarrow{P_0P_1} + r^{6n-5} \overrightarrow{P_1P_2} + r^{6n-4} \overrightarrow{P_2P_3} + r^{6n-3} \overrightarrow{P_3P_4} + r^{6n-2} \overrightarrow{P_4P_5} + r^{6n-1} \overrightarrow{P_5P_0} \\
 &= (x_n, y_n)
 \end{aligned}$$

(a) $x_n = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1-r^{6n}}{1-r+r^2} (1-r)$ および $y_n = \frac{1}{2} \cdot \frac{1-r^{6n}}{1-r+r^2} (1+r)$ を示せ。

(b) $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n$ と $\lim_{n \rightarrow \infty} y_n$ を r を用いて表せ。また、 $\lim_{r \rightarrow 1-0} \left(\lim_{n \rightarrow \infty} x_n \right)$ と $\lim_{r \rightarrow 1-0} \left(\lim_{n \rightarrow \infty} y_n \right)$ を求めよ。

(c) $r = -1 + \sqrt{3}$ のとき、 $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n$ および $\lim_{n \rightarrow \infty} y_n$ を求めよ。

(d) $0 < r < 1$ に対して、点 $\left(\lim_{n \rightarrow \infty} x_n, \lim_{n \rightarrow \infty} y_n \right)$ の軌跡をxy平面上に図示せよ。

令和5年度（2023年度） 東北大学工学部

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験③

問題冊子

（13：50～14：50, 60分）

注意事項

1. 机の上には、受験票、黒鉛筆（シャープペンシルも可）、消しゴム、鉛筆削り、時計、メガネの他は置いてはいけません。これ以外のものはかばん等に入れて椅子の下（床面）に置いてください。時計のアラームは使用しないでください。（目薬等も机の上に置いてはいけません。）
2. 携帯電話等を持っている人は、監督者の指示に従ってください。
試験中に携帯電話等を身につけていることが発覚した場合は、不正行為の疑いがあるとみなし、その機器を預かります。
3. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないでください。
4. 試験開始の合図の直後に、問題冊子、解答用紙、下書き用紙に印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等がないか確認してください。
5. 最初に、解答用紙のすべてに受験記号番号を忘れずに記入してください。
6. 解答用紙はホッチキスで留めてあります。ホッチキス留めを外さないでください。
7. 解答用紙は書き損じても、破れても交換しませんので注意してください。
8. 下書き用紙は使用してもしなくても構いません。
9. 問題冊子、下書き用紙は持ち帰ってください。
10. 試験終了後、解答用紙の1ページ側が一番上になるように机の上に置き、提出もれがないように確認してください。

——このページは白紙——

【問題 I】

xy 平面において、点波源から発生する波を観測することを考える。波の周期を T 、波長を λ 、波の伝わる速さを v とする。波は横波であり、点波源から球面波として伝わる。以下の間に答えよ。

問 1 図 1 に示すように、2つの点波源 S_1, S_2 から発生する球面波を点 P で観測する。点波源 S_1 の波の発生から $1/2$ 周期だけ遅れて、点波源 S_2 から波を発生させた。観測点 P において2つの波が干渉し強め合うために、 $|r_2 - r_1|$ が満たすべき条件を求める。 r_1, r_2 はそれぞれ点波源 S_1, S_2 から観測点 P までの距離である。ただし、点波源 S_1, S_2 から発生する球面波の伝わる速さと振動数はそれぞれ同じであり、どちらの球面波も発生直後は波の変位が正方向に変化するものとする。

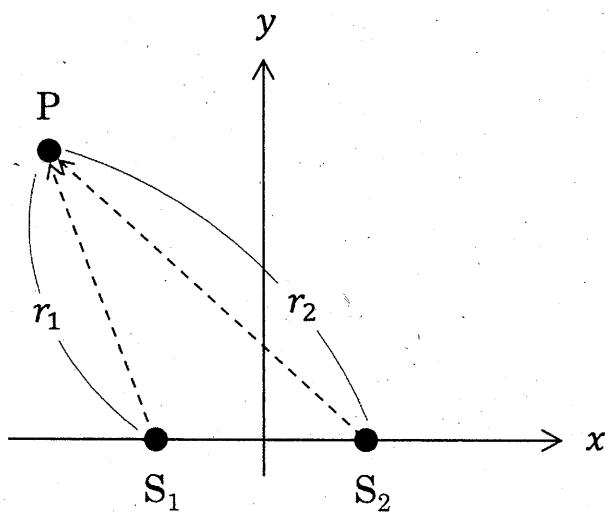


図 1

問 2 図 2 に示すように、点波源 S から発生する球面波を点 P_1, P_2 で観測する。時間 $t = 0$ に点波源 S から波を発生させた。観測点 P_1, P_2 で観測される波の変位 A_1, A_2 の時間変化としてもっとも適切なものを、図 3 の(1)~(4)から選び、番号で答え、その理由を述べよ。ただし、 r_1, r_2 はそれぞれ点波源 S から観測点 P_1, P_2 までの距離であり、 $r_1 < r_2$ である。

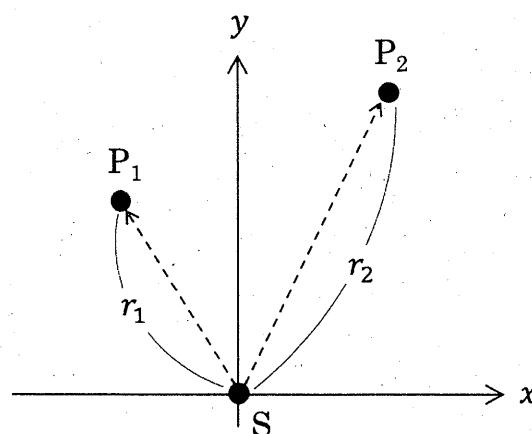


図 2

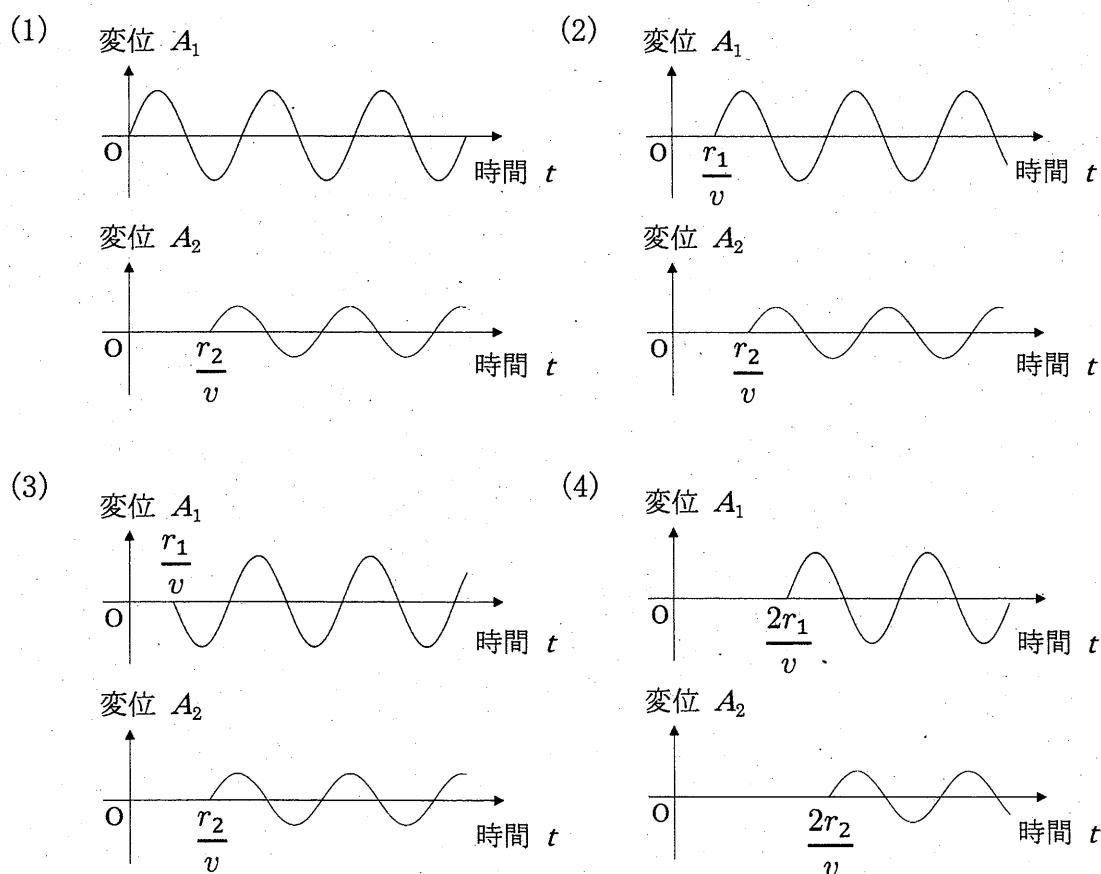


図 3

問 3 複数の観測点を用いて、点波源 S の位置を推定する。図 4 に示すように、点波源 S は xy 平面内の第 4 象限に存在し、4 つの観測点 P_1, P_2, P_3, P_4 はそれぞれ、第 1、第 2、第 3、第 4 象限に配置されているとする。線分 P_1P_2 の中心から点波源 S の向きと y 軸の負の向きとのなす角度は θ_1 、線分 P_3P_4 の中心から点波源 S の向きと y 軸の正の向きとのなす角度は θ_2 である。波の伝わる速さは $v = 2.0 \text{ m/s}$ 、 x 軸から各観測点の距離は $r = 10 \text{ km}$ 、 P_1P_2 ならびに P_3P_4 の観測点間距離は d である。ただし、各観測点から見て、点波源 S は十分に遠方にあるため、各観測点付近では波を平面波みなす。また、必要であれば $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ として計算せよ。次の(a), (b) に答えよ。

(a) 観測点 P_1, P_2 で観測される波の変位の時間変化を調べた。観測点間距離が $d = 4.0 \text{ m}$ のときに、観測点 P_2 は、観測点 P_1 と比べてちょうど 1.0 秒遅れて波を観測した。角度 θ_1 を求めよ。

(b) 観測点 P_3, P_4 で観測される波の変位の時間変化を問 3(a) と同様に観測した結果、 $\theta_2 = 45^\circ$ と求められた。点波源 S の座標 (x_S, y_S) を求めよ。

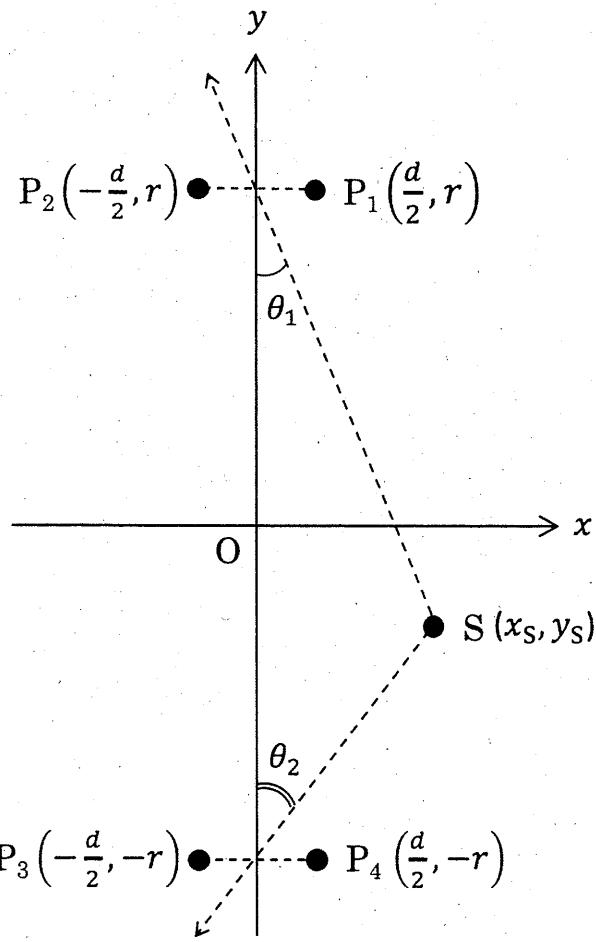


図 4

【問題Ⅱ】

図1に示すように、質量 M の台を摩擦のない水平な床の上に置いた。台の上面は、水平面と一定の角度 θ をなす斜面AB、曲面BCと半径 R の円弧面CDからなり、曲面BCは点Bおよび点Cで斜面ABと円弧面CDと滑らかに接合されているものとする。

