

令和4年度 AO入試問題集

公表期限：2025年3月末

東北大学入試センター

※ 以下の(1), (2)の場合を除き、複製、転載、転用することを禁じます。

- (1) 受験予定者が自主学習のために使用する場合
- (2) 学校その他の教育機関(営利目的で設置されているものを除く。)の教職員が教育の一環として使用する場合

目 次

◎令和4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 | ..... | 30 |
| 3 | 教育学部AO入試Ⅲ期 | ..... | 45 |
| 3 | 法学部AO入試Ⅱ期 | ..... | 48 |
| 4 | 理学部AO入試Ⅱ期 | ..... | 65 |
| | 数 学 系 | ..... | 65 |
| | 物 理 系 | ..... | 70 |
| | 化 学 系 | ..... | 85 |
| | 地 球 科 学 系 | ..... | 102 |
| | 生 物 系 | ..... | 123 |
| 5 | 医学部医学科AO入試Ⅱ期 | ..... | 130 |
| 6 | 医学部医学科AO入試Ⅲ期 | ..... | 191 |
| 7 | 医学部保健学科AO入試Ⅱ期 | ..... | 212 |
| 8 | 医学部保健学科AO入試Ⅲ期 | ..... | 306 |
| 9 | 歯学部AO入試Ⅱ期 | ..... | 313 |
| 10 | 工学部AO入試Ⅱ期 | ..... | 365 |
| 11 | 工学部AO入試Ⅲ期 | ..... | 383 |
| 12 | 農学部AO入試Ⅱ期 | ..... | 388 |
| 13 | 農学部AO入試Ⅲ期 | ..... | 442 |

令和4年度（2022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3年11月6日

| 志願学部 | 試験時間 | ページ数 |
|--------------------|----------------------|------|
| 文学部 教育学部 法学部 | 10:30～11:30 (60分) | 8ページ |

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」を開いてはいけません。
2. この「問題冊子」は8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。
3. 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
4. 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。
5. 「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。
6. 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。
7. 特に指示がある場合以外は、日本語で答えなさい。
8. 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。

(1) Andrew Moffat is a respected figure among liberal-minded teachers. He is the prime mover of a teaching plan called No Outsiders, which aims to raise youngsters' awareness, from the earliest years of school, of things grouped under words like equality and diversity. The books, games and discussions that the programme recommends have the stated goal of reinforcing Britain's Equality Act, which bars discrimination on grounds of race, creed, gender, sexuality and gender change. It is offered on a voluntary basis for use in schools, libraries and parent-teacher groups all over England, and many have taken it up. But this week Mr. Moffat and his course were at the eye of a storm in his own workplace, a primary school in a heavily Muslim part of *Birmingham where parents are furious over the gay-friendly message.

Since early February, there have been demonstrations outside Parkfield Community School, led by mothers who say their children, aged between four and 11, should not be receiving (2) lessons which are out of step with their religious culture. Things came to a head on March 1st when hundreds of children were kept away from school in protest. Mr. Moffat, who is assistant head teacher at the school, reports receiving many offensive messages. Some imply that the teacher who is gay himself, has been using local children as *guinea-pigs in an unwanted social experiment.

Among the mothers protesting (peacefully) outside the school, the emphasis is on the "confusion" suffered by their kids and the school's indifference to the religious character of the neighbourhood. "We don't send our children to school to learn about LGBT. We send them to learn about maths, science and English," said one, who complained that Mr. Moffat "is not respecting our *ethos." The school was encouraged to (3) by Ofsted, the authority which evaluates schools and has rated Parkfield as outstanding. Amanda Spielman, the agency's chief inspector, said it was vital for children to be aware of "families that have two mothers or two fathers".

On March 4, (4) the school seemed to be backing down, although it denied having done so. Parents received a letter saying No Outsiders lessons would not be delivered for the remainder of the term, and promised consultations over future lessons. This was widely interpreted as a surrender by the school, but its bosses maintained that they had never intended to organise the controversial classes between now and the spring holidays. The head of the educational trust which runs the school, Hazel Pulley, insisted that the lessons would restart in the summer term.

The row has laid bare some wide gap within the Labour party that dominates city politics. Shabana Mahmood, a Muslim parliamentarian from Birmingham, urged educational authorities to show understanding for (5) the parents' position. They were not demanding any special treatment for their children at secondary school, she said, but had a reasonable concern that the contested classes were being offered too early: the issue was "all about the age appropriateness of

conversations with young children in the context of religious backgrounds.”

She ran into a storm of objections from fellow Labour supporters. But Nick Gibb, the Conservative Party’s schools minister, seemed to hint that she might have a point. He confirmed that schools were required to promote the Equality Act. However, without making clear whether he was unveiling a new policy or just interpreting an existing one, he also acknowledged that:
“(6) All schools, whether religious or not, will be required to take the religious beliefs of their pupils into account when they decide to deliver certain content, and to ensure that topics are appropriately handled.”

That will continue to be a challenge in Birmingham, where according to the census of 2011, 40% of children were being raised as Muslims, and conservative strands of the faith, such as *the Deobandis and the Salafis enjoy much influence.

(Adapted from “Battles over LGBT education reach a messy stalemate” by Erasmus, The Economist.
Copyright © The Economist Newspaper Limited 2019. All rights reserved. 一部改変)

(注)

Birmingham バーミンガム (イングランド中部の都市)

guinea-pigs モルモット (実験台になるもの)

ethos (ある文化の) 本質的な特性, 精神

the Deobandis and the Salafis デオバンド派とサラフィー派 (どちらもイスラム教の保守的学派)

問 1 下線部(1)の人物が主導している指導プログラムはどのようなことを目的としているか。本文に即して日本語 50 字程度で説明しなさい。

問 2 下線部(2)は具体的にどのような内容か, 本文に即して日本語で説明しなさい。

問 3 (3) に入る最も適切な語句を 1 つ選び, 記号で答えなさい。

ア change its policy イ compromise with them ウ obey the order エ stand firm

問 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, 本文に即して日本語で説明しなさい。

問 5 下線部(5) は具体的にどのようなことを意味しているか, 本文に即して日本語で説明しなさい。

問 6 下線部(6)を日本語に訳しなさい。

2 次の英文を読み、以下の問いに答えなさい。

The world stands (1) a food crisis worse than any seen for at least 50 years, the UN has warned as it urged governments to act swiftly to avoid disaster.

Better social protections for poor people are urgently needed as the looming recession following the coronavirus pandemic may put basic nutrition beyond their reach, the UN secretary general, António Guterres, said on Tuesday.

“(2) immediate action is taken, it is increasingly clear that there is an impending global food emergency that could have long-term impacts on hundreds of millions of children and adults,” he said. “We need to act now to avoid the worst impacts of our efforts to control the pandemic.”

Although harvests of staple crops are holding up, and the export bans and protectionism that experts feared have so far been largely avoided, the worst of the impacts of the pandemic and ensuing recession are yet to be felt. Guterres warned: “Even in countries with abundant food, we see risks of disruption in the food supply chain.”

About 50 million people risk falling into extreme poverty this year owing to the pandemic, but the long-term effects will be even worse, as poor nutrition in childhood causes lifelong suffering. Already, one in five children around the world are stunted in their growth by the age of five, and millions more are likely to suffer the same fate if poverty rates soar.

Guterres laid out (3) a three-point plan to repair the world’s ailing food systems and prevent further harm. These are: to focus aid on the worst-stricken regions to avoid immediate disaster, and for governments to prioritise food supply chains; to strengthen social protections so that young children, pregnant and breastfeeding women and other at-risk groups – including children who are not receiving school meals in lockdown – receive adequate nutrition; and to invest in the future, by building a global recovery from the pandemic that prioritises healthy and environmentally sustainable food systems.

Maximo Torero, the chief economist of the UN Food and Agriculture Organization, said the world’s food systems were under threat as never before in recent times, as (4) the pandemic and lockdowns hinder people’s ability to harvest and buy and sell food. “We need to be careful,” he said. “This (5) () () (ア) () (イ) () (ウ).”

Harvests are healthy and supplies of staple foods such as grains are strong, according to the UN report on the impact of Covid-19 on food security and nutrition, published on Tuesday. But most people get their food from local markets, which are vulnerable to disruption from lockdowns.

Increasing unemployment and the loss of income associated with lockdowns are also putting food out of reach for many struggling people. Though global markets have remained

steady, the price of basic foods has begun to rise in some countries.

Lockdowns are slowing harvests, while millions of seasonal labourers are unable to work. Food waste has reached damaging levels, with farmers forced to dump perishable produce as the result of supply chain problems, and in the meat industry plants have been forced to close in some countries.

(I), according to the UN. The report pointed to conflict, natural disasters, the climate crisis, and the arrival of pests and plant and animal plagues as existing problems. East Africa, for instance, is facing the worst *swarms of locusts for decades, while heavy rain is hampering relief efforts.

The additional impact of the coronavirus crisis and lockdowns, and the resulting recession, would compound the damage and tip millions into dire hunger, experts warned.

“ (II) ,” said Agnes Kalibata, the UN secretary general’s special envoy for the 2021 food systems summit. “It has exposed dangerous deficiencies in our food systems and actively threatens the lives and livelihoods of people around the world, especially the more than 1 billion people who have employment in the various industries in food systems.”

She pointed to Latin America and the Caribbean, where a third of the population already live in a precarious state of food insecurity, and where Brazil is fast becoming a hotspot for coronavirus cases. “Across the region, the pandemic has weakened economies and disrupted supply chains, leading to food price hikes,” she warned.

The pandemic risks reversing the progress that has been made in recent decades on lifting people out of poverty and improving their access to healthy food, the UN found.

(III) , said Elwyn Grainger-Jones, the executive director of the CGIAR System Organization, a global agricultural research body. “Solutions need to be science-based and coordinated across sectors to provide immediate response and assistance for those most in need, ongoing and inclusive support in recovery and – perhaps most importantly – future resilience to all shocks, including climate extremes.”

(Copyright Guardian News & Media Ltd 2022 一部改変)

(注) swarms of locusts イナゴの群れ

問1 (1) に入る最も適切な語句を1つ選び、記号で答えなさい。

ア on the verge of イ on the ground of ウ at the cost of エ for the sake of

問2 (2) に入る最も適切な語を1つ選び、記号で答えなさい。

ア Since イ After ウ If エ Unless

問3 下線部 (3) は具体的にどのようなことを意味しているか、日本語で3点説明しなさい。

問4 下線部 (4) に関して、収穫面での問題点としてはどのようなことが指摘されているか、本文に即して日本語で説明しなさい。

問5 下線部 (5) の () 内に、文脈に合うように以下の語句を適切な順序に並び替えて入れるとき、(ア)(イ)(ウ)に入る語句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。

This ⁽⁵⁾ () () (ア) () (イ) () (ウ) .

- ① we ② than ③ very different food crisis ④ a
⑤ the ones ⑥ is ⑦ have seen

問6 空欄 (I) ~ (III) に入る最も適切なものを下から選び記号で答えなさい。

ア The Covid-19 crisis is attacking us at every angle

イ Any remedies must also target the climate emergency, which is strongly linked to the world's food systems

ウ Even before the lockdowns, the global food system was failing in many areas

令和四年度（二〇二二年度）

東北大学文学部 アドミツションズ・オフィス入学試験Ⅱ期

筆記試験

試験期日

令和三年十一月六日（土）

試験時間

十三時～十六時

注意

- 一 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
- 二 問題冊子は二一頁からなっている。試験開始後、直ちに確認すること。
- 三 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。
- 四 解答用紙には、忘れずに受験記号番号を記入すること。
- 五 解答用紙を持ち帰ってはならない。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、吉岡斉が著した『科学者は変わるか』（社会思想社、一九八四年）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 「科学者の社会的責任」について、筆者が批判している要点を、六〇〇字以上、八〇〇字以内で述べなさい。

問二 筆者は、科学者と非科学者は、同じ人間としての平等の立場から、科学と社会の諸問題について議論をたたかわせることが不可欠であると述べている。この主張についてのあなたの見解を、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。

科学者の社会的責任

1 社会的責任の思想構造

科学者の社会的責任ということが、科学者の間でさかんに言われはじめたのは、第二次世界大戦後のことである。広島と長崎への原爆投下が、科学者に大きなショックを与え、社会的責任について反省することを促したのである。しかし、社会的責任という言葉も、それに類する観念も、原爆投下のはるか以前からあった。社会的責任の観念が発生するためには、何よりもまず、科学者がひとつの職業として制度化されていなければならない。科学がアマチュアの趣味として営まれていた

時代には、社会的責任などという観念は生まれようがない。科学の制度化と並んで、社会的責任の観念を生み出す源泉となるのは、社会において科学がきわめて重要な役割をになっているという状況が作られること、またはそうなるべきだという意識が科学者の間に広がること、である。さして重要でない営みに関して、社会的責任を問題にしても、はじまらないからである。科学が制度化し、社会的に重要な役割をになうようになるのは、一九世紀後半のことである。それ以後ならば、いつ誰が社会的責任を口に出しても、おかしくはない。科学者の社会的責任という言葉の創始者は、はっきりしない。しかしこれほど一般的な言葉であるから、過去に幾人も科学者が、互いに独立して用いてきたことは、容易に想像がつく。おそらく百年以上も昔から、この言葉が使われてきたであろう。にもかかわらず、この言葉が、今日も見られるような特殊な意味をもつものとして、科学界に普及したのは、広島と長崎への原爆投下をきっかけとしてである。

それでは今日の、科学者の社会的責任という言葉は、どのよう限定された意味をもっているのか。これについては、世界科学労働者連盟 (World Federation of Scientific Workers) が一九四八年に採択した「科学者憲章」を見るのが、一番手っとり早い。その前文を見てみよう。

「前世紀の間に、科学は全世界にわたって人間生活の条件を統御する主要な要素となった。それは、世間から隔離された少数の人の天職であることから転じて、今や五〇万ほどの男女の主な職業であり生活手段である。科学者という新しい職業のおこるのが非常に急速であったので、責任と権利についての掟おきてが(中略)ゆつくりと発達するいとまがなかった。一方では科学の無視の、また一方では科学の無責任な使用もたらす、諸々の悪い結果は、最近になってあまりにもあからさまに感じられたところである。将来これらをふせぐ一つのみちは、科学者が社会において責任のある公認された地位をもつことを確保することである。これを獲得する第一歩として、世界科学労働者連盟はここに科学者のための憲章を提出せんとするものである。

科学の維持と発達とに対する主要な責任は、科学者自身が負わねばならぬ。なぜなら科学者のみが科学の仕事の本性と、

進めることの必要な方向とを、理解することができからである。しかし科学の利用に対する責任は、科学者と一般公衆との連帯責任でなければならぬ。(中略) 科学者は科学知識の無視ないし乱用が社会に有害な結果をもたらす場面を指摘する責任を負っている。それと同時に、社会の側でも、科学によって提供された諸可能性を評価する能力と、進んでそうする意思を持たねばならぬ。これは自然科学ならびに社会科学の方法と結果をひろく啓蒙(けいもう)することを通じてのみ達成されうる。科学者は、もし彼らがその才能を十分に発揮することを可能たらしめる諸条件のもとで働いているならば、しかもその場合のみ、社会に対する彼らの責任を遂行しうる。科学者憲章は、世界科学労働者連盟のメンバーの広汎なさまざまな経験にもとづいて、これらの諸条件はなんであるか述べようとするものである(以下略)。

これを整理してみると、科学者の社会的責任は、二つの要素から構成されていることがわかる。第一は、科学の維持と発達に対する責任、ひらたくいえば、特定分野の専門家として、優れた業績をたくさん生み出すことと、そのための条件を創り出したり守ったりすることである。第二は、科学の成果の社会的利用にさいして、乱用や悪用が起きないように、専門家として適切な勧告や助言を、すすんで提供することである。「科学者憲章」によって見事に定式化された、科学者の社会的責任の思想は、その本質的特徴を保ったまま、今日まで連綿と受け継がれてきている。ただし、この引用文に示されている二つの種類の責任のうち、現在ではもっぱら後者が、科学者の社会的責任として取り上げられることが普通である。そこでこれを科学者の社会的責任についての現代的な観念と名づけることにする。

科学者の社会的責任についての現代的な観念が確立されたのは、原爆投下を契機としてであるが、この思想の源流はむしろ、一九世紀後半からの科学者の地位向上運動にあると考えられる。科学の職業化への歩みが、主要な先進工業国で始まったのは、一九世紀後半であるが、これはあくまでも萌芽(ほうが)的な動きにとどまるものであった。科学が国家政策の重要課題のひとつとして、権力者から認知されるのは、第二次大戦前夜の一九三〇年代からである。つまりいわゆる「科学動員」が本格化してからである。(これは「科学技術動員」と呼んだほうがずっと適切なのだが、何故か「技術」が脱落している。英語

でも事情は同じで、モビリゼイション・オブ・サイエンスが標準的な用語となっている。(第二次大戦終了後、交戦国の多くは疲弊し、経済復興に追われることとなった。したがって大戦後しばらくの間は、科学の国家政策における地位は、科学動員の時代よりもむしろ後退したが、一九五〇年代半ばまでには、大半の先進工業国で、科学が国家政策の主要な一環として位置づけられるようになる。こうして、一九三〇年代または一九五〇年代の時期に、科学は国家において揺るぎない地位を確立したのである。一九世紀後半からこの時期までは、科学の体制化への過渡期であり、したがってまた、地位向上運動の全盛時代でもあった。(もちろん体制化以後も、地位向上運動がなくなったわけではないが。)

科学者の地位向上運動にふさわしい思想とは、どのようなものか。それは科学の社会に対する積極的貢献を謳うことによつて、科学への社会からの援護を増大させることを、正当化する思想でなければならない。ここで社会とは、具体的には国家のことである。産業界からも一定の援護が期待できるにせよ、営利と直接結びつきにくい科学を支える最大の立役者は、やはり国家である。科学は本質的に、独立した営利事業となりにくい性格をもつ。自由放任体制のもとでは、市場メカニズムによつて、たちまち淘汰とうたされてしまうだろう。国家が、市場メカニズムとはまったく別のところに、科学者が不断に職業的な仕事を営むためのマーケットを、人為的に創出しなければならない。もちろん、何万もの科学者を養う巨大なマーケットを創出するためには、国家そのものが、社会における龐大ぼうだいな資源を、自由自在にコントロールできるだけの実力を、そなえていなければならない。強大な国家においてのみ、科学はその繁栄を保障されるのである。科学の体制化が、マルクス主義の言葉でいう国家独占資本主義体制の成立と同一歩調をとつて進められたのは、偶然ではない。それは同一の社会発展のプロセスの、メダルの表裏をなすものである。

職業としての科学は、国家に全面的に依存する社会制度である。したがって地位向上運動の主要な交渉相手は、国家でなければならぬ。一九世紀後半から今日にいたるまで、科学のスポークスマンたちは例外なく、ナショナリズムの見地から科学の軍事的・産業的な意義を説き、それによつて地位向上をなしてあげていった。もつとも、科学者が科学の正当化のため

に用いた論拠としては、国家への貢献のほかに、人類への貢献ということが、ペアになって強調されてきたことを忘れるわけにはいかない。ここで注意していただきたいのは、国家への貢献と人類への貢献が、いささかも矛盾しないものとして、並列的に扱われてきたことである。なぜ並列的に扱うことが可能なのか。答は単純である。科学界のスポークスマンの考えによれば、国家のためにますます強力な技術的手段を開発すれば、それはやがて全世界へと波及していき、究極的には人類全体の福祉をますます増進させるものであったからである。つまり国家のために強力な技術的手段を開発することこそが、彼等にとって至上目的であり、その副産物として人類に貢献がもたらされる、と考えられていたわけである。科学は国家という枠組のなかで進められ、その成果は何よりもまず、科学者をかかえる国家によって利用される。科学と国家との間には、直接的な関係があるが、科学と人類とを媒介する絆きずなは、ないに等しい。人類への貢献というスローガンを掲げたとしても、実質的な意味はほとんどもない。科学者の地位向上運動の思想にあらわれる、人類への貢献というスローガンは、そのようなレトリックとして解釈せねばならない。

国家への貢献と、人類への貢献を並列させるものの、実質的には前者のみを強調する科学者に特有の論法は、今日もすたれていない。

科学者がみずからの仕事を、社会に対して正当化するために提唱する最大のイデオロギーは、過去も現在もナショナリズムであったし、将来もそうであろう。科学振興の論拠として、科学立国論の地位は不動である。このことは、国家によって研究費の大半が与えられるという現代科学の制度的構造を考えれば、まったく当然のことであり、科学の制度的構造を変えないかぎり、変わることはないだろう。とはいえ、狭いナショナリズムの枠組を脱却しようとする動きが、今までになかったわけではない。過去の科学のスポークスマンたちが、たとえ実質的な意味をほとんどもたなかったにせよ、ナショナリズムと並んで人類の福祉を謳い文句としてきたことは否定できない。そして、「科学者の社会的責任」の思想には、たしかにナショナリズムを超えようとするはつきりした契機もふくまれていたのである。

2 社会的責任の歴史的由来

「科学者の社会的責任」という言葉をはじめて使った人物が誰であるかは、よくわからない。しかし、この思想をはじめて理念として打ち出した団体は、イギリスで一九一八年に結成された「全英科学労働者組合」(NUSW)であるとされている。この団体は、「国立物理学研究所」(NPL)等の政府研究機関に所属する科学者・技術者のイニシアティブによって作られたもので、科学者・技術者たちの労働者としての経済的利益を保護することを主な目的としていたが、同時に、政界・産業界をはじめとする社会生活のあらゆる領域に関して、科学者がみずからの社会的重要性に見合った発言力を獲得し、科学の成果と科学的方法とを社会全体に浸透させていくことをも主要な目的として掲げていた。全英科学労働者組合の大多数の会員にとっては、後者の政治的目的よりも前者の経済的目的のほうが、一層重要であったが、社会主義者であった比較的小数のリーダー格の人々は、科学および科学者の果たすべき政治的役割を強調してやまなかつた。「全英科学労働者組合」は、一九二七年に「科学労働者協会」と名を変える。

科学者の社会的責任の思想の原型を最初に提出したのが、この科学労働者協会であったことは、その綱領を読めばわかる。綱領の序文は次の文章ではじまる。

「協会のおもな目的は科学者の利益を促進し、かつ科学および科学的方法を、社会の幸福のために広く応用することである。協会はこれらの目的を達成するために、学識ある科学者の職能団体として発展するように努める。」

ここには「社会的責任」という言葉は、使われていない(綱領の本文にもない)。しかし実質的には、世界科学労働者連盟の「科学者憲章」の下敷きと見ることのできる内容をもっている。この綱領を読むと、科学者の社会的責任の思想が、何よりも地位向上運動の思想として出発したことがわかる。つまりそこでは職能主義ばかりが前面に押し出されているのである。

しかし、狭い職能主義を超える契機がそこにまったく含まれていないわけではない。そのことは、本文の一節に協会が行なうべき活動として、「科学の成果が破壊のみを目的としたものに応用されることのないように努力する」、と謳われていた。綱領全文のなかで、悪用反対の論旨があらわれるのは、この一行だけであるが、これは歴史的には、大きな意義をもつものである。第一次世界大戦は「化学戦」とも呼ばれるように、毒ガス、火薬、その他の軍需物資調達において、科学者が大きな役割を演じた戦争であった。本格的な科学動員が組織されたのは、この戦争がはじめてである。第一次世界大戦が終了して間もなく誕生した「科学労働者協会」にとって、戦争の記憶は消しがたいものであった。科学の国家への貢献のなかで、最も重要なものは、軍事的貢献である。わずか一行だけにせよ、軍事的貢献をみずから規制する姿勢を示したことは、人類への貢献という目標を、国家への貢献とは独立のものとして考えはじめたことを意味するものであり、素朴なナショナリズムからの脱却であるといえる。

イギリスに生まれた科学労働者協会の活動は、一九二〇年代後半から三〇年代にかけて、低迷を続けたが、しかし一九三〇年代には再び活性化し、反ファシズムの科学者運動のひとつの中心組織へと成長する。そして、第二次大戦後には、F・ジョリオ・キュリーらの率いるフランスの左翼科学者たちと結びついて、「世界科学労働者連盟」（「世界科連」と略記）の設立に指導的役割を演じた。それゆえ世界科連の「科学者憲章」が、「科学労働者協会」の綱領を基本的に継承しているのも当然と言える。イギリスの反ファシズム科学者運動において、指導的役割を演じたのは、物理学者J・D・バーナルであるが、「科学者憲章」の草案を書いたのも、このバーナルなのである。

先に引用した「科学者憲章」の内容について、もう少し検討を加えてみよう。「科学者憲章」は全部で七つの節から成っているが、そのうち四つの節までが、科学者の地位向上に関する叙述に当てられている。つまり、科学と科学者の地位向上、雇用の確保、労働条件の改善、科学者養成機構の充実の四項目である。これを見ても明らかのように、世界科連にとって、科学者の社会的責任とは、何よりもまず科学者の地位向上のための思想であった。

原爆投下こそが科学者の社会的責任の興隆を促す最大の要因であったと、私は冒頭で指摘した。しかし、科学者の社会的責任についての古典的な定式化を行なった世界科連について見るかぎり、原爆投下によって、科学者たちがみずからの罪に気づき、倫理的責任を真剣に考えるようになった、という説明は当てはまらない。戦後になって、社会的責任をさかんに提唱したヨーロッパの科学者たちは、原爆の悲劇すら、みずから戒める契機としてでなく、地位向上のための手だてとして積極的に活用したのである。たとえば、世界科連のひとつの前身であり、世界科連の発足後その有力メンバーになったイギリスの科学労働者協会は、一九四七年、次のように述べている。

「原子爆弾は戦時研究のクライマックスであった。科学者や技術者が、あの原爆に注いだと同じような強烈な情熱と努力を、社会建設の目標に向って注げば、やがて原爆に劣らぬ革命的な進歩を生み出すにちがいない。(中略)第二次世界大戦は、全世界の大多数の人々の頭に、応用科学の知識が如何に偉大であるかを、まざまざと刻みこんだ。原子爆弾と『生物学的』兵器の恐怖が、今日広く拡まり、科学や科学者を呪うことはたやすくなっている。しかし『科学的』兵器が何故発達したかという事実を白日のように明らかにしてくれるほんとうの教訓は、大きな財源、組織、科学者を十分使えば、自然を制御したり開発する問題で、解けないとか又解けるとしても、解く時間を予想できないほど、むずかしい問題は、ごく少ないということである。……原子爆弾に最もよく劇的に例示されるような科学知識とその応用は、すばらしく進歩した。しかし戦争目的に使われた科学のこの有様に、釣合をとるため、我々が想像できることは、どんな戦争よりも、人類の生活に常に葬鐘を打ち鳴らしている癌、結核、その他の病気のような社会的折檻をなくすために、同じ様に協同して大きな科学的攻撃が行なわれたならば、さぞかし大進歩が遂げられるであろうということである。……今日の社会が直面する矛盾の縮図は、原子爆弾である。科学は、破壊的な目的にも、建設的な目的にも、応用することができる。どちらを選ぶかは、国民が決めるのであり、どんな政府に権限を与えるか、どんな政策を実行させるかを決定する個人が、結局この選択をするわけである……。」

このように、ヨーロッパにおける科学者の社会的責任の思想には、科学者の罪の意識が、ほとんど含まれていなかったのである。ただしどんな言葉も、ひとたび社会のなかに投げ出されれば、提唱者自身の意思に必ずしもとらわれることなく、独り歩きをはじめめるものである。この言葉が、世界中の科学者へとまたたく間に広がることができたのは、やはり原爆投下を頂点とする第二次世界大戦時の大規模な科学動員の経験に負うところが大きい。そして今日、ごく普通の科学者が、社会的責任という言葉を口にすると、そこに地位向上運動の思想を読み取ることは、困難になっている。

3 科学の中立性

ここで、右の引用文にあらわれている、科学の中立性の観念について、簡単に検討しておこう。科学の中立性とは、実にあいまいな観念であり、その実際の用法は混乱に満ちている。しかし、科学の中立性を説く人々がまず依拠するのは、科学知識のいわゆるイデオロギー的中立性ということである。これを拡大解釈することが混乱をうみだす源泉となっている。科学知識のイデオロギー的中立性とは、科学者の生み出す知識は、その真偽の判断をイデオロギーに左右されない普遍的なものである。換言すれば、ある公共化された手続きがあり、それに従えば誰もが同じ結果を得るということである。このイデオロギー的中立性の主張は、最近になって、知識社会学的な見地からしばしば攻撃されるようになったが、まだまだ圧倒的な信用を得ていると言つてよい。

注意せねばならないのは、この主張が述べている事柄が、あくまでも科学知識の真偽についてであつて、善悪についてはない、ということである。そして個々の科学知識の善悪は、それがどのような社会的機能を演ずるかによつて決まってくる。ここで問題となるのは、現存する科学がその基本的特徴を変えないまま、いかなる社会体制にも適応することができ、その社会のあり方を一〇〇パーセント反映し機能しうるか否か、ということである。もし現存する科学が、いかなる社会に

も適応し普遍有効性を發揮するならば、科学知識の社会的中立性が成り立つ。(中立性というよりも、無色透明性といったほうが、日本語として、よりの確である。)しかし社会的中立性を立証することは、真偽についての論理的分析からは不可能である。つまり、イデオロギー的中立性を立証することは、実はまったく別の事柄なのである。さらにいえば、かりに社会的中立性を立証することができたとしても、科学者の責任を否認することはできない。科学知識を生み出し、それを社会に投げ入れるという行為は、ひとつの社会的実践である。たとえ科学者の取り扱う知識がイデオロギー的に中立だったとしても、また社会的に無色透明だったとしても、社会的責任を免れることはできない。どんな科学知識も、社会に投げ入れられるや否や、何らかのインパクトをもたらさずにはおかないのであって、ひとつの社会的実体として機能することになる。そうした社会的実体としての科学知識を、無分別に社会に放出しても、責任を問われない、ということはない。

また、科学のイデオロギー的中立性を承認したとしても、そこから、今日の科学の体系が、学問の論理にもとづいて歴史的必然性をもって進歩してきたもので、別の体系はありえず、現在の進歩の流れを押しとどめることもできない、という主張(これを比喩的に「定向進化説」と呼ぶことにしよう)を導くことは不可能である。単に普遍妥当性という規準だけでは、科学の発展に複数の路線がある可能性を排除することができないからである。科学知識とは、公共化された手続きで切り出してやることのできるような、自然界の法則性についての知識である。もちろんわれわれが取りうる手続きとその適用対象との組合せに唯一絶対のものはなく、さまざまのレパートリーがあつてよい。もし今日の科学の体系が歴史的必然性をもつて生まれてきたもので、その進歩を人為的にコントロールすることが不可能だったとするならば、それは人類が否応なしに順応していかねばならない自然的条件のようなものであつて、社会的責任を問うことは見当はずれである。だが、科学のイデオロギー的中立性をかりに認めたとしても、定向進化説をそこから導き出すことは、不可能である。科学知識のイデオロギー的中立性という主張は、たとえ妥当な主張だったとしても、それを無分別に拡張解釈することはできない。社会的中立性が成り立つわけではないし、今日の科学の歴史的必然性が導かれることもないのである。ましてや、科学者の責任を否認

する論拠たりえない。

次に、科学知識の社会的中立性（ないし無色透明性）について考えてみる。科学が善い目的にも悪い目的にも使える道具である、と主張することは、社会的中立性の見地に立つことである。だが、いったん社会的中立性を認めてしまえば、それは科学の「性半説」をも承認せざるをえなくなる。そうすると、科学者は科学の罪を社会の罪へと転嫁することができ、同時にみずからの功績とされるものも、実はすべて社会のおかげだったと言わねばならなくなる。それゆえ大半の科学者は、社会的中立性の主張を厳格に守ることはできない。科学の中立性を唱える科学者が、その舌の根も乾かぬうちに、みずからの仕事の社会的効用（とくに科学立国論）について語るといったことが、往々にして起こるのである。これは、時と場合に応じて主張を変える二枚舌である。もつとも、二枚舌のそしりを免れる唯一の手段がある。それは、人類性善説によって、科学性善説を担保することである。（逆に、科学が無色透明の道具だとしたとき、人類性悪説をとれば、科学性悪説がみちびかれてしまう。）これによれば、人間社会はたえず幸福を追求しており、そのために科学を育成し、積極的に活用する。人間の社会の営みはほんらい、建設的な営みであり、科学はほんらい建設的のためのに使われるものである。これが自然状態であつて、科学の悪用・乱用がもたらされるとしたら、自然状態に反する行為を行なった一部の人々が、責任を負わねばならない。しかし人類性善説ほど立証困難な主張はないであろう。いままで科学の中立性とは何かについて、分析的に検討してきたが、これによって、従来のこの言葉を用いた議論が、いかに混乱に満ちたものであつたか、を浮彫りにすることができ、と思ふ。科学上の概念はふつう、分析的な意味での厳密さを保っているが、科学者たちの科学についての観念は、反対にきわめて情緒的で混乱に満ちているのが常である。

4 研究聖域論の陥穽^{かんせい}

すでに述べたように、科学者の社会的責任の思想によれば、科学者はまず第一に、学問的に優れた仕事の生産に献身し、かつそのための制度的条件を維持し発展させねばならない。第二に、科学の成果の社会的利用にさいして、乱用や悪用が起らないように、専門家として適切な勧告や助言を、政府や市民にすすんで提供しなければならぬ。これをやや分析的に述べると、社会的責任の思想においては、まず科学の生産機構に関しては、品質の良い仕事を最大効率でうみだすというアカデミズムの伝統的原則が無条件で承認されている。一方、流通機構に関しては、社会的発言を積極的に行なうことが求められている。

この社会的発言の要請は、伝統的な科学者の仕事様式には、含まれていなかったものである。個人として社会的発言を行なうのは自由だが、それと科学者としての出世とは一切関係ない、と考えられていたのである。はたして社会的責任の思想は、そうした伝統的な価値観を超えるものなのか。それともそうでないのか。「科学者憲章」から、関連箇所を抜き出してみよう。

「科学が善用されるか悪用されるかによってもたらされる結果はとくに重要であるため、科学という職業には、市民の普通の義務についての責任のほかに、特殊な責任がともなう。とくに、科学者は公衆がちかづきたい知識をもっているかまたはそれをたやすくもつことができるので、かかる知識が善用されることを確保するために全力をつくさねばならない。これらの責任は、科学者が個人的または集団的に負っているものである。」

これはきわめて抽象的な言い回しである。もし科学者が職業人として、社会的責任の遂行を、制度的に義務づけられるのであれば、その遂行の度合に依じて、科学者としての地位や身分を査定するのが当然であろう。社会的責任の遂行というこ

とは、優れた研究業績の生産と並んで、個々の科学者の地位や身分を決定する基準となるのである。この場合、研究者としての役割と社会的責任を果たす者としての役割の双方を十全に満足する者のみを、科学者として高く評価し、啓蒙活動や悪用反対を行なうことに対して制度的なインセンティブを与えたとともに、そうした活動を行なわない者に何らかの制裁を加える、という形に科学界の制度的ありかたを改革することになる。職業科学者集団のなかに社会的責任をビルト・インし、制度的な強制装置によって責任遂行を義務づける、というような方向での構造改革を実施することが、要求されることになのである。そうだとすれば、これは伝統的な科学界の評価基準の根本的な変更を意味する。だが科学者憲章はそこまで言い切っているわけではない。むしろきわめて漠然と、全力を尽くせと説いているのみである。社会的責任の遂行に関して、制度的な強制力をはたらかせよという主張が、まったくない以上、これは任意的性格のものであり、やっても、やらなくても科学者としての地位や身分を左右されない、科学者にとつて付帯的な任務にとどまる。

しかしながら右の引用文で注目されるのは、科学者の個人的責任のほかに集団的責任をあげていることである。たしかにこの部分には、社会的責任をひとにぎりの篤志家の自由意思にゆだねるのではなく、制度的に保障しようという考え方がふくまれている。これはきわめて注目すべき考え方である。しかし、科学者という職種の人々が、集団的責任を負うためには、きわめて強い科学共同体が存在していなければならぬ。国家や企業の研究機関ごとに、科学者が分断され、それぞれの組織に忠実に仕事をするような状態のもとでは、集団的責任を果たすことも、果たしようがない。集団的責任を果たすためには、科学者の地位の独立が不可欠である。興隆期における科学者の社会的責任の思想が、職能主義を最大のモチーフとしていたことには、それなりの理由があるのである。(もちろん職能として確立したところで、社会的責任をまっとうできるかどうかは別問題である。)だが、現代科学においては、科学者が職能にもとづく強固な結束を保っているとは言いがたい。集団的責任を果たす制度的基盤そのものがないのである。

科学知識の流通機構について、科学者がみずからの社会的責任を制度化しようという試みは、ほとんど成功していない。

しかし、生産機構に眼を転ずると、もっと保守的な見解がとられている。つまり、科学者の仕事様式は従来のままでよい、それによつて自動的に社会的責任が果たされる、と考えられているのである。原爆の例にも見られるように、科学者がある研究を行なうという行為は、しばしば重大な社会的帰結をもたらす。それは本質的に、社会的実践なのである。したがつてそうした行為には当然、責任が付きまといてくる。にもかかわらず、科学者の社会的責任の思想においては、そうした視点が完全に脱け落ちてゐる。この思想によれば、科学者は、おそるべき科学知識を次々と生み出すがゆえに、社会的責任を負わねばならないのでは決してなく、科学知識について最も精通しているがゆえに、責任を果たさねばならないのである。もし科学知識を生み出すという行為自体に、責任が付きまとうとしたら、これは最大の効率をもつて科学知識を生産し、それを即時かつ無条件に公開のメディアに載せる、という伝統的な科学者の仕事様式そのものの正当性が問われることになり、何らかの規制を設けることが求められるようになるだろう。これは科学者にとって、きわめて不都合なことである。そもそも科学者の社会的責任の思想は、地位向上を最大の動機としてつくられたものであるから、この不都合をうまく回避するための論理構成がとられていたとしても不思議はない。しかし一般人から見れば、この思想は、科学研究が社会的に神聖不可侵の領域である、と言っているに等しい。科学の進め方そのものに対して、社会的な価値判断にもとづくフィードバックをかけることが、許されないからである。

研究聖域論に立つかぎり、科学の成果によつて引き起こされる社会問題に関して、科学者は第三者として、安全地帯から発言することが許されることになる。じつさい、核兵器開発に関して、科学者たちは、第三者としてふるまおうとしてきた。たとえば、科学者の平和運動でかつて注目を浴びたパグウォッシュ会議でも、同じ姿勢がとられてきた。核軍拡は科学者だけが進めているわけではないが、科学者の大量動員をぬきにして、それを進めることができないこともまた明白である。また今日では、核弾頭の開発に従事することだけが、核軍拡に貢献するやりかたではない。というのは核兵器を中心に戦力体系が組織されている今日、運搬手段（軍用機、ミサイル、潜水艦など）や指揮・管制・通信システムはもちろんのこと、通

常兵器の開発も核軍拡と無縁ではあり得ない。今日では軍事研究はすべて、核軍拡と何らかの関わりをもつ、と疑ってかか
ったほうがよからう。

ところで今日、世界全体をならしてみると、全研究費のおよそ二〇パーセントが軍事研究に使われていると推定されてい
る。これを比喩的にいえば、現在の科学者の顧客の五人に一人は軍人であり、しかも民間人に変装した軍人もまた多数まぎ
れ込んでいる、ということになる。

科学者がそうした非常に特殊な職種であることは、もつと注目されてよい。これだけ深く軍事と癒着した職種はめつたに
ないだろう。極論すれば、職業科学者になる道を選ぶことは、職業軍人をめざすことと、その軍事への貢献度において大差
がない、ということが出来る。(こう断言できるのは科学者は単なる兵卒とちがひ、殺傷能力が格段に優れた新兵器を作り
出す、という特殊な任務を帯びていることによる。) しかもバグウォッシュ会議が発足した時代には、国防研究費の比率が
今日とくらべてはるかに高かった。経済成長のための科学という考えかたが台頭してくる一九六〇年代以降、国防研究費の
比率はゆるい下降線をたどり、今日のレベルまで低下してきている。

こう見てくると、科学者は核軍拡競争において第三者ではなく、むしろ当事者であったことがわかる。にもかかわらずバ
グウォッシュ会議における科学者の社会的責任についての見解(一九五八年にウィーンで開かれた第三回会議の声明文)は
次のようなものであった。

「国家間の不信心、それから生ずる軍事的優位のための競争という現在の条件のもとでは、すべての分野の科学——物理
学、化学、生物学、心理学——はますます軍事的開発と絡んできています。(中略)今多くの国々で科学が享受している絶えず
増大する物質的支持は、それが直接間接を問わず、おもに国の軍事的強さの、また軍拡競争におけるその成功度にたいする
重要性によつています。このことは、科学をその真の目的、すなわち人類の知識を増大し、すべての人々の利益のために人類
の自然のもろもろの力に対する支配を促進するという目的からそらしている。私たちはこの状態をひきおこしている諸条件

を嘆き悲しみ、すべての人々と彼らの政府に対し、永続する安定した平和の諸条件を創りだすよううったえる。」

この文章はなかなか興味深い。というのは科学と軍拡との深いつながりを事実としてはつきり認めながら、その責任（またそれを改める責任）を、科学と軍拡とを結びつける諸条件を作り出している社会体制にすべて転嫁しているからである。比喩的に言えば、贈賄側である社会体制を告発しつつ、収賄側である科学者については何も問わない、ということになる。このような論理を、正常な判断力をそなえた現代人ならば誰しも、屁理屈へりくつとみなすであろう。