台を床に対して静止させた状態で、大きさが無視できる質量 m の物体を斜面AB上の点Pに置いた後、静かに手をはなすと物体と台は動き出し、その後、物体は円弧面上のある点から飛び出した。台の上面と物体との間に摩擦ははたらかないとして、台と物体の運動について考える。

点Oを座標の原点にとり、図の水平右向きを x 軸の正方向、鉛直上向きを y 軸の正方向とし、 x 軸、 y 軸および床は動かないものとする。物体から手を放す前の点Pの x 座標を0、 x 軸からはかった点Pの高さを h 、重力加速度の大きさを g とする。また、円弧面CDの中心角は $\angle CO'D = 90^\circ$ であるとする。任意の時刻における物体の加速度の x 成分を a_x 、 y 成分を a_y 、台の加速度の x 成分を a_s として以下の間に答えよ。ただし加速度は全て床に対するものとする。

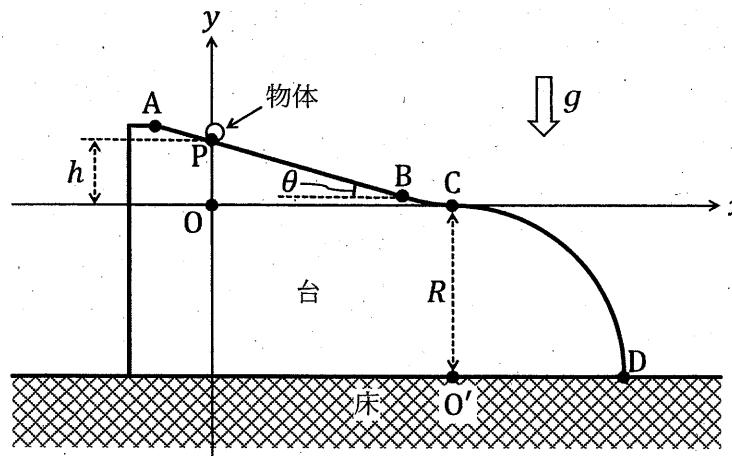


図1

問1 物体が斜面AB上を運動する任意の時刻において、物体が斜面ABから受ける抗力の大きさを N とするとき、次の(a)から(c)に答えよ。

- (a) a_x 、 a_y 、 a_s を m 、 M 、 θ 、 g 、 N の中から必要なものを用いて表せ。
- (b) 物体が斜面AB上を離れずに運動するとき、 $\frac{-a_y}{a_x - a_s} = \tan \theta$ が成り立つ。この式を導出せよ。
- (c) 物体が斜面ABから受ける抗力の大きさ N を m 、 M 、 θ 、 g の中から必要なものを用いて表し、物体と台が床に対して水平方向にどのような運動をするか述べよ。

問 2 物体が点 C に到達した時の物体の速度 \vec{v}_0 および台の速度 \vec{V}_0 の, x 成分および y 成分をそれぞれ m, M, g, h, θ の中から必要なものを用いて表せ.

問 3 物体は点 C を通過後, 円弧面に沿って運動しはじめた. 点 C を通過直後に物体が台から受ける抗力の大きさ N_0 を m, M, g, h, θ, R の中から必要なものを用いて表せ.

問 4 物体が円弧面から飛び出した直後の台の加速度の x 成分 a_s を求め, その後, 台が床に対して水平方向にどのような運動をするか述べよ.

令和5年度（2023年度） 東北大学工学部

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験④

問題冊子

（15：40～16：40, 60分）

注意事項

1. 机の上には、受験票、黒鉛筆（シャープペンシルも可）、消しゴム、鉛筆削り、時計、メガネの他は置いてはいけません。これ以外のものはかばん等に入れて椅子の下（床面）に置いてください。時計のアラームは使用しないでください。（目薬等も机の上に置いてはいけません。）
2. 携帯電話等を持っている人は、監督者の指示に従ってください。
試験中に携帯電話等を身につけていることが発覚した場合は、不正行為の疑いがあるとみなし、その機器を預かります。
3. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないでください。
4. 試験開始の合図の直後に、問題冊子、解答用紙、下書き用紙に印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等がないか確認してください。
5. 最初に、解答用紙のすべてに受験記号番号を忘れずに記入してください。
6. 解答用紙はホッチキスで留めてあります。ホッチキス留めを外さないでください。
7. 解答用紙は書き損じても、破れても交換しませんので注意してください。
8. 下書き用紙は使用してもしなくても構いません。
9. 問題冊子、下書き用紙は持ち帰ってください。
10. 試験終了後、解答用紙の1ページ側が一番上になるように机の上に置き、提出もれがないように確認してください。

——このページは白紙——

【問題I】

近年、アスタチン (At) という元素を用いた新たながん治療法の開発が進められている。この治療法では、
 A)がん組織中に投与した ^{211}At から放出される α 線 (${}^4\text{He}$ の原子核) が、がん細胞に直接作用する。ところが、この元素は安定でないため、人工的に合成する必要がある。これには、
 B) 加速器施設において、核反応を用いて ^{211}At を合成した後、これを分離し、薬剤へ導入することが必要となる。そのため、その特性について考えてみる。なお、表1に元素の周期表の一部を示す。以下の間に答えよ。必要に応じて次の数値を用いよ。

表1 周期表の一部

						18
13	14	15	16	17	He	
B	C	N	O	F	Ne	
Al	Si	P	S	Cl	Ar	
Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	

原子量 : Cs = 133, At = 211

数値 : $\sqrt{2}=1.41$, $\sqrt{3}=1.73$, $\sqrt{5}=2.24$, $(3.82)^2=14.6$, $(3.82)^3=55.7$, $(3.82)^4=213$

アボガドロ数 : 6.02×10^{23}

問1 下線部 A)の核反応で、 ^{211}At は α 線を放出して他の元素に変化する。このとき生じる原子核を ^{211}At という表記にならって答えよ。また、そのように答えた理由を記せ。

問2 下線部 B)の過程で、水溶液中でアスタチンから生じるイオンをイオン交換樹脂を用いて分離する。アスタチンから生じた n [mol] のイオンがイオン交換樹脂で n [mol] のイオン X とイオン交換した。イオン X として最もふさわしいものを選択肢 1) ~ 4) より選んで番号で答えよ。また、その選択肢を選んだ理由を記せ。

1) H^+ 2) OH^- 3) SO_4^{2-} 4) Ca^{2+}

問3 下線部 B)に関連して、蒸留による分離も手法の一つである。17族元素の沸点の傾向を考慮し、単体のアスタチン (At_2) とヨウ素 (I_2) のいづれがより高い沸点を有するか答えよ。また、その理由を 20 字程度で記せ。

問4 アスタチンとヨウ素から構成される一ヨウ化アスタチン (AtI) 分子の極性について、次の語句を全て用いて説明せよ。

[語句]

共有電子対, $\delta+$, $\delta-$

問5 アスタチン化物イオンのイオン半径を知りたい。そのため、セシウム (Cs) との間に CsAt というイオン結晶を合成し、X 線回折で結晶構造を明らかにし、イオン半径を求めるという手法が考えられる。この結晶の構造が塩化セシウム型構造をとると仮定し、単位格子は一辺の長さが 0.382 nm の立方体であるとした場合に、以下の(a)～(c)に答えよ。

- (a) セシウムイオンに対するアスタチン化物イオンの配位数を答えよ。
- (b) この結晶の密度 [g/cm³] を計算し、有効数字 3 術で答えよ。
- (c) セシウムイオンのイオン半径が 0.167 nm である場合のアスタチン化物イオンのイオン半径 [nm] を求め、有効数字 3 術で答えよ。

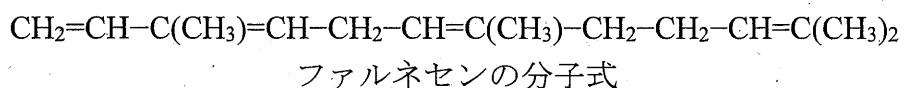
【問題Ⅱ】

次の文章を読み、以下の間に答えよ。ただし、原子量は H = 1.0, C = 12, O = 16 として計算せよ。

航空機で使われるジェットエンジンは、エンジン内部に噴射される燃料を、エンジン前方から供給される空気で連続的に燃焼させ、燃焼後のガスを後方に噴き出すことで推進力を得る。エンジン内部には金属製の精密な機構が収められており、それらは過酷な条件にさらされる一方、上空でエンジン動作中にトラブルが発生すると致命的な大事故につながりかねない。ジェットエンジンの安定した動作のため、用いる燃料、すなわちジェット燃料には厳格な規格が設定されている。ジェット燃料に要求される特性としては、重量当たりの大きな燃焼熱、適切な沸点範囲、上空の低温（例えば -40 °C）でも固体が析出しない低温特性、燃焼時にすすなど固体が発生しないこと、長期保管時および高温での安定性、金属への低い腐食性があげられる。

これらの条件に合致するのは、炭素数が 10 から 15 程度の範囲の A)直鎖でない飽和炭化水素 である。芳香族炭化水素は（ア）が、鎖式不飽和炭化水素は植物油で起きる現象と似て（イ）が、直鎖飽和炭化水素は（ウ）が問題となるため、これらの含有率が高いものはジェット燃料としては適さない。 B)含酸素化合物は全般に炭化水素に比べて燃焼熱が小さく、また種類によっては安定性やc)腐食性 の問題も起きるため、やはりジェット燃料としては適さない。硫黄やハロゲンは燃焼ガスの腐食性が、金属イオン等は燃焼時の固体の生成が大きな問題となるため含有されるべきではない。

ジェット燃料は現在石油から製造されているが、石油の枯渇への対策および二酸化炭素排出量削減を目的に、生物由来の再生可能資源からジェット燃料を得る試みがなされている。その一つに、ある種の微生物が産生するファルネセンという物質の利用がある。ファルネセンの分子式を下に示す。ファルネセンの炭素鎖は、単結合と多重結合の区別を無視して考えた場合、同じく生物由来である（エ）を構成する（オ）の部分構造とみなすことができる。ただし、ファルネセンは不飽和であるためそのままではジェット燃料の主成分としては利用できず、白金等の触媒を用いて（カ）を行う必要がある。



問1 下線部 A) について、直鎖でない飽和炭化水素とは、分岐または環構造がある飽和炭化水素を意味する。直鎖でない飽和炭化水素で炭素数が 4 である化合物をすべてあげ、化合物名で答えよ。

問2 空欄（ア）～（ウ）に当てはまる語句をそれぞれ次の選択肢 1)～4) から選び、番号で答えよ。

- 1) 低温特性
- 2) すすの発生
- 3) 安定性
- 4) 腐食性

問3 下線部 B) について、トリデカン $C_{13}H_{28}$ とドデシルメチルエーテル $C_{12}H_{25}OCH_3$ を例に比較する。トリデカンのモル当たりの燃焼熱は 8100 kJ/mol で、C–O, C–C, O=O の結合エネルギーはそれぞれ 360 kJ/mol, 350 kJ/mol, 500 kJ/mol である。重量当たりで比較すると、ドデシルメチルエーテルの燃焼熱はトリデカンの燃焼熱の何%となるか。有効数字 2 術で答えよ。計算の過程も示すこと。

問4 下線部 C) について、含酸素有機化合物の腐食性は、基本的に酸性が強いほど大きい。含酸素有機化合物の酸性の強さの一般的な傾向について、次の選択肢 1)~6) から正しいものを選び、番号で答えよ。

- 1) アルコール > カルボン酸 > フェノール類
- 2) アルコール > フェノール類 > カルボン酸
- 3) カルボン酸 > アルコール > フェノール類
- 4) カルボン酸 > フェノール類 > アルコール
- 5) フェノール類 > アルコール > カルボン酸
- 6) フェノール類 > カルボン酸 > アルコール