科学者の社会的責任の思想が、研究の自由という理念を絶対視し、その社会的規制を実施する必要を認めなかったことは、明らかである。その意味では、職業科学者の利害性をひきずった思想であったことは、否定できない。しかし、社会的責任の思想のなかに、科学者の仕事様式の変革につながる契機が、まったく含まれていないと断定することは、いささか極論にすぎる。たしかに社会的責任の思想は、強大な職業科学者集団の存在を前提としている。そして職業科学者集団の社会における発言力を強化することを、基本目的としている。したがって、この思想には、職業科学者集団の自己否定にいたる契機は、まったく含まれていないと言ってよからう。にもかかわらず、この思想が科学と社会との間の緊張関係を認識することから出発したものであるかぎり、科学者の既成の仕事様式をたえず現実とてらしあわせ、その正当性をチェックしていく潜在的可能性も、残されているのである。

そこから、科学者の本来の仕事であるところの研究活動の、社会的功罪をチェックしようとする契機も生まれてくる。科学者の責任のおよぶ範囲は、研究成果の利用の場面ばかりでなく、研究成果の生産機構を問い直すことにも向けられるのである。そこから研究の自主規制であるとか、非科学者との交流のなかから研究の対象、方法、目標を決定していくとかいった作業が、日程にのぼってくる。このように「社会的責任」の思想といえども、科学的営為と社会との間の緊張関係というテーマを深くつきつめていくならば、既存の職業科学者の仕事様式を大きく変革するところまで行きつく可能性をはらんでいる。（ただし職業科学者という社会的分業の存在そのものを、疑問に付すことになれば、それは社会的責任の思想の自己

否定にほかならないので、そこまで行きつくことは考えにくい。社会的責任の思想を手放しで賞讃しょうさんしたり、全面否定したりするのはなく、ダイナミックな思想として捉えねばならないゆえんである。

ただひとつだけ断っておかねばならないのは、科学者がみずからの仕事様式を自己点検しようとする契機は職業上の要請として生まれてはこない、ということである。あくまでも、一個の人間としての科学者が、自分の仕事と社会との間の緊張関係について、人間として思い悩むことをきっかけに、社会的責任の思想がより高次のものへと発展しはじめるのである。つまり科学知識の生産機構そのものに、自己点検機能は本質的に欠落している。そこところは人々の間で十分理解されているとは言えない。科学はみずからを科学することができはずだ、という見解があとを絶たないのである。たしかに科学を科学するための専門分野は、きわめて未熟ながら存在する。私の専攻する科学社会学などがそれにあたる。しかし科学社会学はそれ自体、ひとつの個別学問であるから、タコツボを掘り進めていく基本的志向をもち、人間解放の立場から科学に号令をくだす特別の権利をもつことはないし、現在はその実力もない。もちろん他の個別諸科学や個別諸学問は、それぞれが自己批判を欠落させて自己増殖を続ける。したがって現代科学を全体としてみたとき自己制御のメカニズムはそなわっていない。もし科学者が、科学知識の生産機構の部品、つまり役割人間であるとすれば、彼は自己点検に向かう契機をまったく持たない。役割人間からはずれたところにある、科学者の人間性だけが、社会的責任の思想を発展させていくための、よりどころなのである。そして科学者の人間性を覚醒させるために決定的なものは、外部社会との積極的な交流である。

科学者と非科学者とが、専門家と非専門家という差別を前提としたうえで交流するのではなく、同じ人間としての平等の立場から、科学と社会の諸問題について議論をたたかわせることが不可欠である。むしろそこで支配する討論のルールは、科学上の論争のそれと同じではないし、またそうであってはならない。分析的思考を絶対視せず、人間の自然な思考様式を尊重しつつ対話を深めていかねばならない。またわれわれがめざすべきは、科学者と非科学者の間の抽象的平等ではなく、実質的平等である。つまり強者として存在する科学者と、弱者としての非科学者の間の差別の解消である。

5 社会的責任の制度化

社会的責任ということが、科学者の口から発せられるとき、一般人はそれを結構なことだがあまり日常生活には関わりのないことと考えるであろう。社会的責任を唱える科学者は、一般人に直接奉仕するという姿勢をとらない。専門家の高みから、不特定多数にたいして発言するだけである。したがって一般人にとって、みずからの味方になってくれる心強い存在ではない。たしかに、従来は一般人から超越しているかのようにふるまってきた科学者が、何はともあれ社会的責任について語り始めたのは、結構なことであるようにも思われる。しかし、ごく少数の有志科学者が、暇を見つけては社会問題について発言する、ということにとどまっていたのでは、科学をめぐる社会問題を解決することは覚束ない^{おぼつか}。何らかの意味で、科学者の日常的な仕事様式のなかに、社会的責任を制度化することが欠かせないのである。残念なことに、いままでの経過を見るかぎり、それが制度化された例はない。核軍縮運動をはじめとして、有志科学者たちの献身的努力は、高く評価されねばならないが、それはあくまでも個々の科学者の自由意思に委ねられるものであった。つまり、そうした運動に参加する科学者は、それが職業的に評価されるものでないことを承知のうえで、みずからの研究時間を割いてでも、運動を進めてきたのである。

ひとつ注意したいのは、科学者がみずからの社会的責任をまっとうしたと言うためには、きわめて厳しい条件を満たさねばならない、ということである。どれほど献身的に、核軍縮運動などに参加したとしても、その科学者が社会的責任を果たした、とみなすことはできない。果たそうとした努力は認めるが、努力することと成功することとは、まったく別の事柄である。少なくとも核軍縮に関するかぎり、科学者たちは社会的責任を果たすことに、完全に失敗してきた。そもそも、核兵器を創造した時点で、科学者たちは、永久に支払い切れない負債を背負い込んだのであって、たとえ科学者が先頭にたつて、

核廃絶を成功させたとしても、それまでの数十年間にわたって世界に脅威を与えつづけた罪は消えない。しかも世界は核廃絶に向かうどころか、核軍拡に狂奔することで、今日にいたっているのである。そして科学界では核軍拡競争を直接ないし間接に支えるための歴大な仕事、制度的に用意されてきたにもかかわらず、それに反対する運動は、少数の篤志家の無償の行為によって、かろうじて支えられてきたにすぎない。社会的責任の思想は、核軍縮の領域で、完全な敗北を余儀なくされてきたのである。

社会的責任を果たすために努力するのは尊い。しかし努力は免罪符にならない。科学者にはたして社会的責任をとる能力がそなわっているのか、ということとは真剣に問われねばならない。科学者の既成の仕事様式をつらぬくことを正当化するためには、社会に投げ入れられる歴大な科学知識を、科学者の努力でコントロールできるといふ保障がなければならぬ。(もちろんこれは必要条件であって十分条件ではない。)もし科学者に、みずからの生み出した科学的成果の利用に関するコントロールの能力がないとすれば、彼等が「研究の自由」の原則にのっとりて手当りしだいに研究の成果を生み出し、かつ公表することは、無責任のそしりを免れないであろう。現代科学の仕事様式は、本質的な無責任の構造をそなえており、その無責任さは良心的な科学者の啓蒙や悪用反対への努力ぐらいでは、どうにも解消えいしょうされないのである。

科学者が社会に対して、みずからの行為の責任をとる能力をもつことは、おそらく未来永劫あり得ないだろう。それはむしろ低下の一途をたどるのではないか。というのは、科学知識は累積的に発展し、自然操作の能力を不断に高めていくからである。そのような発散的な構造を、現代科学はそなえているため、責任能力は低下する一方である。もし科学が累積的に進歩せず、いつまでも自然操作の能力が増大しないとしたら、それは現代人にとつて、さほど不気味な存在とみなされることはなかっただろう。それは人間社会の矛盾を反映することで、いろいろ困った事を引き起こすかもしれないが、かつて予想もできなかった災厄をもたらす危険性はない。ガン細胞の比喻でとらえられるような、特有の不気味さを科学に与えているのは、自己増殖性そのものである。その意味で科学は、人間生活にたいし本質的な侵略性をそなえている、と言わねばな

らない。科学が進めば進むほど、その侵略性もまた、どんどん大きくなっていく。そして科学による侵略を免れるような人間生活の領域は存在しない。

そのような事情ゆえに、科学者は時が経つにつれてますます、倫理規範に関して厳しくならねば、責任能力の低下傾向を食いとめることはできない。しかるに現代社会において、科学者を職業として選ぶことは、決して特殊なことだとは考えられていない。ごく一般的な人々が職業科学者になるのだとすれば、あるいはもっと悪いことに、人生経験を豊かにすることよりも専門領域でのパズル解きに熱中するような人々が職業科学者になり、選良意識をもって仕事を進めていくとすれば、彼等に一般のサラリーマン以上の倫理的規範をもつことを期待することは無理である。少数の科学者が倫理的に厳しくふるまうことによって、現代科学の侵略性が和らげられる、と期待するほど現実離れた考えはない。

(吉岡斉『科学者は変わるか』による)

令和4年度（2022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3年11月6日

| 志願学部 | 試験時間 | ページ数 |
|--------------------|----------------------|------|
| 文学部 教育学部 法学部 | 10:30～11:30 (60分) | 8ページ |

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」を開いてはいけません。
2. この「問題冊子」は8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。
3. 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
4. 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。
5. 「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。
6. 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。
7. 特に指示がある場合以外は、日本語で答えなさい。
8. 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。

(1) Andrew Moffat is a respected figure among liberal-minded teachers. He is the prime mover of a teaching plan called No Outsiders, which aims to raise youngsters' awareness, from the earliest years of school, of things grouped under words like equality and diversity. The books, games and discussions that the programme recommends have the stated goal of reinforcing Britain's Equality Act, which bars discrimination on grounds of race, creed, gender, sexuality and gender change. It is offered on a voluntary basis for use in schools, libraries and parent-teacher groups all over England, and many have taken it up. But this week Mr. Moffat and his course were at the eye of a storm in his own workplace, a primary school in a heavily Muslim part of *Birmingham where parents are furious over the gay-friendly message.

Since early February, there have been demonstrations outside Parkfield Community School, led by mothers who say their children, aged between four and 11, should not be receiving (2) lessons which are out of step with their religious culture. Things came to a head on March 1st when hundreds of children were kept away from school in protest. Mr. Moffat, who is assistant head teacher at the school, reports receiving many offensive messages. Some imply that the teacher who is gay himself, has been using local children as *guinea-pigs in an unwanted social experiment.

Among the mothers protesting (peacefully) outside the school, the emphasis is on the "confusion" suffered by their kids and the school's indifference to the religious character of the neighbourhood. "We don't send our children to school to learn about LGBT. We send them to learn about maths, science and English," said one, who complained that Mr. Moffat "is not respecting our *ethos." The school was encouraged to (3) by Ofsted, the authority which evaluates schools and has rated Parkfield as outstanding. Amanda Spielman, the agency's chief inspector, said it was vital for children to be aware of "families that have two mothers or two fathers".

On March 4, (4) the school seemed to be backing down, although it denied having done so. Parents received a letter saying No Outsiders lessons would not be delivered for the remainder of the term, and promised consultations over future lessons. This was widely interpreted as a surrender by the school, but its bosses maintained that they had never intended to organise the controversial classes between now and the spring holidays. The head of the educational trust which runs the school, Hazel Pulley, insisted that the lessons would restart in the summer term.

The row has laid bare some wide gap within the Labour party that dominates city politics. Shabana Mahmood, a Muslim parliamentarian from Birmingham, urged educational authorities to show understanding for (5) the parents' position. They were not demanding any special treatment for their children at secondary school, she said, but had a reasonable concern that the contested classes were being offered too early: the issue was "all about the age appropriateness of

conversations with young children in the context of religious backgrounds.”

She ran into a storm of objections from fellow Labour supporters. But Nick Gibb, the Conservative Party’s schools minister, seemed to hint that she might have a point. He confirmed that schools were required to promote the Equality Act. However, without making clear whether he was unveiling a new policy or just interpreting an existing one, he also acknowledged that: “(6) All schools, whether religious or not, will be required to take the religious beliefs of their pupils into account when they decide to deliver certain content, and to ensure that topics are appropriately handled.”

That will continue to be a challenge in Birmingham, where according to the census of 2011, 40% of children were being raised as Muslims, and conservative strands of the faith, such as *the Deobandis and the Salafis enjoy much influence.

(Adapted from “Battles over LGBT education reach a messy stalemate” by Erasmus, The Economist. Copyright © The Economist Newspaper Limited 2019. All rights reserved. 一部改変)

(注)

Birmingham バーミンガム (イングランド中部の都市)

guinea-pigs モルモット (実験台になるもの)

ethos (ある文化の) 本質的な特性, 精神

the Deobandis and the Salafis デオバンド派とサラフィー派 (どちらもイスラム教の保守的学派)

問 1 下線部(1)の人物が主導している指導プログラムはどのようなことを目的としているか。本文に即して日本語 50 字程度で説明しなさい。

問 2 下線部(2)は具体的にどのような内容か, 本文に即して日本語で説明しなさい。

問 3 (3) に入る最も適切な語句を 1 つ選び, 記号で答えなさい。

ア change its policy イ compromise with them ウ obey the order エ stand firm

問 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, 本文に即して日本語で説明しなさい。

問 5 下線部(5) は具体的にどのようなことを意味しているか, 本文に即して日本語で説明しなさい。

問 6 下線部(6)を日本語に訳しなさい。

2 次の英文を読み、以下の問いに答えなさい。

The world stands (1) a food crisis worse than any seen for at least 50 years, the UN has warned as it urged governments to act swiftly to avoid disaster.

Better social protections for poor people are urgently needed as the looming recession following the coronavirus pandemic may put basic nutrition beyond their reach, the UN secretary general, António Guterres, said on Tuesday.

“(2) immediate action is taken, it is increasingly clear that there is an impending global food emergency that could have long-term impacts on hundreds of millions of children and adults,” he said. “We need to act now to avoid the worst impacts of our efforts to control the pandemic.”

Although harvests of staple crops are holding up, and the export bans and protectionism that experts feared have so far been largely avoided, the worst of the impacts of the pandemic and ensuing recession are yet to be felt. Guterres warned: “Even in countries with abundant food, we see risks of disruption in the food supply chain.”

About 50 million people risk falling into extreme poverty this year owing to the pandemic, but the long-term effects will be even worse, as poor nutrition in childhood causes lifelong suffering. Already, one in five children around the world are stunted in their growth by the age of five, and millions more are likely to suffer the same fate if poverty rates soar.

Guterres laid out (3) a three-point plan to repair the world’s ailing food systems and prevent further harm. These are: to focus aid on the worst-stricken regions to avoid immediate disaster, and for governments to prioritise food supply chains; to strengthen social protections so that young children, pregnant and breastfeeding women and other at-risk groups – including children who are not receiving school meals in lockdown – receive adequate nutrition; and to invest in the future, by building a global recovery from the pandemic that prioritises healthy and environmentally sustainable food systems.

Maximo Torero, the chief economist of the UN Food and Agriculture Organization, said the world’s food systems were under threat as never before in recent times, as (4) the pandemic and lockdowns hinder people’s ability to harvest and buy and sell food. “We need to be careful,” he said. “This (5) () () (ア) () (イ) () (ウ).”

Harvests are healthy and supplies of staple foods such as grains are strong, according to the UN report on the impact of Covid-19 on food security and nutrition, published on Tuesday. But most people get their food from local markets, which are vulnerable to disruption from lockdowns.

Increasing unemployment and the loss of income associated with lockdowns are also putting food out of reach for many struggling people. Though global markets have remained

steady, the price of basic foods has begun to rise in some countries.

Lockdowns are slowing harvests, while millions of seasonal labourers are unable to work. Food waste has reached damaging levels, with farmers forced to dump perishable produce as the result of supply chain problems, and in the meat industry plants have been forced to close in some countries.

(I), according to the UN. The report pointed to conflict, natural disasters, the climate crisis, and the arrival of pests and plant and animal plagues as existing problems. East Africa, for instance, is facing the worst *swarms of locusts for decades, while heavy rain is hampering relief efforts.

The additional impact of the coronavirus crisis and lockdowns, and the resulting recession, would compound the damage and tip millions into dire hunger, experts warned.

“ (II) ,” said Agnes Kalibata, the UN secretary general’s special envoy for the 2021 food systems summit. “It has exposed dangerous deficiencies in our food systems and actively threatens the lives and livelihoods of people around the world, especially the more than 1 billion people who have employment in the various industries in food systems.”

She pointed to Latin America and the Caribbean, where a third of the population already live in a precarious state of food insecurity, and where Brazil is fast becoming a hotspot for coronavirus cases. “Across the region, the pandemic has weakened economies and disrupted supply chains, leading to food price hikes,” she warned.

The pandemic risks reversing the progress that has been made in recent decades on lifting people out of poverty and improving their access to healthy food, the UN found.

(III) , said Elwyn Grainger-Jones, the executive director of the CGIAR System Organization, a global agricultural research body. “Solutions need to be science-based and coordinated across sectors to provide immediate response and assistance for those most in need, ongoing and inclusive support in recovery and – perhaps most importantly – future resilience to all shocks, including climate extremes.”

(Copyright Guardian News & Media Ltd 2022 一部改変)

(注) swarms of locusts イナゴの群れ

問 1 (1) に入る最も適切な語句を 1 つ選び、記号で答えなさい。

ア on the verge of イ on the ground of ウ at the cost of エ for the sake of

問 2 (2) に入る最も適切な語を 1 つ選び、記号で答えなさい。

ア Since イ After ウ If エ Unless

問3 下線部 (3) は具体的にどのようなことを意味しているか、日本語で3点説明しなさい。

問4 下線部 (4) に関して、収穫面での問題点としてはどのようなことが指摘されているか、本文に即して日本語で説明しなさい。

問5 下線部 (5) の () 内に、文脈に合うように以下の語句を適切な順序に並び替えて入れるとき、(ア)(イ)(ウ)に入る語句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。

This (5) () () (ア) () (イ) () (ウ) .

- ① we ② than ③ very different food crisis ④ a
⑤ the ones ⑥ is ⑦ have seen

問6 空欄 (I) ~ (III) に入る最も適切なものを下から選び記号で答えなさい。

ア The Covid-19 crisis is attacking us at every angle

イ Any remedies must also target the climate emergency, which is strongly linked to the world's food systems

ウ Even before the lockdowns, the global food system was failing in many areas

令和4年度（2022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3年11月6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

1. 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
2. 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。
3. 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
4. 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。
5. 「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。
6. 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。
7. 特に指示がある場合以外は、日本語で答えなさい。
8. 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】

移民国家として発展してきた欧米諸国と比べると、日本はこれまで民族的同質性が比較的高い国として認識されてきました。しかし、その背後には沖縄の人びとや北海道の先住民であるアイヌ民族に対する抑圧の歴史があることを忘れてはなりません。また、19世紀末から第二次世界大戦終結までのあいだ、植民地であった台湾、朝鮮、中国から日本に移住し、戦後も日本に残留した人びと（オールドカマー）が60万人以上いるとされます。こうした多民族状況が歴史的に形成されてきたにもかかわらず、戦後の日本では単一民族神話が大手を振るい、あたかも日本という国が「単一純粋の起源をもつ、共通の文化と血統をもった日本民族だけで」構成され、今もそうした社会が継続しているという誤った通念が定着していきました。

単一民族神話が揺らぎ始めるのが、移民が増加した1980年代です。この時期に来日した外国人はニューカマーと呼ばれます。1970年代後半からインドシナ難民や中国残留日本人およびその家族の受け入れが進み、1990年には「出入国管理及び難民認定法」（以下、「入管法」と略記する。）が改正されて日系ブラジル人が急増しました。留学や技能実習、国際結婚による移住も増え、1980年には78万人だった外国人人口は2018年末には273万人と過去最高を更新し、日本の人口の2%を占めるようになりました。割合からすると少なくみえるかもしれませんが、この30年間で外国人の数は約3倍になり、急速に増加しています。

2018年末の法務省の統計によると、在日外国人の国籍は多い順から中国（全体の28.0%）、韓国¹（16.5%）、ベトナム（12.1%）、フィリピン（9.9%）、ブラジル（7.4%）、ネパール（3.3%）になっています。この構成比は時とともに変化してきました。従来はオールドカマーを多く含む韓国・朝鮮籍者の数が最も多かったのですが、1980年頃から中国籍の急増が目立ち、2007年には韓国・朝鮮籍を追い抜きます。また1990年の「入管法」改正後はブラジル国籍者が急増しましたが、日本経済の低迷を背景に2000年代後半からしばらくは減少傾向がみられました。近年増加が顕著なのは留学生や技能実習生として来日するベトナム籍（前年比26.1%増）やネパール籍（前年比11.1%増）の人びとです。

日本国籍をもたない人が日本に90日を超えて滞在するためには「入管法」で定められた在留資格の取得が必要です。2018年末時点で在留資格は多い順に永住者（全体の28.3%）、留学（12.3%）、技能実習（12.0%）、特別永住者（11.8%）、技術・人文知識・国際業務（8.3%）、定住者（7.0%）、家族滞在（6.7%）、日本人の配偶者等（5.2%）となっています。

上記のなかの「特別永住者」はオールドカマーに与えられる在留の資格で、就労や在留期間の制限はありません。「永住者」「定住者」「日本人の配偶者等」「永住者の配偶者等」は「入管法」上の「身分又は地位に基づく在留資格」になり、これらも就労に制限はありません。このうち在留期間にも制限がない「永住者」は原則10年以上日本に居住している者に付与されます。上記以外の在留資格は「活動に基づく在留資格」になり、それぞれの目的に応じて就労の範囲が決められています。近年、日本社会の人手不足を背景に「留学」や「技能実習」で来日した若者たちがそれぞれの資格で定められた就労の範囲を超えて長時間労働に従事することも多く、劣悪な労働環境による人権侵害の問題が浮上しています。

2019年4月、国内の深刻な労働力不足を補うため、「特定技能」という新たな在留資格を設けた改正「入管

法」が施行されました。日本政府はこれまで海外から単純労働者は受け入れないという方針を示していましたが、この法律の施行によって、人手不足が顕著な建設、介護、農業や漁業など14の業種で外国人労働者を通算5年間は受け入れることが可能になりました（「特定技能1号」）。熟練した技能をもつ者は滞在期間に制約がないうえに家族を日本に住ませることもできます（「特定技能2号」）。たとえ政府が移民という言葉の使用を避けつづけたとしても、これは事実上、移民の受け入れ拡大にほかなりません。

今後の日本社会では目に見える形での多文化化が急速に進んでゆくことが予想されます。しかし、これまで日本では、移民の権利や文化的差異に配慮してどのように社会統合を進めていくかという国家レベルの政策的議論が欠落してきたことが問題です。外国人の出入国を管理する出入国管理政策はあるのに、日本に定住する移民の人権保障や社会参加を促す社会統合政策はいまだに確立されていないのです。その結果、移民は社会の一構成員として位置づけられることなく、排他的なニュアンスを伴う外国人というレッテルを貼られて権利を制約されたり、母語や母文化を抑圧されたりする事態が起きています。外国人に対するヘイトスピーチが街頭やインターネット上で吹き荒れ、欧米諸国を席捲する排外主義とレイシズムが日本社会でも顕著にみられます。

こうした現状に対して地方自治体を中心に多文化共生の施策と実践が進んでいます。これらの取り組みが移民の権利保障や文化的差異の尊重にどこまで有効であるかについてはさまざまな意見があります。読者のみなさんは、どのような理念や政策や実践が、異なる他者との共生を可能にするか考えてみてください。

大事なことの一つは、日常的に人びとが使っている「日本人」や「外国人」といったカテゴリーの自明性を問いなおすことです。「国民」の成立について画期的視点を提示したB.アンダーソンによれば、「日本人」とは人びとがつくり出した「想像の共同体」です。メディアや教育をとおして、ある特徴をもった人びとが「日本人」として想像され、「日本人」としての共通意識が形成されていくのです。排外主義の言説では狭く定義された「日本人」像——日本人の血を引き、日本国籍をもち、日本語を話し、「日本人らしい」顔つきの人——が想像されていますが、現実的にはそうした「日本人」像にぴったりあてはまらない人びとが日本社会に増えています。日本国籍をもっている日本語以外の言語のほうが得意であったり、日本国籍ではないけれども日本生まれで日本語しかわからない人もいます。こうしたさまざまな民族的・文化的背景の人びとを含むゆるやかな「日本人」像を考えていくことが、単一民族神話を乗り越え、多様性が承認される日本社会をつくっていくステップになると考えられます。また、そのような考え方は「外国人」を異質な他者として排除したり同化を迫ったりするような日本社会のエスノセントリズム（自民族中心主義）に気づくきっかけにもなるはずです。

日本に住む移民の数は今後も増えることが予想され、わたしたちは血統や国籍や文化に関わらず、日本に住むすべての人びとを市民として包摂するような多民族社会の可能性を考える局面に差しかかっています。そうした社会のあり方を考えるうえで鍵となるのが、教育であり、社会を担っていく子どもたちです。

- 1) 長年にわたって「韓国・朝鮮」は一つのグループとして集計されてきましたが、2015年末の在留外国人統計から「韓国」と「朝鮮」に分けて集計されることになりました。

（出典：額賀美紗子「グローバル時代の国際移動と変容する日本社会—移民と出会う日常」額賀美紗子・芝野淳一・三浦綾希子編『移民から教育を考える—子どもたちをとりまくグローバル時代の課題』ナカニシヤ出版、2019年、1-12頁より作成。）

【図】

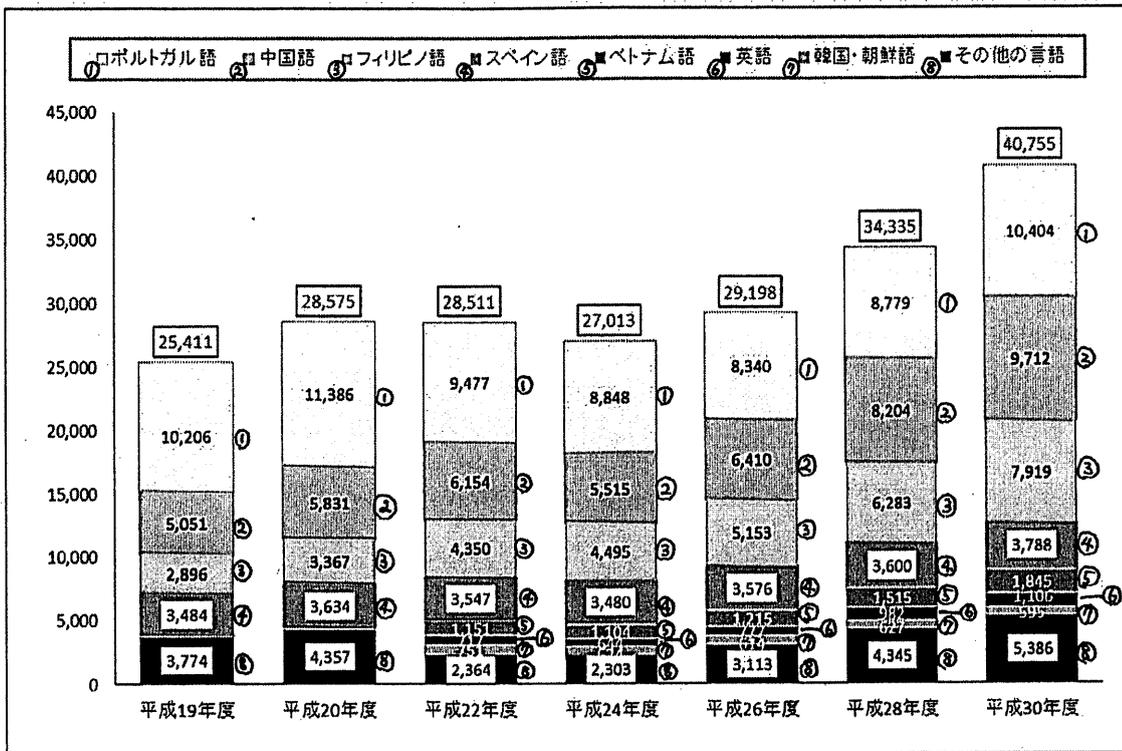


図1：日本語指導が必要な外国籍の児童生徒の母語別在籍状況

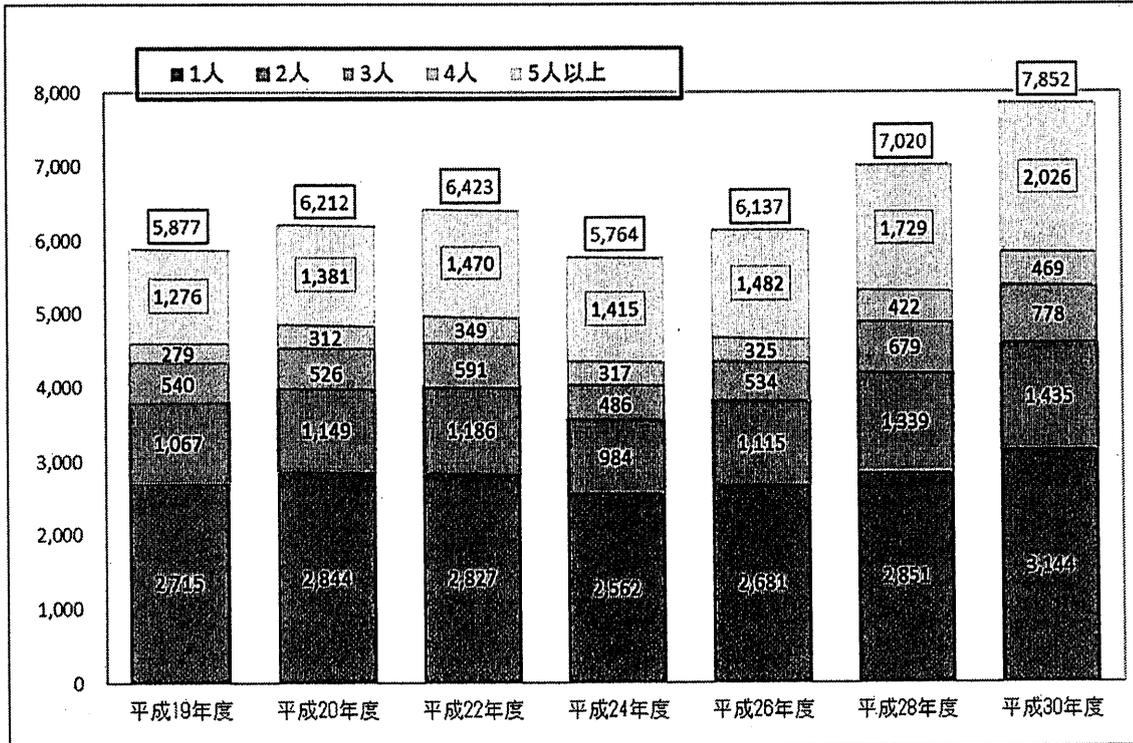


図2：日本語指導が必要な外国籍の児童生徒の在籍人数別学校数

(出典：文部科学省『日本語指導が必要な児童生徒の受入状況等に関する調査(平成30年度)』の結果について、令和元年公表、令和2年一部訂正、(https://www.mext.go.jp/content/20200110_mxt-kyousei01-1421569_00001_02.pdf、最終閲覧日：2021年9月24日)より作成。)

- 問1 単一民族神話はなぜ誤った通念であると言えるのか、文章の内容に即して 160 字程度で説明しなさい。
- 問2 文章中の下線部「日本人」や「外国人」といったカテゴリーの自明性を問いなおすとは、具体的にはどのようなことか。文章の内容をふまえて、120 字程度で説明しなさい。
- 問3 図1および図2が示している日本の学校における日本語指導が必要な外国籍の児童生徒の受入状況の特徴と、そこから学校で日本語指導を行う際に課題となると考えられることについて述べなさい。
- 問4 グローバル化する世界の中で、日本の学校教育には今後どのような役割が期待されると考えられるか。文章および図の内容をふまえて、あなたの考えを 400 字程度で述べなさい。

令和4年度AO入試（総合型選抜）Ⅲ期面接試験

令和4年2月12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

2021（令和3）年10月13日に公表された文部科学省のいじめに関する調査結果（「令和2年度児童生徒の問題行動・不登校等生徒指導上の諸課題に関する調査」）によると、全国の小学校、中学校、高等学校および特別支援学校におけるいじめの認知件数は約52万件で、前年度に比べて9万5千件減少した。

児童生徒1000人当たりの認知件数をみると、都道府県によって大きなばらつきがある。最多は山形県の114.0件であり、最少は富山県と愛媛県の11.6件である。なお、全国平均は39.7件である。

なぜ、都道府県によってばらつきが生じるのか考えてみてほしい。①まず調査の仕方が都道府県によって異なると想定し、具体的に何が都道府県の差をもたらすかを述べなさい。②つぎに①とは異なり、都道府県により調査の仕方が同一だと仮定した上で、都道府県の児童生徒1000人当たりの認知件数が異なる理由を述べなさい。

令和4年度（2022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3年11月6日

| 志願学部 | 試験時間 | ページ数 |
|--------------------|----------------------|------|
| 文学部 教育学部 法学部 | 10:30～11:30 (60分) | 8ページ |

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」を開いてはいけません。
2. この「問題冊子」は8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。
3. 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
4. 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。
5. 「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。
6. 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。
7. 特に指示がある場合以外は、日本語で答えなさい。
8. 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。

(1) Andrew Moffat is a respected figure among liberal-minded teachers. He is the prime mover of a teaching plan called No Outsiders, which aims to raise youngsters' awareness, from the earliest years of school, of things grouped under words like equality and diversity. The books, games and discussions that the programme recommends have the stated goal of reinforcing Britain's Equality Act, which bars discrimination on grounds of race, creed, gender, sexuality and gender change. It is offered on a voluntary basis for use in schools, libraries and parent-teacher groups all over England, and many have taken it up. But this week Mr. Moffat and his course were at the eye of a storm in his own workplace, a primary school in a heavily Muslim part of *Birmingham where parents are furious over the gay-friendly message.

Since early February, there have been demonstrations outside Parkfield Community School, led by mothers who say their children, aged between four and 11, should not be receiving (2) lessons which are out of step with their religious culture. Things came to a head on March 1st when hundreds of children were kept away from school in protest. Mr. Moffat, who is assistant head teacher at the school, reports receiving many offensive messages. Some imply that the teacher who is gay himself, has been using local children as *guinea-pigs in an unwanted social experiment.

Among the mothers protesting (peacefully) outside the school, the emphasis is on the "confusion" suffered by their kids and the school's indifference to the religious character of the neighbourhood. "We don't send our children to school to learn about LGBT. We send them to learn about maths, science and English," said one, who complained that Mr. Moffat "is not respecting our *ethos." The school was encouraged to (3) by Ofsted, the authority which evaluates schools and has rated Parkfield as outstanding. Amanda Spielman, the agency's chief inspector, said it was vital for children to be aware of "families that have two mothers or two fathers".

On March 4, (4) the school seemed to be backing down, although it denied having done so. Parents received a letter saying No Outsiders lessons would not be delivered for the remainder of the term, and promised consultations over future lessons. This was widely interpreted as a surrender by the school, but its bosses maintained that they had never intended to organise the controversial classes between now and the spring holidays. The head of the educational trust which runs the school, Hazel Pulley, insisted that the lessons would restart in the summer term.

The row has laid bare some wide gap within the Labour party that dominates city politics. Shabana Mahmood, a Muslim parliamentarian from Birmingham, urged educational authorities to show understanding for (5) the parents' position. They were not demanding any special treatment for their children at secondary school, she said, but had a reasonable concern that the contested classes were being offered too early: the issue was "all about the age appropriateness of

conversations with young children in the context of religious backgrounds.”

She ran into a storm of objections from fellow Labour supporters. But Nick Gibb, the Conservative Party’s schools minister, seemed to hint that she might have a point. He confirmed that schools were required to promote the Equality Act. However, without making clear whether he was unveiling a new policy or just interpreting an existing one, he also acknowledged that: “(6) All schools, whether religious or not, will be required to take the religious beliefs of their pupils into account when they decide to deliver certain content, and to ensure that topics are appropriately handled.”

That will continue to be a challenge in Birmingham, where according to the census of 2011, 40% of children were being raised as Muslims, and conservative strands of the faith, such as *the Deobandis and the Salafis enjoy much influence.

(Adapted from “Battles over LGBT education reach a messy stalemate” by Erasmus, The Economist. Copyright © The Economist Newspaper Limited 2019. All rights reserved. 一部改変)

(注)

Birmingham バーミンガム (イングランド中部の都市)

guinea-pigs モルモット (実験台になるもの)

ethos (ある文化の) 本質的な特性, 精神

the Deobandis and the Salafis デオバンド派とサラフィー派 (どちらもイスラム教の保守的学派)

問 1 下線部(1)の人物が主導している指導プログラムはどのようなことを目的としているか。本文に即して日本語 50 字程度で説明しなさい。

問 2 下線部(2)は具体的にどのような内容か, 本文に即して日本語で説明しなさい。

問 3 (3) に入る最も適切な語句を 1 つ選び, 記号で答えなさい。

ア change its policy イ compromise with them ウ obey the order エ stand firm

問 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, 本文に即して日本語で説明しなさい。

問 5 下線部(5) は具体的にどのようなことを意味しているか, 本文に即して日本語で説明しなさい。

問 6 下線部(6)を日本語に訳しなさい。

2 次の英文を読み、以下の問いに答えなさい。

The world stands (1) a food crisis worse than any seen for at least 50 years, the UN has warned as it urged governments to act swiftly to avoid disaster.

Better social protections for poor people are urgently needed as the looming recession following the coronavirus pandemic may put basic nutrition beyond their reach, the UN secretary general, António Guterres, said on Tuesday.

“(2) immediate action is taken, it is increasingly clear that there is an impending global food emergency that could have long-term impacts on hundreds of millions of children and adults,” he said. “We need to act now to avoid the worst impacts of our efforts to control the pandemic.”

Although harvests of staple crops are holding up, and the export bans and protectionism that experts feared have so far been largely avoided, the worst of the impacts of the pandemic and ensuing recession are yet to be felt. Guterres warned: “Even in countries with abundant food, we see risks of disruption in the food supply chain.”

About 50 million people risk falling into extreme poverty this year owing to the pandemic, but the long-term effects will be even worse, as poor nutrition in childhood causes lifelong suffering. Already, one in five children around the world are stunted in their growth by the age of five, and millions more are likely to suffer the same fate if poverty rates soar.

Guterres laid out (3) a three-point plan to repair the world’s ailing food systems and prevent further harm. These are: to focus aid on the worst-stricken regions to avoid immediate disaster, and for governments to prioritise food supply chains; to strengthen social protections so that young children, pregnant and breastfeeding women and other at-risk groups – including children who are not receiving school meals in lockdown – receive adequate nutrition; and to invest in the future, by building a global recovery from the pandemic that prioritises healthy and environmentally sustainable food systems.

Maximo Torero, the chief economist of the UN Food and Agriculture Organization, said the world’s food systems were under threat as never before in recent times, as (4) the pandemic and lockdowns hinder people’s ability to harvest and buy and sell food. “We need to be careful,” he said. “This (5) () () (ア) () (イ) () (ウ).”

Harvests are healthy and supplies of staple foods such as grains are strong, according to the UN report on the impact of Covid-19 on food security and nutrition, published on Tuesday. But most people get their food from local markets, which are vulnerable to disruption from lockdowns.

Increasing unemployment and the loss of income associated with lockdowns are also putting food out of reach for many struggling people. Though global markets have remained

steady, the price of basic foods has begun to rise in some countries.

Lockdowns are slowing harvests, while millions of seasonal labourers are unable to work. Food waste has reached damaging levels, with farmers forced to dump perishable produce as the result of supply chain problems, and in the meat industry plants have been forced to close in some countries.

(I), according to the UN. The report pointed to conflict, natural disasters, the climate crisis, and the arrival of pests and plant and animal plagues as existing problems. East Africa, for instance, is facing the worst *swarms of locusts for decades, while heavy rain is hampering relief efforts.

The additional impact of the coronavirus crisis and lockdowns, and the resulting recession, would compound the damage and tip millions into dire hunger, experts warned.

“ (II) ,” said Agnes Kalibata, the UN secretary general’s special envoy for the 2021 food systems summit. “It has exposed dangerous deficiencies in our food systems and actively threatens the lives and livelihoods of people around the world, especially the more than 1 billion people who have employment in the various industries in food systems.”

She pointed to Latin America and the Caribbean, where a third of the population already live in a precarious state of food insecurity, and where Brazil is fast becoming a hotspot for coronavirus cases. “Across the region, the pandemic has weakened economies and disrupted supply chains, leading to food price hikes,” she warned.

The pandemic risks reversing the progress that has been made in recent decades on lifting people out of poverty and improving their access to healthy food, the UN found.

(III) , said Elwyn Grainger-Jones, the executive director of the CGIAR System Organization, a global agricultural research body. “Solutions need to be science-based and coordinated across sectors to provide immediate response and assistance for those most in need, ongoing and inclusive support in recovery and – perhaps most importantly – future resilience to all shocks, including climate extremes.”