問5 空欄 (エ) に当てはまる材料名、および空欄 (オ) に当てはまる「ポリ」から始まる高分子名を答えよ。

問6 空欄 (カ) には、化学変換を表す 5 字程度の語句が入る。この語句を答えよ。

令和5年度（2023年度） 東北大学工学部
AO入試（総合型選抜）Ⅲ期

筆記試験

問題冊子

（11：00～12：00, 60分）

注意事項

- 机の上には、受験票（AO入試Ⅲ期受験票、大学入学共通テスト受験票）、黒鉛筆（シャープペンシルも可）、消しゴム、鉛筆削り、時計、メガネの他は置いてはいけません。これ以外のものはかばん等にいれて椅子の下（床面）に置いてください。時計のアラームは使用しないでください。（目薬等も机の上に置いてはいけません。）
- 携帯電話等の電子機器類を持っている人は、監督者の指示に従ってください。
試験中に携帯電話等の電子機器類を身につけていることが発覚した場合は、不正行為の疑いがあるとみなし、その機器を預かります。
- 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないでください。
- 試験開始の合図の直後に、問題冊子、解答用紙、下書き用紙に印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等がないか確認してください。
- 最初に、解答用紙のすべてに受験記号番号を忘れずに記入してください。
- 解答用紙はホッチキスで留めてあります。ホッチキス留めは外さないでください。
- 試験中に問題冊子、解答用紙、下書き用紙の印刷不鮮明、落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 解答用紙は書き損じても、破れても交換しませんので注意してください。
- 下書き用紙は使用してもしなくても構いません。
- 解答用紙のみすべて提出してください。問題冊子、下書き用紙は持ち帰ってください。
- 試験終了後、解答用紙の1ページ側が一番上になるように机の上に置き、提出もれがないように確認してください。

——このページは白紙——

次の英文(I)(II)は、途上国政府に対して、融資、技術協力、政策助言を行う世界銀行が毎年刊行する報告書「世界開発報告（*World Development Report*）」から引用したものである。英文を読んで以下の設間に答えなさい。なお解答に字数の制限がある場合、句読点、数字、アルファベット、記号も1字として数えること。

(I)

For millennia, farming and food supply have depended on access to accurate information. When will the rains come? How large will the yields be? What crops will earn the most money at market? Where are the most likely buyers located? Today, that information is being collected at an unseen rate through *data-driven agricultural business models. In India, farmers can access a data-driven platform that uses satellite imagery, artificial intelligence (AI), and *machine learning to detect crop health remotely and estimate yield ahead of the harvest. By sharing such information with financial institutions, farmers can demonstrate their potential profitability and thus increase their chance of obtaining a loan. Other data-driven platforms provide real-time crop prices and match sellers with buyers.

For remote populations around the world, receiving specialized medical care has been nearly impossible without having to travel miles to urban areas. A) Today, () and () can () and () (ア) remotely (イ) () (ウ) () and () that helps ().

(II)

Data collected and managed by the private sector for commercial purposes hold great potential to spur development. Innovations in the use and application of data by businesses are creating tremendous economic value by enhancing data-driven decision-making and reducing transaction costs. B) A 2011 study of 179 large firms in the United States indicated that firms adopting data-driven decision-making increased their productivity by 5-6 percent relative to what would be expected in view of their other investments and use of information technology.

Although data are in many ways an input to the production process of firms, much of the recent explosion of new data has come about as a *byproduct of economic activity, such as digitization of firm operations, mobile phone usage by individuals, digital transactions, and social media interactions. These data are collected at high frequency and can provide detailed information on individuals, businesses, economic outcomes, and phenomena. They not only enhance the economic efficiency of the firms themselves, but also offer C) potential to be reused for public policy needs such as *COVID-19 tracking. For example, financial services providers are increasingly adopting

alternative *credit scoring techniques to solve the long-standing issue of lack of data on potential borrowers in banking. These techniques take advantage of users' *digital footprints to assess *creditworthiness for those who otherwise lack documentation.

But these trends also come with new risks that must be addressed to ensure that the data-driven economy raises social welfare. Concerns are growing about excessive data collection, insufficient governance of data held by private firms, and inadequate protection of personal data. Many of these concerns result from the misuse of personal data. Such misuses include the failure of firms to properly protect the financial information of clients—exposing them to theft of funds or identity—or firms' engagement in unauthorized use of, or failure to protect, individuals' confidential health or location data.

Many of the processes through which firms create value with their data are driven by algorithms and machine learning. In these models, algorithms determine, among other things, what information, products, or services individuals are exposed to and at what price; what insurance packages they are offered; whether their loan applications are approved; what jobs they qualify for; and what medical advice they receive.

All these types of activities have the potential to significantly improve economic efficiency. For example, ~~D~~by consuming more data types and discovering relevant information from seemingly unrelated patterns, machine learning could generate credit scores for more individuals with greater precision. However, if the data input into the machine learning have discriminatory nature, machine learning will amplify that discrimination (e.g. gender, racial, ethnic-based, age, and sexual-orientation discrimination), not only producing harmful results, but also making them worse. This point brings to mind the decades-old data science *adage “garbage in, garbage out,” meaning that a data processing system such as machine learning is no better than the data it is given to process. But there is a deeper concern: the output from machine learning is typically not clear and changes frequently as new data enter the system. Almost by design, it creates a rule that lacks transparency, and so identifying discriminatory elements of the algorithm can be technically very challenging.

Often, data-driven markets exhibit *positive network externalities and tend to be dominated by a few large firms. This may exclude smaller or more traditional firms, damage local *entrepreneurship, and negatively impact consumer welfare. These effects may be worsened in developing markets, where new entry firms have less access to start-up capital and where there is a lack of data science specialists. To reduce this, policy makers can address the underlying constraints to achieving scale, such as *geoblocking or lack of harmonization of data policies across countries. They can ensure that sector regulations and government support schemes provide a level playing field for all firms.

(Reprinted from World Bank, 2021, World Development Report 2021: Data for Better Lives, Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO. 一部改変)

(注)

- * **data-driven** : データ ドリブンの (収集した多くのデータの分析結果を用いてさまざまな課題に対する判断や意思決定を行うアプローチに基づく.)
- * **machine learning** : 機械学習 (データの背後にあるルールやパターンを機械が自動で学習して発見し, 学習した成果を用いて予測や判断を行う手法.)
- * **byproduct** : 副産物
- * **COVID-19 tracking** : COVID-19 の感染状況や濃厚接触者の追跡
- * **credit scoring** : 信用スコアリング (融資の可否や融資限度額を評価する手法の 1 つ. これまでの金融機関は融資の申し込みがあった場合に年収・資産・借入状況・返済履歴などの情報を元に融資を行うかどうかを決定していたが, 最近は信用スコアリングの結果を用いて審査を行う金融機関が増えつつある.)
- * **digital footprint** : デジタル・フットプリント (インターネットを利用したときに残る記録のこと. 電子商取引の履歴, インターネットの閲覧履歴, メールの送受信履歴など.)
- * **creditworthiness** : 金融機関が融資申請者の将来の債務返済に対して抱く信頼やその程度
- * **adage** : 格言
- * **positive network externality** : 正のネットワーク外部性 (あるサービスの利用者が増えるほど同サービスの利便性が高まる性質のこと. たとえば, 動画配信プラットフォームでは利用者が増えると視聴できる作品数が増えてサービスの魅力が高まりやすい.)
- * **entrepreneurship** : 起業家精神
- * **geoblocking** : ユーザーの地理的所在によるインターネットコンテンツへのアクセス制限

問 1 インドの農家がデータドリブン・プラットフォームを利用することで得ている恩恵を日本語で3つあげなさい。

問 2 下線部 A) が「今日は、遠隔医療の診療所とその専門医は患者の健康データを収集するセンサーやデータ分析を支援する AI を用いることで遠隔地から患者を診察したり診断できる」という意味になるように、①から⑪の語句を適切な順序に並び替えて括弧内に入れ、(ア)(イ)(ウ)に入る語句の番号を答えなさい。ただし、同じ語句を2回以上用いてはならない。

① analyze such data ② AI ③ diagnose ④ monitor ⑤ patients ⑥ patient health data
⑦ sensors ⑧ telehealth clinics ⑨ that collect ⑩ their specialists ⑪ using

A) Today, () and () can () and ()(ア) remotely (イ)()(ウ)() and () that helps ().

問 3 下線部 B)を和訳しなさい。

問 4 下線部 C)に示されているデータの利用方法について、本文であげられているものとは異なる例を日本語で1つ示しなさい。

問 5 下線部 D)を和訳しなさい。

問 6 正のネットワーク外部性 (*positive network externality) を有する情報プラットフォームでは、少数の企業が支配的な立場を築きやすい。本文の内容を踏まえた上で、その場合に起こりうる問題を1つ取り上げ、問題解決への方向性についてのあなたの考えを日本語300字内で述べなさい。なお取り上げる問題は途上国の情報プラットフォームに固有の問題である必要はなく、例えば、先進国あるいは国際的な情報プラットフォームにおいて起こりうる問題でも構わない。

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO 入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験①問題

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部	試験時間	ページ数
農 学 部	9:30~10:50 (80 分)	6 ページ

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
- この「問題冊子」は 6 ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
- 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 「解答用紙」の受験記号欄（1 枚につき 1 か所）には、忘れずに受験票と同じ受験記号をはっきりと判読できるように記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 試験終了後は「解答用紙」を回収しますので、持ち帰ってはいけません。
「問題冊子」、「メモ用紙」は持ち帰ってください。

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1

以下の問いに答えよ。

(1) 4^{21} を 25 で割った余りを求めよ。

(2) 白玉 5 個と黒玉 10 個の合わせて 15 個すべてを、左から右へ横 1 列に並べる。白玉が 2 個以上つづかないように並べたとき、その並び方は全部で何通りあるか。

(3) $0 \leq t \leq 3$ の範囲にある t に対し方程式

$$x^2 - 4 + t = 0$$

の実数解のうち、大きい方を $\alpha(t)$ 、小さい方を $\beta(t)$ とおく。

$$\int_0^3 \{\alpha(t) - \beta(t)\} dt$$

の値を求めよ。

2 平面上に $OA = 1$, $OB_1 = \sqrt{2}$, $\angle AOB_1 = \frac{\pi}{4}$ である三角形 OAB_1 をとる。
さらに, 点 B_n を

$$\overrightarrow{B_1 B_n} = (n-1) \overrightarrow{OA} \quad (n = 2, 3, 4, \dots)$$

となるようにとる。

このとき, 点 B_1 を通り直線 OB_n に垂直な直線と直線 OB_n の交点を点 C_n とする。
 $\overrightarrow{OA} = \vec{a}$, $\overrightarrow{OB_1} = \vec{b}$ とするとき, 次の問い合わせに答えよ。

- (1) $\overrightarrow{OC_n}$ を n , \vec{a} , \vec{b} を用いて表せ。
- (2) $|\overrightarrow{B_1 C_n}|$ を n を用いて表せ。
- (3) $\angle B_n B_1 C_n = \theta_n$ とする。 $\cos \theta_n$ を n を用いて表せ。
- (4) $\frac{|\overrightarrow{B_n C_n}|}{|\overrightarrow{B_1 C_n}|}$ を n を用いて表せ。

3

xy 平面上で次の不等式をみたす点 (x, y) の表す領域を E とする。

$$\log_3(x+2) - \frac{1}{2} \leq \log_3 y \leq \log_9(4-x^2)$$

次の問いに答えよ。

(1) E を図示せよ。

(2) 点 (x, y) を E 内の点とするとき, $\frac{y+2}{x-6}$ の最小値を求めよ。

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

A○入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験② 封筒

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部	試験時間	問題冊子数
農学部	13:00~14:20 (80 分)	3 冊

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この封筒を開いてはいけません。
- この封筒には、「問題冊子」3冊、「解答用紙」3種類、「メモ用紙」1冊が入っています。
- 筆記試験②は、<選択問題1>、<選択問題2>、<選択問題3>の3冊からなります。
※ <選択問題1~3>のうちから2つを選択し、解答してください。2つ選択しなかった場合は、失格となります。
※ <選択問題>の解答用紙1枚目の所定の欄に、選択の有無を  で囲んでください。

選択する場合：

<input checked="" type="checkbox"/> 選択する
<input type="checkbox"/> 選択しない

選択しない場合：

<input type="checkbox"/> 選択する
<input checked="" type="checkbox"/> 選択しない

- ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。問題冊子のホチキスは外さないでください。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 「解答用紙」は1枚につき1か所の所定の欄に、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。選択しない問題の解答用紙にも受験記号番号を記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 試験終了後は、「解答用紙」は全て回収しますので持ち帰ってはいけません。
本封筒、「問題冊子」及び「メモ用紙」は持ち帰ってください。

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

A○入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

＜選択問題 1 ＞

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部	試験時間	ページ数
農学部	13:00～14:20 (80 分)	12 ページ