(Copyright Guardian News & Media Ltd 2022 一部改変)

(注) swarms of locusts イナゴの群れ

問1 (1) に入る最も適切な語句を1つ選び、記号で答えなさい。

ア on the verge of イ on the ground of ウ at the cost of エ for the sake of

問2 (2) に入る最も適切な語を1つ選び、記号で答えなさい。

ア Since イ After ウ If エ Unless

問3 下線部 (3) は具体的にどのようなことを意味しているか、日本語で3点説明しなさい。

問4 下線部 (4) に関して、収穫面での問題点としてはどのようなことが指摘されているか、本文に即して日本語で説明しなさい。

問5 下線部 (5) の () 内に、文脈に合うように以下の語句を適切な順序に並び替えて入れるとき、(ア)(イ)(ウ)に入る語句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。

This ⁽⁵⁾ () () (ア) () (イ) () (ウ).

- ① we ② than ③ very different food crisis ④ a
⑤ the ones ⑥ is ⑦ have seen

問6 空欄 (I) ~ (III) に入る最も適切なものを下から選び記号で答えなさい。

ア The Covid-19 crisis is attacking us at every angle

イ Any remedies must also target the climate emergency, which is strongly linked to the world's food systems

ウ Even before the lockdowns, the global food system was failing in many areas

令和4年度（2022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3年11月6日

| 志願学部 | 試験時間 | ページ数 |
|-------|----------------------|------|
| 法 学 部 | 13:00～14:30 (90分) | 9ページ |

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」を開いてはいけません。
2. この「問題冊子」は9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つ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。
3. 「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、折り目を付けたらないでください。
4. 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。
5. 「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。
6. 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。
7. 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—

I. 次の記事を読んで、以下の問いに答えなさい。

In Colombia, as in many other low- and middle-income countries, cash transfer programmes have become a key instrument in providing social protection and have produced many positive effects on different dimensions of human wellbeing. With the pandemic threatening to push an additional 150 million people globally into extreme poverty by the end of 2021, many of these programmes have been extended to cushion the impacts. But what happens once the immediate COVID crisis is over?

Colombia's two largest cash transfer programmes, Families in Action and Youth in Action, were both introduced in 2000, going on to become key social protection measures in the country. The two programmes provide cash payments to families and young people identified as living in poverty, with individual or household eligibility assessed via a *proxy means-test. In line with their stated aim of promoting children's health care and education, these programmes also ask beneficiaries to comply with certain ① behavioural conditions in order to receive payments, which is why the "in Action" programmes are considered *conditional cash transfer programmes (CCTs). Compliance with these conditions is monitored through an administrative platform that uses data from school and health systems.

Targeting families living in extreme poverty with at least one child aged 0 to 18 years, Families in Action is by far the largest social protection programme in Colombia, reaching around 2.7 million families and about 10 million individuals. In recent years, the programme has also been an important vehicle for addressing the needs of new migrant families from Venezuela. The initiative provides a monthly cash transfer of roughly USD \$17 to \$33 depending on the number of children in the household and conditional on the regularity of their school attendance, health check-ups, and vaccinations.

Youth in Action incentivises young people (18 to 24 years) to enter and complete higher education by offering contributions to their tuition fees (between USD \$18 and \$54 per month) and direct cash payments (USD \$160 twice a year) conditional on successful continuation of a given course of studies. Youth in Action seeks to provide follow-on support for young people that grew up in households receiving assistance from Families in Action, though it does also support other young people whose families were not involved. The programme reaches nearly 300,000 young people.

By expanding both their population coverage (horizontal expansion) and the monetary value of their support (vertical expansion), both programmes have also played an important role in addressing the economic and social challenges presented by the COVID-19 crisis.

The eligibility threshold for Families in Action was lowered, bringing in many households identified by the system as economically "vulnerable". In addition, families previously excluded over failure to comply with conditions were quickly re-enrolled, as their details were already in the programme's database. The amount of cash transferred to each household rose by USD \$39 per quarter. Since programme conditions were made far more difficult to meet by the government's own lockdown, the programme also temporarily waived its usual *conditionalities.

With youth unemployment in Colombia rising substantially, Youth in Action widened its age coverage to reach new beneficiaries (now between 18 and 28 years old). Though this move was planned prior to the pandemic, its implementation was fast-tracked, and officials plan a further expansion that will bring in an additional 200,000 young people. An extra one-off payment of USD \$95 has also been made to existing beneficiaries. Unlike for Families in Action, conditionalities for Youth in Action were not waived, however, as most higher education courses transitioned to online teaching relatively quickly. Exceptions were made for young people enrolled in courses that are not offered remotely.

These programmes have expanded rapidly and substantially in response to the pandemic, meaning that they are currently operating beyond their original scope and purpose. While this ability to respond quickly is considered a great achievement within government, there are currently no plans to maintain the changes beyond the end of the pandemic, particularly as economic crisis is expected to lead to tight budgetary constraints. As a result, many of the families and young people who started receiving payments during the pandemic could be cut off from financial support.

The COVID-19 pandemic has led the Colombian government to go to extra lengths and adopt innovative strategies, as when re-engaging with families and young people previously removed due to non-compliance with conditionalities. These new strategies could help us understand how to reduce barriers experienced by vulnerable families and young people when attempting to access support from CCTs. It remains unclear, however, whether the government will be able to build on these new strategies. Disappointingly, the government is not currently planning to continue its revised policy around the flexibility of conditionalities, for example, even though most beneficiaries have reportedly continued to comply with conditionalities during COVID even though compliance was neither monitored nor rewarded.

The pandemic presents a rare opportunity to redesign anti-poverty strategies so that they are informed by relevant evidence on improving children and young people's mental health and life chances. Without careful planning of any future redesign for Colombia's cash transfer programmes, many more families and young people will face highly precarious situations around and beyond the end of the pandemic.

(Adapted from “Extending COVID-related reforms to conditional cash transfers could improve the life chances of young people in Colombia“ by LSE Latin America and Caribbean, May 10th, 2021.より一部改変)

*proxy means-test: a method employed in welfare programmes to identify the target group through assessment of the potential beneficiary's income and assets

*conditional cash transfer programmes (CCTs): 条件付現金給付プログラム

*conditionality: a condition that must be met to receive the benefits of aid programmes

問1 下線部①について、以下の問いに答えなさい。
なお、プログラムの名称は、Families in Action は FA, Youth in Action は YA と表記し、それぞれ2字分とする。

- (1) Families in Action と Youth in Action それぞれのプログラムにおける behavioural conditions とは何かを、日本語 80 字以上 100 字以下で答えなさい。
- (2) これらの現金給付プログラムにおいて、もし behavioural conditions を付けな
いとすれば、付けた場合と比較してどのような違いが生まれると考えられるか。
Families in Action または Youth in Action のいずれかについて、あなたの考え
を日本語 100 字以上 120 字以下で答えなさい。

問2 パンデミック終了後におけるコロンビアの条件付現金給付プログラムについて、
どのような問題があると筆者は考えているか。日本語 140 字以上 170 字以下で答
えなさい。
なお、プログラムの名称は、Families in Action は FA, Youth in Action は YA と表記
し、それぞれ2字分とする。

問3 コロンビアは、19 世紀前半にはベネズエラなどと共にグラン・コロンビアという
1つの国に属していた。その大統領で、ラテンアメリカ独立の指導者の1人であ
る人物は誰か。以下の㉠～㉤の中から選び、記号で答えなさい。

- ㉠ シモン・ボリバル
- ㉡ フィデル・カストロ
- ㉢ チェ・ゲバラ
- ㉣ エバ (エビータ)・ペロン

—このページは白紙—

II. Read the text and answer the questions in English.

Even before Greta Thunberg launched her school strike for climate at age 15, youth activists have been key players in public action on the climate crisis. Now they're breaking new ground in court.

On November 30, six Portuguese children and young people brought a historic court case to the European Court of Human Rights (ECHR). Dubbed Duarte Agostinho and Others v. Portugal and Others – or the Agostinho case, for short – it argues that those states which fail to solve the climate crisis are breaching human rights.

In an exciting development last December, the ECHR agreed to fast track the case. The 33 European states – including the UK (which, post-Brexit, remains part of the ECHR system), France and Germany – now have to respond with information about how they will reduce the greenhouse gas emissions that are destabilising the climate.

This case is part of a growing body of systemic climate litigation, which targets broad state policies. Much of it involves youth applicants for a number of reasons, including the fact that so many children and young people are climate-educated and tech-savvy. Unlike other cases, however, this particular application makes the key argument that states are engaging in youth discrimination.

Youth burden

The applicants to the ECHR – one of whom is as young as eight years old – have argued that, as well as violating their rights to life and to private life, governmental failure to tackle the climate crisis constitutes discrimination. They justify this claim by stating that “children and young adults are being made to bear the burden of climate change to a far greater extent than older generations.”

Portugal is reportedly a climate change hot spot, with increasingly deadly heatwaves. The young people involved in this case were witnesses to the 2017 fires in which over 120 people died. They point out how it is children and young people in particular who are affected in the long term as well as the short term. The heat precipitated by the climate crisis can make everyday life – from studying to exercise – very difficult. It makes them fearful for their futures too.

The next step in the case is for states to explain that, where their actions disproportionately affect young people, this is due to objective factors and not to discrimination. They must also outline how they are considering children's best interests in their policies.

Possibilities for youth?

Most international human rights treaties have a provision protecting groups from discrimination. Agostinho appears to be the first time such a provision is being used to protect “youth” as a category in an international/regional court. Age discrimination provisions are generally understood as protecting older people.

“Youth” is generally taken to include those up to their mid-twenties, but the definition is not clear cut. Under-18s require particular attention as they are generally excluded altogether from discrimination law. This is likely due to a mistaken interpretation of the law, based on the blanket assumption that children cannot have the same rights as adults.

The UN Convention on the Rights of the Child outlines the rights to which under-18s are entitled, and it has certainly been successful in drawing attention to the rights and interests of children. But its non-discrimination article – which mirrors other human rights instruments – is also almost always applied to minorities, gender and disabled children. It is rarely used, if ever, to protect children (as opposed to adults) as a group from discrimination.

Unfair discrimination can include laws and practices that exclude groups. It can also include those that ignore the unique needs of a specific group. The latter is what is being argued in this case. The claimants' position is that climate policies place most of the economic and environmental burden on the younger generation. Too little attention is being paid to figuring out how to share that burden and reduce carbon emissions right now.

This same argument has been used by *petitioners in other ECHR cases – for example, where the Netherlands gave insufficient consideration to women's rights in the context of pension policies. The argument has never been used at the ECHR for “youth” as a group, until now.

(Adapted from “How children are taking European states to court over the climate crisis - and changing the law“ by Aoife Daly, The Conversation, April 8, 2021. Copyright©2021, The Conversation より一部改変)

*petitioner: a person who brings a legal case to a court

Question 1: Explain in your own words the content of the court case brought by the six Portuguese children and young people to the European Court of Human Rights. Why have they brought the case? Why do they focus on Portugal in particular? Why do they argue that the failure to address the climate change crisis constitutes discrimination? Your answer should be approximately **100 words long in total**.

Question 2: What do you think about the idea that bringing claims to a court is a better way to change climate change policies compared to starting a protest movement? Explain your view in **60 to 80 words**.

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、氏名、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 n を 3 以上の整数とする. 正 n 角形 A の周の長さ と 円 C の周の長さが等しいとき, A の面積 S と C の面積 T の大小を比べよ.

2 p を素数とする. 等式

$$(*) \quad \frac{4}{x} - \frac{1}{y} = \frac{2}{p^2}$$

を満たす正の整数 x, y を考える. このとき, 以下の問いに答えよ.

- (1) $p = 2$ のとき, 等式 (*) を満たす正の整数の組 (x, y) をすべて求めよ.
- (2) $p \geq 3$ のとき, 等式 (*) を満たす正の整数の組 (x, y) をすべて求めよ.

3 正の整数 n と正の実数 x に対して

$$f_n(x) = \sum_{k=0}^n (-1)^k {}_n C_k \frac{1}{k+x}$$

とおく. ただし, ${}_n C_k (k=0, 1, \dots, n)$ は二項係数

$${}_n C_k = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

である. このとき, 以下の問いに答えよ.

(1) 正の整数 n , 正の実数 x および $0 < a < 1$ を満たす実数 a に対して

$$g_n(x, a) = \int_a^1 t^{x-1} (1-t)^n dt$$

とおく. このとき, すべての正の整数 n とすべての正の実数 x に対して

$$f_n(x) = \lim_{a \rightarrow +0} g_n(x, a)$$

が成り立つことを示せ.

(2) すべての正の整数 n とすべての正の実数 x に対して

$$f_{n+1}(x) = \frac{n+1}{n+1+x} f_n(x)$$

が成り立つことを示せ.

(3) すべての正の整数 n に対して

$$\sum_{k=1}^n (-1)^{k-1} {}_n C_k \frac{1}{k} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{k}$$

が成り立つことを示せ.

4 実数全体で定義された微分可能な関数 $f(x)$ を考える. このとき, 以下の問いに答えよ.

(1) a を定数とする. すべての正の実数 r に対して

$$g(r) = \frac{1}{2r} \int_{a-r}^{a+r} f(t) dt$$

とおく. このとき, 関数 $g(r)$ の導関数 $g'(r)$ は

$$g'(r) = -\frac{1}{2r^2} \int_{a-r}^{a+r} f(t) dt + \frac{f(a+r) + f(a-r)}{2r}$$

を満たすことを示せ.

(2) すべての実数 x とすべての正の実数 r に対して

$$f(x) = \frac{1}{2r} \int_{x-r}^{x+r} f(t) dt$$

が成り立つとする. このとき, 関数 $f(x)$ は 1 次関数もしくは定数関数であることを示せ.

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.

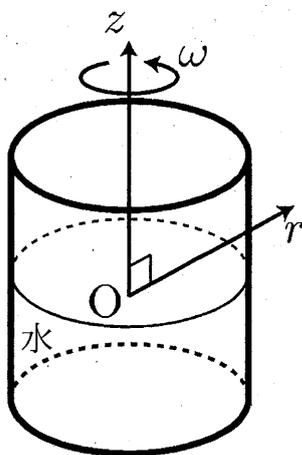
課題 1

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、中心軸が鉛直方向を向いた円筒形の容器に水を入れ、中心軸のまわりに一定の角速度 ω で回転させた。十分に時間が経過すると、容器内の水は容器とともに回転し、容器に対して静止した。このとき、中心軸を z 軸とし、 z 軸と水面の交点を O とする。点 O を通り、容器とともに回転する水平軸を r 軸とする。以下の問いに答えよ。表面張力は無視できるとし、重力加速度の大きさを g とする。

- (1) 水面上の $r = r_1$ の位置に浮力で浮いて、容器に対して静止している質量 m の小物体がある。容器とともに回転しながら観察したとき、この小物体にはたらくすべての力を解答用紙の図中に図示せよ。解答は力の向きを矢印で表し、力の名称を記すこと。解答は矢印と名称のみでよい。
- (2) $r = r_1$ の位置において水面が水平面となす角を θ_1 とする。水面の傾き $\tan \theta_1$ を、 m, g, ω, r_1 の中から必要なものを用いて表せ。
- (3) 水面の高さ z は r の関数として $z = f(r)$ と表される。関数 $f(r)$ を求めよ。

斜め上から見た図



横から見た図

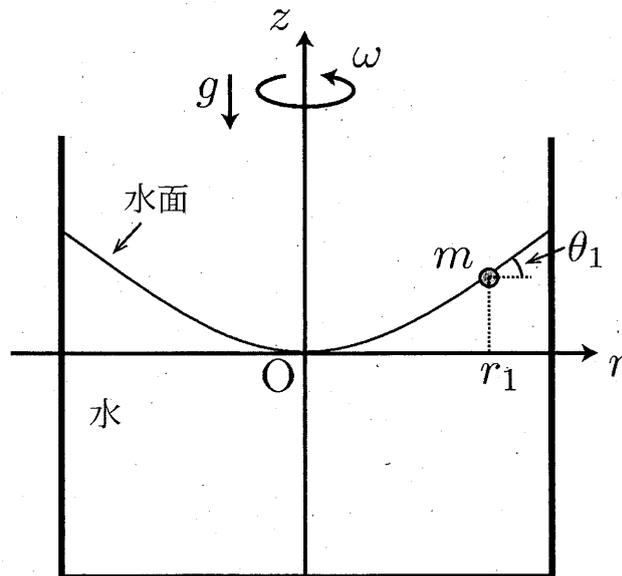


図 1

問 2 図2のように、細くて変形しない針金に、穴の空いた小球を通して、小球が宙返りして運動できる装置が水平な床の上に置かれている。鉛直な入射直線部が、半径 r の四分円を経てなめらかに長さ r の水平な直線につながり、点 O から半径 r の四分円 OP につながる。その後、長さ r の直線 PQ 、半径 r の半円 QRS 、長さ r の直線 ST を経て半径 r の四分円 TO' につながり、長さ $3r$ の水平な直線 $O'U$ につながる。図2(左図)に示すように、点 O と点 O' は離れており、それぞれの位置での小球の運動を妨げることはない。一方で、点 O と点 O' の間の距離は短く、この針金は床に対して垂直な平面上にあるとみなしてよい。図2(右図)に示すように、点 O' を原点として水平右向きに x 軸をとる。針金の端の点 U には壁が設置してあり、小球が衝突した場合には反発係数(はね返り係数) 1 の弾性衝突をする。また直線 $O'U$ 上の区間 $\frac{r}{2} \leq x \leq \frac{5r}{2}$ (摩擦領域) では、針金と小球の間に動摩擦係数 μ' の摩擦がはたらく。摩擦領域以外では小球は摩擦なくなめらかに針金に沿って運動することができる。重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗は無視できるとする。また、小球の大きさは小さく無視できるとして、以下の問いに答えよ。

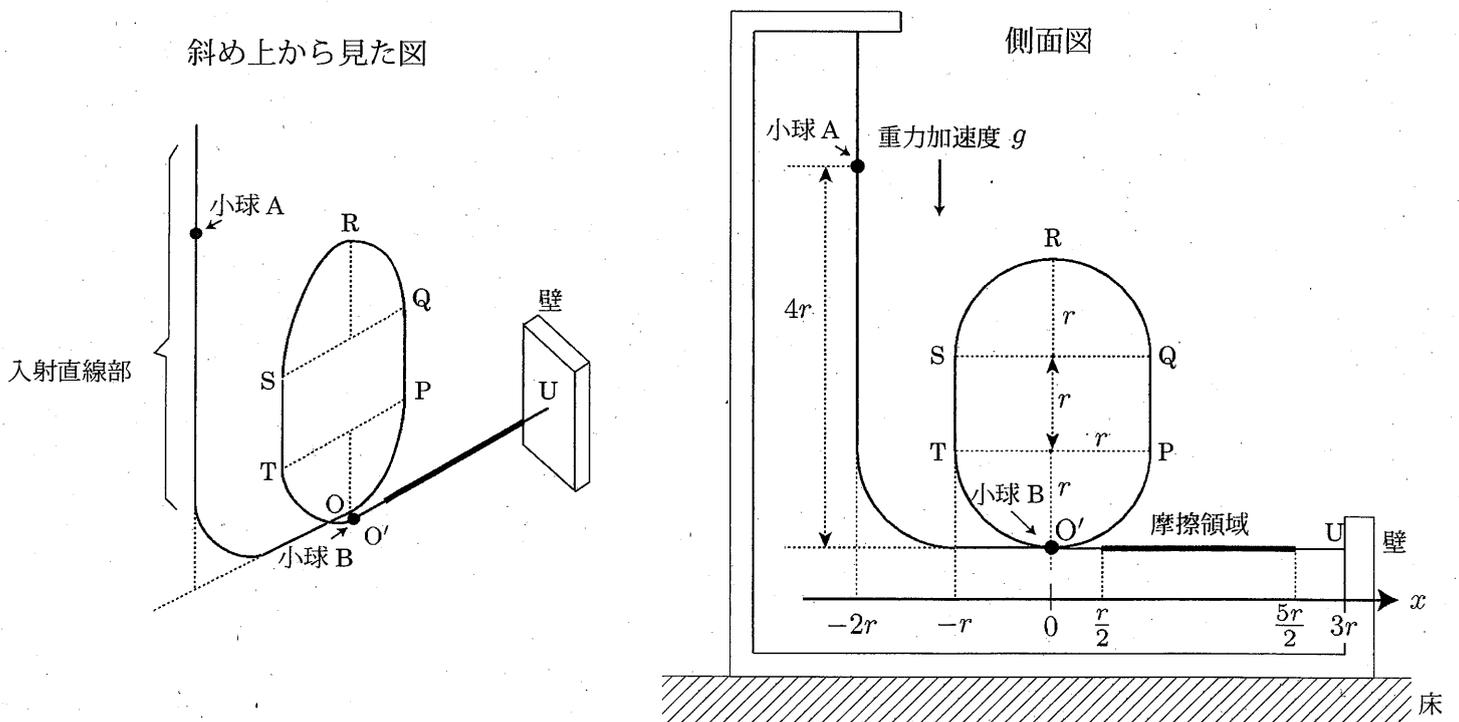


図 2

まず、この装置を水平な床に固定し、質量 m の小球 B を点 O' に静止させて置く。質量 m の小球 A を入射直線部上で点 O' から高さ $4r$ の位置に置き、静かにはなして針金に沿って運動させた。

- (1) はじめて点 P を通過したときの小球 A の速さ v_P を、 m, g, r の中から必要なものを用いて表せ。
- (2) 小球 A が点 P から点 Q に移動するのにかかる時間 t を、 m, g, r の中から必要なものを用いて表せ。

小球 A は点 R をこえて運動し、点 O' で小球 B と反発係数 1 の弾性衝突をした。小球 A と小球 B の衝突後の運動を考える。

- (3) 衝突直前の小球 A の速度を v_A とする。衝突直後の小球 A および小球 B の速度 v'_A および v'_B をそれぞれ v_A を用いて表せ。
- (4) 衝突後の小球 B が再び小球 A と衝突するためには、 v'_B はある値 V よりも大きい必要がある。 V を m, g, r, μ' の中から必要なものを用いて表せ。

以下の問題は動摩擦係数を $\mu' = \frac{4}{9}$ として解答せよ。

- (5) 小球 A と小球 B は衝突を繰り返す、やがてともに静止した。はじめの衝突の後、小球 A と小球 B が静止するまでに小球 A と小球 B が衝突した回数を求めよ。
- (6) 小球 A と小球 B の静止位置の x 座標をそれぞれ x_A と x_B として、 x_A および x_B を求めよ。

(次ページにつづく)

次に、小球 B を装置から取り除き、図 3 に示すように装置を台車の上に固定し、台車を x 軸の正の向きに一定の加速度 a で運動させた。小球 A を入射直線部上で点 O' から高さ $2r$ の位置に置き、台車とともに動く人から見て下向きに初速 v_0 で針金に沿って運動させた。

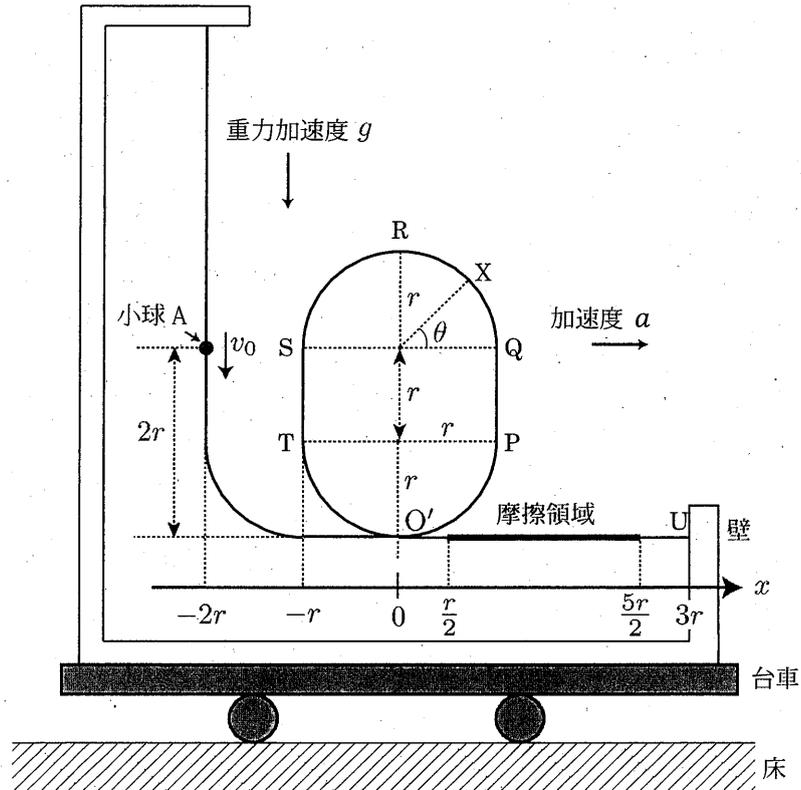


図 3

- (7) 小球 A が運動をはじめてから半円 QRS 上の点 X (点 Q から点 X までの角度を θ とする) に達するまでに、台車とともに動く人から見て、小球 A に作用する力がした仕事の総和 W 、および点 X での速さ v_X を、それぞれ m, g, r, a, v_0, θ の中から必要なものを用いて表せ。
- (8) 小球 A が点 O' に到達するために必要な v_0 の条件を求めよ。

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 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 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 のように、 xyz 空間の xy 平面内にいずれも正の電気量 Q を持つ 3 つの点電荷 A, B, および C が、原点 O を中心とする半径 a の円周上で正三角形をなすように固定されている。ただし、点電荷 A は座標 $(a, 0, 0)$ の位置にあり、点電荷 B の位置の y 座標は正とする。また、 z 軸上に点 $P(0, 0, h)$ をとる。クーロンの法則の比例定数を k とし、電位の基準は無限遠を 0 として、以下の問いに答えよ。

- (1) xy 平面内の電場の様子を電気力線を用いて表せ。ただし、各点電荷には 3 本の電気力線がつながっているものとする。電気力線の一部が点電荷に接続している様子が解答欄に示されているのでこれを補って描くこと。解答は図のみでよい。
- (2) (a) 点電荷 A のみによる点 P における電位 V_A を求めよ。
(b) 点電荷 B のみによる点 P における電位 V_B を求めよ。
(c) 点 P における電位 V を求めよ。
- (3) (a) 点電荷 A が単独で点 P につくる電場ベクトル \vec{E}_A を成分表示で答えよ。
(b) 点電荷 B が単独で点 P につくる電場ベクトル \vec{E}_B を成分表示で答えよ。
(c) 点 P における電場ベクトル \vec{E} を成分表示で答えよ。

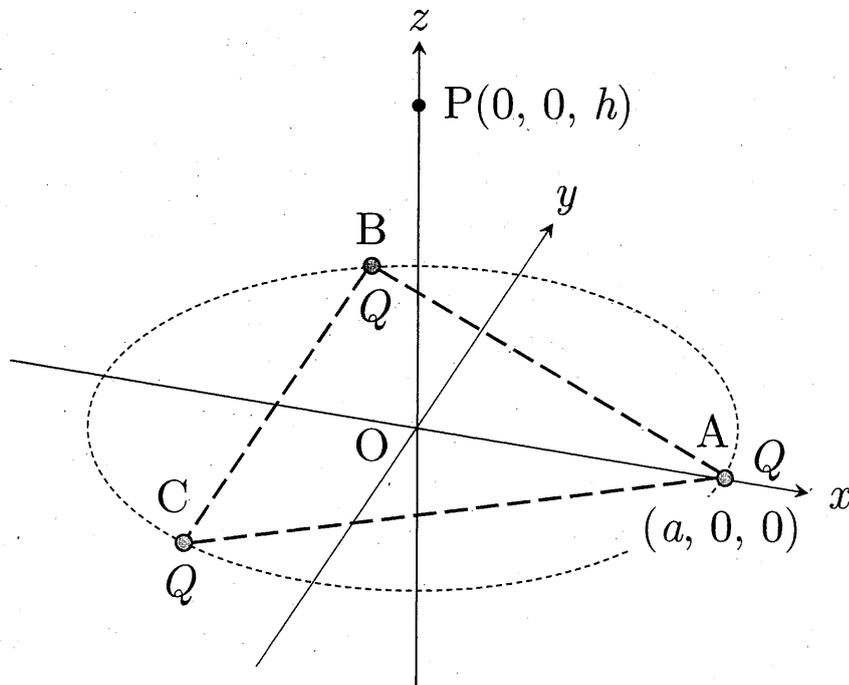


図 1

- (4) 次に図2のように質量が m で正の電気量 q を持つ点電荷 D を z 軸上に置く。ただし、点電荷 D は z 軸上のみをなめらかに運動でき、 z 軸からはずれることはない。また、重力が z 軸負の向きにはたらいており、重力加速度の大きさを g とする。いま、点電荷 D を z 軸上のある点に静かに置いたところ動き出すことはなかった。このような点が存在するためには点電荷 D の質量 m はある値 m_0 以下でなくてはならない。 m_0 を求めよ。

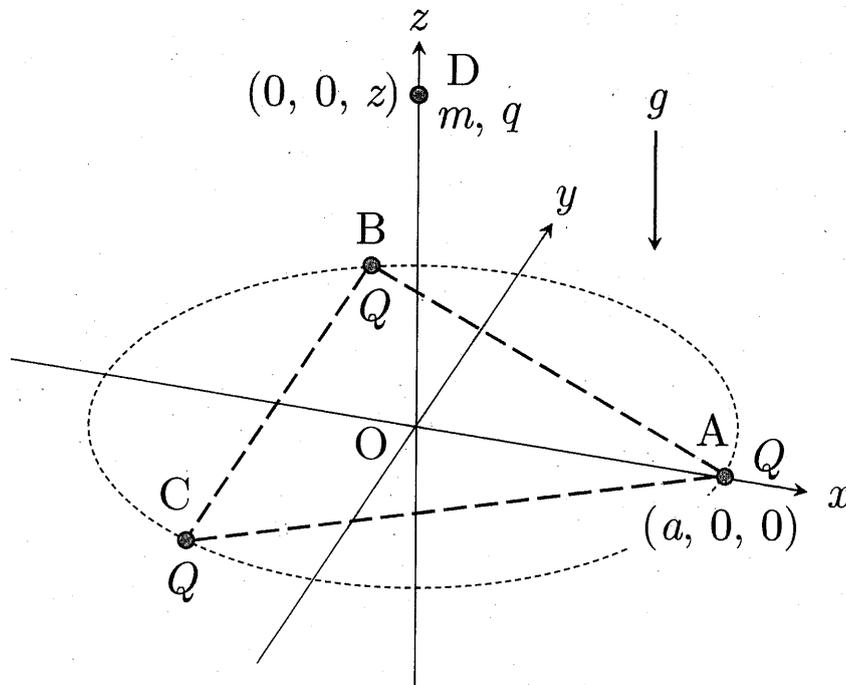


図 2

問 2 図3のように、十分に長い2本の絶縁体のレールが水平面内に間隔 L で平行に固定されている。2本のレールの間の領域には、磁束密度 B の一様な磁場が長さ L ごとに紙面の表から裏へ向かう向き（領域 1,3,⋯）と裏から表へ向かう向き（領域 2,4,⋯）に交互にかかっている。このレールの上に質量 m の長方形回路 PQRS を辺 PQ がレールに対して直角になるように置いた。辺 QR, 辺 SP の長さは L である。回路は抵抗値 R の抵抗と抵抗が無視できる導線からなる。回路は辺 PQ をレールと直角に保ったまま形を変えることなくなめらかに移動できる。また、図3のように右向きを正とする座標軸 x をとり、原点を領域 1 の中央とする。力、加速度、速度もすべて右向きを正とし、回路の位置は辺 PQ の x 座標で表す。自己誘導や空気の影響は無視できるものとして、以下の問いに答えよ。

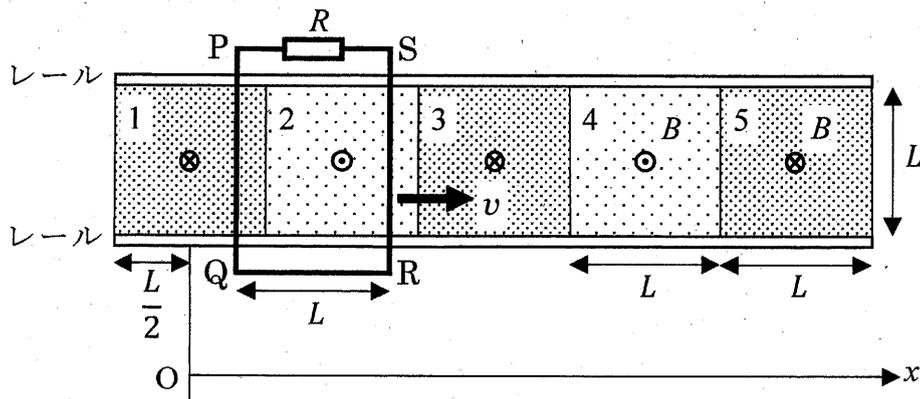


図 3

- (1) x 軸正の向きに外力 F を加えて回路を一定速度 $v = v_0 (v_0 > 0)$ で動かした場合を考える。
 - (a) 回路を貫く磁束 Φ の時間変化の様子をグラフに示せ。回路の位置が $x = 0$ のときを時刻 $t = 0$ とし、 $t = 0$ から $t = \frac{2L}{v_0}$ までの間を示すこと。磁束は、紙面の裏から表へ向かう向きに磁場が回路を貫いたときを正とする。
 - (b) 回路 PQRS に生じる誘導起電力 V の時間変化の様子を問 2(1)(a) と同じ時間範囲でグラフに示せ。
 - (c) 回路の速度を一定に保つために必要な力 F を、 B, L, m, R, v_0 の中から必要なものを用いて表せ。
 - (d) 抵抗で消費されている電力 P を、 B, L, m, R, v_0 の中から必要なものを用いて表せ。

(2) 外力 $F = 0$ の場合を考える.

- (a) 回路が速度 v で動いているときの回路の加速度 a を, B, L, m, R, v の中から必要なものを用いて表せ.
- (b) 回路が時刻 $t = 0$ に $x = 0$ を速度 $v = v_0 (v_0 > 0)$ で通過した. $t > 0$ における回路の速度の時間変化の様子をグラフに示せ.
- (c) 回路の運動エネルギーを E とする. 回路が速度 v で動いているときの E の変化率 $\frac{dE}{dt}$ を問 2(2)(a) の結果を使って求め, B, L, m, R, v の中から必要なものを用いて表せ. また, 得られた結果のもつ物理的意味を説明せよ.

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 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 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 図 1 のような容器に 1 モルの単原子分子理想気体が閉じ込められている。容器はなめらかに動くピストンで閉じられており、容器やピストンの熱容量は無視できる。気体の体積を V 、圧力を P 、温度を T 、内部エネルギーを U 、気体定数を R として以下の問いに答えよ。

- (1) ピストンに力を加えてゆっくりと動かし、気体の体積を V から微小量 ΔV だけ変化させる。さらに微小な熱 Q を気体に与えたとする。このときの内部エネルギーの変化 ΔU を、 $P, V, \Delta V, Q$ の中から必要なものを用いて表せ。
- (2) 気体の圧力、体積および温度が P, V, T からそれぞれ微小量 $\Delta P, \Delta V$ および ΔT だけ変化したとする。状態方程式で微小量どうしの積は無視することによって、 $\frac{\Delta T}{T}$ を $\frac{\Delta P}{P}$ および $\frac{\Delta V}{V}$ を用いて表せ。
- (3) 理想気体が断熱されて外部との熱のやり取りがないときは、 ΔV と ΔP の間に

$$\frac{\Delta P}{P} + \gamma \frac{\Delta V}{V} = 0$$

の関係が成り立つ。ここで γ は定数である。この定数 γ を問 1(1), (2) の結果を用いて求めよ。

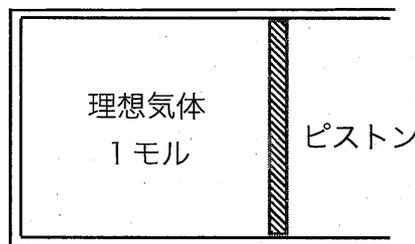


図 1

(次ページにつづく)

次に図2のように、ピストンの左側および右側にそれぞれ単原子分子理想気体1モルを封入した。左側の気体を気体A、右側の気体を気体Bと呼ぶことにする。気体AおよびBは断熱されており、外部および互いの熱のやりとりはないとする。ピストンの質量を m 、面積を S とする。また図のようにピストンの面に垂直な方向の容器の長さを $2L$ とし、ピストンや容器の厚みは無視できるとする。ピストンの面に垂直な方向に x 軸を、容器の両端が $x = -L$ および $x = L$ となるようにとる。ピストンが位置 $x = 0$ で静止したときの気体A、Bの温度が T_0 であるとする。

- (4) ピストンを位置 $x = 0$ からゆっくりと微小量 Δx だけ動かす。このとき気体AおよびBの圧力が位置 $x = 0$ での圧力に比べてそれぞれ微小量 ΔP_A および ΔP_B だけ変化したとする。 $|\Delta x|$ が十分小さく問1(3)の関係式がそれぞれの気体で成り立つとしたとき、 ΔP_A および ΔP_B をそれぞれ $\Delta x, L, S, R, T_0, \gamma$ を用いて表せ。ただし γ の具体的な値を代入する必要はない。
- (5) ピストンを位置 $x = 0$ からゆっくりと動かし、位置 $x = h$ (h は微小量)から静かに放したところ単振動を始めた。問1(4)の結果を使ってこの単振動の周期を m, L, R, T_0, γ を用いて表せ。
- (6) ピストンが問1(5)の単振動を行なっているとき、ある瞬間のピストンの速度を v 、気体A、Bの温度をそれぞれ T_A, T_B とする。ピストンと気体からなる系の全エネルギー E を v, T_A, T_B, m, R を用いて表せ。
- (7) 問1(5)の単振動中に、気体Aの内部エネルギー U_A と気体Bの内部エネルギー U_B の和 $U_A + U_B$ はわずかに変化している。その最大値と最小値の差 $\Delta(U_A + U_B)$ を $m, h, S, L, R, T_0, \gamma$ の中から必要なものを用いて表せ。

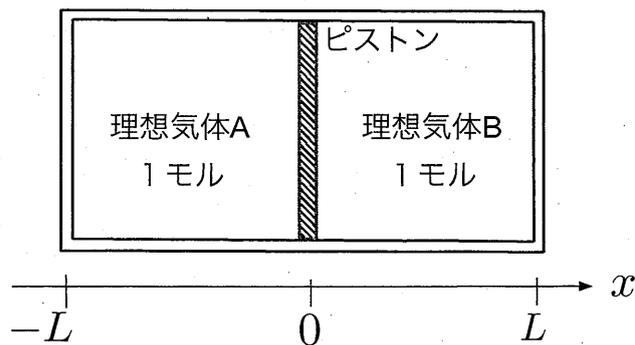


図2

問2 図3のように、水平な底面をもつ水槽に水が入っており、その深さは h である。水槽の壁は鉛直な平面である。水平面に沿って壁に垂直に x 軸，壁に沿って水平に y 軸をとる。水面の鉛直方向の変位を z ，時刻を t として，水面を伝わる波に関する以下の問いに答えよ。ただし，波が壁で反射されるとき波の位相は変化しないとする。

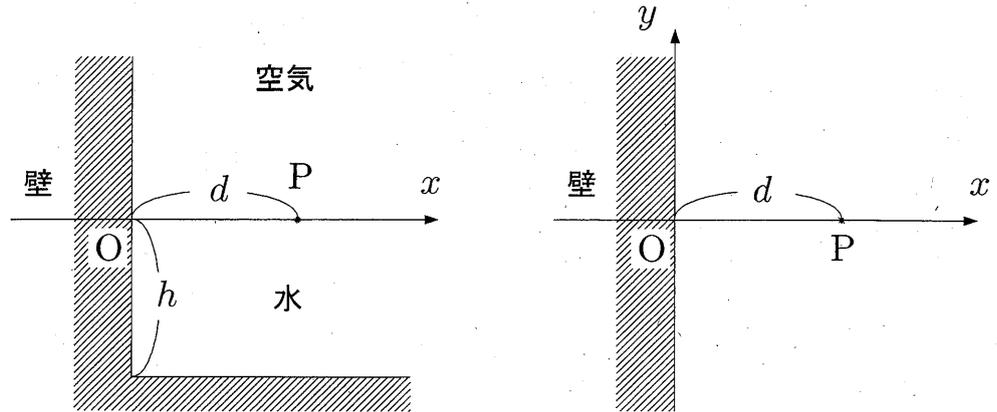


図3 横から見た図 上から見た図

(1) 水面を伝わる波の速さ v は，深さ h に比べて波長が十分大きく，振幅が十分小さい場合，重力加速度の大きさ g と h を用いて $v = g^a h^b$ (a, b は定数) と表せる。それぞれの量の単位を考慮することによって a, b の値を求めよ。

(2) x 軸の負の向きに進む振幅 A ，波長 λ ，振動数 f の平面波が壁に入射し，反射して，定在波（定常波）が生じた。ただし振幅 A は深さ h に比べて十分小さいものとする。

(a) 時刻 t ，位置 (x, y) における入射波の変位は $z = A \sin \left[2\pi \left(ft + \frac{x}{\lambda} \right) \right]$ と表される。この波の速さが $v = f\lambda$ となる理由を，変位の式を使って説明せよ。