B245

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1

ばね定数 k , 自然の長さ L の軽いばねと, 質量 m の小物体がある。ばねは直線状に伸縮し, 重力や空気抵抗の影響はないものとする。次の問1~問7に答えよ。解答は, 結果だけでなく, 考え方や計算の過程も示せ。

図1のようにはねの一端を壁に固定し, 他端に小物体を取り付け, 小物体に力を加えてばねの長さを ℓ だけ伸びた状態にした。

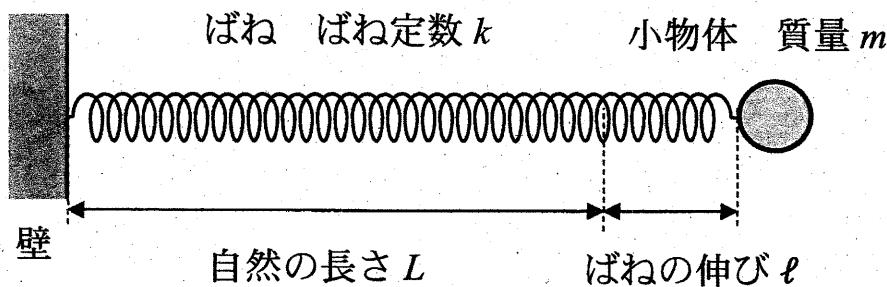


図1

問1 ばねの長さが ℓ だけ伸びた状態のときのばねの弾性力の大きさ F と, ばねの伸びが ℓ から0まで変化する間に弾性力のする仕事 W を, k , ℓ を用いて表せ。

問2 小物体を静かに放すと小物体は動き出した。小物体が自然の長さの位置にきたときの速さ v_0 を, k , ℓ , m を用いて表せ。

次に、小物体を2等分して質量を $\frac{m}{2}$ とし、軽いばねも2等分して長さを $\frac{L}{2}$ として、図2のように、小さく軽い留め具でばねを並列にして小物体を両端に取り付けた。左側の小物体をA、右側の小物体をB、重心をGとする。

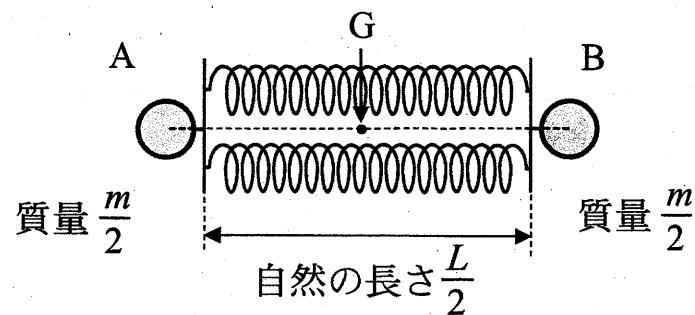


図2

問3 ばね定数 k のばねを2等分し並列につないだばねの合成ばね定数 k' を、 k を用いて表せ。

問4 小物体AとBを持ってばねの長さをわずかに自然の長さから伸ばして、小物体AとBを同時に静かに放したら、重心Gを中心に小物体AとBはどちらも同じ角振動数で単振動をした。このときの角振動数 ω を、 k 、 m を用いて表せ。

次に、小物体を n 等分して 1 つ当たりの質量を $\frac{m}{n}$ にし、ばね定数 k のばねも n 等分して長さを $\frac{L}{n}$ として、図 3 のように n 個の小物体と n 個のばねを正 n 角形になるように接続した。図 3 では n 個の小物体とばねの一部のみを描いている。それぞれの小物体について、つり合いの位置を原点 O として、中心 C から外に向く方向を正として x 軸を取る。また、すべての小物体はそれぞれの x 軸上のみを運動するものとし、同じ時間にすべての小物体が同じ x 座標となるように運動する場合のみを考える。

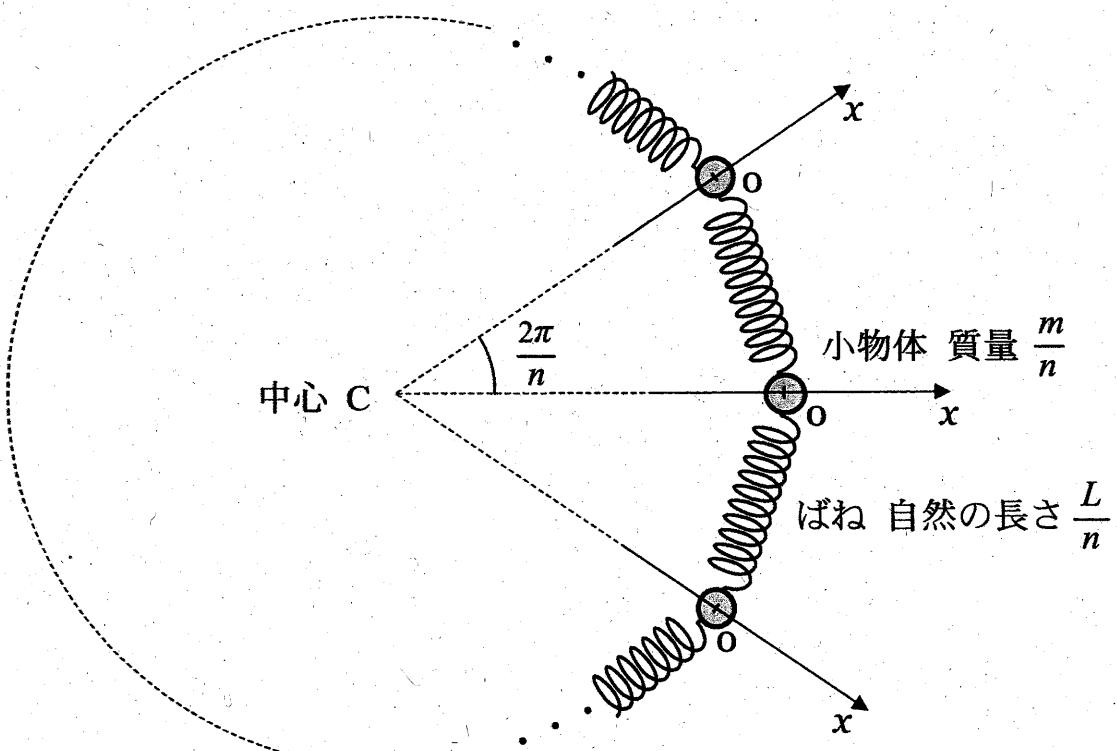


図 3

問5 1つの小物体に着目し、小物体の座標が x のときに、その小物体がばねから受ける合力 F を、 n ， x ， k を用いて表せ。なお、角度は単位としてラジアンを用いよ。

問6 すべての小物体を、 x 座標が X となるように変位させて同時に静かに放すと、小物体は原点 O を中心に単振動をした。このとき、原点 O での小物体の速さ v_1 を、 n ， X ， k ， m から必要なものを用いて表せ。

問7 n が十分大きい場合の単振動の周期 T を、 k ， m を用いて表せ。なお、必要であれば $|\theta|$ が十分小さいときに成り立つ近似式 $\sin \theta \approx \theta$ を用いよ。

2

図1のように、空气中において、長方形の平面ガラスAの上に、Aと同じ形状の平面ガラスBを重ね、一端を点Oでそろえ、他端に厚さDの金属箔を挟んで、くさび形の空気層をつくった。金属箔の点O側の端の位置を点Pとする。点Oから点Pまでの長さはLである。2つのガラスの真上から波長 λ の単色光を入射し、真上から観察すると、ガラスAの上面とガラスBの下面で反射した光が干渉し、点Oから点Pまでの間に等間隔の平行な干渉縞が見えた。点Oを原点とし点Oから点Pに向かう方向に位置を表すx軸を取る。また、空気の屈折率は1.0、ガラスの屈折率は1.5とし、屈折率の小さい媒質を通過してきた光は屈折率の大きい媒質で反射する際に位相が反転する。次の問1～問5に答えよ。解答は、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

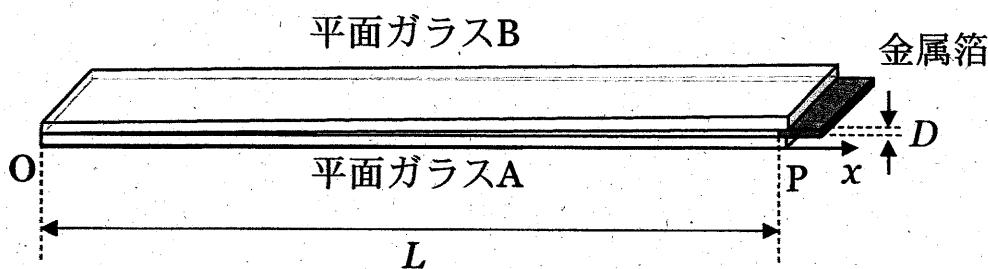


図1

問1 反射光が強め合い干渉縞が明るく見えるある位置の空気層の厚さをdとする。dを自然数m($m=1,2,3,\dots$)と λ を用いて表せ。なお、mには上限があるが考慮しなくてよい。

問2 点Oから数えてm番目に反射光が強め合う位置 x_m ($x_m < L$)を、 L 、 D 、 λ 及び自然数m($m=1,2,3,\dots$)を用いて表せ。また干渉縞の間隔 Δx を、 L 、 D 、 λ を用いて表せ。

問3 L が 0.18 m 、 λ が $6.3 \times 10^{-7}\text{ m}$ のときの干渉縞の間隔 Δx は $9.1 \times 10^{-3}\text{ m}$ であった。このときの金属箔の厚さ D [m]を求めよ。

問4 空気層を屈折率 n ($1.0 < n < 1.5$)の液体で満たしたら、干渉縞の間隔が変化し $\Delta x'$ になった。 $\Delta x'$ を、 L 、 D 、 λ 、 n を用いて表せ。

次に、平面ガラス B を、わずかにゆがんだ同じ形のガラス C に置き換えた。ガラスの真上から単色光を入射し、真上から観察すると、図 2 のような干渉縞が観察された。

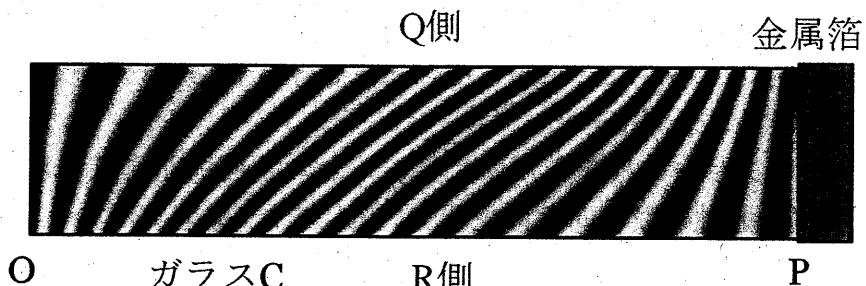


図 2

問5 ガラス C の Q 側と R 側の下面（平面ガラス A 側）のゆがみの特徴を、理由とともに簡潔に説明せよ。

3 図1のように、 x 軸と y 軸を取り、長さ L の細いパイプを y 軸に平行にして一端を x 軸上に置き、その中に電気量 q ($q > 0$) に帯電した質量 m の小物体を入れ、 $y = L$ にある他端に間隔 d の2枚の薄い平面極板でできた平行板コンデンサーをパイプと一緒に取り付けた。一体となったパイプと平行板コンデンサーは質量が M で、 x 軸に沿ってのみ滑らかに平行に動くことができる。小物体はパイプの内壁に沿って滑らかに動くことができ、パイプと平行板コンデンサーの接続点の小さな穴を通ってパイプと平行板コンデンサーの極板間を自由に行き来することができる。

平行板コンデンサーには電荷が蓄えられており、極板間には強さ E の一様な電場（電界）が y 軸の負の向きに生じている。また、 $0 \leq x$ かつ $0 \leq y \leq L$ の領域には磁束密度 B ($B > 0$) の一様な磁場（磁界）が紙面に対して垂直に表から裏向きにかかっている。

初め、パイプと平行板コンデンサー及び小物体は $x < 0$ の領域を x 軸の正の向きに一定の速さ v_x で動いていた。このとき、小物体の y 座標は 0 で速度の y 成分も 0 であった。

小物体は xy 平面内のみを運動し一連の運動の間に電気量は変化することはないものとし、パイプは磁場や小物体の電荷の影響を受けないものとする。さらに、平行板コンデンサーの極板の厚さは無視できるものとし、重力や空気抵抗の影響はないものとする。次の問1～問6に答えよ。解答は、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

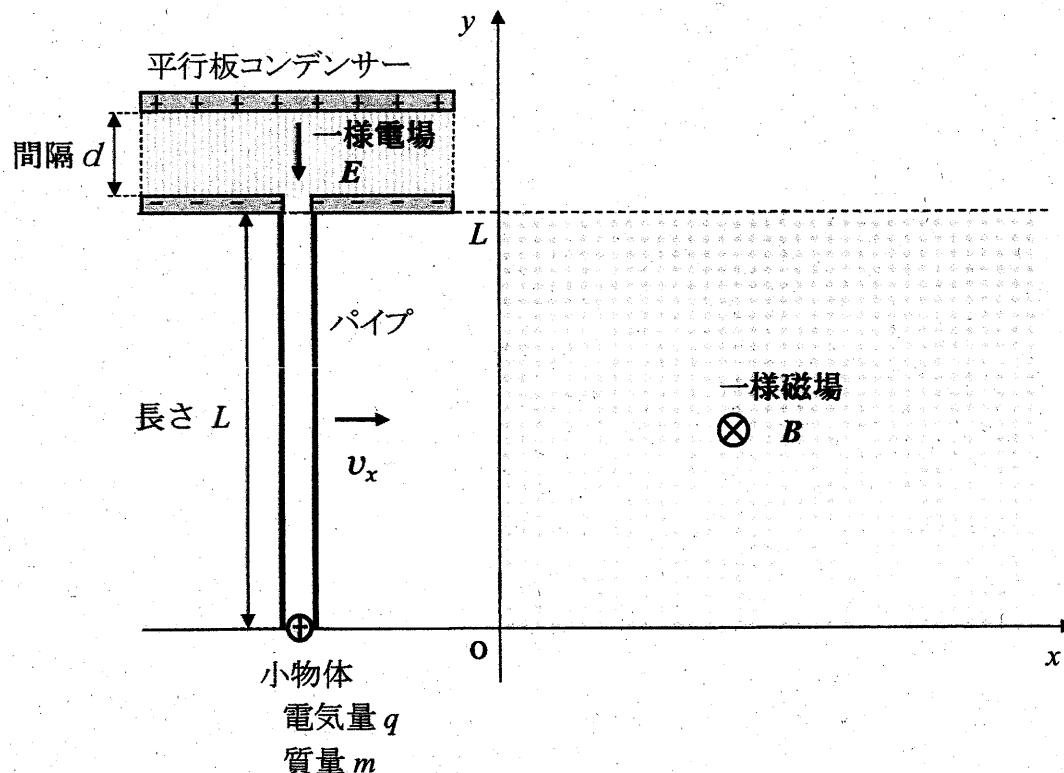


図1

パイプと平行板コンデンサー及び小物体は、時間 $t = 0$ でちょうど $x = 0$ を x 軸の正の向きに速さ v_x で通過し、電気量 q に帶電した小物体は速度と磁場の両方に垂直な y 軸の正の向きに $qv_x B$ の大きさの力を磁場から受け始めた。このような力をローレンツ力という。その後、パイプに外力を加えて一定の速さ v_x で動かし続けた。小物体が磁場から受ける力によりパイプの内壁に沿って y 座標の正の向きに動き始めてからパイプの出口に到達するまでの、 y 座標が $0 \leq y \leq L$ の間について考える。

問 1 小物体の速度の y 成分の大きさが v_y のときの、ローレンツ力の成分 (f_x, f_y) と大きさ f を、 q, v_x, v_y, B の中から必要なものを用いて表せ。

問 2 小物体の、時間 t における v_y と y を、 q, v_x, B, m, t を用いて表せ。

問 3 パイプを x 軸の正の向きに一定の速さ v_x で動かすために必要な外力の大きさ F を、 q, v_x, B, m, t を用いて表し、その向きを答えよ。

問 4 小物体がパイプの出口から飛び出す直前の速度の y 成分の大きさ v_y を、 q, v_x, B, m, L を用いて表せ。

パイプから飛び出た小物体は、平行板コンデンサーの極板間の一様電場（強さ E ）内に入射した。

問5 小物体は電場の中を運動し、正に帯電した極板に衝突する直前にちょうど速度の y 成分が瞬間に 0 になった。このときの d を、 q 、 E 、 m 、 V_y を用いて表せ。

その後、速さ v_x で動いていたパイプと平行板コンデンサー（一体としての質量 M ）に外力がはたらかない状態にして、小物体が電場で加速されパイプ内に再度入射してパイプに力を及ぼし、ある瞬間にパイプの途中でパイプに対して静止した。

問6 小物体がパイプに対して静止した瞬間に、 x 軸に沿って動いていたパイプと平行板コンデンサーの速さ v'_x を、 q 、 B 、 L 、 m 、 M 、 v_x を用いて表せ。

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

A○入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

＜選択問題 2 ＞

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部	試験時間	ページ数
農 学 部	13:00～14:20 (80 分)	10 ページ

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 次の問1から問7に答えなさい。

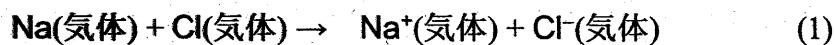
問1 次の(1)から(6)に示す物質の分離・精製操作に用いられる方法の名称として、最も適切なものを、下の(ア)から(キ)より1つずつ選び、解答欄(1)から(6)にその記号を書きなさい。

- (1) 少量の炭酸カリウムを不純物として含む炭酸ナトリウムを精製する。
- (2) すりつぶしたゴマからヘキサンを使ってゴマ油を取り出す。
- (3) 液体空気から窒素、酸素、アルゴンを分離する。
- (4) ヨウ素と塩化ナトリウムの混合物からヨウ素を取り出す。
- (5) 海水から純粋な水を取り出す。
- (6) サインペンのインクから異なる色の色素を分離する。

方法

(ア) 抽出 (イ) 昇華 (ウ) ろ過 (エ) 蒸留 (オ) 分留
(カ) クロマトグラフィー (キ) 再結晶

問2 ナトリウム原子のイオン化工エネルギーは 496 kJ/mol, 塩素原子の電子親和力は 349 kJ/mol, 塩化ナトリウムの格子エネルギーは 788 kJ/mol である。次の反応(1)および反応(2)は発熱反応か、吸熱反応か。下の表から正しい組み合わせを1つ選び、その記号(カタカナ)を解答欄に書きなさい。なお、格子エネルギーは、結晶格子を個々の陽イオンと陰イオンに分解するのに要するエネルギーである。



	反応(1)	反応(2)
ア	発熱	発熱
イ	発熱	吸熱
ウ	吸熱	発熱
エ	吸熱	吸熱

問 3 次の4つの第3周期元素を、原子半径の大きい順に左から右に並べ、それぞれ元素記号で書きなさい。

アルミニウム

塩素

ナトリウム

リン

問 4 次の分子の中から、無極性分子をすべて選び、解答欄にその記号を書きなさい。

(ア) C_2H_4 (エチレン)

(イ) C_3H_6 (プロピレン)

(ウ) H_2O

(エ) NH_3

(オ) CO_2

(カ) CH_3OH

(キ) Br_2

(ク) C_6H_6 (ベンゼン)

(ケ) CH_3Cl

(コ) CCl_4

問 5 イオン結晶に関する次の問い合わせに答えなさい。

(1) (a) 塩化ナトリウム $NaCl$, (b) 塩化セシウム $CsCl$ および(c) 閃亜鉛鉱型硫化亜鉛 ZnS の結晶中のイオンの配位数を、それぞれ解答欄(a), (b) および(c) に書きなさい。なお、配位数とは、結晶中で1つの粒子に隣り合って結合している粒子の数のことである。

(2) フッ化ナトリウムと酸化カルシウムのイオン間距離はほぼ同じである。融点の高い方の化合物の組成式を書きなさい。

(3) フッ化ナトリウムとフッ化セシウムはどちらも塩化ナトリウム型構造をとっている。融点が低い方の化合物の組成式を書きなさい。

問 6 次の記述のうち、正しいものをすべて選び、解答欄にその記号を書きなさい。

(ア) ヨウ素は無極性分子であるシクロヘキサンにはほとんど溶けない。

(イ) ブレンステッド・ローリーの定義によれば、酢酸ナトリウムと水との反応では、水は主に酸として働く。

(ウ) アンモニア NH_3 よりも、同じ15族元素の水素化合物 PH_3 の方が沸点が高い。

(エ) 金属結晶である銀は電気伝導性が高く、熱伝導性も高い。

(オ) 共有結合の結晶であるダイヤモンドは電気伝導性が低く、熱伝導性も低い。

(カ) 水の酸素原子と過酸化水素の酸素原子の酸化数は同じである。

(キ) 常圧下で液体の水の密度が最も大きくなるのは $0^{\circ}C$ のときではない。

問 7 タンパク質を分解したときに発生したアンモニアの量を決定するために、次の実験を行った。下の問(1)から(3)に答えなさい。

実験 1 (a)発生したアンモニアを、アンモニアに対して過剰量の 1.00 mol/L の希硫酸 10.0 mL に吸収させた。反応後の溶液を正確に 100 mL にうすめた。

実験 2 実験 1 でうすめた溶液のうち 10.0 mL を取り、(b)アンモニアと反応せずに残っている硫酸を、0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。

実験 3 水酸化ナトリウム水溶液を 6.50 mL 加えたところで中和点に達した。

- (1) 下線部(a)の実験操作で起こっている反応を、イオン式を含まない化学反応式で書きなさい。
- (2) 下線部(b)の実験操作で起こっている反応を、イオン式を含まない化学反応式で書きなさい。
- (3) タンパク質から発生したアンモニアの物質量は何 mol か。その数値を有効数字 3 桁で書きなさい。

2 図1に示すように、左側の電気分解槽中の硫酸銅(II)水溶液に2本の白金電極を浸し、右側の鉛蓄電池につないで電気分解を行った。次の問1から問6に答えなさい。

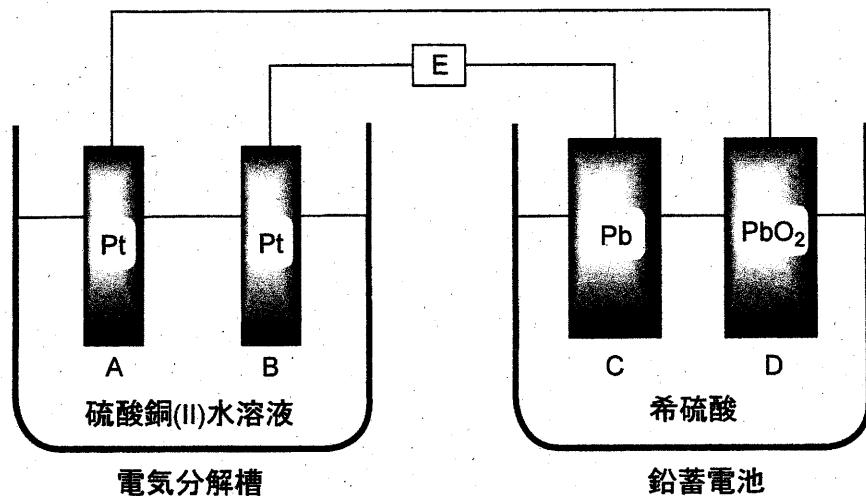


図1

問1 この実験で、電気分解槽中に浸す電極としてマグネシウムを用いることはできない。それは、マグネシウムが硫酸銅(II)水溶液と反応してしまうからである。

- (1) マグネシウムと銅イオンとの間で起こる反応のイオン反応式を書きなさい。
- (2) この反応が起こる理由を30字以内で書きなさい。

問2 図1中の電極A, B, C, Dはそれぞれ次の(ア)から(エ)のいずれかの名称で呼ばれる。電極AからDの各々について、最も適切な名称を選び、その記号をそれぞれ解答欄AからDに記入しなさい。

(ア) 正極 (イ) 陽極 (ウ) 負極 (エ) 陰極

問3 図1において、鉛蓄電池が放電して電気分解槽中で電気分解が起こったときに、電極A, B, C, Dの中で、物質が析出して質量が増加する電極の記号をすべて解答欄に書きなさい。