(b) 時刻 t ，位置 (x, y) における反射波の変位は $z = A \sin \left[2\pi \left(ft - \frac{x}{\lambda} \right) \right]$ と表される。次の公式を用いて，観測される定在波の節の位置 (x 座標) をすべて求めよ。

$$\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2} \quad (\alpha, \beta \text{ は定数})$$

(3) 壁から距離 d だけ離れた点 $P(d, 0)$ に波源を置き、振動数 f で振動させると、点 P を中心とする波長 $\frac{2}{3}d$ の円形波が発生し、壁で反射した。ただし波の振幅は深さ h に比べて十分小さいものとする。

(a) 直線 $y = 0$ 上の $x \geq 0$ の部分において、点 P から直接到達する波と壁で反射した波が弱めあう点の位置 (x 座標) をすべて求めよ。

(b) 直線 $x = d$ 上の $y \geq 0$ の部分において、点 P から直接到達する波と壁で反射した波が弱めあう点のうち、点 P に最も近い点 Q の位置 (y 座標) を求めよ。

(c) xy 平面上の $x \geq 0$ の部分において、点 P から直接到達する波と壁で反射した波が弱めあう点を連ねた曲線のうち、問 2(3)(b) の点 Q を通る曲線の概形を解答用紙の図に描き、そのような形になる理由を式を用いて述べよ。

令和四年度 東北大学理学部 AO 入試Ⅱ期 (化学系)

適性試問 A

令和3年11月6日 (土)

9 : 15 ~ 10 : 30

受験番号 _____

氏名 _____

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子、解答用紙を開かないこと。
2. 試験開始後、全ての問題用紙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。
3. 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。
4. 草案用紙は、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、草案用紙は回収するので、受験番号と氏名を記入すること。
5. 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。

(解答用紙 1 に解答せよ)

1 次の文章を読み、以下の問1から問9に答えよ。

純物質を構成している元素の種類が1種類の物質を単体という。炭素のみで構成される単体には、黒鉛やダイヤモンドのほかに、 C_{60} を代表とする球状の ア や、管状の イ などがある。黒鉛は、すべての炭素原子が隣接する ウ 個の炭素原子と エ 結合した平面層状構造であり、電気 オ 性をもつ。一方、ダイヤモンドでは カ 個の最近接原子が キ 体構造の頂点の位置にあり、光の ク 率が高い。また、黒鉛からはがれた2次元の単層シートは ケ とよばれ、熱をよく伝える。このように同じ元素の単体だが、性質の異なる物質を互いに コ という。

他にも、同じ元素からなる単体で性質が異なる例として、多くの生物に必要な酸素 O_2 と、特異臭を持つオゾンがある。酸素 O_2 は空気中に体積比で約 サ %含まれる。オゾンは強い シ 作用を持つため、ヨウ化カリウム水溶液を使ったヨウ素 ス 反応で検出することができる。地表からの高度10 kmから50 kmの層では、生体に有害な セ を酸素 O_2 が吸収してオゾンが生成する。またオゾンも セ を吸収して分解するため、吸収したエネルギーは化学エネルギーと ソ エネルギーに変換される。

問1 文中の空欄 ア から ソ に入る適切な語句または数字を書け。

問2 炭素(黒鉛)と炭素(ダイヤモンド)の燃焼熱は、それぞれ394 kJ/molと396 kJ/molである。黒鉛からダイヤモンドを生成する反応の熱化学方程式を書け。

問3 黒鉛からダイヤモンドを生成する反応は室温では極めて起こりにくいが、高温・高圧ではダイヤモンドの生成が可能になる。高温にすることで、この反応が起こりやすくなる理由を書け。

問4 C_{60} は室温において面心立方格子の分子結晶をつくる。この分子結晶の単位格子中には何個の炭素原子が含まれるか書け。

問5 C_{60} 分子の結晶の単位格子の一辺の長さは1.4 nmである。 C_{60} 分子を直径0.7 nmの球体と仮定して、 C_{60} の分子結晶の単位格子の体積に占める C_{60} の体積の割合を有効数字2桁で答えよ。ただし、 C_{60} 分子の内部の空間は C_{60} 分子の体積に含まれるものとする。

- 問6 六角形格子構造をとる窒化ホウ素 (h-BN) は、黒鉛の炭素を交互に B と N に置き換えた平面が重なった結晶であることから、「白い黒鉛」と言われる。h-BN の電気抵抗が非常に大きい理由について、「価電子」と「電気陰性度」の2語を用いて書け。
- 問7 ヨウ化カリウム水溶液にオゾンを通じた際に起こる反応を化学反応式で書け。
- 問8 酸素 O₂ とオゾンと比較して沸点が高いのはどちらか答えよ。また、その理由も書くこと。
- 問9 オゾンは水に溶解するため、オゾン水生成器が市販されている。一般に気体の溶解熱は正の値になり、水の温度が高くなると溶解度が減少する。気体の溶解度が高温で減少する理由を書け。

(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6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。

原子量 C = 12 O = 16 Fe = 56 気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

世界での生産量の多い重金属として、鉄、銅および亜鉛があげられ、社会のさまざまな場面で利用されている。

鉄は、地殻中に最も多く含まれる a)遷移元素 であり、その単体は、溶鉱炉での b)鉄鉱石とコークスを用いた反応 により生産されている。 **ア** を主成分とする鉄の酸化物は、 c)アンモニアを窒素と水素から工業的に合成する **イ** 法の触媒として働く。

銅は、鉱石から得られる粗銅の **ウ** を行うことで高純度の単体が生産されており、電気をよく通し、熱も伝わりやすいため、電線や調理器具に利用されている。銅と亜鉛の合金は、 **エ** とよばれ、楽器や硬貨に用いられている。

亜鉛は、酸だけでなく d)強塩基とも反応するため、 **オ** 元素とよばれる。亜鉛の単体は、乾電池の負極に利用されている。また、酸化亜鉛を主体とする触媒を用いて、一酸化炭素と水素から **カ** が工業的に製造されている。

問1 文中の空欄 **ア** から **カ** に入る適切な語句を書け。

問2 下線部 a) に関連して、以下の(1)-(3)では、それぞれ特定の遷移元素について説明している。該当する遷移元素の元素記号を解答欄に書け。

- (1) 単体の電気の通しやすさと熱の伝わりやすさが、すべての金属のなかで最も大きい。ハロゲン化物は感光性があり、光が当たると分解して単体が生成する。
- (2) 単体は、硝酸を工業的に製造するオストワルト法での、アンモニアから一酸化窒素への酸化反応の触媒として用いられる。耐食性に優れ、電気分解の電極にも利用される。
- (3) 単体は腐食されにくく、水道の蛇口のめっきやステンレス鋼に利用される。酸化数+6の酸化物イオンは、 Pb^{2+} イオンと水溶液中で反応し黄色沈殿を生じる。

問3 下線部 b) の反応の代表例では、酸化鉄(III) (赤鉄鉱の主成分) が一酸化炭素 (コークス由来) により段階的に還元される反応を経て、鉄の単体と二酸化炭素が生成する。この過程で排出される二酸化炭素の削減が、脱炭素社会の実現に向けた課題となっている。

- (1) 上記下線部の段階的な反応全体を1つにまとめた化学反応式を書け。
- (2) (1)の反応が完全に進んだとして、酸化鉄(III)から鉄 5.6 kg を得るために排出される二酸化炭素の 27 °C, 1.0×10^5 Pa での体積を L 単位で計算し、有効数字 2 桁で書け。ただし、二酸化炭素は理想気体としてふるまうものとする。

問4 下線部 c) のアンモニアの合成反応に関して、以下の問いに答えよ。アンモニアの生成熱(発熱)として、46 kJ/mol を使用せよ。

- (1) 水素分子の H-H 結合およびアンモニアの N-H 結合のエネルギーがそれぞれ 436 kJ/mol および 391 kJ/mol であることを用い、窒素分子の N≡N 結合のエネルギーを算出し、kJ/mol 単位の整数値で書け。
- (2) この合成反応は、高温(400–600 °C)・高圧の条件下で行われている。高圧にする理由を書け。

問5 下線部 d) に関して、亜鉛と水酸化ナトリウムとの反応の化学反応式を書け。

問6 Fe^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} イオン, および, ある金属 X の n 価の陽イオン X^{n+} を含む水溶液について, 図1に示した手順により, 金属イオンの分離を行った。これに関する以下の問いに答えよ。

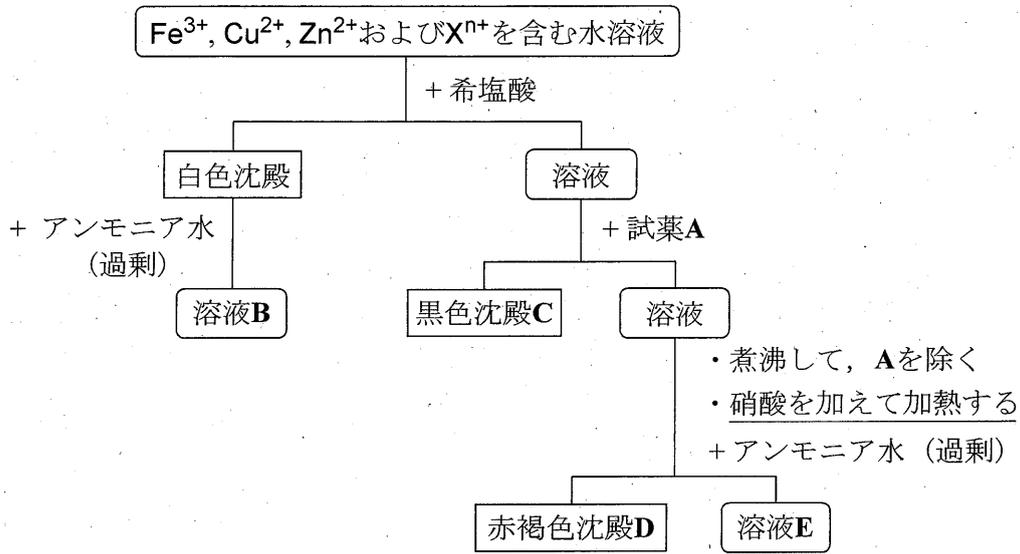


図1

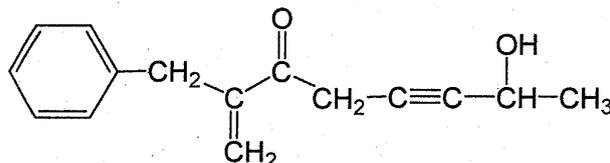
- (1) 図1の試薬Aとして適切なものを次の①から④の中から1つ選び, 解答欄の数字を○で囲め。
 ① 希硫酸 ② 硫化水素 ③ 水酸化ナトリウム水溶液 ④ アンモニア水
- (2) X^{n+} イオンは次の①から④のいずれかである。正しいものを選び, 解答欄の数字を○で囲め。また, 溶液Bに含まれる錯イオンのイオン式を書け。
 ① Cd^{2+} ② Ag^+ ③ Pb^{2+} ④ Mn^{2+}
- (3) 沈殿Cおよび沈殿Dに含まれる金属化合物の化学式をそれぞれ書け。
- (4) 溶液Eに含まれる錯イオンのイオン式を書き, その形(立体構造)を次の①から⑤の中から1つ選び, 解答欄の数字を○で囲め。
 ① 直線形 ② 折れ線形 ③ 正方形 ④ 正四面体形 ⑤ 正八面体形
- (5) 図1の下線部で示した硝酸を加えて加熱する操作が必要な理由を40字程度で書け。
- (6) Fe^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} および X^{n+} イオンを含む水溶液に, はじめに希塩酸を入れるべきところ, 間違っってアンモニア水を過剰量加えてしまった。この場合に, どのような手順を以降に行えば各イオンを最も効率よく分離できるかを書け。ただし, 次の試薬が手元にあり, 使用できるものとする。また, X^{n+} イオンは, (2)で答えたものであるとする。
 希塩酸 希硝酸 希硫酸 硫化水素 アンモニア水

(解答用紙 **3** に解答せよ)

3 次の文章[I]および[II]を読み、以下の問1から問10に答えよ。構造式を求められた場合は、以下の例のように書け。計算のために必要な場合には、以下の数値を使用せよ。

原子量 H = 1 C = 12 O = 16

(例)



[I] ベンゼンは6個の炭素原子が環状につながった構造をしており、このような環状構造をベンゼン環という。ベンゼン環を持つ炭化水素を **ア** 炭化水素という。 **ア** 炭化水素にはトルエンのようにベンゼン環に置換基を持つものや、分子式 C_{10}H_8 の化合物 **A** のような複数のベンゼン環を持つものも含まれる。ベンゼンは化学反応により様々な化合物に変換できる重要な化合物である。

問1 文中の空欄 **ア** に入る語句を書け。

問2 ベンゼンやベンゼン環に関する次の①から⑥の説明のうち誤っているものを1つ選び、解答欄の記号を○で囲め。

- ① ベンゼンの6つの炭素原子は同一平面上にある。
- ② ベンゼンの6つの炭素原子間の結合距離はすべて等しい。
- ③ ベンゼンはアセチレンを鉄触媒とともに加熱することで生成する。
- ④ ベンゼンは空気中で多量の煤をだして燃焼する。
- ⑤ ベンゼン環を持つアミノ酸も存在する。
- ⑥ ナイロン6はベンゼン環を持っている。

問3 化合物 **A** の名前を書け。

[II] 酸素原子を複数含む有機化合物 **B**, **C**, **D**, **E** がある。これらはいずれもベンゼン環を2つ持ち、酸素-酸素結合を持たない。また、化合物 **B** と **C** は異性体の関係にある。化合物 **B**, **C**, **D**, **E** および関連する化合物について以下の実験1から実験9を行った。

実験1 化合物 **B**, **C**, **D**, **E** の混合物を適切な触媒存在下で水と反応させると、加水分解反応が進行し化合物 **F**, **G**, **H**, **I** が得られた。

実験2 化合物 **F** と無水酢酸の混合物に濃硫酸を加えると、解熱鎮痛剤に用いられる分子量180の化合物 **J** が得られた。

実験3 化合物 **G** の分子量は122であり、ベンゼン環を1つ持っていた。**G** の水溶液は酸性を示した。また、**G** と **H** は異性体の関係であった。

実験4 化合物 **G** を過マンガン酸カリウムを用いて酸化すると **F** が得られた。また、**G** はフェーリング液を還元しなかった。

実験5 化合物 **F** と **G** の混合物を硫酸存在下で加熱すると **B** が生じた。

実験6 化合物 **H** の水溶液は中性であった。また、**H** のベンゼン環の1つの水素を臭素に置き換えた化合物には2種類の異性体が存在した。

実験7 化合物 **I** の水溶液は中性であった。**I** を適切な酸化剤により十分に酸化すると、分子量が28増加した化合物 **K** が得られた。**K** は炭素原子の数が2個のジカルボン酸であった。

実験8 化合物 **F** と **I** の混合物を硫酸存在下で加熱すると **D** が生じた。**D** に適切な酸化剤を加え穏やかに酸化すると、化合物 **L** が得られた。化合物 **L** はフェーリング液を還元して赤色沈殿を生じた。

実験9 化合物 **E** は塩化鉄(III)水溶液によって呈色しなかった。また、**E** のベンゼン環の1つの水素を臭素に置き換えた化合物には4種類の異性体が存在した。

問 4 化合物 **J** の構造式を書け。

問 5 化合物 **G** の構造式を書け。

問 6 化合物 **B** の構造式を書け。

問 7 化合物 **H** の構造式を書け。

問 8 化合物 **I** の名前を書け。

問 9 化合物 **D** の構造式を書け。

問 10 化合物 **E** の構造式を書け。

令和四年度 東北大学理学部 AO 入試Ⅱ期 (化学系)

適性試問 B

令和3年11月6日 (土)

10:45～11:35

受験番号 _____

氏名 _____

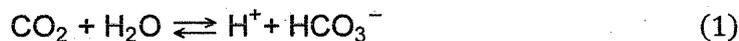
注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子、解答用紙を開かないこと。
2. 試験開始後、全ての問題用紙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。
3. 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。
4. 草案用紙は、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、草案用紙は回収するので、受験番号と氏名を記入すること。
5. 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。

(解答用紙 **4** に解答せよ)

4 次の文章を読み、以下の問1から問7に答えよ。

水は様々な物質を溶かすことのできる液体である。海水などの水溶液で衣服がぬれると淡水よりも乾きにくくなるのは、水溶液の **ア** が純水よりも低いためである。a)塩化ナトリウムなどのイオン結晶は水に溶けると電離し、塩化物イオンとナトリウムイオンにはb)水分子が方向性を持って水和する。c)同じく金属と塩素の化合物である塩化銀は、ごくわずかにしか水に溶けない。シヨ糖などの糖類は、**イ** を持つ親水性のヒドロキシ基が分子内にあることにより水によく溶けるが、ベンゼンやヘキサンにはあまり溶けない。一方で、ヨウ素やナフタレンなどの **イ** を持たない分子は水にはあまり溶けない。これらの疎水性の分子を水に溶かすのに、親水基と疎水基を併せもつセッケンなどの洗剤としてはたらく分子(**ウ** 剤)が使われる。セッケンの分子は、ある濃度以上ではa)水溶液中で会合して **エ** と呼ばれるコロイド粒子となる。このようなコロイド粒子を水に分散させた液体に多量の電解質を加えると、コロイド粒子の成分が沈殿する。この現象は **オ** と呼ばれ、豆腐やセッケンの製造に利用される。二酸化炭素は、水に溶けると以下のような反応が起こりその水溶液は弱酸性になる。



$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]} = 4.3 \times 10^{-7} \text{ mol/L} \quad (2)$$

大気と平衡にある水に溶けている二酸化炭素の濃度 $[\text{CO}_2]$ は $1.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ であることと、(2)式の電離定数の値より、大気と平衡にある水のpHは以下の式で与えられる。

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+] \approx \text{カ} - \frac{1}{2} \log_{10} \text{キ} \approx 5.6 \quad (3)$$

問1 文中の空欄 **ア** から **オ** に適切な語句を書け。

問2 下線部 a)に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 塩化ナトリウムの水への溶解はわずかに吸熱反応であり、その溶解熱は -3.9 kJ/mol である。温度を上げた時に塩化ナトリウムの水への溶解度は大きくなるか、小さくなるか、変化しないか、答えよ。
- (2) 塩化ナトリウムの水への溶解熱は、発熱の過程と吸熱の過程の寄与の結果で決まる。以下の①から④の過程のうち、塩化ナトリウムの溶解に対して吸熱過程として寄与するものを全て選び、解答欄の数字を○で囲め。

① Na^+ と Cl^- の結合の切断 ② Na^+ の水和 ③ Cl^- の水和 ④ 水分子間の水素結合の切断

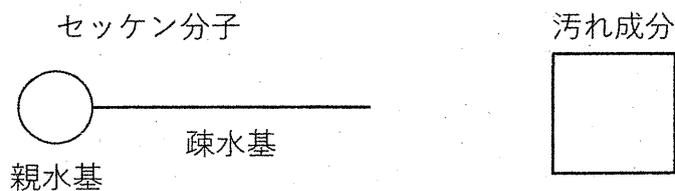
問3 下線部 b)のイオンへの水和についての記述として正しいものを全て選び、解答欄の数字を○で囲め。

- ① 水分子の酸素原子が、塩化物イオンの方に向くように水和する。
- ② 水分子の酸素原子が、ナトリウムイオンの方に向くように水和する。
- ③ 塩化物イオンとナトリウムイオンの間に一つの水分子が挟まれる構造となる。
- ④ ナトリウムイオンと水分子は、水素結合により結合する。

問4 下線部 c)に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 6.0×10^{-6} mol/L の塩化銀水溶液 20 L に、0.10 mol/L の硝酸銀水溶液を加えていったところ、 4.8×10^{-3} L 加えたところで沈殿が生じた。塩化銀の水に対する溶解度積を求めよ。ただし、この過程による体積変化は無視できるものとする。計算過程も示し、単位も書くこと。
- (2) (1)のように、電解質溶液に同じイオンを生じる別の物質を加えると、もとの電解質の電離度が小さくなる現象のことを何というか答えよ。

問5 下線部 d)の会合体の断面におけるセッケン分子の並び方を、解答欄に模式的に書け。また、油脂などの汚れ成分を含む場合についても、会合体断面におけるセッケン分子および汚れ成分の並び方を模式的に書け。ただし、セッケン分子および汚れ成分は、以下のように模式的に表すものとする。



問6 (3)式の空欄 , に入る適切な数値を書け。空欄 に入る数値は有効数字 1 桁、空欄 に入る数値は有効数字 2 桁とする。計算過程も示すこと。

問7 海水の pH は、様々な成分が溶け込んでいることからおよそ 8.1 になっている。この場合、海水に溶け込む CO_2 と HCO_3^- を合計した量は、同じ温度、体積の淡水と比較して大きくなるか、小さくなるか、また等しくなるか、答えよ。また、そうなる理由を書け。ただし、海水に溶けている二酸化炭素の濃度 $[\text{CO}_2]$ は、淡水と同じであるとする。

(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6に答えよ。

金属原子の価電子は、共有結合のように特定の原子の間で共有されるのではなく、すべての原子によって共有されている。このような価電子は と呼ばれ、 による金属原子どうしの結合を金属結合、金属結合でできている結晶を金属結晶という。金属結晶の多くは、a) 同じ大きさの球(原子)を最も密に詰めた構造、あるいは少し隙間のある構造をとる。

金属の多くは、湿った空气中に放置すると酸化されて、さびを生じる。例えば、鉄は赤褐色の赤さび、銅は緑色の を生じる。一方、b) アルミニウムは、常温で空气中に放置すると、その表面に酸化物の被膜が生じて内部が保護され、それ以上は酸化されない。このような金属の状態を という。

また、金属イオンの多くは、陰イオンや特定の官能基と反応して沈殿を生じたり、特有の色を示したりする。この沈殿反応や呈色反応を利用すれば、c) 糖やタンパク質など、天然化合物の性質や構造を調べることができる。

問1 文中の空欄 から に入る適切な語句を書け。

問2 下線部 a) の構造として、六方最密構造と面心立方格子がある。配位数と充填率はいずれも同じであるが、原子の層の積み重なりかたが異なる。その違いを簡潔に述べよ。

問3 下線部 b) の反応を化学反応式で書け。

問4 金属結晶に関して、以下の問いに答えよ。

(1) 金属が展性(薄く広げられる性質)や延性(引き延ばされる性質)を示す理由を簡潔に述べよ。

(2) 図1に示す結晶格子について、原子半径 r と単位格子の一辺の長さ l の関係を答えよ。導出の過程も簡潔に記せ。

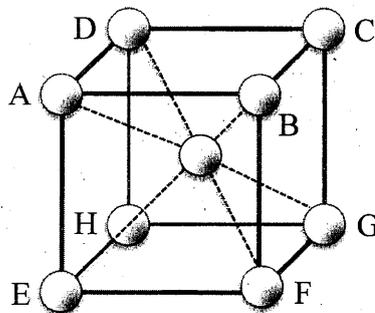


図1 金属の結晶格子

問5 鉄のさび（腐食）に関して、次のような実験を行った。以下の問いに答えよ。

実験：よく磨いた鉄板上に、 $K_3[Fe(CN)_6]$ とフェノールフタレイン溶液を少量加えた3% NaCl水溶液を数滴滴下した（図2）。しばらく放置すると、d) 滴下した溶液の中央付近が青色に変化した。さらに時間がたつと、e) 溶液の周辺部分が薄い赤色になった。

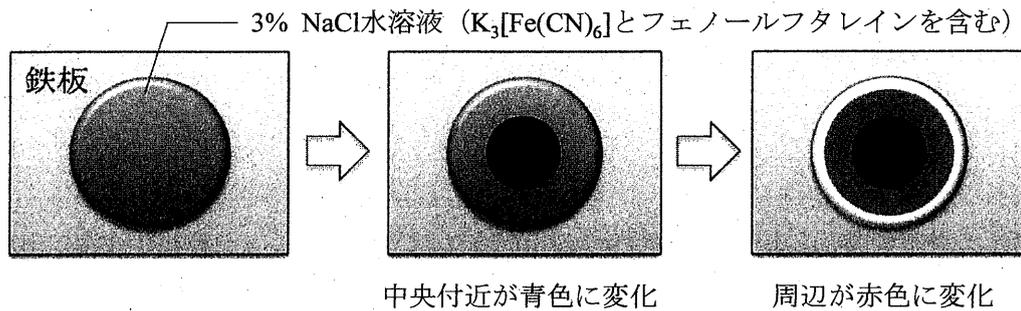


図2 鉄のさびに関する実験

- (1) 下線部 d) に関して、溶液の中央付近では、どのような反応が起きていると考えられるか。簡潔に述べよ。
- (2) 下線部 e) の結果は、鉄板中の電子 e^- が水溶液に溶け込んだ酸素と反応して OH^- を生成したためと考えられる。この反応を電子 e^- を含むイオン反応式で書け。
- (3) 湿った地中や海水中の鉄構造物の腐食を防ぐために、アルミニウムや亜鉛を鉄構造物に取り付ける「電気防食」と呼ばれる技術がある（図3）。なぜ、鉄の腐食を防ぐことができるのか。その理由を簡潔に述べよ。

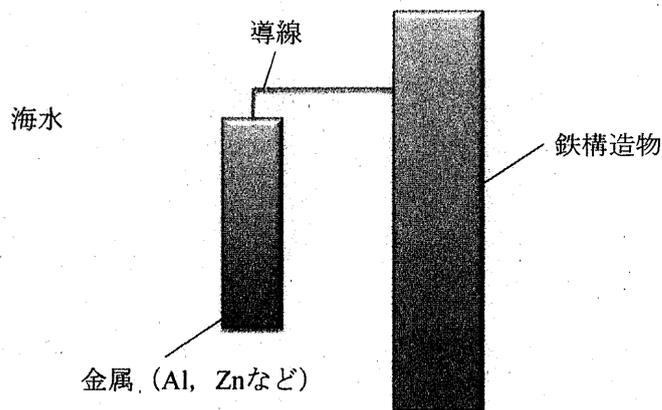


図3 電気防食

問6 下線部 c) に関して、次のような実験 1 から実験 3 を行った。以下の問いに答えよ。

実験 1：卵白を溶かした水溶液 3 mL に、2 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 1 mL 加えたのち、0.1 mol/L 硫酸銅 (II) 水溶液を 1~2 滴加えたところ、水溶液の色は赤紫色になった。

実験 2：乾いた試験管にマルトース (麦芽糖) の粉末 0.2 g と硫黄の粉末 0.05 g を入れ、グリセリン 3 mL を加えた。さらに数滴の酢酸鉛 (II) 水溶液を加え、よく振り混ぜた。その後、試験管を弱火で加熱したところ、硫化鉛 (II) の黒色沈殿が生じた。一方、スクロース (シロ糖) の粉末を用いて同様の実験を行ったところ、沈殿は生じなかった。

実験 3：分子量 45,000 のタンパク質 A 45.0 mg を試験管に入れ、6 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 1.0 mL を加えて沸騰水中で 30 分間加熱した。室温まで冷却した後、0.1 mol/L 酢酸鉛 (II) 水溶液を 0.5 mL 加えて振り混ぜたところ、硫化鉛 (II) の黒色沈殿が 2.39 mg 生じた。

- (1) 実験 1 で、水溶液の色が赤紫色に呈色するのはなぜか。その理由を簡潔に述べよ。
- (2) 実験 2 で、マルトースのみ硫化鉛 (II) の沈殿が生じたのはなぜか。その理由を簡潔に述べよ。
- (3) 実験 3 の結果から、タンパク質 A には、最大で何本のジスルフィド (S-S) 結合があると考えられるか。その数値を答えよ。導出の過程も簡潔に記せ。

ただし、タンパク質 A は、硫黄を含むアミノ酸としてシステイン (図 4) のみをもち、すべての硫黄が反応したものとする。また、計算のために必要な場合には、以下の数値を使用せよ。

原子量 S = 32 Pb = 207

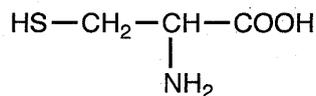


図 4 システインの構造

令和4年度(2022年度)
東北大学理学部地球科学系
A0 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 _____

このページは余白

このページは余白

メタンハイドレートに関する次の文章を読み、以下の問い（問1・問2）に答えよ。

“Methane ice”, methane hydrate is a naturally-occurring frozen compound formed when water and methane combine at moderate pressure and relatively low temperature conditions. Methane hydrates represent a highly concentrated form of methane, with a cubic meter of idealized methane hydrate containing 0.8 m³ of water and more than 160 m³ of methane at standard temperature-pressure conditions. Ethane, propane, and carbon dioxide, and similar gases can also form gas hydrates, and individual molecules of these gases are often incorporated into gas hydrates that contain predominantly methane. Both on a global volumetric basis and in terms of areal distribution, methane hydrates are the most important type of natural gas hydrate. (ア)In contrast to conventional natural gas, methane hydrates occur only in sediments characterized by well-known pressure and temperature conditions, meaning that exploration activities can be strictly limited to specific zones. The pressure-temperature conditions consistent with methane hydrate stability are widespread on Earth. (イ)At pressure-temperature conditions outside the stability zone, methane is no longer bound in “methane ice” and exists only as free gas or gas dissolved in pore waters.

(Adapted from “Methane Hydrates and the Future of Natural Gas” by Carolyn Ruppel, MIT Energy Initiative, 2011.
一部改変)

(参考)

hydrate: ハイドレート

ethane: エタン

propane: プロパン

sediment: 堆積物

pore water: 間隙水（粒子間の隙間を満たす水）

問1 以下の小問（1）～（2）に答えよ。

（1）上の英文をもとに、8 m³のメタンハイドレートに含まれる常温常圧でのメタンの体積を答えよ。

（2）下線部（ア）を和訳せよ。

問2 図1は下線部(イ)について具体的な温度と圧力を示している。図2では、ある海域の海底面が実線で、海水の温度が破線で示してあり、その下の堆積物の温度は深さとともに $30^{\circ}\text{C}/\text{km}$ で上昇すると仮定する。また、水中の水圧と堆積物中の圧力は 100 気圧/ km で上昇すると仮定する。ただし、1気圧は $1 \times 10^5 \text{ Pa}$ として考えるものとする。以下の小問(1)～(2)に答えよ。

著作権処理の都合上、この部分をご覧いただけません。

(1) 海面から深さ 2000 m の地点の温度を答えよ。

(2) 図2に示す海域で、温度と圧力のみから考えた場合に、メタンハイドレートが存在することのできる海面からの深さを以下から全て選べ。

{ 0 m , 200 m , 300 m , 500 m , 1000 m , 1800 m , 2400 m }

このページは余白

このページは余白

令和4年度(2022年度)
東北大学理学部地球科学系
A0入試II期

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 _____

このページは余白

このページは余白

次の文章を読み、以下の問い（問1～問3）に答えよ。

地球は約46億年前に小さな天体が衝突を繰り返し、それらの構成物質が付加することにより形成されたと考えられている。誕生したばかりの地球の表面は、非常に高温で岩石が融けてできたマグマの海（マグマオーシャン）によっておおわれていたとされる。その後、
(ア)原始地球は徐々に冷却され、外側から地殻、マントル、核からなる球殻構造がつけられた。
(イ)地殻とマントルは、主にマグネシウムや鉄などとケイ素と酸素の化合物であるケイ酸塩鉱物が集合した岩石からなり、核は鉄を主体とした金属で構成されたと考えられている。このような主に岩石や金属などから構成される惑星は、「地球型惑星」と呼ばれる。

問1 下線部（ア）について、どのような過程、原理によってそのような地球の内部構造が形成されたと考えられるか。あなたの考えを5行以内で述べよ。

問2 ボーリング掘削で地下の試料を採取できるのは、通常、深さ数km程度までで、それより深部の物質を直接採取して調べることはできない。それにも関わらず、たとえば下線部（イ）のように地球内部の様子を推測することができるのはなぜか。その根拠や手掛かりについて2つ例をあげて、あなたの考えを説明せよ。

問3 火星は地球に比較的似た内部構造を持つと考えられているが、その推定平均密度は大きく異なる。地球の直径と質量をそれぞれ12800 km、 6.0×10^{24} kg、火星の直径と質量をそれぞれ6800 km、 6.4×10^{23} kgとしたとき、どちらの密度がどれくらい大きいか、百分率で示せ。なお、両者を真球とみなし、答えは四捨五入して整数で求めること。計算過程も示すこと。

このページは余白

このページは余白

このページは余白

令和4年度(2022年度)
東北大学理学部地球科学系
A0 入試 II 期

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 _____

このページは余白

このページは余白

次の文章を読み、以下の問い（問1・問2）に答えよ。

新型コロナウイルスのように人を介する伝染病の場合には、地理学において人や物の地域間流動モデルを利用し、さまざまな予測が可能になる。ここでは通勤流動、すなわち働いている人の住んでいる場所と働いている場所の間の流動を事例に、地域間流動モデルを紹介する。

地域 i に住みかつ地域 j で働く人の数を通勤流動 T_{ij} とする。このとき T_{ij} は、地域 i に居住している就業者の数 O_i （以下、居住者数）、地域 j で従業している人の数 D_j （以下、従業者数）、地域 i と地域 j の距離 R_{ij} の関数で推定することができる。これは、地域間流動を万有引力の法則になぞらえてモデル化した「重力モデル」とよばれるもので、 O_i と D_j を適切なものに再定義することにより、通学流動や購買流動なども推定することができる。

なお、地域を識別する i と j には、番号を代入するが、その番号とは対象の地域群に $1 \sim N$ の連番 (N は地域群の数) をつけたものであると考えてよい。また、同一地域内の距離には 0 ではなく、その地域の面積に応じた距離の代表値を用いることとする。

問1 図1は、さいたま市大宮区と東北本線・東海道線沿線の自治体間の通勤流動と、関連する情報を図示したものである。この図をよく観察して、以下の小問(1)～(2)に答えよ。

- (1) 下線部(ア)の重力モデルとしてふさわしいものを考え、 T_{ij} を O_i と D_j と R_{ij} の関数で表せ。必要に応じて、ギリシャ文字 α 、 β 、などを定数として用いてよい。
- (2) 上の(1)で作成した関数で説明できる通勤流動の性質を全てあげ、図中に示されている事例を用いて、6行以内で説明せよ。

問2 図1に示した自治体のうち、もっとも伝染病が流行しやすいと考えられる自治体はどれか。あなたの考えをその理由とともに5行以内で述べよ。ただし、議論の単純化のために、地域外(ここでは自治体外)との通勤流動が多い地域で伝染病が流行しやすいと仮定する。

著作権処理の都合上、この部分をご覧いただけません。

このページは余白

このページは余白

令和4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4枚あります。4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 地球温暖化と植物の分布移動の関係に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

Terrestrial plants are notorious for their ¹sedentary habits; indeed, that is one way our ²ambulatory species identifies them as members of the other kingdom. Of course, populations of plants do move, ³infiltrating new territory by creep of root and shower of seed. But how much does our self-absorbed species really know about these stately migrations? Do scientists know enough, for instance, to predict what would happen to plant communities if the earth's climate suddenly changed?

We seem to believe that we do. (a)Forecasts of global warming are often illustrated with maps showing the poleward movement of plant species, as though the biosphere were made up of puzzle pieces that could be rearranged at will. In reality, it may take plant populations years or decades to move substantial distances. Moreover, today they must move through a landscape that human activity has rendered increasingly ⁴impassable. Under the circumstances, it is possible that many species might perish, caught in the double bind of climate change and habitat degradation. To reliably assess this risk, we need a better understanding of plant migration.

(b)The interdisciplinary research required to predict how migration might constrain the response of the plant kingdom to climate shifts is just beginning. The evidence consists of diverse pieces. Some scientists have examined the fossil record of plant migrations following ancient climatic ⁵upheavals. Others have studied contemporary invasions of exotic species. Still others have analyzed the mathematics of dispersal mechanisms and the interaction of those mechanisms with contemporary landscape patterning.

These three lines of research provide disparate—even contradictory—insights. (c)Past migrations have been much faster than simple calculations based on seed dispersal by wind or by vertebrate animals would predict. Plants appear to be capable of long-distance jumps and of rapidly spreading from pre-established outlier positions. But it is also evident that human activity has greatly altered patterns of plant migration. People disperse seeds farther and faster than the seeds' own dispersal mechanisms can take them. But people also fragment the landscape, creating habitat patchworks that are usually less able to support either plant species or their animal ⁶conveyances than are undisturbed landscapes.