問4 鉛蓄電池の放電時に電極Cおよび電極D上で起こる化学反応を、それぞれ解答欄(1)および(2)に、電子 e^- を含むイオン反応式で書きなさい。

問 5 鉛蓄電池の放電時に、(1) 図 1 の E の位置で、電子はどちらの方向へ流れるか。

また、(2) 電気分解槽の中で気体はどちらの電極付近で発生するか。下表の(ア)から(エ)の中で正しい組み合わせの記号を解答欄に書きなさい。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1) 電子の流れる方向	右から左へ	右から左へ	左から右へ	左から右へ
(2) 気体が発生する電極	A	B	A	B

問 6 図 1 の装置を用いて、一定時間硫酸銅(II)水溶液の電気分解を行ったところ、電気分解槽の一方の電極上では銅が析出し、もう一方の電極上では二原子分子の気体が発生した。一方の電極上に析出した銅の質量は 19.1 g であった。銅の原子量を 63.6、ファラデー定数を $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ として、次の問(1)および問(2)に答えなさい。必要なら、標準状態での圧力 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ を用いなさい。

- (1) E の位置を流れた電気量は何 C か。その数値を有効数字 3 桁で解答欄(a)に書きなさい。また、計算過程を解答欄(b)に書きなさい。
- (2) 電極上で発生した気体の標準状態での体積は何 L か。その数値を有効数字 3 桁で解答欄(a)に書きなさい。また、計算過程を解答欄(b)に書きなさい。なお、発生した気体は理想気体として取り扱えるものとする。

3 油脂やそれに関連する物質に関する次の文章を読み、下の問 1 から問 6 に答えなさい。

大豆油やオリーブ油のような油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて熱すると、グリセリン（1,2,3-プロパントリオール）と脂肪酸ナトリウム（セッケン）が生じる。この塩基によるエステルの分解反応をけん化という。セッケンは、疎水性の炭化水素基 R と親水性の原子団 $\text{COO}^{-}\text{Na}^{+}$ とからできており、(a) セッケンを水に溶かすと、その一部が して弱塩基性を示す。

脂肪酸などの酸とアルコールが縮合してエステルが生成する反応をエステル化という。一方、エステルに多量の水を加えて放置すると、エステル化の逆反応が徐々に起こる。この反応も とよばれる。

疎水性と親水性の 2 つの部分をもち、水と油をなじませる働きをする物質を という。セッケンのような を水に溶かすと、疎水性部分を内側に、親水性部分を外側に向けた球状の粒子をつくる。この粒子を という。 (b) 水に不溶な油を とともに水に入れて振ると、油と は結びついて微細な小滴をつくり、水中に分散する。この現象を という。 はこの現象によって洗浄作用を示す。 (c) セッケンは、硬水中では泡立ちが悪くなり、洗浄力が低下する。

問 1 空欄 から に入る最も適切な語句を、それぞれ解答欄 から に記入しなさい。

問 2 グリセリンを過剰量の硝酸と反応させると、グリセリンの硝酸エステル（ニトログリセリン）が生じ、これは火薬や爆薬に用いられる。

- (1) ニトログリセリンの分子式を書きなさい。
- (2) ニトログリセリンが爆発すると、窒素、二酸化炭素、酸素および水のみが生成する。この反応の化学反応式を書きなさい。

問 3 下線部(a)で起こる反応のイオン反応式を書きなさい。その際、脂肪酸ナトリウム（セッケン）の陰イオン部分は、炭化水素基を R とした示性式 RCOO^{-} で表しなさい（ナトリウムイオンは書かなくてよい）。

問 4 下線部(b)の現象によって生じる小滴を模式図で表しなさい。 の疎水性部分を R で、親水性部分を X で表し、それらを線で結んだ記号 R—X を の記号として用いなさい。模式図中には、必ず水と油の文字、および記号 R—X を書きなさい。

問5 下線部(c)の現象が起こるのはなぜか。理由を30字程度で解答欄に書きなさい。

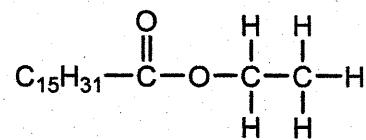
問 6 同一の炭素数をもつ 1 種類の飽和脂肪酸および 1 種類の不飽和脂肪酸を 1 : 2 の比で構成成分として含む油脂がある。この油脂は 1 個の不斉炭素原子をもち、分子式は $C_{57}H_{102}O_6$ (分子量 882) である。この油脂をヨウ素 I_2 で処理すると、油脂 1 mol 当たり最高 4 mol の I_2 を吸収した。次の問(1)および(2)に答えなさい。

(1) 水酸化カリウム KOH の式量を 56 として、この油脂のけん化価を有効数字 2 査で求め、解答欄に書きなさい。なお、けん化価は、1 g の油脂をけん化するのに必要な KOH の質量 (mg 単位) の数値である。

(2) 右図にならって、この油脂の構造式を書きなさい。その際、油脂のカルボニル基に結合している炭化水素基の部分は C_nH_m (n, m にそれぞれ整数を入れる) のように書きなさい。不斉炭素原子には*印をつけなさい。

構造式の書き方の例

パルミチン酸エチル



令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）II期

筆記試験②

＜選択問題 3＞

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部	試験時間	ページ数
農学部	13:00～14:20 (80 分)	13 ページ

B1245

—このページは白紙—

—このページは白紙—

1 次の文章を読み、問1から問11に答えよ。

遺伝子組換えイネを作出する場合、イネの種子からカルスとよばれる培養細胞を誘導し、そのカルスにあらかじめ導入したい遺伝子をもたせた①ある種の細菌を感染させる。すると、その細菌が遺伝子をイネのカルスに導入する。その後、細菌を感染させて遺伝子を導入したカルスを培養し、植物体を再分化させることにより、遺伝子組換えイネを作出する。

この技術を用いて、イネの遺伝子 X の突然変異体 (x 突然変異体) に野生型の遺伝子 X を導入した。②遺伝子を導入していないカルスからは表皮をもたないイネが再分化したが、遺伝子 X を導入したカルスからは、正常な形態のイネが再分化した。③遺伝子 X から 1 塩基あるいは連続した 2 塩基を欠失させた遺伝子を導入した場合は、表皮をもたないイネが再分化したが、連続した 3 塩基を欠失した遺伝子を導入した場合は、野生型遺伝子を導入した場合と同様に正常な形態のイネが再分化した。野生型の遺伝子 X を導入して再分化したイネからは自家受粉により種子を得た。

問1 下線部①の細菌の名称を記せ。

問2 下線部②の結果から考えられる遺伝子 X がもつ機能を簡潔に記せ。

問3 下線部③に関して、このような結果になった理由としてどのようなことが考えられるか、記せ。

問4 導入した遺伝子 X が、変異した x 遺伝子と完全に連鎖した染色体上の位置にのみ導入された場合、再分化個体から自家受粉により得られた種子を多数播種すると、野生型と突然変異体の表現型を示す個体はどのような割合で現れるか、記せ。ただし、遺伝子 X は 1 か所のみに導入されたものとする。

問5 導入した遺伝子 X が、変異した x 遺伝子とは異なる染色体に導入され

た場合、再分化個体から自家受粉により得られた種子を多数播種すると、野生型と突然変異体の表現型を示す個体はどのような割合で現れるか、記せ。ただし、遺伝子 X は 1 か所のみに導入されたものとする。

問 6 野生型の遺伝子 X が 2 か所に導入され、1 か所が x 遺伝子と完全に連鎖した染色体上の位置で、もう 1 か所が x 遺伝子とは異なる染色体の場合、自家受粉により得られた種子を多数播種すると、野生型と突然変異体の表現型を示す個体はどのような割合で現れるか、記せ。

問 7 野生型の遺伝子 X が 2 か所に導入され、導入された 2 か所と x 遺伝子の位置のすべてが異なる染色体の場合、自家受粉により得られた種子を多数播種すると、野生型と突然変異体の表現型を示す個体はどのような割合で現れるか、記せ。

問 8 遺伝子 X の 2 本鎖 DNA の各塩基の数を数えると、アデニン (A) の数はチミン (T) の数と同じであり、シトシン (C) の数はグアニン (G) の数と同じであった。その理由を簡潔に述べよ。

問 9 遺伝子 X から転写された RNA の塩基を調べたところ、チミン (T) が見られなかった。その理由を簡潔に述べよ。

問 10 野生型のイネからゲノム DNA を抽出し、PCR 法により遺伝子 X を増幅したところ、予想される長さの DNA 断片が増幅したが、RNA を抽出し、逆転写した後、同じプライマーを用いて PCR を行ったところ、ゲノム DNA を鑄型とした場合より短い長さの DNA 断片が増幅された。その理由を簡潔に述べよ。

問 11 問 10 で逆転写され PCR により増幅された RNA は、どの種類の RNA か。以下から適切なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

ア gRNA (ガイド RNA)

イ mRNA (伝令 RNA)

ウ RNAi (RNA 干渉)

エ rRNA (リボソーム RNA)

オ tRNA (転移 RNA, 運搬 RNA)

2

次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

生物の生存や繁殖には空間、食物、交配相手などの資源が必要である。資源のほとんどは有限なので、それらをめぐる個体間の（a）作用、すなわち競争が生じる。競争に有利な個体はより多くの子を次世代に残し、結果としてそのような個体の形質が①自然選択により進化する。個体が自分の遺伝子をどれだけ次世代に残せたかは「適応度」という尺度で表される。

セイヨウミツバチの巣箱を観察したところ、1匹の女王バチと数万匹のワーカー（働きバチ）、そして約1000匹の雄バチが社会生活を営んでいた。この女王バチは32本の染色体をもち（ $2n = 32$ ）、異なる集団の10匹の雄バチと交尾して精子を貯精囊に貯め、必要に応じて受精を行う。また、女王バチは受精卵と未受精卵を生むことができ、前者は雌、後者は雄になる。女王バチとワーカーはともに雌であるが、生育環境や幼虫期に与えられるえさの量と質の違いによって各々に分化する。女王バチはある種のフェロモンを分泌することでワーカーの生殖能力を抑制しているため、女王バチがいなくなつた場合、ワーカーは交尾せず、未受精卵を生むようになる。ワーカーは複数の花を訪れて花粉を集め、スクロースを主成分とする花蜜を蜜胃に貯めて巣に運ぶ。スクロースはミツバチの体内でグルコースと（b）に分解され、これが蜂蜜の成分となる。ワーカーは、蜂蜜を略奪に来た大型哺乳類に針を用いて対抗する。針はいったん刺したら抜けないため、振り払われると腹部の損傷でワーカーは死ぬが、その際に放出される（c）フェロモンが、他のワーカーの攻撃行動を誘い、集団の利益となる。このような「自己の不利益にもかかわらず他個体へ利益をもたらす行動」を利他行動とよぶ。利他行動とよばれる行動は自分の繁殖機会を減らし、直接的には適応度を下げる。しかし血縁者は自分と共通する遺伝子をもつので、血縁者の適応度を上げる行動は自分の適応度に間接的な正の効

果をもたらす。このように、血縁関係にある他個体から生じる子も含めて考えた場合の適応度を「包括適応度」とよび、②利他行動により包括適応度が上がれば、その行動は自然選択により進化する。

③利他行動が進化した理由について、ハミルトンは、ハチなどでは自分の親の繁殖を助け、同じ遺伝子を持つ兄弟姉妹を増やすことで、次世代に自分と共に遺伝子を多く残す戦略をとっていると考えた。そのためには、兄弟姉妹の中でも自分と共に遺伝子をより多く持つ個体に投資する方が都合がよい。共通の祖先に由来する特定の遺伝子を個体間で共有する確率を「血縁度」とよぶ。

ヒトでは同じ両親から生まれた兄弟姉妹の場合、自分がもつ特定の遺伝子(対立遺伝子)が母親由来である確率は(d)であり、兄弟姉妹間で母親由来の特定の遺伝子を共有する確率は(e)となる。父親由来の遺伝子の場合も同様であるため、兄弟姉妹間の血縁度は(f)となる。一方、ミツバチの女王バチが一匹の雄バチと交尾して新しい集団を作った場合、ワーカー間の血縁度は(g)、ワーカーと母親を同じにする雄バチとの血縁度は(h)となる。

問 1 下線部①について、特に交配相手をめぐる競争ではたらく選択の名称を記せ。

問 2 セイヨウミツバチの雄バチの染色体数として適切なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

ア $n = 8$ イ $n = 16$ ウ $n = 32$

エ $2n = 16$ オ $2n = 32$

問 3 文章中の(a)～(h)にあてはまる適切な語句もしくは数値を記せ。

問 4 下線部③のワーカーが行う「利他行動の進化」は、ダーウィンの自然選択では説明できない。その理由を簡潔に説明せよ。

問 5 この巣(集団)から女王バチがいなくなつた場合、どのようなことが起こると考えられるか。可能性のあるものをすべて選び、記号で答えよ。

- ア ワーカーが生んだ卵から新しい女王バチが育つ。
- イ ワーカーの数が徐々に減少する。
- ウ 雄バチの数が一時的に増加する。
- エ 雄バチの中の一匹が女王バチになる。

問 6 社会性昆虫であるアリのコロニーから産出される繁殖成虫(ワーカーの妹にあたる次世代女王〔雌〕と弟にあたる雄)の数を比べると、雄の個体数よりも雌の個体数が多い例が知られている。この偏りは、ワーカーが雄幼虫をあまり世話をしないことや、雄になる卵を間引くなどの操作をすることによって生じている。繁殖成虫における雄と雌との比率の偏りが、ワーカーの操作によって生じる理由を血縁度にもとづき記せ。ただし、このアリのコロニーは1個体の女王に由来し、その女王は1個体の雄とのみ交尾しているものとする。

3 次の文章を読み、以下の問1～問8に答えよ。

①雄性および雌性の生殖細胞を(a)とよび、これらが合体することを(b)とよぶ。また、精子と卵が合体することを、特に受精とよぶ。精子や卵をつくるもとになる細胞は(c)とよばれる。一般に、雄から放出される精子の数は卵の数と比較して多い。しかし、ウニやカエルなどでは、実際に卵と受精する精子は1個のみである。これは、複数の精子が卵に侵入するのを防ぐしくみがあるからであり、このしくみを(d)とよぶ。

ウニは、産卵期になると海中に精子と卵を放出する。精子は、(e)で合成されるエネルギーを使って、(f)を動かして前進する。未受精卵の周囲にあるゼリー層に精子が達すると、精子の頭部にある②先体の中身が放出される。この現象を(g)とよぶ。ウニでは、精子の先端が糸状に伸びて(h)を形成し、(f)の動きが活発になり、精子はゼリー層を貫通する。さらに、精子はゼリー層の下にある卵黄膜を通過して、卵の細胞膜に接する。その結果、精子と卵の細胞膜が融合する。また、卵では、(i)の中身が細胞膜と卵黄膜の間に放出される。これを(j)とよぶ。卵黄膜は(i)から放出された物質の作用により細胞膜から離れ、固くなつて受精膜となる。精子の核は卵の中に入ると膨化し、体細胞の核に近い大きさの精核となる。精子から卵に導入された(k)は星状体を形成し、精核と(l)を近づける。2つの核が出会うとすぐに融合が開始し、1つの核になる。

カエルの卵は、卵割が進むと桑実胚を経て③胞胚になる。胞胚腔は、動物極に偏った位置に生じる。胞胚期を過ぎると、灰色三日月環の植物極側に(m)が形成され、そこから陷入がはじまり、原腸胚となる。(m)によって囲まれた植物極の部分を卵黄栓といふ。原腸胚期には胚を構成する細胞群が外胚葉、中胚葉、内胚葉の3つの胚葉に分かれる。原腸胚後、(n)、尾芽胚を経て幼生となる。発生の段階では、細胞の分化だけでなく、特定の時期にある細胞群が自発的に死んでいくことによって器官が形成されることがわかっている。発生段階において、ある段階であらかじめ死ぬ

ように決められている細胞死を(○)といい、なかでも細胞のDNAが断片化し、それが引き金となって細胞が死滅することを特にアポトーシスという。

問1 文中の(a)～(o)に入る最も適した語句を記せ。ただし、同じ記号の空欄には同じ語句があてはまる。

問2 カエルの卵の不等割が生じる理由について最も適当なものはどれか。

1つ選べ。

- ア 卵の植物極側に、卵割を妨げる卵黄が多く含まれているため。
- イ 卵の動物極側に、卵割を妨げる卵黄が多く含まれているため。
- ウ 卵の植物極側に、卵割を促進する卵黄が多く含まれているため。
- エ 卵の動物極側に、卵割を促進する卵黄が多く含まれているため。

問3 下線部①について、このようにして新しい個体をつくる生殖法を何とよぶか記せ。

問4 下線部②について、先体の中身として重要な物質の名称とそのはたらきを記せ。

問5 下線部③にあるカエルの胞胚から予定外胚葉領域(イ)と予定内胚葉領域(ロ)を切り出して培養することにより、図1に示した結果が得られた。単独の培養では、予定外胚葉領域は外胚葉性の組織だけに分化し、予定内胚葉領域は内胚葉性の組織に分化した。しかし、予定外胚葉領域と予定内胚葉領域を組み合わせて培養したとき、外胚葉性の組織と内胚葉性の組織に加えて、単独の培養では生じなかった中胚葉の組織も分化した。また、その後の実験により、この中胚葉組織は、すべて予定外胚葉領域に由来することがわかった。

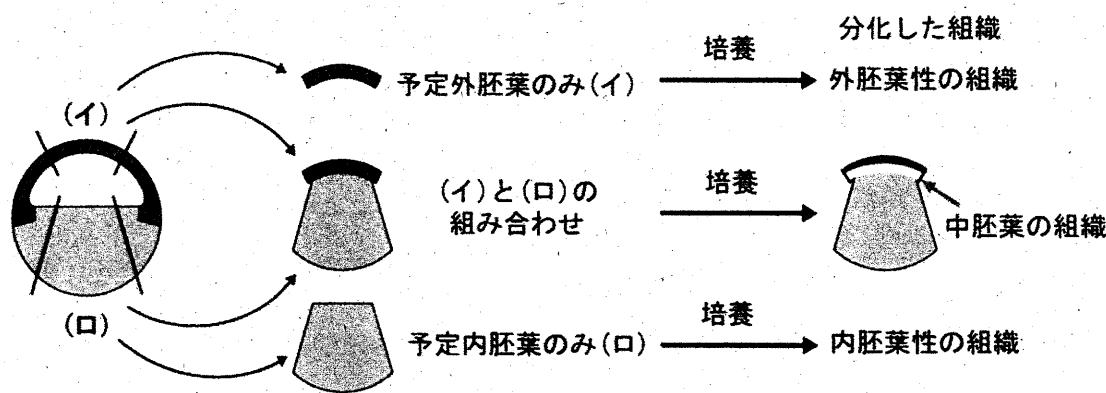


図 1 中胚葉組織の誘導を示す実験

図 1 の実験より、胞胚から切り出した組織から中胚葉が分化誘導されるしくみとして考えられることを記せ。

問 6 カエルの尾芽胚の横断面を図 2 に示す。図 2 の(a)～(e)の各構造から形成される組織・器官について最も適当な組み合わせを次のア～カから 1 つ選べ。

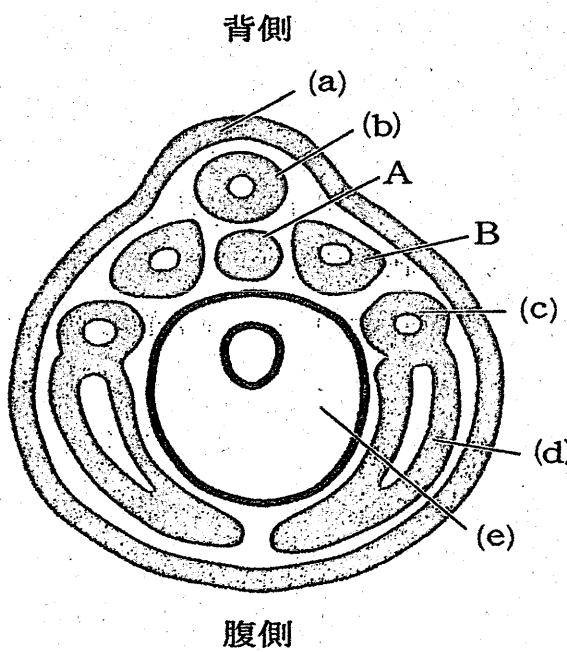


図 2 尾芽胚の断面図

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
ア	網膜	脳	肝臓	心臓	すい臓
イ	角膜	真皮	腎臓	血管	肝臓
ウ	つめ	脊髄	肝臓	血管	腎臓
エ	網膜	真皮	腎臓	心臓	すい臓
オ	つめ	脳	腎臓	血管	すい臓
カ	角膜	脊髄	肝臓	真皮	腎臓

問7 図2のAおよびBの名称を記せ。

問8 胚胎期のカエルの胚を高塩濃度の培養液中で発生させると、中胚葉予定細胞と内胚葉予定細胞が内部に陷入せず胚の外側に出た外原腸胚(外腸胚)となる。この胚では正常な神経組織がほとんど見られない。その理由を記せ。

令和 5 年度（2023 年度）東北大学

AO 入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験③問題

令和 4 年 11 月 5 日

志願学部／学科	試験時間	ページ数
医学部 保健学科		
歯学部	15:20~16:50 (90 分)	14 ページ
農学部		

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
- この「問題冊子」は 14 ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
- 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
- 解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけません。
- 解答は、日本語で記入してください。
- 「解答用紙」の受験記号番号欄（1 枚につき 1 か所）には、忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入してください。
- 解答は、必ず「解答用紙」の指定された箇所に記入してください。
- 試験終了後は「解答用紙」を回収しますので、持ち帰ってはいけません。
「問題冊子」、「メモ用紙」は持ち帰ってください。

C2345

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 次の英文を読んで以下の問い合わせに答えなさい。

In the global sustainable development agenda, (1)the United Nations' (UN) "Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development" adopted 17 Sustainable Development Goals (SDGs) that are intended to "stimulate action over the next 15 years in areas of critical importance for humanity and the planet". In policy circles, these SDGs are being increasingly referred to simply as "The Global Goals". They represent a global agreement across United Nation's member states "used in national development plans, academic and foreign aid prioritization". As reported by Waage et al. , the 17 SDGs, with 169 targets and 232 specific indicators, can be represented in three *concentric layers, which reflect their main intended outcomes: the wellbeing goals, the infrastructure goals, and the natural environment goals.

According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), food production will have to increase by 70% to be able to feed the world in 2050; growing population, increasing wealth, and urbanization, especially in recent industrialized countries, have changed consumption patterns and food preferences, leading to higher animal protein demands. (2)This context places heavy pressure on already limited resources, aggravates the competition for land to produce food, feed, and fuel, and makes the challenge of environmental sustainability even more difficult. Conversely, while one-third of food is wasted, 8.9% of the world population are estimated to have been undernourished and 25.9% suffered from both moderate and severe levels of food insecurity in 2019.

Insects reduce the above-mentioned societal challenges, create healthier and more sustainable food, and reduce animal feed production and consumption. Insects are rich in proteins (37–63%) and fats (20–40%), with well-balanced amino acid and *fatty acid profiles, respectively, and they are good sources of minerals and vitamins. When compared to conventional livestock, insect production has a lower environmental impact because of, amongst other things, the limited need for land and water and the reduction in greenhouse gas and carbon dioxide emissions. As *poikilotherm, insects have a high feed conversion rate, requiring much less feed to produce the same amount of animal proteins: 1 kg of live animal weight of crickets requires 1.7 kg of feed, as compared to 2.5 kg for chicken, 5 kg for pork, and 10 kg for beef. In addition, insects have a higher percentage of *edible mass, up to 80% when compared to around 55% of chicken, 70% of pork, and only 40% of cattle. Insects can also be cultured on locally available industrial and agricultural waste streams, recycling a loss into a valuable protein source. Moreover, insects can be gathered from nature or farmed with

simple techniques and minimal facilities requiring minimal land or capital and have a quick growth rate.

All of (3) the above-mentioned insect features point out the high potentiality of this emerging sector. Insect farming will surely increase the overall agricultural production, both via large- and small-scale farms. An increased and widespread consciousness regarding the potential of insects will also contribute to political and marketing choices, contributing to increase livelihood, economic development, and social integration, especially in countries with a long tradition of *entomophagy and insects rearing, such as Asia, South America, and Africa. A practical example of the insect potential is represented by the one called (4) "The Thai example". Indeed, even if the use of insect as food was historically present in the country, in the last decades it was only improved by moving from collecting insects into the wild to rearing them in close environment. It was proficiently driven by a strong market demand supported by academic research and innovation in private sectors (from processing to selling). A new production section was proficiently established that assured new incomes and employment to Thai people with more than 20,000 family farms rearing insects as food and feed. Implementing innovative and sustainable food production strategies, such as insect farming, may contribute to several of the SDGs, which are interconnected. Insect farming could directly or indirectly contribute to several SDGs, as proposed by different authors. Therefore, the aim of this review was to analyse all of the SDGs one-by-one and relate them to edible insects, referring to direct-indirect effects. Links between SDGs were also reported in order to improve the outcomes and contributions to reach the goals.