<次ページへ続く>

Some of these factors would seem to retard plant migration and others to accelerate it. Which factor or combination of factors will predominate for which species in the event of future climate change? And what will happen if the climate changes faster than it has in the past? (d)おそらく、このような複雑な問題を探求する唯一の方法は、計算機によるモデルを利用することでしょう。

(Adapted from "Plant Migration and Climate Change" by Louis F. Pitelka and Plant Migration Workshop Group; American Scientist. Copyright © 1997 Sigma Xi, The Scientific Research Honor Society. 一部抜粋)

注：¹sedentary, 固着性の; ²ambulatory, 歩行性の; ³infiltrate, 侵入する; ⁴impassable, 移動できない; ⁵upheaval, 激変; ⁶conveyance, 運搬, 伝達

問1 下線部(a)では、地球温暖化による生物への影響の予測がどのようにして説明されていることが多いと述べているのか、50字以内の日本語で説明せよ。

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)を英訳せよ。

問題2 次の文章 [I] [II] を読み、以下の問いに答えよ。

[I]

進化とは、生物の性質が世代と共に変化する現象のことである。進化に関わりうる要因として、下記の a, b, c がある。

- a 生物個体群の個体間に変異がみられる。
- b その変異に応じて、生存率や繁殖率に違いがある。
- c その変異は遺伝する。

この3つがそろっているときに起きるのが、 による進化である。一方、3つのうちの がない場合でも進化は起こる。それをもたらすのが、生物の性質が世代間で により変化する事である。DNA の塩基配列の変異の大部分はこれによりもたらされたと考えられている。 による進化を分子進化の 説と呼ぶ。

問1 文中の ~ に適当な語を入れよ。

問2 文中の に a, b, c のどれかを入れよ。

問3 下記の①-④の中で、進化を起こす要因となりえるものをすべて選べ。また、選んだものが進化要因となりうる理由と、選ばなかったものが進化要因となりえない理由を説明せよ。

- ① 哺乳類の体細胞の DNA に起きた突然変異。
- ② 哺乳類の生殖細胞の DNA に起きた突然変異。
- ③ 被子植物の花粉の DNA に起きた突然変異。
- ④ 被子植物の茎頂細胞の DNA に起きた突然変異。

問4 毛髪や血痕などから得た DNA 情報をもとに人物を特定することができる。どうしてそれが可能なのかを説明せよ。

<次ページへ続く>

[II]

進化生物学においては「利他的」とは、自個体の生存繁殖上の利益を犠牲にして、他個体に利益を与える性質として定義されており、自然界のいくつかの生物において個体同士が「利他的」に振る舞う現象が観察される。しかし、「利他的」な性質は進化の過程で淘汰されやすいと考えられている。その理由を考える上で、簡単な思考実験を試みよう。

無性生殖をするある生物種（単相）に、対立遺伝子 A と a があるとする。対立遺伝子 A は、他個体に「利他的」に振る舞う性質を発現する。たとえば、自分が獲得した食糧を自分だけで消費するのではなく、常に他の個体にそのいくらかを分け与えるなどする。対立遺伝子 A を持つ個体（A 個体）のみからなる集団においては、お互いに食糧を分け与え合う。自分の食糧が減ってしまうことは不利益であるが、自分が食糧を獲得できない時でも他個体から食糧をもらうことができる。この見返りは大きく、各個体の繁殖率は高く、多くの子を残すことができる。そのため、個体群全体の増殖率が高まる（図 1）。一方、対立遺伝子 a は、自個体の利益のみを優先する性質を発現する。対立遺伝子 a を持つ個体（a 個体）のみからなる個体群では、お互いに食糧を分け与えたりしない。この場合、自分で食糧を獲得できなかったときでも他個体から食糧を貰えないため、各個体の繁殖率は低く、残す子の数も少ない。したがって個体群全体の増殖率も低い（図 1）。つまり、この思考実験の想定する状況では、個体数を増やして種を繁栄させたり、絶滅を防いだりすることにおいては対立遺伝子 A の方が有利である。ただし、これらの性質以外は、対立遺伝子 A と a が発現する性質に違いはない。また、A 個体なのか a 個体なのかを識別することはできず、A 個体は、どの個体に対しても同じように協力的に振る舞う。なお、この思考実験においては、得られる食糧が十分でない場合、この生物自体は死ぬことはないが、繁殖はできないこととする。

<次ページへ続く>

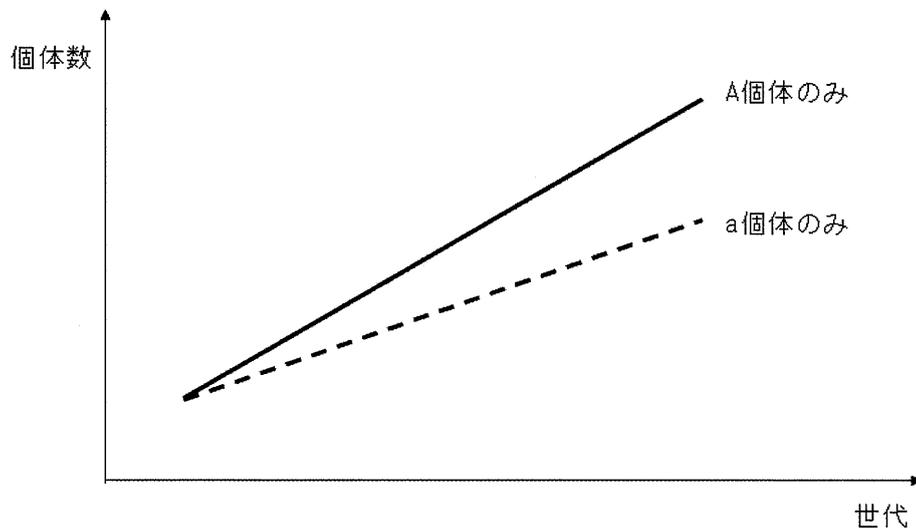


図 1. A 個体のみ, および, a 個体のみからなる個体群における世代を経た個体数の変化。

問 5 ある単位時間において, A 個体は 100 kcal の食糧を自分で獲得し, 獲得した食糧の 1% ずつを周りの 10 個体に分け与えるとする。なお, 食糧を分け与えたり, 分け与えられる機会は全ての個体で平等であるとする。このとき, 次の(i), (ii) の問いに解答せよ。

- (i) A 個体ばかり 100 個体以上からなる個体群において, ある A 個体が単位時間あたりに得られる食糧の総量 (自分で獲得する量の他, 他個体に分け与える量と, 他個体から分け与えられる量とを合計した量) は何 kcal と推定されるか答えよ。
- (ii) A 個体ばかり 100 個体以上からなる個体群において, ある A 個体 1 個体だけが, 自分では 50 kcal の食糧しか獲得できない場合, その個体が単位時間あたりに得られる食糧の総量は何 kcal と推定されるか答えよ。

<次ページへ続く>

問 6 A 個体のみからなる個体群に，突然変異によって a 個体が現れたとする。十分な世代が経った後，対立遺伝子 a はこの個体群内で広がっているかどうか答えよ。また，その理由も説明せよ。

問 7 a 個体のみからなる個体群に，突然変異によって A 個体が現れたとする。十分な世代が経った後，対立遺伝子 A はこの個体群内で広がっているかどうか答えよ。また，その理由も説明せよ。

問 8 問 6, 問 7 の思考実験の結果を踏まえて，「利他的」に振る舞う性質は進化の過程で淘汰されやすいと考えられている理由を述べよ。

問 9 一方で，自然界ではさまざまな生物種において，「利他的」に振る舞う行動が観察される。ヒト以外の動物において同種個体間で見られる利他的な行動の例を 1 つ挙げよ。また，それがなぜ進化の過程で淘汰されないのか述べよ。

令和4年度（2022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3年11月6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) | 7ページ |

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」を開いてはいけません。
2. 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。
3. 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
4. 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。
5. 「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。
6. 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。
7. 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) 次の不等式を満たす実数 x の範囲を求めよ。

$$\log_{2x+1}(32 - 4^x) > 0$$

(2) 次の連立方程式を解け。ただし、 $x > 0$, $y > 0$ とする。

$$\begin{cases} \frac{1}{2} \log_{10} x + \frac{1}{2} \log_{10} y - \log_{10}(4 - \sqrt{x}) = 0 \\ (25\sqrt{x})^{\sqrt{y}} - 125 \cdot 5\sqrt{y} = 0 \end{cases}$$

2 複素数平面上の2点 $1+i$, $-2+3i$ を通る直線を L とする。ここで、 $i = \sqrt{-1}$ である。

(1) 直線 L 上の任意の複素数 z が

$$z = \alpha \bar{z} + \beta$$

を満たすような複素数 α , β を求めよ。ここで、 \bar{z} を z の共役複素数とする。

(2) $1-i$ を中心とする円が直線 L に点 P において接する。この円の半径と接点 P を求めよ。

- 3 赤玉 1 個のみが入った袋 C_0 と、それぞれ白玉 1 個のみが入った n 個の袋 C_1, C_2, \dots, C_n に対して、

$$C_0 \rightarrow C_1 \rightarrow C_2 \rightarrow \dots \rightarrow C_{n-1} \rightarrow C_n \rightarrow C_{n-1} \rightarrow C_{n-2} \rightarrow \dots \rightarrow C_1 \rightarrow C_0$$

なる列を考える。列が示すように、始めに、 $k = 0, 1, \dots, n-1$ の順に各 $C_k \rightarrow C_{k+1}$ において、 C_k から無作為に玉を 1 個取り出して C_{k+1} へと入れる操作を行う。次に、 $k = n, n-1, \dots, 1$ の順に各 $C_k \rightarrow C_{k-1}$ において、 C_k から無作為に玉を 1 個取り出して C_{k-1} へと入れる操作を行う。

この試行で最終的に袋 C_0 に赤玉が入っている確率を p_n とし、 k が奇数であるようないずれかの C_k に赤玉が入っている確率を q_n とする。

次の問いに答えよ。

- (1) p_1, p_2 の値をそれぞれ求めよ。
- (2) $n \geq 2$ の場合の p_n を p_{n-1} を用いて表せ。
- (3) 数列 p_1, p_2, p_3, \dots の一般項 p_n を求めよ。
- (4) 極限值 $\lim_{n \rightarrow \infty} q_n$ を求めよ。

4

曲線 $C: y = x^2 - 4x + 3$ 上の点 $P(s, s^2 - 4s + 3)$ における曲線 C の接線を L_1 とする。原点 $O(0, 0)$ を通り、 L_1 に平行な直線 L_2 が曲線 C と 2 点で交わるとし、その交点を A, B とする。原点 O に近い交点を A とする。このとき、次の問いに答えよ。

- (1) 接線 L_1 を s を用いて表せ。
- (2) 直線 L_2 が曲線 C と 2 点で交わるような s の範囲を求め、2 つの交点 A, B の座標を s を用いて表せ。
- (3) $s \geq 3$ の場合の直線 L_2 と曲線 C とで囲まれた図形の面積を s を用いて表せ。
- (4) $s \geq 3$ の場合に接線 L_1 が x 軸および y 軸と交わる点をそれぞれ Q, R とする。距離 PQ, PR の比 $\frac{PQ}{PR}$ を s を用いて表せ。
- (5) 極限 $\lim_{s \rightarrow \infty} \frac{PQ}{PR}$ を求めよ。

令和4年度（2022年度）東北大学

AO入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験② 封筒

令和3年11月6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

1. 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。
2. 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、「定規」1個が入っています。
3. 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 |

4. ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあつ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。
5. 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。
6. 「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。
7. 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。
8. 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。

B1

令和4年度（2022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3年11月6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) | 8ページ |

B1245

——このページは白紙——

1 質量 M [kg] の人工衛星が、地表から h [m] の高さを、地球を中心とする円軌道を描いて一定の速度 V [m/s] で運動している。地球は質量 M_0 [kg]、半径 R [m] の完全な球で、自転の影響はないものとする。万有引力定数を G [$\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$]、地表での重力加速度の大きさを g [m/s^2] として、以下の問1～9に答えよ。解答は、解答用紙の所定の場所に記入せよ。また、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

問1 人工衛星にはたらく重力の大きさ F [N] を、 G 、 M_0 、 M 、 h 、 R を用いて表せ。

問2 地表での重力加速度の大きさ g [m/s^2] を、 G 、 M_0 、 R を用いて表せ。

問3 この人工衛星の加速度の大きさ a [m/s^2] を、 g 、 h 、 R を用いて表せ。また、加速度の向きを述べよ。

問4 この人工衛星の運動エネルギー K [J] を、 g 、 M 、 h 、 R を用いて表せ。

問5 この人工衛星の周期 T_1 [s] を、 g 、 R 、 h を用いて表せ。

問6 現在、人工衛星の1つである“国際宇宙ステーション”が地球上空400 kmを飛行しており、飛行条件により明け方や、夕方に肉眼で見ることができる。 $g = 10.0 \text{ m}/\text{s}^2$ 、 $R = 6400 \text{ km}$ として“国際宇宙ステーション”が地球を1周する時間（周期 T_1 ）を「分」を単位として有効数字2桁で求めよ。必要な場合、近次式 $R + h \approx R$ ($R \gg h$)、 $\pi = 3.14$ を用いてよい。

人工衛星の速度 V [m/s] を大きくすることにより円軌道から楕円軌道に変えることができる。半径 $r_1 = R + h$ [m], 速度 V [m/s] の円軌道にある質量 M [kg] の人工衛星がある。楕円軌道に変えるために, 質量の一部分 m [kg] を人工衛星に対して v [m/s] の速さで後方に放出した。

問7 質量の一部分を放出した直後の, 質量 $M_1 = M - m$ [kg] の人工衛星の速さ v_1 [m/s] を, V, v, M, m を用いて表せ。

図1に示すように楕円軌道では, 人工衛星が地球に最も近づく点を近地点, 最も遠ざかる点を遠地点とよぶ。地球から人工衛星(質量 M_1)の距離と人工衛星の速さを, 近地点では r_1 [m], v_1 [m/s], 遠地点では r_2 [m], v_2 [m/s] とする。

問8 この人工衛星の遠地点における速さ v_2 [m/s] を, G, M_0, r_1, v_1 を用いて表せ。

問9 この楕円軌道を運動する人工衛星の周期 T_2 [s] を, V, r_1, r_2 を用いて表せ。

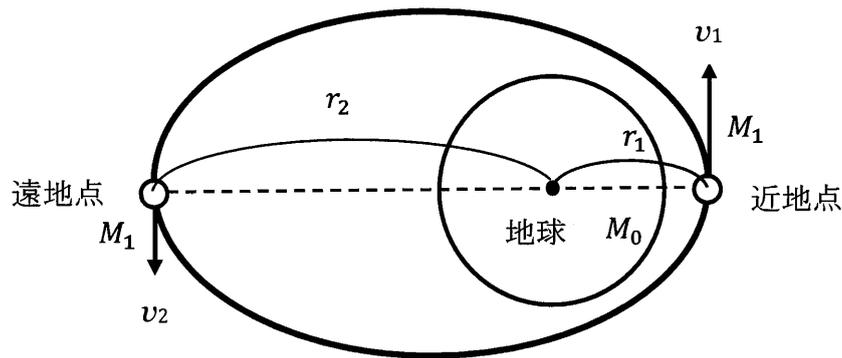


図1

- 2 真空中で図2のように、2枚の薄い金属板（極板）A, Bを間隔 d [m] 離して配置した平行平板コンデンサーの両端に起電力 V [V] の電池とスイッチ S がつないである。間隔 d は金属板の大きさ（辺の長さ）に対して十分に小さく、金属板の周辺の部分の電場の不均一さは無視できるものとする。金属板Aは接地してあり、その電位は、 0 Vに保たれている。図2のように金属板Aの位置を原点 0 として金属板に垂直な方向に x 軸をとる。このコンデンサーの電気容量を C [F] とする。以下の問1～10に答えよ。解答は、解答用紙の所定の場所に記入せよ。また、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

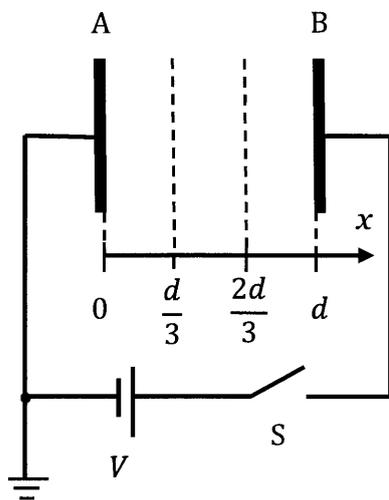


図2

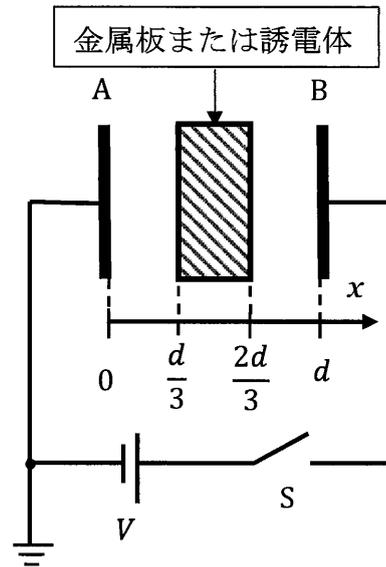


図3

スイッチ S を閉じて十分に時間をおいた後の状態について答えよ。

- 問1 金属板A, B間の座標 x に関する電位 V_a [V] および電場の強さ E_a [V/m] を解答用紙の指定のグラフ上に描け。それぞれ、縦軸の値も V と d の中から必要なものを用いて表せ。
- 問2 このコンデンサーに蓄えられている静電エネルギー U_a [J] を C と V を用いて表せ。

次にコンデンサーを完全に放電した。そして、スイッチを開いた状態で図3のように金属板A, Bの間に厚さ $\frac{d}{3}$ [m] の金属板をA, Bそれぞれから距離が等しくなるように挿入した。その後、スイッチSを閉じて十分に時間をおいた。

問3 このコンデンサーの電気容量 C_b [F], コンデンサーに蓄えられている電気量 Q_b [C] を C と V のうち必要なものを用いて表せ。

問4 金属板A, B間の座標 x に関する電位 V_b [V] および電場の強さ E_b [V/m] を解答用紙の指定のグラフ上に作図せよ。縦軸の値も V と d の中から必要なものを用いて表せ。

再びコンデンサーを完全に放電した。そして、スイッチSを開いた状態で図3のように金属板A, Bの間に比誘電率が4.0で、厚さ $\frac{d}{3}$ [m] の誘電体をA, Bそれぞれからの距離が等しくなるように挿入した。その後、スイッチSを閉じて十分に時間をおいた。

問5 このコンデンサーに蓄えられている電気量 Q_c [C] を C と V を用いて表せ。

問6 金属板A, B間の座標 x に関する電位 V_c [V] および電場の強さ E_c [V/m] を解答用紙の指定のグラフ上に作図せよ。縦軸の値も V と d の中から必要なものを用いて表せ。

続いてスイッチSを開いた後に、金属板A, Bの距離を保ったまま誘電体を取り除いた。

問7 誘電体を取り除くために要した仕事 W [J] を C と V を用いて表せ。

その後、金属板A, Bの距離を $5d$ [m] に広げて十分時間をおいた。

問8 この時のA, B間の電位差 V_e [V] を V を用いて表せ。

(次ページに続く)

問1に用いた平行平板コンデンサー $C_a = C$ [F] および問3に用いた金属板を挿入したコンデンサー C_b を使って、図4に示す回路をつくる。はじめに、 C_a の電圧を V [V]、 C_b の電圧を0 Vとする。スイッチ S_1 を閉じて C_b に充電し、次に S_1 を開き S_2 を閉じて C_b の電荷を放電させる操作をくり返す。なお抵抗 R は、回路に過大な電流が流れないように付けてある。

問9 1回目の操作後における C_a の電圧 V_1 [V] と失われた静電エネルギー U [J] を C と V の中から必要なものを用いて表せ。

問10 さらに、 n 回操作後における C_a の電圧 V_n [V] を V を用いて表せ。

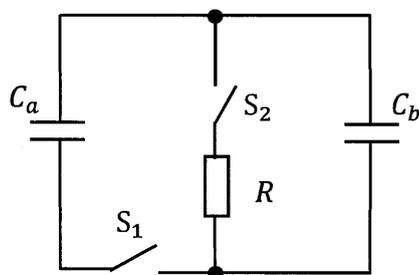


図4

令和4年度（2022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3年11月6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 |

注意事項

定規の使用が必要と判断した問題については、
配付された定規を使用して解答してください。

B1

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 弱酸 HA の電離定数 K_a の値を測定するために、次に示す操作 1 から 6 をこの順番で行った。それぞれの操作および測定の実理についての下の記述を読み、次のページにある問 1 から問 5 に答えなさい。なお、pH の測定値の有効数字は 2 桁である。

操作 1 弱酸 HA の 0.100 mol/L 水溶液 (溶液 I)，水酸化ナトリウムの 0.100 mol/L 水溶液 (溶液 II) を用意した。

操作 2 ビュレットにロートを使って溶液 II を入れ、滴下量を正しく測定できるようにした。

操作 3 溶液 I 10.0 mL をコニカルビーカーに入れ、フェノールフタレインを指示薬として加えた。

操作 4 操作 3 で用意したコニカルビーカー内の溶液に、操作 2 で用意したビュレットから溶液 II を指示薬のわずかな呈色が見られるまで滴下した。

操作 5 コニカルビーカー内の呈色した溶液に、溶液 I を 10.0 mL 加えた。

操作 6 コニカルビーカー内の混合溶液の pH を測定したところ、5.0 であった。

(測定の実理)

弱酸 HA と塩 BA の混合溶液がある。弱酸 HA の電離定数は K_a ，この混合溶液における弱酸 HA の濃度は C [mol/L]，塩 BA の濃度は S [mol/L] とする。また、弱酸 HA と塩 BA は次のように電離する。



このときの混合溶液では、次の (3) から (6) 式が成り立つ。

$$\text{濃度の関係: } [\text{A}^-] + [\text{HA}] = \boxed{\text{ア}} + \boxed{\text{イ}} \quad (3)$$

$$\text{濃度の関係: } [\text{B}^+] = \boxed{\text{イ}} \quad (4)$$

$$\text{電荷の関係: } [\text{B}^+] + [\text{H}^+] = [\text{A}^-] + \boxed{\text{ウ}} \quad (5)$$

$$\text{平衡の関係: } K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \quad (6)$$

(3), (4), (5) 式より、 $[\text{A}^-]$, $[\text{HA}]$ を表す式を作り、(6) 式に代入する。

$$K_a = \frac{\boxed{\text{エ}} (\boxed{\text{イ}} + \boxed{\text{エ}} - \boxed{\text{ウ}})}{\boxed{\text{ア}} - (\boxed{\text{エ}} - \boxed{\text{ウ}})} \quad (7)$$

ここで、 $C \gg$ \gg , $S \gg$ \gg より、

$$K_a = \frac{\frac{\text{イ}}{\text{ア}}}{\text{エ}} \times \text{エ} \quad (8)$$

が導かれる。

問 1 操作 2 の下線部のために、「溶液 II をビュレットに入れたのちの滴定を始めるまでの作業」において、どのようなことに注意しなければならないか。注意すべきことがいくつかあるが、その中から 2 つを解答欄に記しなさい。

問 2 測定の原理を述べた文中の空欄 から に適するものを下記より選び、解答欄 から に記入しなさい。

C , S , $[HA]$, $[H^+]$, $[B^+]$, $[A^-]$, $[OH^-]$

問 3 操作 6 のコニカルビーカー内にある溶液について、 Na^+ の濃度 $[\text{mol/L}]$ を求め、有効数字 3 桁で解答欄に答えなさい。

問 4 操作 6 で測定された混合溶液の pH の値より、この弱酸 HA の電離定数 K_a の値を求め、有効数字 1 桁で解答欄に答えなさい。なお、単位も記しなさい。

問 5 溶液 I を 2 倍に薄めた溶液 III を用意した。溶液 III を用いて次の操作 7 から操作 10 を行なった。操作 10 において測定された pH についての下記の記述 (1) から (3) のうち、適するものを 1 つ選び、その番号を解答欄 (a) に答えなさい。また、選んだ理由を解答欄 (b) に記しなさい。

操作 7 溶液 III 10.0 mL をコニカルビーカーに入れ、フェノールフタレインを指示薬として加えた。

操作 8 操作 7 で用意したコニカルビーカー内の溶液に、操作 2 で用意したビュレットから溶液 II を指示薬のわずかな呈色が見られるまで滴下した。

操作 9 コニカルビーカー内の呈色した溶液に、溶液 III を 10.0 mL 加えた。

操作 10 コニカルビーカー内の混合溶液の pH を測定した。

(1) 5.0 よりも小さい (2) 5.0 にほぼ等しい (3) 5.0 よりも大きい

2 フェノール C_6H_5OH の性質を調べるために実験 1, 2 を, また, サリチル酸メチルの合成のために実験 3 を行った。実験 1, 2, 3 についての下の記述を読み, 次のページにある問 1 から問 9 に答えなさい。

【 フェノールの性質を調べる実験 1, 2 】

実験 1 (1) フェノールの固体 1 g を乾いた試験管に取り, 約 $60^\circ C$ の温水につける。

(2) 次に, この試験管を冷水につける。

(3) 次に, この試験管に水 1 mL を加えて温水につけ, よくふり混ぜたのち, 冷却する。

(4) 次に, この試験管に 2 mol/L NaOH 水溶液 1 mL を加える。

(5) 次に, 3 mol/L H_2SO_4 水溶液 1 mL を少しずつ滴下する。

実験 2 (1) 試験管にフェノール 0.5 g を入れ, さらに水 1 mL を加え, よくふり混ぜる。その後, 2 mol/L NaOH 水溶液を 1 滴ずつ加えてできるだけ少量でフェノールを溶かす。

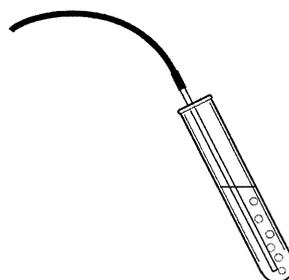


図 1: 実験 2 (2)

(2) この溶液に, 図 1 のようにして, 試験管をよく振りながら二酸化炭素を十分に通す。

【 サリチル酸メチルを合成する実験 3 】

実験 3 (1) 乾いた試験管に, サリチル酸 0.5 g を入れ, さらにメタノール 5 mL を加えてよく振り混ぜる。

(2) 沸騰石を数粒加え, 濃硫酸 0.5 mL を少しずつ滴下する。

(3) 図 2 のように, ゴム栓付きの冷却管を試験管に取り付け, 穏やかに 5 分間以上加熱する。

(4) 試験管を冷やしてから, ビーカーに入れた十分な量の 5% 炭酸水素ナトリウム水溶液に試験管の内容物を少量ずつ注ぐ。



図 2: 実験 3 (3)

- 問 1 実験 1 (1) において観察されることを解答欄に記しなさい。
- 問 2 実験 1 (2) において観察されることを解答欄に記しなさい。
- 問 3 実験 1 (4) において生じた化学変化を表す化学反応式を解答欄に記しなさい。
- 問 4 実験 1 (5) において生じた化学変化を表すイオン反応式を解答欄に記しなさい。
- 問 5 実験 2 (2) で生じた化学変化を表す化学反応式を解答欄に記しなさい。
- 問 6 実験 3 (1) では乾燥した試験管を用いなければならない。その理由を 1 つだけ解答欄に記しなさい。
- 問 7 実験 3 (2) では濃硫酸を少しずつ滴下している。一度に加えない理由を 1 つだけ解答欄に記しなさい。
- 問 8 実験 3 (3) において、図 2 に示したように冷却管を用いる。その理由を 1 つだけ解答欄に記しなさい。
- 問 9 実験 3 (4) において炭酸水素ナトリウム水溶液に試験管の内容物を加えると合成されたサリチル酸メチルが分離する。このとき、ビーカーの中に水ではなく炭酸水素ナトリウム水溶液を入れておいた理由を 1 つだけ解答欄に記しなさい。

3 ファラデー定数を実験で求めるため、
図3の装置を用いて、硫酸銅水溶液を電
気分解し、電気分解の各経過時間〔分〕
において、電極に析出した銅の質量〔g〕
を測定した。

それぞれの実験についての記述を読み、
次のページにある問1から問5に答えな
さい。

なお、硫酸銅水溶液の濃度を 0.5 mol/L
とし、電源には定電流電源を使用した。
電流値を安定させるために可変抵抗を使
用し、表面を洗浄した銅板を両電極とした。

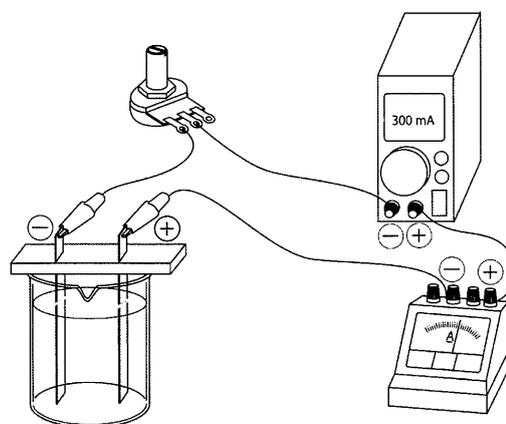


図3: 硫酸銅水溶液の電気分解装置

予備操作 図3のように回路を組み、電源と可変抵抗を調整して 300 mA の電流が常に
流れるようにする。1分間、電流を流して安定したところで、電源を切る。

質量測定の手順 陰極の銅板を取り出し、表面の硫酸銅水溶液を純水で洗い流してからエ
タノールに浸して水を除去して乾燥させ、質量を測定する。

操作1 上記の質量測定の手順で陰極板の質量を測定する。この値を0分の陰極板の質
量とする。

操作2 質量を測定した銅板を陰極として取り付け、4分間、 300 mA の電流を流す。

操作3 上記の質量測定の手順で陰極板の質量を測定する。この値を4分間の電気分解
後の陰極板の質量とする。

操作4 再び、質量を測定した銅板を陰極として取り付け、8分間、 300 mA の電流を
流す。

操作5 上記の質量測定の手順で陰極板の質量を測定する。この値を12分間の電気分解
後の陰極板の質量とする。

操作6 再び、質量を測定した銅板を陰極として取り付け、8分間、 300 mA の電流を
流す。

操作7 上記の質量測定の手順で陰極板の質量を測定する。この値を20分間の電気分解後の陰極板の質量とする。

結果

測定を行なった結果を表1に示す。

表1: 300 mAの電流で行なった電気分解における陰極板の質量 [g]

| 電気分解の経過時間 [分] | 陰極板の質量 [g] |
|---------------|------------|
| 0 | 36.267 |
| 4 | 36.291 |
| 12 | 36.338 |
| 20 | 36.384 |

- 問1 銅板を電極として、硫酸銅水溶液を電気分解すると、陰極に銅が析出し、陽極の銅板は溶解する。このとき、陰極の質量増加分と陽極の質量減少分を比べたときに、必ずしも、この2つの値は等しくない。その要因として考えられることを1つだけ解答欄に記しなさい。
- 問2 表1に示された電気分解の経過時間 [分] と析出した質量 [g] の関係を示すグラフを、解答用紙にあるグラフ用紙に描きなさい。
- 問3 描いたグラフより、電気分解の経過時間 [分] の値 T を用いて、析出した銅の質量 [g] の値 m を表す式を解答欄に記しなさい。なお、数値は有効数字2桁で記しなさい。
- 問4 問3で求めた式を用いて、ファラデー定数 F [C/mol] を求め、有効数字2桁で解答欄(a)に答えなさい。また、導出の過程を解答欄(b)に記しなさい。なお、銅の原子量の値は63.6としなさい。
- 問5 この実験を行う際に気をつけなければならないことがいくつかあるが、その中から1つだけ解答欄に記しなさい。

令和4年度（2022年度）東北大学

A〇入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

<選択問題 3>

令和3年11月6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) | 15ページ |

B1

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 以下の文章を読んで問 1～問 7 に答えよ。

①植物の形質転換に用いられるアグロバクテリウムは、もともと根頭がんしゅ病という植物病害の病原体であり、植物に感染すると、②クラウンゴールとよばれる、植物の細胞が異常に細胞分裂した腫瘍のような組織を形成させる。これはアグロバクテリウムが、自身のもつプラスミド DNA の T-DNA 領域に含まれる [ア] 生合成遺伝子と [イ] 生合成遺伝子を植物のゲノムに挿入し、発現させることで [ア] と [イ] の異常産生を誘導するためであり、過剰に生産された [ア] と [イ] は植物の異常な細胞分裂を誘導し、クラウンゴールの形成に至る。

植物病原体が植物ホルモンを用いて植物に異常な生育を誘導する例は他にも存在する。[ウ] は、細胞の肥大成長を抑え、茎の伸長成長を促進する植物ホルモンとして知られるが、もともとは黒沢英一や藪田貞治郎の研究によってイネばか苗病菌^{なえびょうきん}の毒素として発見されたものである。カビのなかまであるイネばか苗病菌がイネの苗に感染すると、ばか苗病菌が産生する [ウ] によってイネの苗が異常に伸長してしまう。ばか苗病菌が感染したイネは種子が形成されなくなることや枯死することがあるため、収量減少の原因となる。

一方で植物ホルモンは植物の病虫害抵抗性にも重要な役割をもつことが知られている。[エ] は、害虫の食害によって合成が誘導され、タンパク質分解酵素阻害物質を蓄積させることで、昆虫の消化酵素の働きを阻害し、さらなる害虫による食害を防ぐことができる。さらに、[エ] は③エチレンとともに病原菌に対する抵抗性応答にも重要な役割をもち、抗菌性ペプチドの蓄積を誘導するなどの作用もある。また、④植物のウイルスなどに対する抵抗性反応では、感染部位の周辺細胞が自発的に細胞死を起こす応答が知られている。このようなウイルス抵抗性には別の植物ホルモンであるサリチル酸が関与することが知られている。病原体の感染戦略は多様なので、植物は病原体の種類によって異なる植物ホルモンを利用して、有効な抵抗性反応を効果的に誘導していると考えられている。この他、⑤気孔は病原体が侵

入する入口の1つであるため、病原体の攻撃を感知したあと、速やかに閉じるのも植物が病原体から身を守る戦略の1つである。この気孔の開閉の制御にも植物ホルモンである「オ」が関与しており、病原体感染が認識されると「オ」が孔辺細胞に作用し、浸透圧制御を介して速やかに気孔を閉じさせる。

問1 下線部①について、アグロバクテリウムを用いて抗生物質耐性遺伝子をシロイヌナズナに形質転換し^(注1)、抗生物質耐性を指標に形質転換体の選抜を行った。以下の(1)と(2)に答えよ。

- (1) 多くの形質転換体の系統^(注2)では抗生物質耐性が獲得されるという形質のみ導入されたが、抗生物質耐性を獲得した形質転換系統の中に、1系統だけアルビノ^(注3)が現れた。この結果がアグロバクテリウムを用いた形質転換に起因すると仮定して、その原因を説明せよ。
- (2) アグロバクテリウムを感染させた植物から得た種子の中から形質転換体を1個体選び、その自家受粉により得た種子について抗生物質耐性を調べた。その結果、210個体が抗生物質耐性を示し、14個体が耐性を示さなかった。選んだ個体の系統では抗生物質耐性遺伝子がどのように挿入されていたと考えられるか説明せよ。

(注1) シロイヌナズナの形質転換では、アグロバクテリウムを花に感染させることで、組織培養を経ずに形質転換体の種子(独立した系統^(注2)とみなせる)を得ることができる。従って形質転換体の選抜は、アグロバクテリウムを感染させた植物から取った種子を抗生物質入りの培地上に無菌的にまくことで行える。

(注2) ここでは、1つの形質転換細胞に由来する形質転換体の子孫を系統とよび、系統ごとにT-DNAが挿入された位置や数が異なるとみなせる。

(注3) アルビノ：色素合成の異常により一部または全体が白色化した変異体。植物の場合、葉緑体の色素であるクロロフィル生合成に関わる遺伝子や葉緑体形成に関わる遺伝子の機能異常によって現れることがある。

問 2 組織培養によって形成されたカルスは未分化な細胞が増殖し続ける点では下線部②のクラウンゴールと類似している。表 1 は、組織培養用の基本培地^(注 4)に植物ホルモンを添加した 4 種類の培地上で組織片(タバコの茎の髄由来の外植片)を組織培養した結果を示したものである。以下の(1)～(3)に答えよ。

表 1

| | 培地 A | 培地 B | 培地 C | 培地 D |
|--------------|----------|-----------|-----------|--------|
| 植物ホルモン ア | 3 mg/L | 3 mg/L | 0.03 mg/L | 0 mg/L |
| 植物ホルモン イ | 0.2 mg/L | 0.02 mg/L | 1 mg/L | 0 mg/L |
| 組織片の培養後の観察結果 | カルス形成 | X | 茎と葉の形成 | Y |

- (1) 培地 B で培養した組織片の観察結果 X を記せ。
- (2) 培地 D で培養した組織片の観察結果 Y を記せ。
- (3) アグロバクテリウムを除菌したクラウンゴールを培地 D で無菌培養した場合、どのような観察結果になると予想されるか記せ。

(注 4) ショ糖, 無機塩類, アミノ酸類, ビタミンなどの植物細胞の栄養として必要な物質をすべて含む寒天培地。

問 3 以下の実験は ア の植物ホルモンの生理作用を示すためにオートムギの芽生えを用いて行われたものである (図 1)。この実験に関して (1) ~ (4) に答えよ。

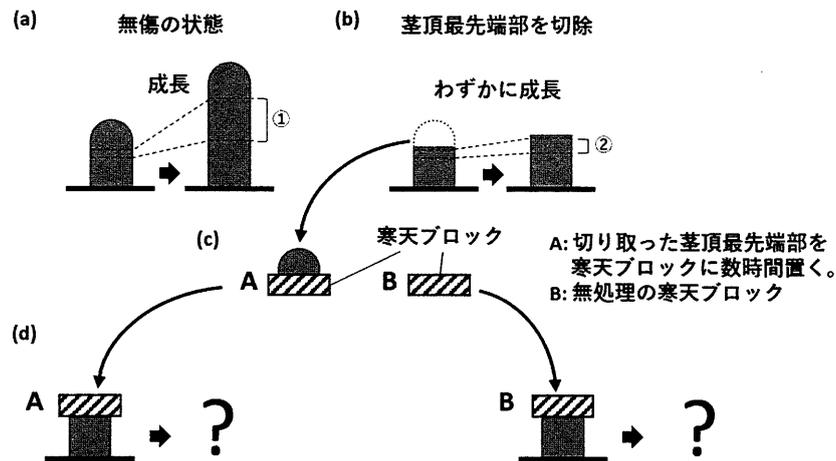


図 1 [図の説明 (a) ~ (d) を以下に記載する]

- (a) オートムギの芽生えを無傷の状態に培養すると、茎頂直下部で細胞伸長により縦方向に急速に成長する。
- (b) オートムギの芽生えの茎頂最先端部を切除して培養すると、芽生えはわずかに成長するのみとなる。
- (c) 切り取った茎頂先端部を上に乗せて数時間置いた寒天ブロック A と無処理の寒天ブロック B を用意した。
- (d) 寒天ブロック A, B を茎頂先端部を切除したオートムギ芽生えの上にそれぞれ乗せて培養した。

- (1) (d) の培養後、予想される実験結果を図示せよ。(語句による補足も可)
- (2) (1) で図示した結果になるしくみを説明せよ。
- (3) (a) の①と (b) の②の部分は、培養前には同じ位置、同じ大きさだった。培養後に①と②を比較したところ、太さは同じであったが、①の長さは②の約 3 倍であった。培養後の①と②の部分に含まれる総 DNA 量の比較結果を説明せよ。
- (4) 寒天ブロック B を使った実験が必要な理由を説明せよ。

問 4 ～に入る植物ホルモンの名称を記せ。

問 5 下線部③のエチレンも植物の成長を制御する重要な植物ホルモンである。エチレンの作用として正しい記述をア～カの中からすべて選んで記号で示せ。

- ア. 密閉した容器の中に熟したバナナと未熟なバナナを置いておくと、熟したバナナから生成されたエチレンの作用によって未熟なバナナの成熟が促進される。
- イ. ブドウの若い房にエチレン処理をすると種なしブドウができる。
- ウ. エチレンの作用を阻害したカーネーションでは老化が抑えられ、花が長持ちする。
- エ. コムギの種子にエチレン処理をすると発芽が促進される。
- オ. アサガオの芽生えにエチレン処理をすると花芽形成が誘導される。
- カ. 風に吹かれるなどの機械的刺激はトマト苗の茎のエチレン産生を抑制し、これにより肥大成長が促進されるため茎が太くなる。

問 6 下線部④について、細胞死がウイルス抵抗性に有効な理由を説明せよ。

問 7 下線部⑤の気孔は植物にとって外界との物質交換をする重要な器官である。初夏の晴れた日中、水分が十分な条件では、アサガオの気孔においてどのような物質交換が行われると考えられるか説明せよ。

2 [1], [2]は植物の生殖に関する文章である。以下の問1～問8に答えよ。

[1] ①花が咲き、②種子をつける植物を種子植物という。種子は種子植物(裸子植物・被子植物)にのみ形成される。種子は③胚と胚乳を種皮で包んだものである。

④裸子植物の一部では、鞭毛をもつ精子が形成されるが、被子植物では鞭毛をもたない精細胞がつくられる。被子植物では、受粉がおこるとめしべの柱頭に付着した花粉が発芽し、花粉管が胚珠の内部の胚のうに向かって伸びていく。花粉管の内部には2個の精細胞があり、1つは卵細胞と受精し胚になる。もう1つは中央細胞と融合し胚乳になる。この現象を⑤重複受精という。

問1 下線部①に関連して、多くの被子植物では花卉が発達している。繁殖における花卉の役割を1つ答えよ。

問2 下線部②に関連して、種子には温度や水分が適切であっても光が照射されないと発芽しないものがある。この性質は発芽後の植物の生活においてどのような利点があると考えられるか記せ。

問3 下線部③にある胚と胚乳を種皮で包むことの利点を1つ記せ。

問4 下線部④にある精子が作られる裸子植物の例を2つ記せ。また、裸子植物の胚乳の核相を記せ。

問5 下線部⑤の被子植物が重複受精を行うことの利点として裸子植物との違いから考えられることを記せ。

[2] 花粉の発芽について、異なる2種の植物(植物A, 植物B)を用いて、[実験I]を行った。

[実験I] 以下の(a)～(d)に示した異なる条件で、植物Aの花粉の発芽を観察し、発芽率を50時間ごとに記録し図1に示した。

(a) ショ糖を含む寒天培地上に花粉をまくと、300時間後までにほぼすべての花粉が発芽し、花粉管が伸長した。(折れ線a)

(b) ショ糖および植物Aとは同種であるが異なる個体のめしべの柱頭

の粘液を含む寒天培地上では、150 時間後までにほぼすべての花粉が発芽し、花粉管が伸長した。(折れ線 b)

(c) ショ糖および植物 B のめしべの柱頭の粘液を含む寒天培地上では、250 時間後までに多くの花粉が発芽し花粉管が伸長した。(折れ線 c)

(d) ショ糖および花粉を得た植物 A と同一のめしべの柱頭の粘液を含む寒天培地上では、300 時間後でもほとんどの花粉が発芽しなかった。(折れ線 d)

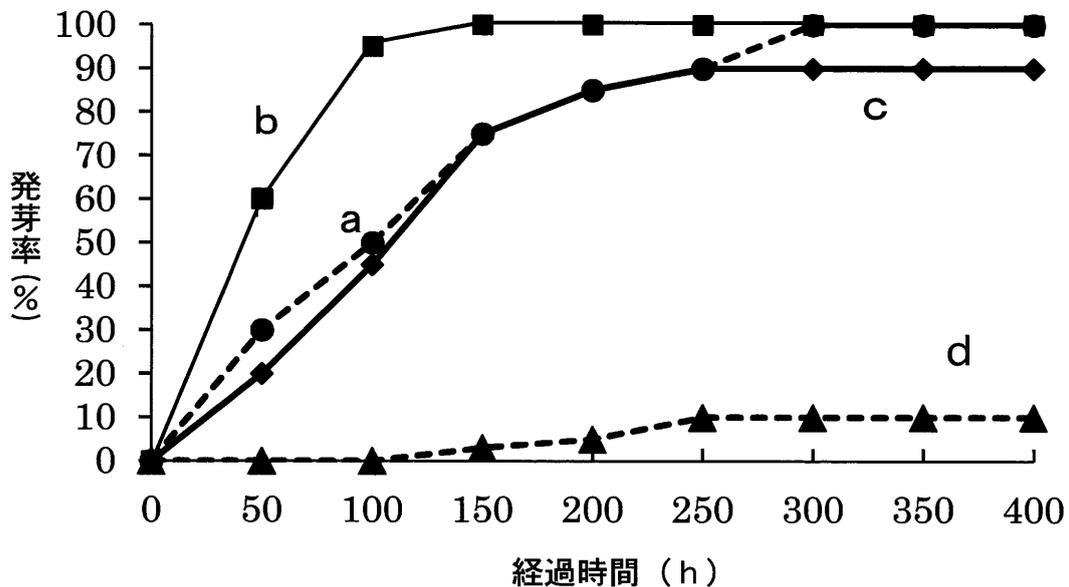


図 1

問 6 実験 I において、寒天培地にショ糖を加えているがそれはなぜか。理由を 2 つ記せ。

問 7 実験 I の結果から考えられる植物 A がもつしくみを何というか。その名称を記せ。

問 8 花粉管誘引物質の解明に関する文章を読み、以下の (1) ~ (2) に答えよ。

2001 年、東山哲也らは、胚のうの一部が裸出しているトレニアという植物を用いて、胚珠内の細胞をレーザーで破壊し、花粉管がどの細胞に誘引されるのかを調べた。その結果を表 1 に示した。