(出典：Moruzzo R, et al., 2021. Edible Insects and Sustainable Development Goals. *Insects*.

Volume 12(6): 557. doi: 10.3390/insects12060557 より一部改変)

(注)

*concentric：同心円状の

*fatty acid：脂肪酸

*poikilotherm：変温動物

*edible：食用の

*entomophagy：昆虫食

問1 下線部(1)を日本語に訳しなさい。

問2 下線部(2) This context は何を指すのか、説明しなさい。

問3 下線部(3)の示す特徴のうち、5点を説明しなさい。

問4 下線部(4) “The Thai example” が成功した背景や理由のうち、3点を説明しなさい。

——このページは白紙——

2 次の英文を読んで以下の問いに答えなさい。

Rigorous efforts to minimise disease transmission in the COVID-19 pandemic have catalysed the development of comprehensive telemedicine systems. Beyond enabling contactless health care, telehealth increases the convenience of routine health care, expands access to specialty care, and allows for more diligent *regimen monitoring. These transformational changes will probably endure, with the potential of an estimated US\$ 259 billion in health care spending to be shifted to virtual health care. Telehealth offers immense promise in bridging health disparities. Yet, simultaneously, telehealth might *exacerbate existing inequities because of disparities in broadband and technology access by race and household income. However, we argue that the promises and (1)pitfalls of telehealth are rooted in something more fundamental—trust.

Analysis of the Mount Sinai de-identified COVID-19 database found that Black patients were more than four times more likely than White Americans to seek health care in the emergency department over telehealth services, even when *adjusting for comorbidities and preferred language. This study, as well as other literature, offers the potential explanation that the lack of pre-established relationships with physicians, as well as mistrust of digital platforms, could drive this reluctance to pursue telemedicine. Indeed, Black Americans are less likely than White Americans to have strong relationships with their primary care physicians, potentially contributing to scepticism that high-quality care can be provided over telehealth. Weber and colleagues' findings urge consideration regarding how patient-clinician relationships through telemedicine can impact health equity, especially given institutionalised distrust among Black communities.

To be certain, this *paucity of trust is nothing new. Transgenerational trauma experienced by Black communities has created the perception—and often reality—that health care entities do not have their best interests at heart. Black Americans have historically adopted novel medical technologies at lower rates than their White counterparts, due in large part to inaccessibility and well founded suspicion towards medical innovation. Although distrust negatively affects telemedical outcomes, the inverse also holds true. Orrange and colleagues note that patient satisfaction with telehealth was primarily influenced by the “degree of trust in their physician”. As such, a paucity of trust is likely to undermine the potential for telemedicine to *mitigate health disparities, underscoring why trust and telemedicine must be developed and bolstered simultaneously. Although all could benefit in the absolute, mistrust among Black Americans around telemedicine, and the medical

establishment more broadly, might only **exacerbate (2)deep-rooted health disparities*.

Patient-clinician relationships are also harmed by the lack of connectedness due to interaction through a digital interface. In fact, Ladin and colleagues found that telehealth visits reduce doctor-patient connection and promote dissatisfaction and mistrust most prominently among those identifying as Black, Hispanic, and Native American. In a discipline like medicine, which is equally humanistic as it is technical, both physical and emotional care are necessary to achieve optimal health outcomes and bolster patient-clinician relationships. These findings highlight the need to prioritise a more empathetic, patient-centred focus in the current deployment of telemedicine.

Leveraging telemedicine to increase the access of concordant physician-patient pairings could help to achieve greater trust in remote platforms. Telehealth suppliers should consider offering the option for patients to arrange appointments with concordant physicians. These pairings can be enabled through the integration of extensive physician databases, such as IQVIA's OneKey, into telehealth platforms such that minority patients can find medical professionals with greater ease. It is well documented that minority patients prefer care from racially and ethnically concordant doctors, and that these pairings typically result in more favourable health outcomes. This trend is especially salient for the care of Black patients: one study noted that treatment of Black men by Black physicians can reduce the Black-White disparity in **cardiovascular disease *mortality* by 19%. Concordant physicians were viewed as more trusted sources of information and care. Unbound by distance, telehealth can enable patients to more conveniently connect with concordant doctors, facilitating stronger relationships and trust in these emerging systems.

(出典：“Paradox of telemedicine: building or neglecting trust and equity”. July 01, 2022. *The Lancet Digital Health Volume 4* より一部改変)

(注)

**regimen* : 治療計画

**exacerbate* : 悪化させる

**adjusting for comorbidities and preferred language* : (統計解析をするうえで) 合併症や好みの言語の影響を調整すること

**paucity* : 欠如

**mitigate* : 軽減する

**cardiovascular* : 心臓血管系の

**mortality* : 死亡率

問1 下線部(1)のpitfalls of telehealthとは何か、本文に即して説明しなさい。

問2 下線部(2)のdeep-rooted health disparitiesについて、telehealthで実際に起きた出来事を本文に即して説明しなさい。

問3 本文で述べられているtelehealthの問題を1つ取り上げ、それを解決するためのアイデアとその理由を述べなさい。

——このページは白紙——

3 次の英文を読んで以下の問い合わせに答えなさい。

Plastic pollution is a massive problem. Some 400 million tonnes of the material is produced each year, a figure that could double by 2040. Of all the plastic that has ever been produced, only about 9% has been recycled and 12% *incinerated. Almost all other waste plastic has ended up in the ocean or in huge landfill sites. More than 90% of plastics are made from fossil fuels. If left unchecked, plastics production and disposal will be responsible for 15% of permitted carbon emissions by 2050 if the world is to limit global warming to 1.5°C above pre-industrial temperatures.

Talks on the treaty are expected to take between two and three years and will be organized by the United Nations Environment Programme, based in Nairobi. A significant feature of the treaty is that it will be legally binding, like the 2015 Paris climate agreement and the Montreal Protocol, a 1987 treaty that led to the production and use of *ozone-depleting substances being phased out.

A team of negotiators from different regions is being established. By the end of May, they will start work on the treaty's text. According to last week's UN decision, these negotiators will consider "the possibility of a mechanism to provide policy relevant scientific and socio-economic information and assessment related to plastic pollution". But they need to do more than just consider a mechanism. The UN must urgently set up a scientists' group that can give the negotiators expert advice and respond to their questions. These science advisers would need to reflect the necessary expertise in the natural and social sciences, as well as in engineering, and represent different regions of the world.

Nations want the plastics treaty to be more ambitious than most existing environmental agreements. Unlike the Montreal Protocol, which replaced around 100 ozone-depleting substances with ozone-friendly alternatives, countries have agreed that a plastics treaty must lock sustainability into the 'full life-cycle' of polluting materials. (1) This means plastics manufacturing must become a zero-carbon process, as must plastics recycling and waste disposal. These are not straightforward ambitions, which is why research — and access to research — is so important as negotiations get under way.

Most plastics are designed in a 'linear' one-way process: small, carbon-based molecules are knitted together with chemical bonds to make long and cross-linked polymer molecules. These bonds are hard to break, which makes plastics extremely long-lasting. They do not degrade easily and are difficult to recycle.

Marine litter often grabs the headlines, but plastic pollution is everywhere. Landfill sites containing mountains of plastic blight our planet, and minuscule particles of plastic are found in even the most *pristine environments. Such is the scale and persistence of plastics that they are now entering the fossil record. And a new human-made ecosystem — the plastisphere — has emerged that hosts microorganisms and algae.

As negotiators get to work, they will need scientists to help them address (2) several key questions. Which types of plastic can be recycled? Which plastics can be designed to biodegrade, and under what conditions? And which plastics offer the best chances for reuse? Moreover, social-sciences research will be essential to understanding the implications of — and inter-relationships between — the solutions that countries and industries will have to choose from. For example, new

technologies and processes will have impacts on jobs. These impacts need to be studied so that risks to people's livelihoods can be *mitigated.

Mapping out the implications of various approaches to greening the plastics industry will also require cooperation between governments, industry and campaign organizations — building on the cooperation that has brought the world to the start of negotiations.

Plastics have made the modern world. They are a staple of daily life, from construction to clothing, technology to transport. But plastics use is also increasing at a rapid rate, and this is no longer *tenable — around half of (3) all plastics ever produced have been made since 2004.

It is clear from the UN's ongoing efforts to tackle climate change that it is not enough for a treaty to be legally binding. *Signatories must also be held accountable, with regular reporting and checks on progress. Equally important is the need for science advice to be *embedded in the talks from the earliest possible stage.

Used with permission of Springer Nature BV, from "Landmark treaty on plastic pollution must put scientific evidence front and centre" by Springer Nature Nature 603, 202 (2022), ©2022 Springer Nature ; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc. 一部改変)

(注)

*incinerate : 焼却する

*ozone-depleting : オゾン層を破壊する

*pristine : 手付かずの

*mitigate : 軽減する

*tenable : 擁護できる

*signatory : 締約国

*embed : 組み込む

問1 下線部（1）を、This が何を指すのか具体的に述べながら日本語に訳しなさい。

問2 下線部（2）の several key questions とは何か、4つあげなさい。

問3 下線部（3）についてはどのように処理されたと書かれているか、本文に即して記述しなさい。



東北大学

令和5年度東北大学農学部 AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

小 作 文

試験期日 令和4年11月19日（土）

試験時間 9:00～9:30

注意

- 1 問題冊子及び解答用紙は指示があるまで開かないこと。
- 2 問題冊子は1ページからなっている。試験開始後、直ちに確認すること。
- 3 ページの落丁・乱丁及び印刷不鮮明の箇所等に気づいた場合には、監督者に申し出ること。
- 4 解答用紙には、忘れずに受験記号番号及び氏名を記入すること。
解答用紙の裏面には、何も記入しないこと。
- 5 問題冊子は、試験終了後に持ち帰ること。

令和5年度東北大学農学部 AO入試（総合型選抜）Ⅱ期 小作文問題

土壤、水、森林などの農業生産に関わる資源が経済発展に果たす役割と、それらが現在直面している課題について述べてください。

（800字程度）



東北大学

令和5年度東北大学農学部
AO入試（総合型選抜）Ⅲ期

小 作 文（午 前）

試験期日 令和5年2月11日（土）

試験時間 9:30～10:00

注意

- 1 問題冊子及び解答用紙は指示があるまで開かないこと。
- 2 問題冊子は1ページからなっている。試験開始後、直ちに確認すること。
- 3 ページの落丁・乱丁及び印刷不鮮明の箇所等に気づいた場合には、監督者に申し出ること。
- 4 解答用紙には、忘れずに受験記号番号及び氏名を記入すること。
解答用紙の裏面には、何も記入しないこと。
- 5 問題冊子、草案紙は、試験終了後に持ち帰ること。

次の課題について30分以内に800字程度で記述してください。

課題

国際情勢が不安定になる中、日本の食料の安定的な確保が求められています。そのためには国内での食料自給率の向上が重要ですが、自給率を向上させるためにはどのような方策があるか、あなたの考えを述べてください。



東北大学

令和5年度東北大学農学部
AO入試（総合型選抜）Ⅲ期

小 作 文（午 後）

試験期日 令和5年2月11日（土）

試験時間 13:30～14:00

注意

- 1 問題冊子及び解答用紙は指示があるまで開かないこと。
- 2 問題冊子は1ページからなっている。試験開始後、直ちに確認すること。
- 3 ページの落丁・乱丁及び印刷不鮮明の箇所等に気づいた場合には、監督者に申し出ること。
- 4 解答用紙には、忘れずに受験記号番号及び氏名を記入すること。
解答用紙の裏面には、何も記入しないこと。
- 5 問題冊子、草案紙は、試験終了後に持ち帰ること。

次の課題について30分以内に800字程度で記述してください。

課題

農林水産省が策定した「みどりの食料システム戦略」では、2050年までに化学農薬の使用量をリスク換算で50%低減させる目標を設定しています。一方で農作物の栽培において安定した収穫（食料生産）を持続するためには、雑草、病気、害虫などの管理が必要です。どのようにすれば減農薬と食料生産の維持を両立させることができるか、あなたの考えを述べてください。