表 1

| 胚のう の状態 | 各細胞の存在 | | | | 誘引頻度 |
|------------|--------|------|-----|---|------|
| | 卵細胞 | 中央細胞 | 助細胞 | | |
| 破壊なし | + | + | + | + | 98% |
| 1細胞 破壊 | - | + | + | + | 94% |
| | + | - | + | + | 100% |
| | + | + | - | + | 71% |
| 2細胞 破壊 | - | - | + | + | 93% |
| | - | + | - | + | 67% |
| | + | - | - | + | 71% |
| | + | + | - | - | 0% |

(+は存在する, -は存在しないことを示す。)

- (1) 2細胞を破壊する実験からどのようなことがわかるか。表1から得られる結果をもとに、理由を示しながら説明せよ。
- (2) これにかかわる誘引物質は、発見者の東山哲也らにより「ルアー」と名づけられた。その後、「ルアー」は種によって異なることが明らかにされた。そこで、ある種の植物の柱頭に、それと同種の植物の花粉を含む複数種の花粉がついた場合、どのようなになるか記せ。

3 次の[1]，[2]の文章を読み，問1～問8に答えよ。

[1] 動物の体内でつくられ，体外に分泌し，同種^の他個体に作用する物質をフェロモンという。カイコガ（成虫）は，雄が激しく羽ばたきながら雌に近づいて交尾をする。この一連の行動は婚礼ダンスとよばれ，性フェロモンによって起こるとされている。そのことを確かめるために，実験1～実験4をそれぞれ別のカイコガを用いて行った。以下の問1～問5に答えよ。

実験1 実験台の上に雌のカイコガを置き，約10 cm離れたところに雄を放して，行動を観察した。その結果，はじめに雌が尾部の先端から側胞腺を突出させ，しばらくして雄が羽を激しくばたつかせながら雌に接近した。また，両眼を黒エナメルで塗りつぶした雄を用いて同様の観察を行った場合でも，雄，雌ともに同じ行動が観察された。

実験2 ①～④の操作を行った。

- ① カイコガの雄と雌を1個体ずつ別々のビーカーに入れて，アルミニウム箔^{はく}で密閉したものを近づけておき，雄の反応を観察した。
- ② ビーカーに入れた雄に新しいろ紙の小片を近づけて，雄の反応を観察した。
- ③ ビーカーに入れた雄に雌の尾部以外の部分にこすりつけたろ紙の小片を近づけて，雄の反応を観察した。
- ④ ビーカーに入れた雄に雌の尾部にこすりつけたろ紙の小片を近づけて，雄の反応を観察した。

結果 ①，②，③では雄は特別な反応を示さないが，④では激しく羽をばたつかせて婚礼ダンスを始めた。

実験3 触角を両方とも基部から切断した雄を雌から10 cm離れた場所に置いたところ，雄は雌に反応を示さなかった。一方，触覚の片方だけを基部から切断した雄を雌から10 cm離れた場所に置いたところ，雄は羽を激しくばたつかせたが雌にたどり着けな

った。

実験 4 羽を切り落とした雄を、実験 1 と同じように放して行動を観察したところ、雄は雌にたどりつくことはできなかった。羽を切り落とした雄に向かって雌の方からうちわで風を送ったところ、雄は雌にたどり着くことができた。

問 1 実験 1 は、無風に近い状態で行い、かつ雌の露出時間をなるべく短くする必要がある。その理由を記せ。

問 2 実験 1 と実験 2 の結果から考えられる記述として適切なものすべてを選び、記号で答えよ。

ア 雄は雌の全身から分泌される物質に反応している。

イ 雄は雌の特定の部位から分泌される物質に反応している。

ウ 雄は雌の羽ばたきに反応している。

エ 雄は雌の分泌物に慣れてしまうためすぐに反応しなくなる。

オ 雌は雄の羽ばたきに反応して分泌物を放出する。

カ 雄が雌に反応するには、雌の分泌物が空気中を拡散することが必要である。

問 3 密閉したビーカーに入れた雌と、雌の尾部にこすりつけられたろ紙を実験台において雄を放すと、雄はどちらに近づくと考えられるか。理由とともに記せ。

問 4 実験 1 ～ 実験 3 の結果から考えられる記述として適切なものすべてを選び、記号で答えよ。

ア 雄の触角は雌を検知するために必要であり、雌にたどり着くためにも必要である。

イ 雄の触角は雌を検知するために必要であるが、雌にたどりつくためには必要でない。

ウ 雄の触角は雌を検知するために必要でない。

エ 雄の触角には視細胞が存在する。

オ 雄の触角には嗅細胞が存在する。

カ 雄の触角には聴細胞が存在する。

問5 実験4の結果から考えられる記述として最も適切なものを1つ選び、記号で答えよ。

- ア 雄の羽には、雌が放出する刺激に対する受容器が存在する。
- イ 雄の羽ばたきは、風の流れを作って雌のいる方向を検知するために必要である。
- ウ 雄の羽ばたきは、雌が放出する分泌物以外の物質を拡散させるために必要である。
- エ 雄の羽ばたきは、雌にたどり着くための歩行に必要である。
- オ 雄の羽は雌を探して飛ぶために必要である。

[2] 次の問6～問8に答えよ。

行動には、遺伝的プログラムによって決まっている定型的な「ア」行動と、経験を積んで初めてできる「イ」行動がある。動物が特定の方向を定める「ウ」や、個体間で情報をやりとりするコミュニケーションなどは、学習や経験がなくとも生じ、遺伝的な影響を強く受け、社会性昆虫で発達している。例えばアリでは、餌場えさを探しあてた働きアリは自分のコロニーに戻るときに「エ」フェロモンとよばれる化学物質を地表に残し、なかまのアリを餌場へと誘導する。また、外敵に遭遇したときに分泌される「オ」フェロモンはなかまに危険を知らせる。

ミツバチでは、ダンスを踊ることで個体間コミュニケーションをとる。ミツバチの働きバチは蜜のある花(餌場)を見つけると巣箱に飛んで帰り、巣板の垂直面でダンスをすることで、餌場のある方向や距離を知らせている。これを見た他の働きバチは、踊りから餌場の位置を把握する。餌場までの距離が巣箱から100 mより短いときは円形ダンス、遠くにあるときは8の字ダンスを繰り返す。図1に示した8の字ダンスには、餌場までの距離と方向に関する情報が含まれている。距離の情報は8の字ダンスの回数によって伝えられる。方向の情報は8の字ダンスの向きによって伝えられ、巣箱からみた太陽の方向と餌場の方向とがなす角度が、鉛直方向(重力とは反対方向)とダンスの直進部分の方向とのなす角度に相当する。こ

のような行動はミツバチに太陽から一定方向を知る能力があるからで、このしくみを という。

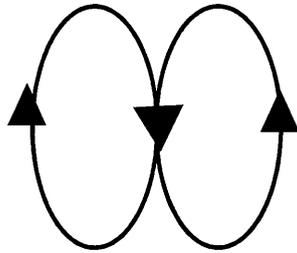


図1 ミツバチの8の字ダンス

※ 矢印の向きは8の字ダンス中の働きバチの進行方向を示す。

問6 ~ にあてはまる適切な語句を記せ。

問7 働きバチがなかまに伝える餌場から巣箱までの距離は、巣箱から餌場に向かうときに体内で消費したグルコースの消費量によって決められている。もし、餌場に向かうとき向かい風であったと仮定すると、その後、巣箱に帰った働きバチはなかまにどのような情報を伝えると考えられるか。次のア～オの中から適切なものを1つ選び記号で答えよ。

ア 餌場までの方向は正しいが、実際より短い距離を伝える。

イ 餌場までの方向は正しいが、実際より長い距離を伝える。

ウ 餌場までの方向は誤っているが、正しい距離を伝える。

エ 餌場までの方向は誤っており、実際より短い距離を伝える。

オ 餌場までの方向は誤っており、実際より長い距離を伝える。

問8 同じミツバチが2時間後には最初の方角と 30° ずれてダンスをした。その理由を記せ。

令和4年度（2022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3年11月6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) | 21ページ |

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」を開いてはいけません。
2. 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。
3. 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
4. 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。
5. 「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。
6. 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。
7. 特に指示がない場合は、日本語で答えてください。
8. 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 以下の説明と英文を読み、質問に答えなさい。

新薬の開発においては、第I相試験 (phase 1 trial) , 第II相試験 (phase 2 trial) , 第III相試験 (phase 3 trial) が順に行われます。第III相試験は偽薬 (placebo) との比較試験 (randomized controlled trial, RCT) として行われることが多く、そこで主要評価項目 (primary endpoint) の条件を満たせば規制当局 (米国では FDA) に承認されるのが一般的です。

On June 7, 2021, the Food and Drug Administration (FDA) granted accelerated approval to aducanumab for treatment of Alzheimer's disease. In many respects, this move represents a landmark moment: not only is aducanumab the first drug approved for Alzheimer's treatment in nearly 20 years, but as a monoclonal antibody targeting aggregated beta-amyloid, it is the first approved drug to directly modify a core molecular feature of the disease's pathophysiology.

monoclonal: 単一クローン性の
beta-amyloid: ベータアミロイド (アルツハイマー病に特徴的な脳の沈着物)
pathophysiology: 病態生理学

Many clinicians, researchers, and patient advocates lauded the approval, asserting that ①even modest slowing of disease progression by aducanumab would translate into meaningful benefit and provide hope for the estimated 6.2 million Americans with Alzheimer's disease. There was optimism that aducanumab's approval may spark new investment and innovation in drugs for Alzheimer's and related disorders, after years in which leading pharmaceutical companies abandoned their neurodegeneration drug pipelines.

lauded: ほめたたえる

Counterbalancing this optimism, however, were ②concerns that the approval was premature, given conflicting evidence regarding aducanumab's clinical efficacy from two phase 3 randomized clinical trials (RCTs). In addition, vasogenic edema and cortical microhemorrhages occurred in about 40% of participants in both trials' high-dose aducanumab groups, as

counterbalancing: 釣り合わせる

vasogenic edema: 血管の異常を原因とする浮腫
cortical microhemorrhage: 大脳皮質の微小な出血

compared with 10% of those receiving placebo. This complication was safely managed in the trials but raised worries about real-world safety. Moreover, even advocates of the drug were disappointed by the high initial price set by the manufacturer (\$56,000 per year), raising concerns about the drug's potential impact on health expenditures.

Finally, critics questioned the appropriateness of close interactions between the FDA and the drug's sponsor, Biogen, during the evaluation process, which the agency defended as necessary for interpreting complex data. After the approval, acting FDA Commissioner Janet Woodcock invited the Office of Inspector General to investigate these interactions, and two congressional committees are also conducting independent evaluations.

Office of Inspector
General: 監察総監室

Aducanumab's development followed a tumultuous course. A phase 1 study provided strong evidence of target engagement, with dose-dependent reductions in beta-amyloid plaques as measured on positron-emission tomography (PET), prompting the launch of two international phase 3 RCTs, ENGAGE and EMERGE. Collectively, these trials randomly assigned 3285 patients with mild cognitive impairment or mild Alzheimer's dementia and a baseline PET scan revealing amyloid plaques to receive placebo or low-dose or high-dose aducanumab. Both trials' primary endpoint was a change in the CDR-SB, an 18-point scale measuring cognition and function.

tumultuous: 騒々しい

positron-emission
tomography: 陽電子放出
断層撮影 (放射性薬剤を
用いた核医学検査)
ENGAGE, EMERGE:
(個々の臨床試験の固有
名称を表す)

CDR-SB: Clinical
Dementia Rating Sum of
Boxes (認知症の重症度
を評価する方法)
cognition: 認知

In March 2019, both trials were terminated early (③) a prespecified analysis indicating that they were unlikely to meet their primary efficacy endpoints. Seven months later, in a stunning turnaround, Biogen announced it

prespecified: 事前に指定
された

turnaround: 転向

would file a Biologics License Application after an analysis of a larger data set revealed that EMERGE's high dose group had met the primary endpoint, with a 22% relative slowing of progression on the CDR-SB scale as compared with placebo. No significant benefit was found in ENGAGE's high-dose group or in either study's low dose group. Biogen asserted that the EMERGE results met criteria for FDA approval (③) a single compelling trial.

Biologics License
Application: 生物製剤認
可申請

In November 2020, the FDA convened its Peripheral and Central Nervous System Drugs Advisory Committee to review the trial data and post hoc analyses evaluating potential reasons for the discrepancy between the trials. The committee voted decisively that the data in totality did not provide sufficient evidence of efficacy and recommended against approval.

convened: 召集した

post hoc: 事後の

decisively: きっぱりと

In another surprising twist, the FDA then pivoted from its normal regulatory pathway, which requires evidence of clinical efficacy, and approved the drug on an accelerated pathway in which evidence of biomarker changes deemed "reasonably likely to predict clinical benefit" is sufficient. ④ This pathway, intended for drugs treating serious diseases with limited treatment options, has been used for drugs to treat HIV and cancer.

pivoted: 旋回した

biomarker: バイオマーカー
(病気の進行や薬剤の
効果など、生体内の生物
学的変化を定量的に把握
するための指標となる物
質)

(From Controversy and Progress in Alzheimer' s Disease –
FDA Approval of Aducanumab, Gil D. Rabinovici, M. D., N Engl
J Med 2021; 385:771-774. Copyright © 2021 Massachusetts
Medical Society. Reprinted with permission from
Massachusetts Medical Society. 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が指す内容を本文に即して 4 点, 日本語で述べなさい。

問 3 **Aducanumab** の第Ⅲ相試験に参加した患者の特徴を説明している部分を本文中より英単語 20 語以内で抜き出しなさい。

問 4 2 箇所ある(③)に共通して入る最も適切な語句を以下から 1 つ選び記号で答えなさい。

- ア) despite of
- イ) regardless of
- ウ) with regard to
- エ) on the basis of
- オ) from the viewpoint of

問 5 下線部④の承認要件を日本語で述べなさい。

問 6 本文のタイトルとして最もふさわしいものを以下から 1 つ選び記号で答えなさい。

- ア) Premature FDA Approval of Aducanumab
- イ) Treatment of Expensive Alzheimer's Disease
- ウ) Controversy and Progress in Alzheimer's Disease
- エ) What are the appropriate biomarkers for Alzheimer's Disease?
- オ) Appropriate distance between FDA and pharmaceutical companies

2 以下の英文を読み、質問に答えなさい。

Past epidemics have spurred scientists and physicians to reconsider everything from their understanding of disease to their modes of communication. One of the most studied, the bubonic plague, tore through Europe in the late 1340s as the Black Death, then sporadically struck parts of Europe, Asia, and North Africa over the next 500 years. Caused by bacteria transmitted via the bites of infected fleas, the plague's hallmarks included grotesquely swollen lymph nodes, seizures, and organ failure. Cities were powerless against its spread. In 1630, nearly half the population of Milan perished. In Marseille, France, in 1720, 60,000 died.

bubonic plague: 腺ペスト

Black Death: 黒死病
sporadically 単発的に

grotesquely: グロテスク
に
lymph node: リンパ節
seizures: 痙攣

Yet the mere recording of those numbers underscores how medicine reoriented in the face of the plague. Until the Black Death, medical writers did not routinely categorize distinct diseases, and instead often presented illness as a generalized physical disequilibrium. ①“Diseases were not fixed entities,” writes Frank Snowden, a historian of medicine at Yale University, in his book *Epidemics and Society: From the Black Death to the Present*. “Influenza could morph into dysentery.”

underscore: 強調する

reorient: 方向を変える

routinely: 常に

disequilibrium: 不平衡

entity: 実体

morph: 変化する
dysentery: 赤痢

The plague years sparked more systematic study of infectious diseases and spawned a new genre of writing: plague treatises, ranging from pithy pamphlets on quarantines to lengthy catalogs of potential treatments. The treatises cropped up across the Islamic world and Europe, says Nükhet Varlık, a historian of medicine at Rutgers University, Newark. “This is the first disease that gets its own literature,” she says. Disease-specific commentary expanded to address other conditions, such as sleeping sickness and smallpox. Even before the invention of the printing press, the treatises were

pithy: 簡潔な

quarantine: 検疫

Islamic: イスラム教の

apparently shared. Ottoman plague treatises often contained notes in the margins from physicians commenting on this or that treatment.

Ottoman: オスマン帝国の

Plague and later epidemics also coincided with the rise of epidemiology and public health as disciplines, although some historians question whether the diseases were always the impetus. From the 14th to 16th centuries, new laws in the Ottoman Empire and parts of Europe required collection of death tolls during epidemics, Varlik says. Plague also hastened the development of preventive tools, including separate quarantine hospitals, social distancing measures, and, by the late 16th century, contact-tracing procedures, says Samuel Cohn, a historian of the Middle Ages and medicine at the University of Glasgow. "All of these things that a lot of people think are very modern ... were being devised and developed" back then. The term ②"contagio" took off, as officials and physicians sought to ascertain how plague was spread.

Cholera, caused by a bacterium in water, devastated New York and other areas in the 1800s. It gave rise not only to new sanitation practices, but also to enduring public health institutions. "Statistics had proven what common sense had already known: In any epidemic, those who had the faintest chance of surviving were those who lived in the worst conditions," historian of medicine Charles Rosenberg, now an emeritus professor at Harvard University, wrote in his influential book *The Cholera Years: The United States in 1832, 1849, and 1866*. To improve those conditions, New York City created its Metropolitan Board of Health in 1866. In 1851, the French government organized the first in a series of International Sanitary Conferences that would span nearly 90 years and help guide the founding of the World Health Organization in 1948. Cholera "was the stimulus

Cholera: コレラ

sanitation: 公衆衛生

emeritus professor: 名誉教授

for the first international meetings and cooperation on public health," Rosenberg says now.

Meanwhile, efforts to decipher disease continued: Although physicians who eyed germs as culprits remained a minority in the mid-1800s, disease "was no longer an incident in a drama of moral choice and spiritual salvation," but "a consequence of man's interaction with his environment" Rosenberg wrote. Fleas were identified as the carrier of plague during a global pandemic in the late 1800s and early 1900s, and the concept of insects as vectors of disease has influenced public health and epidemiology ever since.

A curious mix of remembering and forgetting trails many epidemics. Some quickly vanish from memory, says David Barnes, a historian of medicine at the University of Pennsylvania. The 1918 flu, which killed an estimated 50 million people worldwide but was also overshadowed by World War I, is a classic example of ③a forgotten ordeal, he says. "One would expect that that would be a revolutionary, transformative trauma, and yet very little changed" in its wake. There was no vast investment in public health infrastructure, no mammoth infusion of money into biomedical research. Although the 1918 pandemic did help spur a new field of virology, that research advanced slowly until the electron microscope arrived in the early 1930s.

overshadow: 影を薄くする

transformative: 変化させる

infusion: 注入

virology: ウィルス学

In contrast, ④the emergence of HIV AIDS in the 1980s left a potent legacy, Barnes says. A new breed of patient-activists fought doggedly for their own survival, demanding rapid access to experimental treatments. They ultimately won the battle, reshaping policies for subsequent drug approvals. But, "It wasn't the epidemic per se—the damage, the death toll of AIDS—that made that happen," Barnes says. "It was activists who were

doggedly: 忍耐強く, 熱心に

organized and persistent, really beyond anything our society had ever seen.”

It's through this lens of human agency that Barnes and other historians contemplate COVID-19's potential scientific legacy. The pandemic, like its predecessors, cast light on uncomfortable truths, ranging from the impact of societal inequities on health to waste in clinical trials to paltry investments in public health. Questions loom about how to buttress labs—financially or otherwise—that were immobilized by the pandemic.

inequity: 不平等

paltry: わずかな

buttress: 支える, 強化する

immobilize: 動けなくなる

(From "Will COVID-19 change science? Past pandemics offer clues" by Couzin-Frankel, Jennifer, Vol 373, Issue 6552 • pp. 264-265, Reprinted with permission from AAAS. Copyright © 2021 American Association for the Advancement of Science一部改変)

問 1 下線部①が指す内容を本文に即して日本語で述べなさい。

問 2 下線部②と同様の意味を持つ単語を以下から1つ選び記号で答えなさい。

- ア) permission
- イ) consultation
- ウ) transmission
- エ) interpretation
- オ) transformation

問 3 下線部③はどのような事実を指すか, 本文に即して日本語で述べなさい。

問 4 下線部④はどのような事実を指すか, 本文に即して日本語で述べなさい。

問 5 これまでの感染症の歴史を鑑み, 著者は COVID-19 感染の現状をどのように考えているか, 本文に即して日本語で述べなさい。

3 以下の英文を読み、質問に答えなさい。

Recent news stories about conflict of interest in biomedical research have shaken up public and private institutions alike, but their focus was on clinical research. Amidst the renewed focus on conflicts of interest in clinical work, let's not disregard the fact that financial conflicts also pose a concern to basic and preclinical research.

biomedical: 生物医学的な

amidst: ~の中,

For a while now, tightening purse strings at federal funding agencies have led biomedical researchers at public and private universities to look for external sources of funding.

federal funding agency: 連邦政府の資金調達機関

① This search often leads to industry partners, and such partnerships are now flourishing. According to Nature Index's 2017 Science Inc. issue, the number of academic-industry collaborations globally more than doubled from over 12,000 in 2012 to nearly 26,000 just four years later in 2016. Half of those 26,000 collaborations were in the life sciences. As these partnerships continue to grow, it's the job of those in the biomedical research community to carefully navigate what could be a minefield of conflicts of interest.

Nature Index's 2017 Science Inc. issue: Nature Index の 2017 版「Science Inc.」

minefield: 地雷原

A 'conflict of interest' can mean different things depending on the context, but most often relates to financial payments from industry sources from which a researcher could stand to gain personal benefit, just as the company involved stands to benefit from a researcher's expertise. These outside payments pose a dilemma because the funding could cloud a researcher's judgment and thereby influence how a study is designed, interpreted and reported. In our journals, we require authors to declare any competing financial interests when submitting articles, and last January, we revised our policy to require the reporting of any competing non-financial interests such as personal relationships with stakeholders.

stakeholder: 出資者

It's obvious why conflicts of interest are problematic in clinical settings. Undue influence on how a drug, procedure or device is tested can potentially cause harm to patients—either those enrolled in the trials designed to test the products or those who take the drug after market approval. Even outside of the possibility of harm, the trial could be designed in such a way as to sway the results. Previous research looking at industry-sponsored scientific studies, most of them clinical trials, found that such studies could be more than three times as likely as non-industry-funded studies to find results that favor their sponsors. Such findings don't negate the important role that industry plays in biomedical research. Industry partnerships provide much-needed financial support and regulatory know-how to help bring drugs to market, regardless of where the drugs originated. Similarly, merely the presence of a conflict of interest doesn't (②) the value of research. But the positive influence of industry and the ability to conduct sound research despite conflicts don't mean the threat of negative influence isn't ever-present.

undue: 不当な

negate: 否定する

Clinical research, rightly, is often subject to federal oversight when it comes to conflict of interest. In the US, the Sunshine Act, or the National Physician Payment Transparency Program, was introduced as part of the country's 2010 Affordable Care Act. The Sunshine Act mandates that medical industry companies notify the US Centers for Medicare and Medicaid Services of any payments, including gifts or free meals, that they make to physicians and teaching hospitals.

Sunshine Act: サンシャイン法
the National Physician Payment Transparency Program: 連邦政府による医療従事者への支払い透明化プログラム
Affordable Care Act: アフオーダブルケア法 (オバマケア)

demarcate: 区別する

The lines that demarcate conflicts of interest begin to get blurry when it comes to preclinical, or 'basic', research. Patients are often not in the picture at this early stage of research, and recognizing the harm wrought by possible conflicts of interest gets more difficult. But ③that doesn't

blurry: 不鮮明な

mean that conflict-of-interest issues are any less problematic. One of the most famous historical examples of industry influence affecting the biomedical research agenda is that of sugar industry-funded science that downplayed the negative effects of sugar. Those studies set the stage for thousands of subsequent studies—not to mention products and devices—focusing on fat as the culprit behind cardiovascular disease. Meanwhile, an analysis evaluating preclinical studies of the type 2 diabetes drugs known as thiazolidinediones, for example, found that estimates of harm outweighed efficacy estimates in only four of seven studies that were sponsored by industry alone, when compared to 38 of 49 studies that were not industry-sponsored and ten studies of 17 that were sponsored by both industry and non-industry sources. It's not as though there are no checks and balances in the current system. Universities typically require their scientists conducting basic research to disclose any industry relationships they may have and often place caps on how much of a financial stake a researcher is allowed to hold in a company. But no mandate such as the Sunshine Act seems to exist, for example, when it comes to payments by industry to scientists working in the lab rather than with patients. Teaching hospitals often allocate some of the funds they receive from industry sources to non-clinical researchers, but the Open Payments system that tracks payments to physicians does not track any payments that were allocated to non-physicians. Clearly, the system isn't perfect, and with increased scrutiny on the scientific process as a whole, an increased awareness about being forthcoming about conflicts of interest is worthwhile. And without a standardized disclosure process for preclinical research, raising awareness about conflicts of interest becomes difficult.

downplay: 控えめに扱う

cardiovascular: 心血管系の
diabetes: 糖尿病
thiazolidinediones: チアゾリジン系薬剤

Basic research is the bedrock of all of the applied research that follows, particularly in drug development. It's in the basic research stage that scientists discover molecules and pathways that have potential translational value. The foundational science that society uses to uphold clinical research could be in danger of being flawed if researchers aren't more cognizant of and transparent about who is funding these basic discoveries. We ask our authors and reviewers to be diligent about any competing interests—be they financial or otherwise. Transparency is crucial not only for preserving the integrity of the research but also in preserving the trust of the public whose tax dollars help fund a significant portion of basic science. We welcome an open discussion about how best to ensure more transparency in reporting conflict of interest in a way that would protect and promote the research that advances biomedical science.

bedrock: 根底

translational: 橋渡しの
的な

foundational: 基盤と
なる

cognizant: 認識する

(Reprinted from " Confronting conflict of interest " by Nature Medicine, Nov 6, 2018. © 2018, Springer Nature America, Inc.一部改変)

問 1 本文で主題として取り扱っているタイトルに相応しい英単語 3 個を本文中より拾い上げなさい。

問 2 下線部①の示すものを日本語で述べなさい。

問 3 文中(②)に入る最も適切な語を以下より 1 つ選び記号で答えなさい。

- ア) raise
- イ) refine
- ウ) create
- エ) diminish
- オ) summarize

問 4 下線部③の示すものを日本語で述べなさい。

問 5 本文に記載されている内容に合うものを全て選び記号で答えなさい。

- ア) 研究者は、基礎研究においても誰が資金を提供しているかを認識すべきである。
- イ) 研究者は薬を市場に出すために必要な資金援助を産業界から得るべきではない。
- ウ) 企業から資金提供を受けると、研究者の判断が鈍り、結果報告の仕方に影響を及ぼす可能性がある。
- エ) 一般的に大学は、基礎研究を行う科学者に対しても臨床研究を行う科学者と同等に産業界との関係を開示することを求める。
- オ) 企業がスポンサーとなって実施された研究は、企業がスポンサーとなっていない研究に比べて、企業に有利な結果が出る可能性が 5 倍以上高いことが判明している。

問 6 下記の英文は本文から読み取れる内容をまとめたものである。英文の空所に適切な英単語 15 個以内を入れ、英文を完成させなさい。

To facilitate the biomedical research, () is important.

4 以下の英文を読み、質問に答えなさい。

(1) Fifty years ago, ① meditation was considered fringe, and the idea that it had any role in medical treatment, absurd. Nevertheless, one of us (H.B.) published research demonstrating that meditation and ② similar practices (initially from India and later from other cultures) reduced oxygen consumption, lowered blood pressure and heart rate, and initiated a cascade of physiological effects that were the opposite of what occurs during the stress response. This coordinated set of physiological changes was termed the (A) “relaxation response.” and a general, secular procedure was described to elicit it. Coincidentally, this work took place in the same laboratory that had been occupied by Walter Cannon 50 years earlier when he described the stress, or (B) “fight or flight.” response.

physiological: 生理学的な

flight: 逃避

(2) Today, meditation and other mind–body practices, such as (C) yoga and (D) mindfulness, are growing in popularity, with 14% of the U.S. adult population reporting having used these techniques within the previous year. Historically, these tools have been used to promote human flourishing, insight, peace, enlightenment, and connection to something larger than oneself. Today, many people are drawn to these practices for their perceived physical and mental health benefits and stress relief. All religious traditions and cultures have some form of meditative or other mind–body practice, but the current explosion of interest in these practices has largely occurred within a secular context.

mindfulness: 気付き、心がこもった行動、マインドフルネス

flourishing: 元気

meditative: 瞑想的な

(3) Concurrent with this growing public interest is emerging research describing various neurobiologic, physiological, and genomic changes associated with mind–body practices, particularly meditation, including activation of specific brain regions, increased heart-rate variability, and suppression of stress-induced inflammatory pathways, among others.

neurobiologic: 神経生物学的な

genomic: ゲノム (遺伝情報全体) の

heart-rate variability: 心拍変動

inflammatory: 炎症の

Though some of these changes appear to occur with multiple techniques, others may be technique-specific. More research is needed to understand the implications of these findings.

(4) In 1964, John Stoeckle and colleagues concluded that 60 to 80% of visits to primary care physicians have a stress-related component. Stress is ubiquitous, and its role when excessive or persistent as a major contributor to (E) morbidity and (F) mortality is well recognized. At the Benson-Henry Institute for Mind Body Medicine at Massachusetts General Hospital, for example, we routinely receive referrals to our ③ Stress Management and Resiliency Training (SMART) Program from primary care physicians and specialists who have seen their patients benefit from these practices. Since many patients are initially skeptical, we counsel them regarding how stress may be exacerbating their symptoms, how mind-body techniques can reduce the stress response, and what to reasonably expect (e.g., you cannot blank your mind with meditation, and mind wandering is normal). With guidance and consistent practice, most patients feel less stressed, experience a greater sense of wellbeing, and are less bothered by the symptoms that brought them in. Some patients also note a greater sense of spiritual connectedness.

colleague: 同僚

morbidity: 病的状態

referrals: 紹介

connectedness: 連結性

(5) Belief in these techniques is not necessary to realize benefit. Indeed, randomized, controlled trials have suggested improved health outcomes and quality of life in multiple physical and mental health conditions that are related to or exacerbated by stress, including chronic pain, anxiety, depression, cancer-related fatigue, tobacco addiction, inflammatory bowel disease, and cardiovascular disease, though these tools may not be helpful in the setting of substance use disorder. Moreover, preliminary findings suggest that integrating these tools into the health care system may reduce health care utilization and may be cost-effective.

anxiety: 不安症

depression: うつ病

Inflammatory bowel disease: 炎症性腸疾患

(6) Nonetheless, not everyone is ready to embrace these tools: some patients may have concerns about certain practices contravening their religious beliefs; others are not ready to engage in the effort required to maintain a regular practice; still others have been conditioned to request a pill for every ailment. Moreover, these tools may not be appropriate for some patients. For example, patients with severe mental illness may have difficulty learning the necessary skills — or risk losing touch with reality when they engage in some of these practices.

contravening: 反している

ailment: 軽い病気

(7) Despite these barriers, many patients are keen to learn more about mind–body tools. Given the available data and the favorable side-effect profiles of these practices, we believe that mind–body medicine should be recognized as potential primary and secondary prevention and, where possible, routinely incorporated into primary care. It is not surprising that it hasn't been seen in this light, given that our health care system has been predominantly built on a reactive disease-treatment model rather than a proactive health-enhancement model. Realization of the potential cost savings and health improvements afforded by mind–body medicine would require insurance companies to cover these services and an educational system to train health care professionals in their appropriate use. Many medical schools now offer mind–body medicine electives, but only a few have made education in these practices a required part of the curriculum. Currently, few Americans have access to these tools in a medical setting, and even those who do must often pay for them out of pocket.

(From A New Era for Mind–Body Medicine. , Michelle L. Dossett, M. D. , Ph. D. , Gregory L. Fricchione, M. D. , and Herbert Benson, M. D. , N Engl J Med 2020; 382:1390–1391. Copyright © 2020 Massachusetts Medical Society. Reprinted with permission from Massachusetts Medical Society. 一部改変)

問 1 下線部①について 50 年も前に著者の 1 人が科学的データを報告していたにも関わらず、医学的には馬鹿げている、とされていた理由を示す段落を、段落(1)-(7)の中から 1 つ選び番号で答えなさい。

問 2 下線部②の具体例として考えられるものを下線部(A)-(F)の中から全て選び記号で答えなさい。

問 3 下線部③のプログラムを受ける患者に対してどのような対応・指導が行われるか、また、患者はどのように変化していくか、本文に即して日本語で述べなさい。

問 4 本文に最も相応しい題名を下記の選択肢の中から 1 つ選び記号で答えなさい。

- ア) How to meditate in your daily life
- イ) A new era for mind-body medicine
- ウ) The 50th anniversary of Walter Cannon
- エ) A guide to visitors for Massachusetts General Hospital
- オ) Difference in medical education between US and Japan

問 5 本文全体から判る内容で () 内に英単語を 6 語以内で入れて英文を完成させなさい。

Authors of this article () Walter Cannon.

令和4年度(2022年度)東北大学

AO入試(総合選抜型)Ⅲ期

筆記試験問題

令和4年2月12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

1. 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」、「解答用紙」を開いてはいけません。
2. 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。
3. 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
4. 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。
5. 「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。
6. 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。
7. 特に指示がない場合は、日本語で答えてください。
8. 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。
9. 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 以下は医師である著者の祖父に関する英文である。文を読んで質問に答えなさい。

As Grandpa's arthritis worsened, composing email messages of more than a few words became onerous for him. "It's frustrating when the fingers can't keep up with the brain," he'd lament. And then visitation restrictions necessitated by Covid-19 cut him off from the outside world entirely, since his deafness had long since made phones useless to him. When the Northeast surge abated, Grandpa's son and I received permission to visit him outside his facility on separate days. Lucid as ever, despite nearing his 103rd birthday, he rendered the same plea to each of us. Whereas he had long wished to forgo measures to prolong life, he now sought any plausible option to hasten death.

I knew that New Jersey had legalized ① physician-assisted dying the previous year, but also that legality, availability, and propriety are three very different things. My long-standing ambivalence about physician-assisted dying had been reinforced by colleagues who joined me in organizing and presenting at the National Academy of Medicine's 2018 workshop on the topic. I reached out to several of these experts to gauge whether Grandpa might pursue it. Would he even meet the criteria, given that he was dying of old age, frailty, and more than anything else, isolation and meaninglessness?

I learned that the Centers for Medicare and Medicaid Services (CMS) had previously allowed codes for "② adult failure to thrive" to qualify people for hospice and that in states that had legalized physician-assisted dying less recently than New Jersey had, those codes had been used to confer eligibility. But CMS recently removed those codes from hospice eligibility, and in any event, I could not find a New Jersey physician willing or sufficiently experienced to provide this service.

I described another option to Grandpa: he could voluntarily stop eating and drinking. He'd never considered this possibility (which reminded me again ③ how one's family members and clinicians contribute to inequities in end-of-life care). The option intrigued Grandpa, and during subsequent visits he reinforced his plan to pursue it. I insisted that he first move into my home. I wanted to ensure the quality of his care, knowing that

arthritis: 関節炎
onerous: わずらわしい

abated: 和らいだ
Lucid: 頭脳明晰な

forgo: 見合わせる

legality: 合法性

ambivalence: 相反する感情を持つこと

frailty: 弱さ

meaninglessness: 空虚

Centers for Medicare and Medicaid Services (CMS): メディケア・メディケイドサービスセンター(米国の公的医療保障制度の運営主体)

voluntarily: 自発的に

inequities: 不公平

I could enroll him in my health system’s hospice program. But I also wished to test his resolve, reasoning that his mind might change once his isolation ended.

For a month after he entered our home, his spirits were brighter, his gait steadier, and his appetite heartier. He joined my wife, two daughters, and me for dinner each night, typically preceded by a vodka martini that I had stirred for him — a daily pleasure he’d allowed himself for 80 years and had missed as a facility resident. He’d tell stories of the Navy, his career, and his family history and would regularly quip, “If you keep treating me this well, I might just stick around a while longer!”

But eventually he returned to his goal of (④) death. One night, he said he was ready to stop eating and drinking the next morning, but when morning came, he asked for his usual coffee and bagel. He confided that he was scared. When I asked of what, he replied, “It’s like trying to roller skate. I’m scared of starting. Though I know that once I do, I’ll probably roll.”

A week later, he’d built up his fortitude and again asked to stop eating and drinking. I convinced him to join us for dinner and sleep on it. He agreed, devoured everything on his plate and the ice cream sundae my daughters made him afterward, and shared a bottle of red wine we’d opened for the occasion. “My last hurrah,” he said, with a smile and fist pump more vigorous than you’d think an old, frail man could muster. When I entered his room early the next morning, he was already dressed. “I’m ready to start,” he announced, almost before I could say good morning. “But do you think I could sneak a half-cup of black coffee?”

I went through the doctorly ritual of informing him that this was his choice; it would bring him pleasure while prolonging his life. He nodded. I served. He imbibed. On the third day of nothing but six ounces of black coffee each morning, he said, “I have a confession. While washing my face this evening I took a gulp of water.” The guilt and disappointment he conveyed immediately altered (⑤) my views on physician-assisted dying. For people with a consistent desire to end their life, unencumbered by mental illness or immediate threats to their survival, the only alternative — to stop eating and drinking — is just too challenging. Hospice

gait: 足どり

quip: 気の利いた物
言い

fortitude: 不屈の精
神

imbibed: 飲んだ

unencumbered: つ
ながりのない

experts around the country had warned me that less than 20% of people who try to do so “succeed,” with most reversing course because of vicious thirst.

(Copyright (c) 2021 Massachusetts Medical Society. All rights reserved一部改変)

- 問1. 下線部①の代替案として筆者が示したことを文中の言葉で示しなさい。
- 問2. 下線部②はどのような状態のことを言うのか、本文から読み取れる内容を日本語 40 字以内で示しなさい。
- 問3. 下線部③は具体的にどのような意味を示すか、日本語 40 字以内で説明しなさい。
- 問4. 空欄④に入る最も適切な単語を以下から選びなさい。
ア) waiting
イ) avoiding
ウ) accepting
エ) hastening
オ) considering
- 問5. 下線部⑤で示された医師による死の幫助に関する著者の考えは、祖父の言動を通じてどのように変化したと考えられるか、本文に即して日本語 150 字以内で述べなさい。
- 問6. 本文で示されるような終末期医療の現状や課題などについてあなたが知っていることを、わが国の現状にも触れて英単語 100 語以内で述べなさい。

2 以下の英文を読み、質問に答えなさい。

① During the COVID-19 pandemic, the concept of heroism has been a prominent feature of media coverage. Health care professionals who worked ceaselessly in intensive care units, sacrificed time with their families to travel to severely affected areas to care for patients with COVID-19, and put themselves in harm's way have been acknowledged and rightly celebrated. For example, New Yorkers had a nightly ritual of cheering and making noise in support of health care workers and offered public support in the form of signs, treats, and other measures of appreciation that referenced the heroism of the health care workforce. However, the pandemic has outlasted these public demonstrations, and heroic narratives ultimately do not serve clinicians or public health.

The concept of heroism suggests performing some exceptional feat, such as an individual who disregards his or her own well-being to benefit others. Heroes are glorified in art, literature, and history, and these heroic narratives serve an important purpose in demonstrating that individuals can accomplish more than seems possible in response to a challenge or threat. For instance, people such as Nelson Mandela, who faced his long imprisonment without complaint and dedicated his life to justice, embody the heroic ideal.

The culture of medicine aligns with heroic narratives by extolling 3 traits: individual skill, willingness to sacrifice, and stoicism in the face of physical and emotional hardship. Medical training rewards individual achievement, whether it is identifying the correct diagnosis or performing a procedure skillfully. Medicine also extols the heroic attribute of sacrifice, recognizing those who go beyond already significant professional obligations. Narratives about medicine often celebrate clinicians giving time beyond their job requirements, as illustrated in a collection of articles on “the heroic work of doctors and health workers.” Medical training demands physical endurance; even after duty hour reforms, 80-hour work weeks and long shifts are the norm. In some clinical settings, such as operating rooms, physical demands persist throughout careers. Unspoken messaging in

ceaselessly: 絶え間なく

workforce: 従事者
outlast: 長く続く

extol: 賞賛する
stoicism: ストイックであること。自分を厳しく律する禁欲的・求道的な姿勢や生き方
skillfully: 手際よく

Unspoken: 暗黙の

medical and surgical training programs can promote stoic responses to the wrenching emotions in medicine and, at times, can be accompanied by increased cynicism during residency training.

cynicism: 冷笑

These 3 heroic attributes of individualism, sacrifice, and stoic endurance can actually undermine the system transformation needed in health care. The individualism inherent in the heroic narrative runs counter to the team-based problem-solving approach to health care delivery that leads to better quality. If physicians and other clinicians are willing to make personal sacrifices to circumvent system shortcomings, leaders are less likely to take necessary steps to correct broken systems. Although systematic data are lacking in this area, it is observed that physicians often step in to ensure seamless care on their own time and create “workarounds” to get patients what they need in dysfunctional microsystems. She contends that medical care in the US relies on this strong sense of professional obligation to function. Similarly, if nurses are willing to work double shifts or routinely cover extra patients, chronic understaffing, which is known to be unsafe for patients, persists.

circumvent: 回避する

workaround: コンピューターにおいてシステム上の問題が発生した際の応急措置のこと

The stoicism that comes with being a hero is also a risk for burnout, defined by the National Academy of Medicine as emotional exhaustion and distress stemming from work. Stoicism can lead clinicians to underrecognize their physical and emotional needs and to conceal perceived vulnerabilities. For example, an account of a physician concealing her cancer diagnosis while leading a pandemic response, and her description of the healing effect of sharing the experience of her own illness, highlight the importance of changing culture to support physicians as human beings. Moreover, heroic actions and attitudes require an activated mental state that can allow people to perform at a high level for defined periods of time. Sustaining that emotional activation is physically, mentally, and emotionally exhausting. Occupationally related emotional exhaustion and distress, and, in extreme cases, depression, anxiety, and suicide, can result from striving to meet impossible expectations over time. Emergency department physician Dr Lorna Breen, who died by suicide in April

vulnerability: 弱み

2020, is a recent casualty of this long-standing and deep-seated culture. Even when these heroic expectations do not lead to tragic or career-ending consequences, they can contribute to ②a lack of engagement and satisfaction in work that is highly prevalent among clinicians.

deep-seated:根深い

It is possible that the energy physicians and other clinicians are putting into maintaining stoicism in the face of challenges could be better turned in a positive direction. Clinicians' creativity and problem-solving skills are underutilized resources for transforming health care. As a hypothetical example, consider a specialist in the community with an idea for a novel digital health approach to support patient self-management for a disease she manages on a routine basis. Her daily work includes routine overbooking of patients, frequent absences among staff, and distracting requests to manage tasks others could do, and she is expected to soldier through without complaint. Imagine if the patient scheduling, on-call, and staffing systems all functioned as intended, and she was able to deliver patient care without contingency planning and unplanned work time. She could have the energy and focus to turn to her idea and serve patients even beyond her practice through her digital self-management tool.

underutilized:未活用の

hypothetical:仮説の

contingency:偶発的な

The National Academy of Medicine's report on clinician well-being provides ③an approach for reframing the culture, emphasizing humanism instead of heroism. Rather than envisioning medicine as a province of brilliant individuals saving lives without a thought for their personal regard, the aim should be to achieve a culture of teamwork that acknowledges the human needs—both physical and emotional—of clinicians and does not ask them to sacrifice their well-being on a routine basis. Organizational solutions abound, such as information technology-enabled coverage systems, data-supported anticipatory staffing, and team members empowered to a high level of function. These precepts extend to medical education, whereby educators can rightsize learners' workloads, teach and model teamwork and team culture, and, most importantly, demonstrate support for learners and faculty experiencing the

anticipatory:予想した

precept:教訓

workload:作業

stress of their studies or emotional challenges of patient care. Moreover, it is imperative that health systems provide support for clinicians to prevent and mitigate emotional exhaustion and distress, without stigma for seeking help or time away from work.

(Reproduced with permission from "Humanism Before Heroism in Medicine." by Sarkar, Urmimala ; Cassel, Christine, JAMA.2021;326(2):127-128. Copyright©2021 American Medical Association. All rights reserved.一部改変)

問 1. 下線部①が具体的に何を指すか, 日本語で述べなさい。

問 2. 医療における heroic narratives の特徴を表す英単語を 3 つ本文中より抜き出し, なぜそれらが医療に必要なシステムの変革を阻害するのか, それぞれ日本語で簡潔に説明しなさい。

問 3. 下線部②のような現象が生じる理由について, 本文に即して日本語 150 字以内で説明しなさい

問 4. 下線部③は具体的にどのようなことを指すか, 本文に即して日本語でまとめなさい。

問 5. この文章のタイトルにふさわしい英単語をいれなさい。

()before Heroism in medicine

3 以下の英文を読み、質問に答えなさい。

Biologists in Shanghai, China, have created the first primates cloned with a technique similar to the one used to clone Dolly the sheep and nearly two dozen other species. The method has failed to produce live primates until now. Researchers hope to use this revised technique to develop populations of genetically identical primates to provide improved animal models of human disorders, such as cancer. The technology could also be combined with gene-editing tools such as CRISPR–Cas9 to create genetically engineered primate-brain models of human disorders, including Parkinson’s disease.

primates:霊長類

genetically:遺伝的に

CRISPR–Cas9:酵素によるDNA切断を原理とする遺伝子改変技術

“This paper really marks the beginning of a new era for biomedical research,” says Xiong Zhi-Qi, a neuroscientist who studies brain disease at the Chinese Academy of Sciences Institute of Neuroscience (ION) in Shanghai. He was not involved in the cloning project. But the achievement is also likely to raise some concerns among scientists and the public that the technique might be used to create cloned humans. “Technically, there is no barrier to human cloning,” says ION director Mu-Ming Poo, who is a co-author of the study. But ION is interested only in making cloned non-human primates for research groups, says Poo: “We want to produce genetically identical monkeys. That is our only purpose.”

biomedical:生物医学的な

neuroscientist:神経科学者

Chinese Academy of Sciences Institute of Neuroscience (ION):中国科学院神経科学研究所

Primates have proved tricky to copy, despite many attempts using the standard cloning technique. In that method, the DNA of a donor cell is injected into an egg that has had its own genetic material removed. ION researchers Sun Qiang and Liu Zhen combined several techniques developed by other groups to optimize the procedure. One trick was to undo chemical modifications in the DNA that occur when embryonic cells turn into specialized cells. The researchers had more success with DNA from fetal cells, rather than cells from live offspring.

optimize:最適化する

embryonic cells:胚細胞

Using fetal cells, they created 109 cloned embryos, and implanted nearly three-quarters of them into 21 surrogate monkeys. This resulted in six pregnancies. Two long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*) survived birth: Zhong Zhong, now eight weeks old, and Hua Hua, six weeks. Poo says that the pair seem healthy so far. The institute is now awaiting the birth of

surrogate:代理母

macaque:マカク(サルの一属)

Macaca

fascicularis:カニク

another six clones. Cloning specialist Shoukhrat Mitalipov of the Oregon Health and Science University in Portland says that the Chinese team should be congratulated. “I know how hard it is,” says Mitalipov, who estimates he used more than 15,000 monkey eggs in cloning attempts in the 2000s. Although he was able to produce stem-cell lines from cloned human and monkey embryos, his team’s primate pregnancies never resulted in a live birth.

イサル

stem-cell:幹細胞

Cloned animals offer some significant advantages over non-clones as models for studying human disease. In experiments with non-cloned animals, it is difficult to know whether differences between the test and control groups were caused by the treatment or genetic variation, says Terry Sejnowski, a computational neurobiologist at the Salk Institute for Biological Studies in La Jolla, California. “Working with cloned animals greatly reduces the variability of the genetic background, so fewer animals are needed,” he says.

computational
neurobiologist:計
算神経生物学者
variability:多様性

Sejnowski also says that primate brains are the best model for studying human mental disorders and degenerative diseases. The ability to clone monkeys might revive primate studies, which have declined in most countries, says Poo. Parkinson’s disease experiments that currently use hundreds of monkeys could be done with just ten clones, he says.

degenerative
diseases:神経変
性疾患

Neuroscientist Chang Hung-Chun, also at ION, says that primate-cloning technology will soon be combined with gene-editing tools to study human genetic disorders in primate brains. Gene editing is already used on developing monkey embryos, but that leaves open the possibility that some cells are not edited, which then affects the results, says Chang.

With cloning, the donor cell can be edited before it is injected into the egg. Within a year, Poo expects the birth of cloned monkeys whose cells have been genetically edited to model circadian-rhythm disorders and Parkinson’s disease.

circadian-rhythm:
概日リズム

Spurred by the promise of primate research, the city of Shanghai is planning major funding for an International Primate Research Center, expected to be formally announced in the next few months. The centre will produce clones for scientists around the globe. “This will be the CERN of primate neurobiology,” Poo

CERN: 欧州合同

says. There's already high demand from pharmaceutical companies that want to use cloned monkeys to test drugs, he says.

Although most reproductive biologists are unlikely to consider using the technique to clone humans because of ethical objections, Mitalipov worries that it might be attempted in a private clinic. China has guidelines that prohibit reproductive cloning, but no strict laws. It also has a weak record of enforcement of its rules on the use of stem cells for therapy. Some other countries — notably the United States — do not prohibit reproductive cloning at all. “Only regulation can stop it now”, says Poo. “Society has to pay more attention to this”.

(Adapted from "First monkeys cloned with technique that made Dolly the sheep" by David Cyranoski Springer Nature. Copyright © 2018, Springer Nature.一部改変)

原子核研究機構
neurobiology:神経
生物学

問1. 本文を以下の項目に従い、指定された字数以内の日本語で簡潔に要約しなさい。

ア) 今回成し遂げられた技術の内容とこれまでの背景: 100字以内

イ) 今回成し遂げられた技術の利点: 70字以内

ウ) 今回成し遂げられた技術への懸念: 50字以内

問2. 今回成し遂げられた技術に対する自分なりの見解を日本語150字以内で述べなさい。

4 以下の英文を読み、質問に答えなさい。

(1) The modern study of sensation and perception began in the 19th century with the emergence of experimental psychology as a scientific discipline. The first psychologists—Ernst Weber, Gustav Fechner, Hermann Helmholtz, and Wilhelm Wundt—focused their experimental study of mental processes on sensation, which they believed was the key to understanding the mind. Their findings gave rise to the fields of psychophysics and sensory physiology.

emergence:出現
discipline:専門分野

(2) Psychophysics describes the relationship between the physical characteristics of a stimulus and the attributes of the sensory experience. Sensory physiology examines the neural consequences of a stimulus—how the stimulus is transduced by sensory receptors and processed in the brain. Some of the most exciting advances in our understanding of perception have come from merging these two approaches in both human and animal studies. For example, functional magnetic resonance imaging (fMRI) and positron emission tomography (PET) have been used in controlled experiments to identify regions of the human brain involved in the perception of pain.

psychophysics:精神物理学

sensory physiology:感覚生理学

attributes:性質

consequences:続いて起こる結果

functional magnetic resonance imaging:機能的磁気共鳴画像

positron emission

tomography:陽電子放射断層撮影

(3) Early scientific studies of the mind focused not on the perception of complex qualities such as color or taste but on phenomena that could be isolated and measured precisely: the size, shape, amplitude, velocity, and timing of stimuli. Weber and Fechner developed simple experimental paradigms to study how and under what conditions humans are able to distinguish between two stimuli of different amplitudes. They quantified the intensity of sensations in the form of mathematical laws that allowed them to predict the relationship between stimulus magnitude and sensory discrimination.

amplitude:振幅

paradigms:一時代の支配的考え方を規定している科学的認識体系や方法論

discrimination:弁別

(4) For example, in 1834 Weber demonstrated that the sensitivity of a sensory system to differences in intensity depends on the absolute strength of the stimuli. We easily perceive that 1 kg is different from 2 kg, but it is difficult to distinguish 50 kg from 51 kg. Yet both sets differ by 1 kg. This relationship is expressed in the equation now known as Weber's law:

equation:方程式

$$\Delta S = K \cdot S$$

where ΔS is the minimal difference in strength between a reference stimulus S and a second stimulus that can be discriminated, and K is a constant. This is termed the just noticeable difference or difference limen. It follows that the difference in magnitude necessary to discriminate between a reference stimulus and a second stimulus increases with the strength of the reference stimulus.

limen:認知できる最小の感覚

(5) Fechner extended Weber's law to describe the relationship between the stimulus strength (S) and the intensity of the sensation (I) experienced by a subject:

$$I = K \log (S/S_0)$$

where S_0 is the threshold amplitude of the stimulus and K is a constant. Although Fechner's law was widely accepted for nearly a century after its publication in 1860, his assumption that the intensity of sensation could be equated with the sum of equal increments in "just noticeable differences" turned out to be incorrect.

threshold:閾(いき)値 (特定の作用因子が生物体に対しある反応を引き起こすのに必要な最小あるいは最大の値)

(6) In 1953 S. S. Stevens demonstrated that, over an extended range of stimulation, subjective experience of sensation intensity is best described by a power function rather than by a logarithmic relationship. Stevens' law states that:

increments:増大

$$I = K (S - S_0)^n$$

power function:冪(べき)関数($y = x^n$ で表される関数)

For some sensory experiences, such as the sense of pressure on the hand, the relationship between the stimulus magnitude and the perceived intensity is linear, that is, a power function with a unity exponent ($n = 1$).

logarithmic:対数の

(7) The lowest stimulus strength a subject can detect is termed the sensory threshold. Thresholds are normally determined statistically by presenting a subject with a series of stimuli of random amplitude. The percentage of times the subject reports detecting the stimulus is plotted as a function of stimulus amplitude, forming a relation called the psychometric function (**Figure 1**). By convention, threshold is defined as the stimulus amplitude detected in half of the trials. Thresholds can also be determined by the method of limits, in which the subject reports the intensity at which a progressively decreasing

exponent:冪(べき)指数($y = x^n$ の n のこと)

psychometric function:精神測定関数

stimulus is no longer detectable or an increasing stimulus is detectable. This technique is widely used in audiology to measure hearing thresholds.

audiology:聴覚学

(8) The measurement of sensory thresholds is a useful diagnostic technique for determining sensory function in individual modalities. An elevated threshold may signal an abnormality in sensory receptors (such as loss of hair cells in the inner ear caused by aging or exposure to very loud noise), deficits in nerve conduction properties (as in multiple sclerosis), or a lesion in sensory-processing areas of the brain. Sensory thresholds may also be altered by emotional or psychological factors related to the conditions in which stimulus detection is measured.

diagnostic:診断の
modalities: (感覚の)
様相

deficits:欠損

conduction:伝導

multiple sclerosis:多
発性硬化症

[図の説明文]

Figure 1. The psychometric function defines the mathematical relationship between the amplitude of a stimulus and the intensity of the sensation felt by the subject.

A. The psychometric function plots the percentage of stimuli detected by a human observer as a function of the stimulus magnitude. Threshold is defined as the stimulus intensity detected on 50% of the trials. Psychometric functions are also used to measure the just noticeable difference between stimuli that differ in intensity, frequency, or other parametric properties.

parametric:要因の

B. Detection and discrimination thresholds depend on the criteria used by individual subjects in psychophysical tasks. An ideal observer correctly detects the presence and absence of stimuli with equal probability (curve b). An observer who is told to respond to the slightest indication of a stimulus reports many false positives when no stimuli occur and has low sensory thresholds (curve a). An observer who is told to respond only when very certain that a stimulus has occurred reports more hits than false positives and has high sensory thresholds (curve c).

(Republished with permission of McGraw Hill LLC, from Principles of neural science;5th ed, JESSELL, THOMAS M., SCHWARTZ, JAMES H., KANDEL, ERIC R., 2013; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.一部改変)

問1. 段落(1)–(8)は意味のまとまりによって大きく2つに分けることができる。意味のまとまりを持つ段落の集合をそれぞれ区別して、解答用紙の()内に段落の番号を記入しなさい。

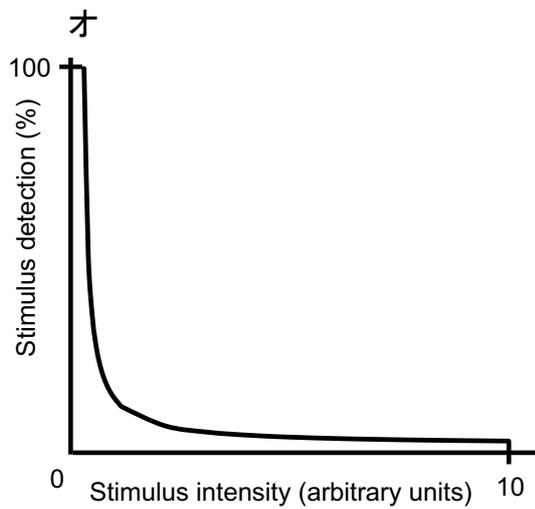
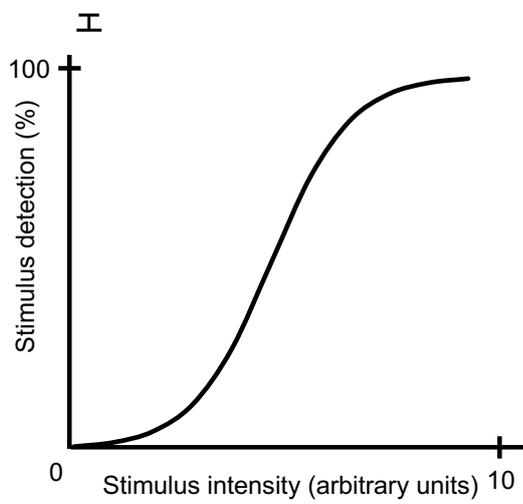
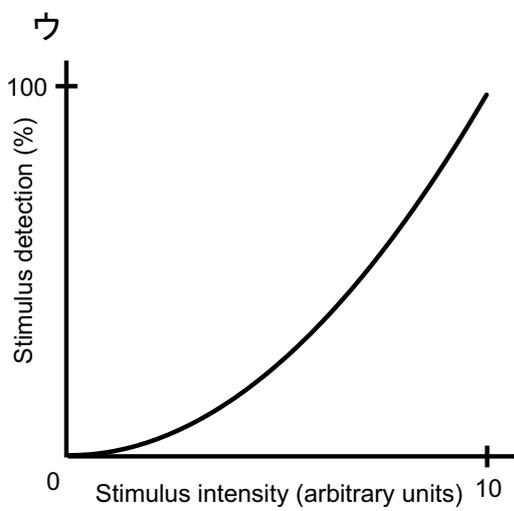
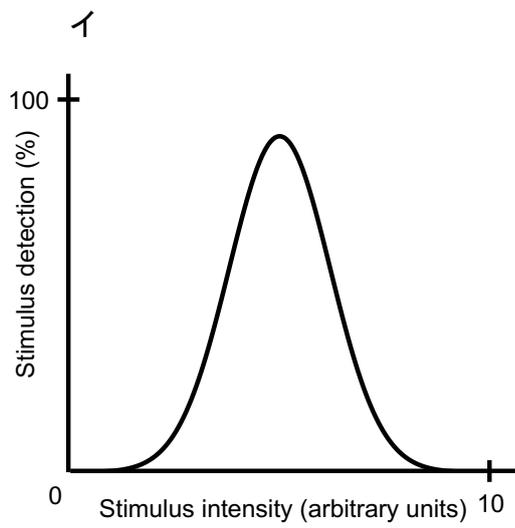
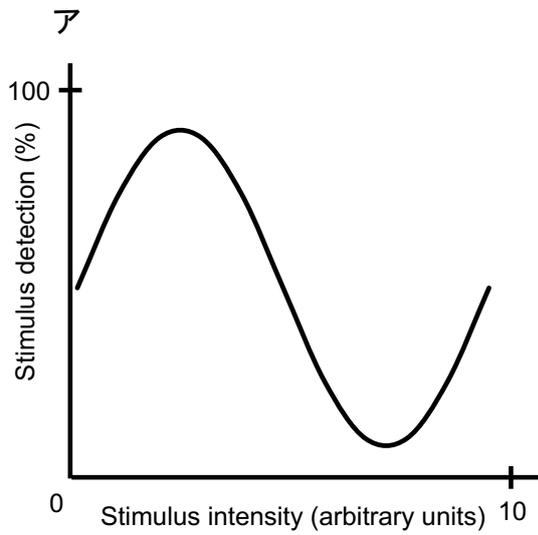
問2. 前半のブロックを要約できる最適な見出しを下記の選択肢から選びなさい。

- ア) Studies by German scientist Hermann Helmholtz
- イ) The beginning of psychoanalysis
- ウ) Psychophysics relates the physical properties of stimuli to sensations
- エ) Essentials of co-ordination of sensory and motor function
- オ) Details of several methods of imaging function of human brain

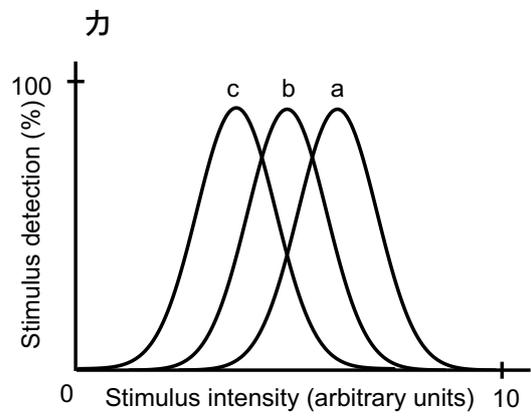
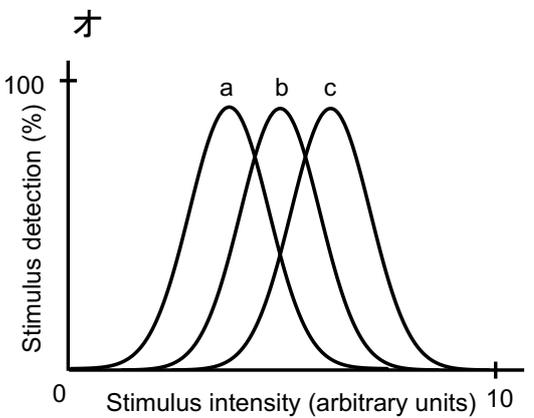
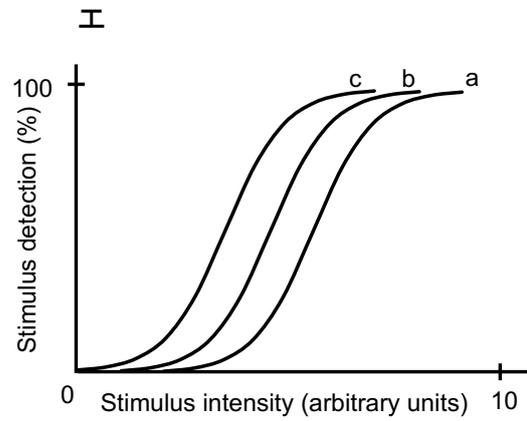
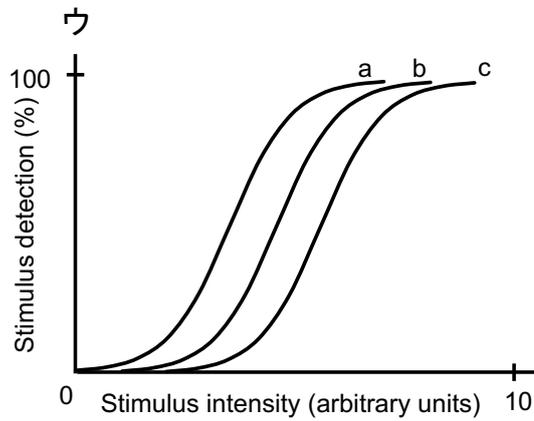
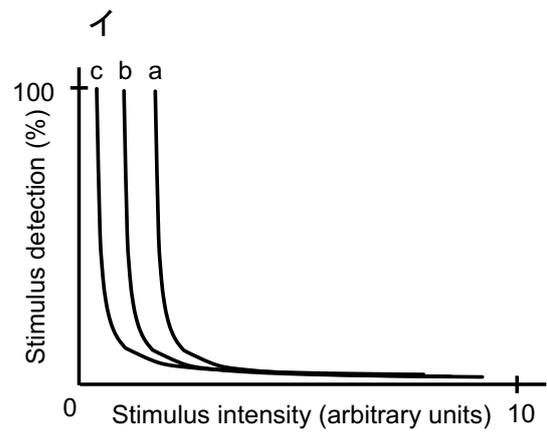
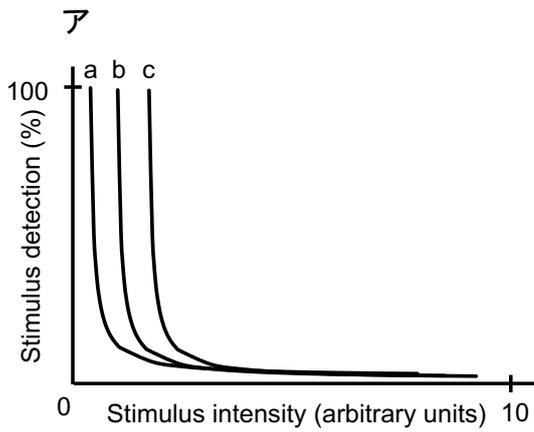
問3. 後半のブロックを要約できる最適な見出しを下記の選択肢から選びなさい。

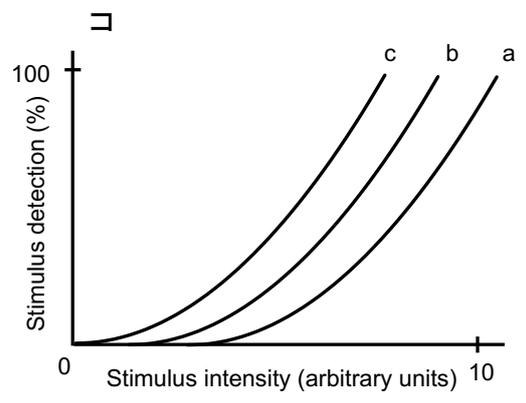
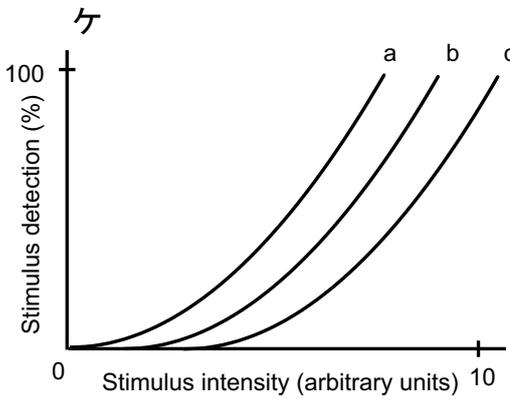
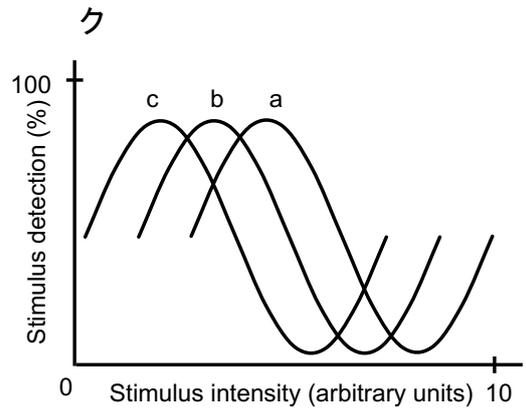
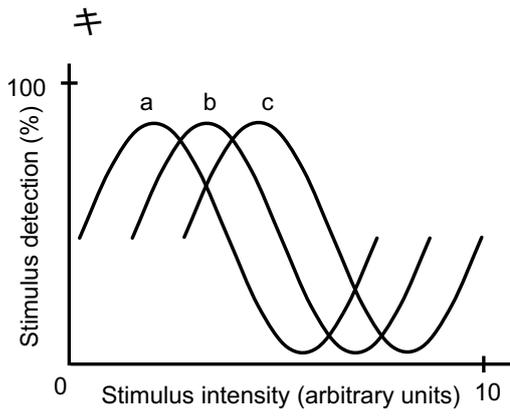
- ア) The present understanding of Sturge-Weber syndrome
- イ) A tribute to Gustav Fechner as a professor of physics in Leipzig University
- ウ) Sensory discrimination as a function of a specific neurotransmitter
- エ) Complete denial of S. S. Stevens equation in the modern neuroscience
- オ) Psychophysical laws govern the perception of stimulus intensity

問4. 本文と Figure 1 の A の説明文を読んで, この内容に合致した図を下記ア)~オ)の中から選びなさい。



問5. 本文と Figure 1 の B の説明文を読んで, この内容に合致した図を下記ア)~コ)の中から選びなさい。





——このページは白紙——

令和4年度(2022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3年11月6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) | 7ページ |

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」を開いてはいけません。
2. 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。
3. 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
4. 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。
5. 「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。
6. 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。
7. 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 関数

$$f(\theta) = 4 \cos \theta - 3 \cos 2\theta + 4 \sin \theta \sin 2\theta$$

の $0 \leq \theta \leq \pi$ における最大値と最小値, およびそれらを与える θ を求めよ。

- 2 零ベクトルではない大きさの等しい2つのベクトル \vec{a} , \vec{b} がある。すべての零でない実数 k について2つのベクトル $k\vec{a} + \vec{b}$ と $\vec{a} - k\vec{b}$ の大きさが等しいとする。このとき、 \vec{a} と \vec{b} のなす角 θ ($0 \leq \theta \leq \pi$) を求めよ。

3 2つの袋 A, B があり, A には白玉 2 個のみが入っていて, B には白玉 1 個と赤玉 1 個のみが入っている。「A から無作為に玉を 1 個取り出して B へと入れた後に, B から無作為に玉を 1 個取り出して A へと戻す」という操作を n 回繰り返した後に, A に白玉が 2 個入っている確率を p_n とする。次の問いに答えよ。

(1) p_1, p_2 の値をそれぞれ求めよ。

(2) $n \geq 2$ の場合の p_n を p_{n-1} を用いて表せ。

- 4 曲線 $C: y = x^2 - 4x + 3$ と直線 $x = s$ との交点における曲線 C の接線を s を用いて表せ。また、曲線 C と x 軸との交点で曲線 C と接する 2 つの接線を、 L_1, L_2 とする。曲線 C と接線 L_1, L_2 で囲まれた図形の面積を求めよ。

令和4年度(2022年度)東北大学

AO入試(総合型選抜)Ⅱ期

筆記試験② 封筒

令和3年11月6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

1. 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。
2. 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。
3. 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="radio"/> 選択する |
| <input type="radio"/> 選択しない |

選択しない場合：

| |
|--|
| <input type="radio"/> 選択する |
| <input checked="" type="radio"/> 選択しない |

4. 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。
5. 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。
6. 「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。
7. 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。
8. 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4年度（2022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3年11月6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 |

B3

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 密度 ρ の液体中に、底面積 S 、高さ h 、密度 ρ_m ($\rho_m < \rho$) の円柱がある。図1のように、円柱の上面を液面より高さ x の位置に固定した。固定する力は、以下の設問に影響しないものとする。円柱は均質で変形せず、液体の密度はいたる所で等しいと仮定し、以下の問1～5に答えよ。ここで、液面上の大気圧を p_0 、重力加速度の大きさを g とする。解答は、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

問1 円柱の上面にはたらく圧力 p_1 と下面にはたらく圧力 p_2 の大きさを求めよ。

問2 「流体中の物体は、それが排除している流体の重さに等しい大きさの浮力を受ける。」これをアルキメデスの原理という。浮力 F を求め、円柱の表面にはたらく力を考えて、アルキメデスの原理が成り立つことを示せ。

図1の状態ですべてを固定を外したところ、円柱はまっすぐに上昇を始めた。固定を外してから円柱の上面が液面に達するまでの時間と速さを次の順序で求めよ。

問3 円柱の質量 M を求めよ。

問4 運動方程式より加速度 a を求めよ。ここで、加速度の向きは、鉛直上向き（液面の方向）を正とする。次に、円柱の上面が液面に達するまでの時間 t_1 を、 ρ 、 ρ_m 、 x 、 g を用いて表せ。

問5 円柱の上面が液面に達したときの速さ v_1 を、 ρ 、 ρ_m 、 x 、 g を用いて表せ。また、固定を外してから円柱の上面が液面に達するまでの速さ v を解答用紙の指定のグラフ上に描け。固定を外した時刻を原点とせよ。

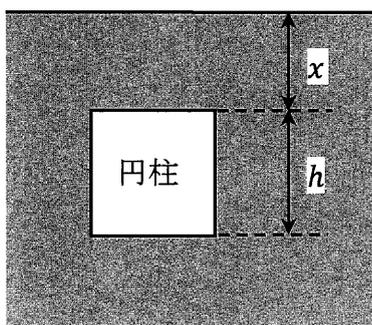


図1

2 オームの法則に関する以下の問1～5に答えよ。数値は、有効数字2桁で答えよ。解答は結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

問1 オームの法則を確かめるために、抵抗に電圧を加え、電圧と電流を測定したい。抵抗、直流電源、電圧計、電流計を1つずつ用いて回路図を記せ。各々の記号は、抵抗 \square ， 直流電源 $\text{---}|$ ， 電圧計 $\text{---}(\text{V})\text{---}$ ， 電流計 $\text{---}(\text{A})\text{---}$ を用いよ。

その直流回路を用いて2種類の抵抗A、Bに、各々に加える電圧を変化させ、電流を測定したら図2のようになった。

問2 Aの抵抗 R_A [Ω]とBの抵抗 R_B [Ω]を求めよ。

問3 AとBを直列接続したときの合成抵抗 R_C [Ω]，並列接続したときの合成抵抗 R_D [Ω]を求めよ。

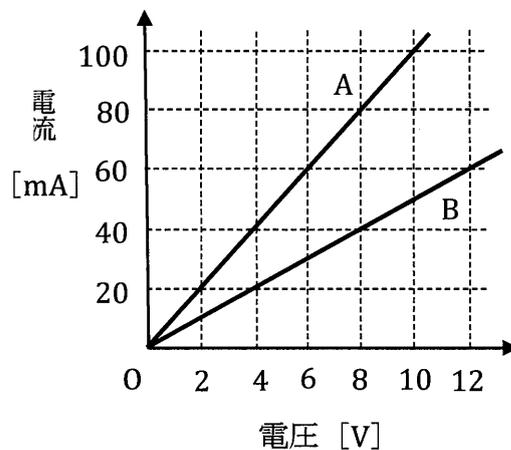


図2

問4 抵抗Bを12 Vの電圧で使用した。消費電力 P [W]を求めよ。

問5 抵抗Aに10 Vの電圧を加え1時間電流を流した。このとき発生するジュール熱 Q [J]を求めよ。

3 x 軸上を正の向きに端点Pに向かって毎秒1.0 cmの速さで進むパルス波（方形波）がある。方形波は端点Pで反射し、端点Pは固定端にも自由端にも設定することができる。図3では、変位を y とし、 x 、 y 軸の目盛りはともに1.0 cmである。時刻 $t = 0$ sのとき、図3の位置にある。以下の問1～4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。

問1 はじめに、端点Pを固定端に設定した。時刻 $t = 4.5$ s、7 sの波形を図示せよ。

問2 次に、端点Pを自由端に設定した。時刻 $t = 4.5$ s、7 sの波形を図示せよ。

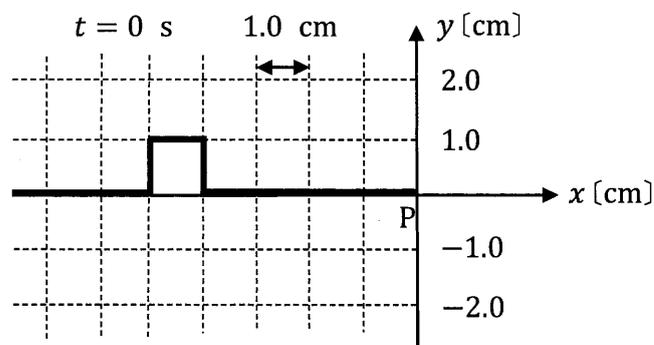


図3

問3 図4のように海面から高さ3 mの垂直に切り立った岸壁がある。遠くに高さ2 mの波を観測した。この岸壁に向かって進むパルス波は、岸壁の高さを越えるかどうか、30字程度で簡潔にまとめよ。

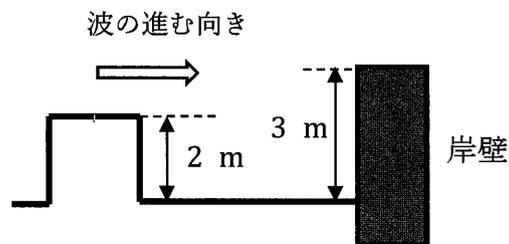


図4

- 問4 図5のように波長2.0 cm, 振幅1.0 cmの連続する正弦波が, 速さ1.0 cm/sで x 軸の正の向きに進んでいる。波は, 端点Pで自由端反射をし, 十分時間が経った後での入射波と反射波の合成波について考える。次の位置 x の媒質は, どのような振動をしているか答えよ。
0 cm, -0.5 cm, -1.0 cm, -1.5 cm, -2.0 cm, -2.5 cm.

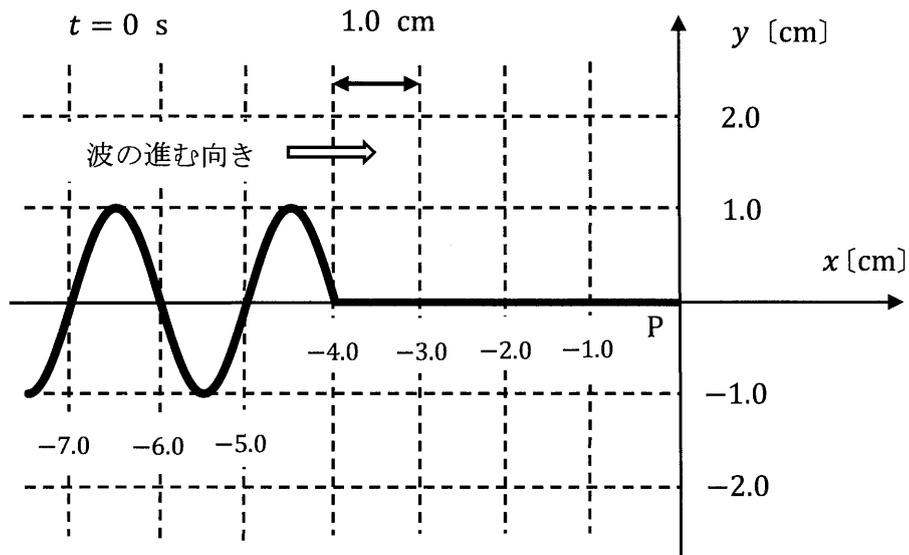


図5

令和4年度（2022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3年11月6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 食酢中の酸の濃度を測定する実験についての以下のレポートを読み、次のページにある問1から問9に答えなさい。

なお、必要に応じ、原子量として次の値を用いなさい。

H 1.00 C 12.0 N 14.0 O 16.0 Na 23.0 Cl 35.5

(実験レポート)

目的 食酢中の酸を酢酸のみと仮定し、その濃度を求める。

- 準備
- 1 食酢を10倍に薄めた水溶液（以下、試料溶液Aと表記する）を用意した。
 - 2 水酸化ナトリウム約3.5 gを量りとり、1 Lのメスフラスコを用いて水酸化ナトリウム水溶液（以下、水酸化ナトリウム水溶液と表記する）を用意した。
 - 3 酸の標準溶液として、0.0500 mol/Lのシュウ酸水溶液（以下、シュウ酸水溶液と表記する）を調製した。
 - 4 シュウ酸水溶液で水酸化ナトリウム水溶液10.0 mLを中和滴定したところ、シュウ酸水溶液が平均で8.50 mL必要であった。
 - 5 指示薬として変色域が8.3～10.5であるものを用意した。

手順 次の1から3の手順で測定を行う。これを3回繰り返す。

- 1 コニカルビーカーに入れた試料溶液A 10.0 mLに上述の準備5で用意した指示薬を加えた。
- 2 次に、水酸化ナトリウム水溶液を加えて、溶液を呈色させた。
- 3 呈色した溶液をシュウ酸水溶液を用いて滴定した。

結果 手順2で加えた水酸化ナトリウム水溶液は20.0 mLであった。

手順3の測定結果を次に示す。

表 1: 中和までに必要としたシュウ酸水溶液の体積

| | | | | | |
|-----|---------|-----|---------|-----|---------|
| 1回目 | 9.71 mL | 2回目 | 9.69 mL | 3回目 | 9.59 mL |
|-----|---------|-----|---------|-----|---------|

考察

次のような性質のため、水酸化ナトリウムの質量を正確に測定することは難しい。そのため、準備4のような操作によって、水酸化ナトリウム水溶液の濃度を実験直前に決める必要がある。

注意すべき水酸化ナトリウムの性質：

準備4の中和滴定により、この測定で使用した水酸化ナトリウム水溶液の濃度は

mol/Lと求められた。

手順3において、中和に必要としたシュウ酸水溶液の平均の体積は、 mLである。また、手順2、3において、酸と塩基が授受したH⁺の物質量が等しいことから、試料溶液Aの酢酸の濃度をC_a [mol/L] とすると

$$C_a \times \frac{\text{エ}}{1000} \frac{\text{mL}}{\text{mL/L}} \times \text{オ} + 0.0500 \text{mol/L} \times \frac{\text{ウ}}{1000} \frac{\text{mL}}{\text{mL/L}} \times \text{カ}$$
$$= \text{イ} \text{mol/L} \times \frac{20.0 \text{ mL}}{1000 \text{ mL/L}} \times 1$$

が成り立つ。よって、

$$C_a = \text{キ} \text{mol/L}$$

が得られる。したがって、食酢中の酢酸の濃度は mol/Lである。

- 問1 手順1において、試料溶液Aを入れるコニカルビーカーは、純水でよく洗ってあればぬれていてもよい理由を解答欄に記しなさい。
- 問2 ホールピペットやビュレットを純水で洗浄した後にすぐ使用するとき、量ろうとする溶液で洗う（共洗いする）のはなぜか、その理由を解答欄に記しなさい。
- 問3 準備5において用意する指示薬の変色域が6.0～8.0では、手順1、2、3において適正な結果が得られない。その理由を解答欄に記しなさい。
- 問4 準備3において、シュウ酸水溶液 250 mL を作るために必要なシュウ酸二水和物 H₂C₂O₄·2H₂O の質量 [g] を求め、有効数字3桁で解答欄に答えなさい。
- 問5 準備4のようにして、水酸化ナトリウム水溶液の濃度を決定しなければならない。その理由となる水酸化ナトリウムの性質を1つだけ、解答欄に記しなさい。
- 問6 空欄, に適する数値を求め、有効数字3桁で解答欄に答えなさい。
- 問7 空欄に適する数値を有効数字3桁で解答欄に答えなさい。
- 問8 空欄, に適する整数を解答欄に答えなさい。
- 問9 空欄, に適する数値を求め、有効数字3桁で解答欄に答えなさい。

2 物質量について理解するための実験を説明した下の文章を読み、次のページにある問1から問6に答えなさい。

銅板から同じ質量のコイン状に成形したものを多数用意した。これを銅コインと表記する。同様にして、亜鉛板から亜鉛コインを、銀板から銀コインを、アルミニウム板からアルミコインを多数用意した。また、質量の無視できる接着剤を用いて、銅コインと亜鉛コインを枚数比 $a:b$ で貼り合わせたコインXと、亜鉛コインとアルミコインを枚数比 $c:d$ で貼り合わせたコインYをそれぞれ多数用意した。なお、銅、亜鉛、銀、アルミの各コイン1枚の質量は同じではなかった。

銅コイン、亜鉛コイン、銀コイン、アルミコイン、コインX、コインYについて、次の操作を行った。

操作1 銅コイン、亜鉛コイン、銀コイン、アルミコインそれぞれ同じ枚数分のコインの質量を測定したところ、表2に示す値が得られた。

表 2: 同じ枚数分のコインの質量 [g]

| コイン | 銅コイン | 亜鉛コイン | 銀コイン | アルミコイン |
|--------|-------|-------|-------|--------|
| 質量 [g] | 300.0 | 250.0 | 350.0 | 90.0 |

次に、この表2をもとに、亜鉛コイン1枚の質量の20分の1を質量測定の基準として、この基準に対する各金属コイン1枚の相対質量を求めたところ、次の表3の結果になった。

表 3: コイン1枚の相対質量

| コイン | 銅コイン | 亜鉛コイン | 銀コイン | アルミコイン |
|------|------|-------|------|--------|
| 相対質量 | (ア) | 20 | (イ) | (ウ) |

操作2 コインX 100.0 g をビーカーに入れ、ここに希塩酸を注いだところ、亜鉛がすべて溶解した。そこで、残った銅コインを取り出し、洗浄後にその質量を測ったところ、54.6 g であった。

操作3 コインY 100.0 g をビーカーに入れ、希塩酸を少しずつ加えてできるだけ少量の塩酸で、両方の金属を完全に溶解させた。その後、アンモニア水を加えたところ、水溶液

は弱塩基性となり、溶解した2つの金属のうち、一方の金属の水酸化物が沈殿した。さらにアンモニア水を加えながらよくかき混ぜ、沈殿がこれ以上生じなくなったところで沈殿をろ過し、洗浄してから加熱乾燥させた。その後、乾燥した沈殿をすべて酸化物とした。このときに得られた酸化物の質量は 79.1 g であった。

問 1 表 3 の (ア), (イ), (ウ) に適する数値を小数第 1 位まで答えなさい。

問 2 操作 2 において、希塩酸の代わりに希硫酸を用いてもよいが、希硝酸は用いることはできない。その理由を解答欄に記しなさい。

問 3 操作 2 の結果より、このコイン X 1 枚を構成する銅コインと亜鉛コインの枚数の最も簡単な比は 1 : であった。 に適する整数を解答欄に答えなさい。

問 4 操作 3 の文中の下線部が示す状態において、溶解している金属イオンはアンモニア分子と結合したイオンとなっている。このようなイオンを表す用語を答えなさい。

問 5 操作 3 の結果より、このコイン Y 1 枚を構成する亜鉛コインとアルミコインの枚数の最も簡単な比は 1 : であった。 に適する整数を解答欄 (a) に答えなさい。また、求め方も解答欄 (b) に記しなさい。

なお、亜鉛 10.0 g をすべて酸化物に変えるとその質量は 12.8 g となる。また、アルミニウム 10.0 g をすべて酸化物に変えるとその質量は 18.9 g となる。

問 6 いま、コインの枚数を表す単位として、cun という単位を定めることにする。1 cun は亜鉛コインがちょうど 20 kg となる枚数を表すものとする。コイン Z 1 枚は、銀コイン 2 枚と銅コイン 3 枚でできている。このコイン Z について、次の (a), (b) に答えなさい。

(a) コイン Z の 1.00 cun の質量 [kg] を求め、有効数字 3 桁で解答欄に答えなさい。

(b) コイン Z 10.0 kg 中の銀コインの枚数は cun を単位とすると cun であった。 に適する値を有効数字 3 桁で解答欄に答えなさい。

令和4年度（2022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3年11月6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) | 8ページ |

B3

——このページは白紙——

1 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

ヒトなどの脊椎動物では、皮膚などの一部の細胞が外部の環境に触れるだけで、他の細胞は体液とよばれる液体に浸されている。体液は細胞にとっての一種の環境となるので、これを体内環境という。また、体外環境が変化しても、体内環境を一定に保とうとするはたらきを(ア)という。体液は血液、リンパ液、①組織液に分けることができ、血液は有形成分の赤血球、(イ)、血小板と液体成分である(ウ)からなる。

赤血球は内部にヘモグロビンという赤い色素タンパク質をもち、細胞での呼吸を支えている。(イ)は、体内に侵入した細菌や異物の排除、あるいは抗体の産生などにより、生体の防御に関わっている。血小板は、血管が損傷した時に出血を止める役割の一端を担っている。血管が損傷して出血すると、まず損傷した部位に血小板が集まる。次に、血小板や(ウ)中にある②さまざまな凝固因子が協調してはたらく血液凝固反応により、繊維状のタンパク質である(エ)が生成される。これが血球をからめとって粘性の高い血ペイが形成され止血される。その後、血管の修復とともに(オ)というしくみがはたらき、傷を塞いでいた血ペイなどを溶かして取り除く。

問1 (ア)～(オ)にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 下線部①の組織液の一部は、血管ではなくリンパ管へ流れ込みリンパ液となる。動脈、静脈、リンパ管のうち、静脈とリンパ管のみにみられる構造の名称とそのはたらきを記せ。

問3 下線部②の血液凝固反応に関して、そのしくみを考えるためにヒトの血液を用いて以下の実験を行った。(1)と(2)に答えよ。

操作1 試験管a～cにはクエン酸ナトリウム溶液0.3 mLをあらかじめ入れておき、これにヒトの血液をそれぞれ2.7 mLずつ加えて混合した。

操作2 試験管dには、ヒトの血液3.0 mLだけを入れた。

操作3 各試験管を以下のように処理した。

- 試験管a：37℃に保った温水に5分間浸した。

- 試験管 b : 37℃に保った温水に浸しながら, 試験管内に塩化カルシウム溶液を少しずつ加え, 5 分間振とうした。
- 試験管 c : 0℃に保った冷水に浸しながら, 試験管内に塩化カルシウム溶液を少しずつ加え, 5 分間振とうした。
- 試験管 d : 37℃に保った温水中に 60 分間浸した。

実験結果は, 以下の表のとおりとなった。

| 試験管 | a | b | c | d |
|-----|---------|------|---------|-----------------------|
| 結果 | 凝固しなかった | 凝固した | 凝固しなかった | 塊状の沈殿部分と上澄みの部分に分かれていた |

- (1) 試験管 a~c について, このような結果になった理由を試験管ごとに説明せよ。
- (2) 試験管 d の上澄み部分を何とというか記せ。

2 以下の問1～問3に答えよ。

問1 光学顕微鏡を用いて観察を行う際、接眼レンズはそのままで、対物レンズを10倍から40倍にかえると、一度に見える視野の広さは最初の何分の1になるか記せ。

問2 下表は、3種類の生物のからだの成分を分析した結果を示したものである。(ア)～(ウ)は、トウモロコシ(全草)、マウス(肝臓の細胞)、大腸菌のいずれかであり、A～Fは、核酸、脂質、炭水化物、タンパク質、水、無機塩類のいずれかである。なお、Bは水に溶けない性質をもち、DとFは無機物である。次の(1)～(4)に答えよ。

| 成分 | 生物 | | |
|----|-----|-----|------|
| | (ア) | (イ) | (ウ) |
| A | 15 | 21 | 3.8 |
| B | 3 | 5.6 | 2.1 |
| C | 4 | 3.8 | 23.8 |
| D | 1 | 0.4 | 0.7 |
| E | 7 | 1.2 | 0.01 |
| F | 70 | 68 | 69.5 |

※ 数値は重量%

- (1) 水はA～Fのうちのいずれか。記号で記せ。
- (2) Bは何か。成分の名称を記せ。
- (3) Aは何か。成分の名称を記せ。
- (4) 核酸の重量%は、大腸菌はマウス(肝臓の細胞)より高い。マウス(肝臓の細胞)は(ア)～(ウ)のうちのいずれか。記号で記せ。

問3 ユスリカのだ腺染色体を観察する実験を行った。(1)～(5)に答えよ。なお、図はそれぞれの発生段階の異なるユスリカ幼虫の染色体の模式図を示し、破線矢印は発生の進行を示している。

操作1 発生段階の異なるユスリカを4個体用意し、若い順にA、

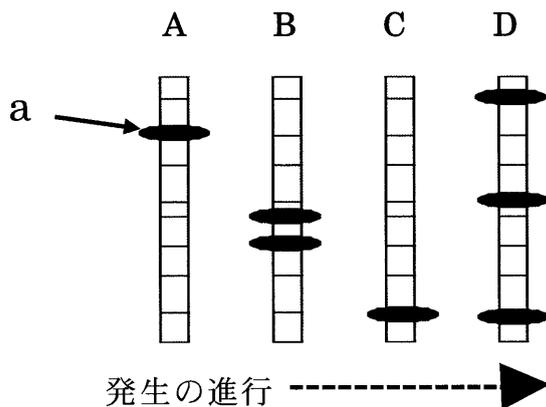
B, C, Dとして、別々のスライド上へのせ、それぞれのだ腺を取り出した。

操作2 メチルグリーン・ピロニン溶液を滴下し、5分間放置した。

操作3 カバーガラスをのせて押しつぶしたのち、各プレパラートを顕微鏡下で観察した。

〔結果〕

- (i) 各プレパラートを検鏡したところ、だ腺染色体を容易に観察できた。
- (ii) この染色体を高倍率で観察すると、① 赤桃色に染まる膨らみ(図の a)が見え、その他の領域では青緑色に染色された多数の横しまを観察できた。
- (iii) また、ユスリカA~Dのプレパラートを比較したところ、② 発生の進行に伴って a の位置が下図のように変化していることがわかった。

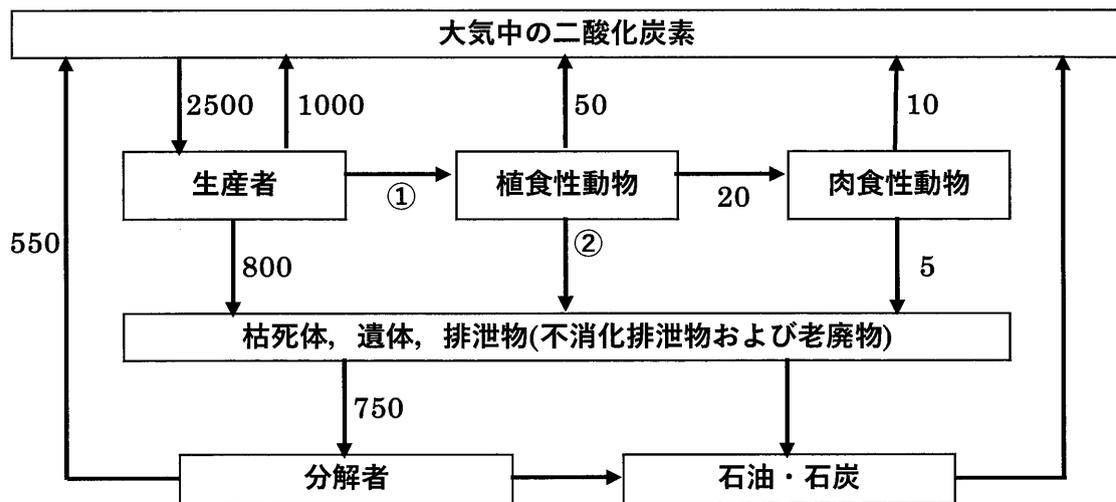


- (1) 染色体を構成するタンパク質のうち、主なものを1つ記せ。
- (2) だ腺を用いた理由を簡潔に記せ。
- (3) 図の a は何であるか。記せ。

- (4) 下線部①について、メチルグリーン・ピロニン溶液によって、赤桃色および青緑色に染色された物質をそれぞれ記せ。また、この結果から、a ではどのような現象が起こっていたと考えられるか。簡潔に記せ。
- (5) 下線部②について、染色体上の a の位置が変化する理由について簡潔に記せ。

3 次の文章を読み、それぞれの問1～問6に答えよ。

下の図は、ある生態系における炭素循環の模式図であり、炭素循環における役割の違う生物の関係を示している。矢印は炭素が移動する向きを表し、図中の数字と①、②は生物のはたらきによる炭素移動量(炭素重量で、単位は $\text{g}/\text{m}^2/\text{年}$)を表している。また、生産者の純生産量の40%が生産者の成長量となり、②の値は植食性動物の生産量と等しいことがわかっている。ただし、②は排泄物量がすべて(100%)を占め、死亡量(遺体)は無い(0%)こととする。これらをふまえ、以下の問いに答えよ。



- 問1 この生態系の総生産量を炭素重量で記せ。
- 問2 生産者の成長量を炭素重量で記せ。
- 問3 ①および②の値をそれぞれ炭素重量で記せ。
- 問4 植食性動物の成長量を炭素重量で記せ。
- 問5 熱帯多雨林では他の森林と比べて非常に大きな総生産量を示すが、純生産量には大きな差が見られない理由を簡潔に記せ。
- 問6 エネルギーは生態系内を循環しない。その理由を「光エネルギー」、
「化学エネルギー」という語句を用い、簡潔に記せ。

令和4年度（2022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3年11月6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) | 12ページ |

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」を開いてはいけません。
2. この「問題冊子」は12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つ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。
3. 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
4. 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。
5. 解答は、日本語で記入してください。
6. 「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。
7. 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。
8. 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に答えなさい。

Good writing, whether in an article, a story, or a business statement, must be clear, accurate and vivid. Whether you are clear or not, depends to a considerable degree upon the clearness of your structure, but your accuracy and vividness depend upon the words you use.

Your words must fit the exact shade of your meaning. Ill-chosen words, words that are vague or misleading, give away the fact that you have been too lazy to think clearly what you are trying to say or else that you don't quite know what words mean. The only satisfactory way to enlarge a poverty-stricken vocabulary is to read widely. ⁽¹⁾You really come to know words and their shades of meaning only by meeting and getting acquainted with them in their proper context, for the sense for words is an instinctive feeling rather than any self-conscious and laborious attainment.

There is rarely more than one right word to express an idea exactly. See that you get that one right word.

According to Gustave Flaubert, one of the great masters of realism, success in expression depends upon getting the one right word and conveying by it that individual quality of a thing which distinguishes it from all others. He said to his friend and disciple Guy de Maupassant: "Whatever the thing you wish to say, there is but one word to express it, but one verb to give it movement, but one adjective to qualify it; you must seek until you find this noun, this verb, this adjective....When you pass a grocer sitting in his doorway, a porter smoking a pipe, or a cab stand, show me that grocer and that porter... in such a way that I could never mistake them for any other grocer or porter, and by a single word give me to understand wherein one cab horse differs from fifty others before or behind it." Perhaps Flaubert exaggerated a little for emphasis, but ⁽²⁾ the principle is sound. This word game is a fascinating game-and worth the trying.

Nouns, and verbs are the bones and muscles of speech. Nouns build up the bony structure of the sentence, verbs produce motion. The more concrete nouns and active verbs you use, the more forceful your writing. The novice naturally imagines that piling up adjectives adds definiteness and that sticking in adverbs adds intensity, but it is usually just the other way

round. Adjectives and adverbs are often necessary to complete your meaning and make it exact, but they lessen the force of the sentence unless you dole them out stingily as a miser doles out gold. When you divide your reader's attention between a noun and its qualifying adjectives, or between a verb and its adverbs, you decrease the force of the impression which that noun and that verb would normally make. The fewer the words used, the more concentrated the attention; and the greater the concentration, the greater the power. For this reason two or three adjectives pyramided upon each other's shoulders decrease the force of the impression instead of adding to it. At first sight this may not seem reasonable, but it is true.

"(3) The adjective," said Voltaire, "is the enemy of the noun."

Reduce your adjectives and adverbs to a minimum by choosing your nouns and verbs so carefully that they don't need outside assistance in order to convey your meaning. In emotional prose a large number of adjectives may be needed to supply color, but it is well to remember that even here adjectives thrown into the predicate—that is, attached to the subject by a verb—make a sharper impression than those that immediately qualify a noun.

(Excerpts from THE GOLDEN BOOK ON WRITING by David Lambuth, et al., copyright ©1963 by S. Heagan Bayles; Copyright © 1964, renewed 1992 by The Viking Press, Inc. on Introduction. Used by permission of Viking Books, an imprint of Penguin Publishing Group, a division of Penguin Random House LLC. All rights reserved.より一部改変)

問1 下線部(1)を日本語に訳しなさい。

問2 下線部(2)の the principle とは何か、簡潔に述べなさい。

問3 下線部(3)はどのようなことを意味しているか、本文に即して具体的に説明しなさい。

問4 著者は noun と verb についてそれぞれどういうものだと言っているか、本文に即して具体的に説明しなさい。

2 次の英文を読んで以下の問いに答えなさい。

At present, there are approximately 7 billion people living in the world and this number is undoubtedly expected to rise to approximately 8 billion around 2020. With the expected rise in worldwide population, there is increasing environmental damage as a consequence of rapid growth in industrialization and urbanization. Moreover, it is a significant challenge to feed the large population at present which inevitably will increase with time. Regardless, (1) the enormous use of chemical fertilizers in agriculture makes the country self-dependent in providing large amount of food supply but simultaneously damages the environment to a great extent and causes harmful impacts on living beings. The *indiscriminate uses of chemical fertilizer shows great threat to nature by polluting air, water, and soil. Since these hazardous chemicals cannot be taken up by the plants, they start accumulating in ground water and some of these chemicals are also responsible for causing *eutrophication of water bodies. These chemicals adversely affect soil in terms of depletion of water holding capacity, soil fertility, increased salinity, and disparity in soil nutrients.

A (2) biofertilizer is a substance which contains living microorganisms which when applied to seeds, plants, or soil, colonizes the *rhizosphere or the interior of the plants and promotes plant growth by increasing the supply of nutrients to the host plant. Biofertilizers are widely used to accelerate those microbial processes which augment the availability of nutrients that can be easily assimilated by the plants. They improve soil fertility by fixing the atmospheric nitrogen and solubilizing insoluble *phosphates and produce plant growth-promoting substances in the soil. These biofertilizers have been promoted to harvest the naturally available biological system of nutrient mobilization which enormously increases soil fertility and ultimately, crop yield.

(3) Indiscriminate use of chemical fertilizers to meet the growing demand of food supply has undoubtedly led to contamination and severely damaged microbial habitats and friendly insects. Nonetheless, the outcome of using excess chemical inputs has made the crops more prone to diseases and reduced soil fertility. It is estimated that by 2020, to achieve the target production of 321 million tons of food grain to feed 8 billion populations around the

world, the requirement of nutrients will be 28.8 million tons while the availability will be only 21.6 million tons, creating a shortage of about 7.2 million tones of required nutrients. To feed the growing population with the deficit amount of available nutrients, the world certainly needs to flourish agricultural productivity and that too indeed in a sustainable and ecofriendly way. Considering the hazardous effects of chemical fertilizers, biofertilizers are supposed to be a safe alternative to chemical inputs and minimizes ecological disturbance to a great extent. Biofertilizers are cost-effective, ecofriendly in nature, and their prolonged use enhances soil fertility substantially. It was reported that the use of biofertilizers elevate crop yield around 10-40 % by increasing contents of proteins, essential amino acids, vitamins, and nitrogen fixation. The benefits of using biofertilizers includes cheap source of nutrients, excellent suppliers of micro chemicals and micronutrients, suppliers of organic matter, secretion of growth hormones, and counteracting negative impact of chemical fertilizers. Different microbes are vital components of soil and they play a crucial role in various biotic activities of the soil ecosystem which make the soil dynamic for nutrient mobilization and sustainable for crop production.

(4) Plant growth-promoting bacteria includes those bacteria that are free-living, and form specific symbiotic relationship with plants, bacterial endophytes that can colonize at some portions of plant tissue, and *Cyanobacteria. Although all the bacteria are distinct from each other in various ways, they all exhibit the same mechanisms while promoting bacterial growth. They may promote growth directly by either facilitating resource acquisition or modifying plant hormone levels and indirectly by reducing the inhibitory effects of various pathogenic agents on plant growth and development.

(Adapted from "Biofertilizers: a potential approach for sustainable agriculture development" by Trishna Mahanty et al; Springer Nature. Copyright © 2016, Springer Nature.より一部改変)

*indiscriminate : 無差別 *eutrophication : 富栄養化 *phosphates: リン酸塩
*rhizosphere : 根圏 (植物の根の分泌物と土壤微生物とによって影響されている土壤空間である)
*Cyanobacteria: ラン藻類

- 問1 下線部 (1) によって生じるメリットとデメリットは何か，本文に即して説明しなさい。
- 問2 下線部 (2) の biofertilizer (生物肥料) とは何か，本文に即して説明しなさい。
- 問3 下線部 (3) を日本語に訳しなさい。
- 問4 下線部 (4) に関して直接作用および間接作用のメカニズムについて説明しなさい。

——このページは白紙——

3 次の Alzheimer's disease (アルツハイマー病) と obese (肥満) の関係についての英文を読み、以下の問いに答えなさい。

[I] Our latest research has now shown that being overweight or obese negatively affects brain health, especially in the regions most vulnerable to the effects of Alzheimer's disease. This could potentially *exacerbate symptoms of Alzheimer's disease should it develop.

Our study looked at 57 people who were healthy and had no sign of Alzheimer's, 68 patients who had mild *cognitive impairment but could still function normally in everyday life, and 47 patients with a clinical diagnosis of Alzheimer's *dementia. We took measurements of each participant's *body mass index and *waist circumference to determine whether they were a normal weight, overweight or underweight. We then invited all participants to have an *MRI scan to measure the structure of their brain (such as its volume and the number of connecting fibres), as well as its function, as measured by blood-flow levels.

[II] Our findings showed that in overweight or obese people who had no or mild cognitive impairment, the more excess weight they carried, the greater their levels of brain cell loss and the lower their brain blood flow. We also found some damage to fibres that connect brain cells. All of these changes affect mental functions, including how well we remember things and our ability to do everyday tasks.

We also found that these changes occurred in the *frontal, temporal and parietal brain regions. Not only do these regions play an important role in memory, planning and interpretation of the visual world, they're also areas where Alzheimer's causes the greatest amount of cell loss and decreased blood flow.

Interestingly, in patients with a clinical diagnosis of Alzheimer's disease, the healthier their weight, the less they showed brain cell loss. This suggests that maintaining a healthy weight after being diagnosed with dementia may help patients preserve more brain cells for longer, slightly slowing progression of the disease.

[III] Our findings show how complex the relationship between maintaining a healthy weight and brain health is. While our study doesn't show obesity or excess weight to be a direct cause of Alzheimer's disease, the findings do suggest that being overweight or obese throughout a person's lifetime lowers the brain's *resilience to the damaging effects of the disease. This results in more severe symptoms and faster decline in those who develop Alzheimer's.

Our study also highlights the importance of looking after our weight from an early age to avoid the negative effects of excess weight on the brain. This is especially important after middle age, where the risk of developing Alzheimer's disease increases considerably – and because damage to the brain is usually not reversible and accumulates over time.

Although the cause of Alzheimer's disease is not known, we know that a number of factors can increase our risk of developing it – excess weight being one of them. Obesity puts a severe strain on the *cardiovascular system and damages the brain *vessels' walls.

This in turn results in high levels of *inflammation, *toxicity to brain cells, and lower metabolism and blood flow in the brain. Our study adds to the large body of evidence that indicates the damaging effects of obesity on the *vascular system worsen some of the mechanisms that cause Alzheimer's disease.

There's still no cure for Alzheimer's disease, which is why it's important to take as many precautions as possible from an early age to prevent the likelihood of developing it.

(Adapted from "Alzheimer's disease: obesity may worsen its effects - new research" by Matteo De Marco, The Conversation, February 1, 2021. Copyright©2021, The Conversationより一部改変)

*exacerbate: 悪化させる

*cognitive impairment: 認知機能障害

*dementia: 認知症

*body mass index: ボディマス指標 (BMI: 体重と身長から算出される肥満度を表す体格指数)

*waist circumference: 腹囲

- *MRI scan: 核磁気共鳴を利用した画像化法
- *frontal, temporal and parietal brain regions: 前頭, 側頭, 頭頂部の脳領域
- *resilience: 回復力
- *cardiovascular system: 心臓血管系
- *vessel: 血管
- *inflammation: 炎症
- *toxicity: 毒性
- *vascular system: 脈管系

問1 この英文で紹介されている研究ではどのような調査が行なわれたか, [I]の部分の内容に即して日本語200字程度 (句読点を含む) で説明しなさい。

問2 問1の調査の結果により, どのようなことがわかったか, [II]の部分の内容に即して, 日本語で4点説明しなさい。

問3 以下の (a) ~ (e) のうち, [III]の内容と合っていると判断できるものを一つ選び記号で答えなさい。

- (a) 本研究の結果は, 標準的な体重の維持は脳の健康に関与しないことを示した。
- (b) 本研究では, 肥満がアルツハイマー病の直接的な原因の一つであることを示した。
- (c) 本研究の結果は, 脳に対する肥満の負の影響を避けるために, 早い時期から体重を管理する重要性を強調している。
- (d) 肥満は, 心臓血管系に深刻な負担をかけるが, 炎症の増強や脳細胞に対する毒性の誘導には関わらないとされている。
- (e) 本研究により, アルツハイマー病の治療法が発見された。

令和4年度（2022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3年11月6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) | 7ページ |

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」を開いてはいけません。
2. 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。
3. 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
4. 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。
5. 「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。
6. 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。
7. 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 関数

$$f(\theta) = 4 \cos \theta - 3 \cos 2\theta + 4 \sin \theta \sin 2\theta$$

の $0 \leq \theta \leq \pi$ における最大値と最小値, およびそれらを与える θ を求めよ。

2

以下の問いに答えよ。

- (1) 零ベクトルではない大きさの等しい2つのベクトル \vec{a} , \vec{b} がある。すべての零でない実数 k について、2つのベクトル $k\vec{a} + \vec{b}$ と $\vec{a} - k\vec{b}$ の大きさが等しいとする。このとき、 \vec{a} と \vec{b} のなす角 θ ($0 \leq \theta \leq \pi$) を求めよ。
- (2) 実数 α に対し、平面ベクトルを $\vec{a} = (\cos \alpha, \sin \alpha)$ で定める。 \vec{a} と直交し、大きさが1であるような平面ベクトル $\vec{b} = (x, y)$ を求めよ。

3 2つの袋 A, B があり, A には白玉 2 個のみが入っていて, B には白玉 1 個と赤玉 1 個のみが入っている。「A から無作為に玉を 1 個取り出して B へと入れた後に, B から無作為に玉を 1 個取り出して A へと戻す」という操作を n 回繰り返した後に, A に白玉が 2 個入っている確率を p_n とする。次の問いに答えよ。

(1) p_1, p_2 の値をそれぞれ求めよ。

(2) $n \geq 2$ の場合の p_n を p_{n-1} を用いて表せ。

(3) 数列 p_1, p_2, p_3, \dots の一般項 p_n を求めよ。

(4) $0.9999 < \frac{p_n}{p_{n-1}} < 0.999999$ を満たす自然数 n ($n \geq 2$) をすべて求めよ。

4 曲線 $C: y = x^2 - 4x + 3$ 上の点 $P(s, s^2 - 4s + 3)$ における曲線 C の接線を L_1 とする。原点 $O(0, 0)$ を通り、 L_1 に平行な直線 L_2 が曲線 C と 2 点で交わるとし、その交点を A, B とする。原点 O に近い交点を A とする。次の問いに答えよ。

- (1) 接線 L_1 を s を用いて表せ。
- (2) 直線 L_2 が曲線 C と 2 点で交わるような s の範囲を求め、2 つの交点 A, B の座標を s を用いて表せ。
- (3) $s \geq 3$ の場合の直線 L_2 と曲線 C とで囲まれた図形の面積を s を用いて表せ。
- (4) $s \geq 3$ の場合に接線 L_1 が x 軸および y 軸と交わる点をそれぞれ Q, R とする。距離 PQ, PR の比 $\frac{PQ}{PR}$ を s を用いて表せ。
- (5) 極限 $\lim_{s \rightarrow \infty} \frac{PQ}{PR}$ を求めよ。

令和4年度(2022年度)東北大学

AO入試(総合型選抜)Ⅱ期

筆記試験② 封筒

令和3年11月6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

1. 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。
2. 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。
3. 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="radio"/> 選択する |
| <input type="radio"/> 選択しない |

選択しない場合：

| |
|--|
| <input type="radio"/> 選択する |
| <input checked="" type="radio"/> 選択しない |

4. ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあつ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。
5. 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。
6. 「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。
7. 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。
8. 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。

B4

令和4年度（2022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3年11月6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) | 8ページ |

B1245

——このページは白紙——

1 質量 M [kg] の人工衛星が、地表から h [m] の高さを、地球を中心とする円軌道を描いて一定の速度 V [m/s] で運動している。地球は質量 M_0 [kg]、半径 R [m] の完全な球で、自転の影響はないものとする。万有引力定数を G [$\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$]、地表での重力加速度の大きさを g [m/s^2] として、以下の問1～9に答えよ。解答は、解答用紙の所定の場所に記入せよ。また、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

問1 人工衛星にはたらく重力の大きさ F [N] を、 G 、 M_0 、 M 、 h 、 R を用いて表せ。

問2 地表での重力加速度の大きさ g [m/s^2] を、 G 、 M_0 、 R を用いて表せ。

問3 この人工衛星の加速度の大きさ a [m/s^2] を、 g 、 h 、 R を用いて表せ。また、加速度の向きを述べよ。

問4 この人工衛星の運動エネルギー K [J] を、 g 、 M 、 h 、 R を用いて表せ。

問5 この人工衛星の周期 T_1 [s] を、 g 、 R 、 h を用いて表せ。

問6 現在、人工衛星の1つである“国際宇宙ステーション”が地球上空400 kmを飛行しており、飛行条件により明け方や、夕方に肉眼で見ることができる。 $g = 10.0 \text{ m}/\text{s}^2$ 、 $R = 6400 \text{ km}$ として“国際宇宙ステーション”が地球を1周する時間（周期 T_1 ）を「分」を単位として有効数字2桁で求めよ。必要な場合、近次式 $R + h \approx R$ ($R \gg h$)、 $\pi = 3.14$ を用いてよい。

人工衛星の速度 V [m/s] を大きくすることにより円軌道から楕円軌道に変えることができる。半径 $r_1 = R + h$ [m], 速度 V [m/s] の円軌道にある質量 M [kg] の人工衛星がある。楕円軌道に変えるために, 質量の一部分 m [kg] を人工衛星に対して v [m/s] の速さで後方に放出した。

問7 質量の一部分を放出した直後の, 質量 $M_1 = M - m$ [kg] の人工衛星の速さ v_1 [m/s] を, V, v, M, m を用いて表せ。

図1に示すように楕円軌道では, 人工衛星が地球に最も近づく点を近地点, 最も遠ざかる点を遠地点とよぶ。地球から人工衛星(質量 M_1)の距離と人工衛星の速さを, 近地点では r_1 [m], v_1 [m/s], 遠地点では r_2 [m], v_2 [m/s] とする。

問8 この人工衛星の遠地点における速さ v_2 [m/s] を, G, M_0, r_1, v_1 を用いて表せ。

問9 この楕円軌道を運動する人工衛星の周期 T_2 [s] を, V, r_1, r_2 を用いて表せ。

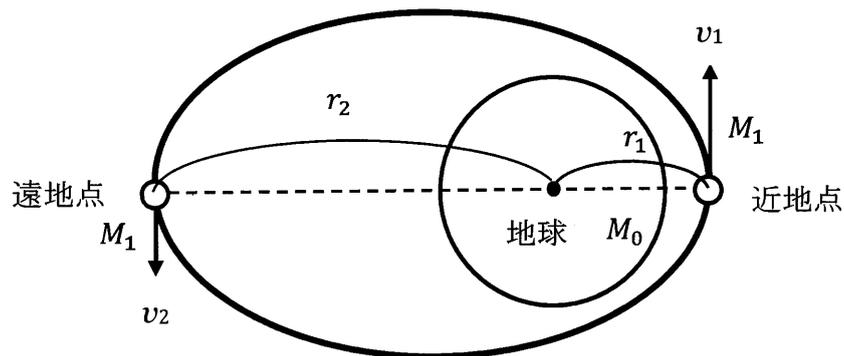


図1

- 2 真空中で図2のように、2枚の薄い金属板（極板）A, Bを間隔 d [m] 離して配置した平行平板コンデンサーの両端に起電力 V [V] の電池とスイッチSがつないである。間隔 d は金属板の大きさ（辺の長さ）に対して十分に小さく、金属板の周辺の部分の電場の不均一さは無視できるものとする。金属板Aは接地してあり、その電位は、 0 Vに保たれている。図2のように金属板Aの位置を原点 0 として金属板に垂直な方向に x 軸をとる。このコンデンサーの電気容量を C [F] とする。以下の問1～10に答えよ。解答は、解答用紙の所定の場所に記入せよ。また、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

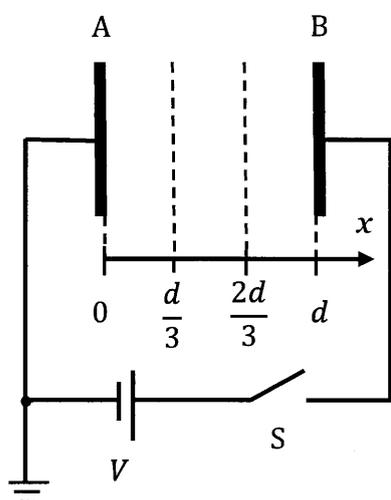


図2

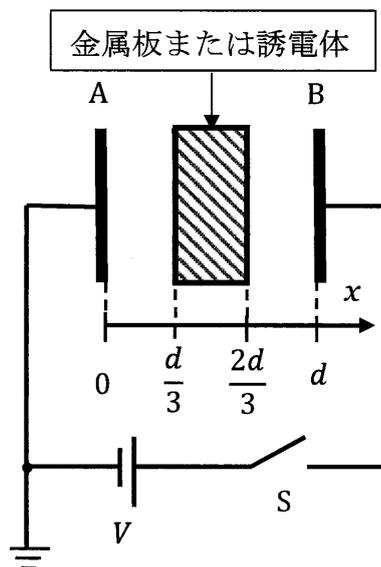


図3

スイッチSを閉じて十分に時間をおいた後の状態について答えよ。

- 問1 金属板A, B間の座標 x に関する電位 V_a [V] および電場の強さ E_a [V/m] を解答用紙の指定のグラフ上に描け。それぞれ、縦軸の値も V と d の中から必要なものを用いて表せ。
- 問2 このコンデンサーに蓄えられている静電エネルギー U_a [J] を C と V を用いて表せ。

次にコンデンサーを完全に放電した。そして、スイッチを開いた状態で図3のように金属板A, Bの間に厚さ $\frac{d}{3}$ [m] の金属板をA, Bそれぞれから距離が等しくなるように挿入した。その後、スイッチSを閉じて十分に時間をおいた。

問3 このコンデンサーの電気容量 C_b [F], コンデンサーに蓄えられている電気量 Q_b [C] を C と V のうち必要なものを用いて表せ。

問4 金属板A, B間の座標 x に関する電位 V_b [V] および電場の強さ E_b [V/m] を解答用紙の指定のグラフ上に作図せよ。縦軸の値も V と d の中から必要なものを用いて表せ。

再びコンデンサーを完全に放電した。そして、スイッチSを開いた状態で図3のように金属板A, Bの間に比誘電率が4.0で、厚さ $\frac{d}{3}$ [m] の誘電体をA, Bそれぞれからの距離が等しくなるように挿入した。その後、スイッチSを閉じて十分に時間をおいた。

問5 このコンデンサーに蓄えられている電気量 Q_c [C] を C と V を用いて表せ。

問6 金属板A, B間の座標 x に関する電位 V_c [V] および電場の強さ E_c [V/m] を解答用紙の指定のグラフ上に作図せよ。縦軸の値も V と d の中から必要なものを用いて表せ。

続いてスイッチSを開いた後に、金属板A, Bの距離を保ったまま誘電体を取り除いた。

問7 誘電体を取り除くために要した仕事 W [J] を C と V を用いて表せ。

その後、金属板A, Bの距離を $5d$ [m] に広げて十分時間をおいた。

問8 この時のA, B間の電位差 V_e [V] を V を用いて表せ。

(次ページに続く)

問1に用いた平行平板コンデンサー $C_a = C$ [F] および問3に用いた金属板を挿入したコンデンサー C_b を使って、図4に示す回路をつくる。はじめに、 C_a の電圧を V [V]、 C_b の電圧を 0 Vとする。スイッチ S_1 を閉じて C_b に充電し、次に S_1 を開き S_2 を閉じて C_b の電荷を放電させる操作をくり返す。なお抵抗 R は、回路に過大な電流が流れないように付けてある。

問9 1回目の操作後における C_a の電圧 V_1 [V] と失われた静電エネルギー U [J] を C と V の中から必要なものを用いて表せ。

問10 さらに、 n 回操作後における C_a の電圧 V_n [V] を V を用いて表せ。

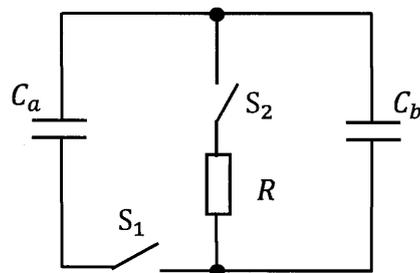


図4

令和4年度（2022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3年11月6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) | 9ページ |

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 食酢中の酸の濃度を測定する実験についての以下のレポートを読み、次のページにある問1から問8に答えなさい。

なお、必要に応じ、原子量として次の値を用いなさい。

H 1.00 C 12.0 N 14.0 O 16.0 Na 23.0 Cl 35.5

(実験レポート)

目的 食酢中の酸を酢酸のみと仮定し、その濃度を求める。

- 準備
- 1 食酢を10倍に薄めた水溶液（以下、試料溶液Aと表記する）を用意した。
 - 2 水酸化ナトリウム約3.5 gを量りとり、1 Lのメスフラスコを用いて水酸化ナトリウム水溶液（以下、水酸化ナトリウム水溶液と表記する）を用意した。
 - 3 酸の標準溶液として、0.0500 mol/Lのシュウ酸水溶液（以下、シュウ酸水溶液と表記する）を調製した。
 - 4 シュウ酸水溶液で水酸化ナトリウム水溶液10.0 mLを中和滴定したところ、シュウ酸水溶液が平均で8.50 mL必要であった。
 - 5 指示薬として変色域が8.3～10.5であるものを用意した。

手順 次の1から3の手順で測定を行う。これを3回繰り返す。

- 1 コニカルビーカーに入れた試料溶液A 10.0 mLに上述の準備5で用意した指示薬を加えた。
- 2 次に、水酸化ナトリウム水溶液を加えて、溶液を呈色させた。
- 3 呈色した溶液をシュウ酸水溶液を用いて滴定した。

結果 手順2で加えた水酸化ナトリウム水溶液は20.0 mLであった。

手順3の測定結果を次に示す。

表 1: 中和までに必要としたシュウ酸水溶液の体積

| | | | | | |
|-----|---------|-----|---------|-----|---------|
| 1回目 | 9.71 mL | 2回目 | 9.69 mL | 3回目 | 9.59 mL |
|-----|---------|-----|---------|-----|---------|

考察

次のような性質のため、水酸化ナトリウムの質量を正確に測定することは難しい。そのため、準備4のような操作によって、水酸化ナトリウム水溶液の濃度を実験直前に決める必要がある。

注意すべき水酸化ナトリウムの性質：

準備4の中和滴定により、この測定で使用した水酸化ナトリウム水溶液の濃度は

mol/Lと求められた。

手順3において、中和滴定に必要としたシュウ酸水溶液の平均の体積は、

mLである。

そこで、試料溶液Aの酢酸の濃度を C_a [mol/L] とすると

したがって、食酢中の酢酸の濃度は mol/L である。

- 問1 手順1において、試料溶液Aを入れるコニカルビーカーは、純水でよく洗ってあればぬれていてもよい理由を解答欄に記しなさい。
- 問2 ホールピペットやビュレットを純水で洗浄した後にすぐ使用するとき、量ろうとする溶液で洗う（共洗いする）のはなぜか、その理由を解答欄に記しなさい。
- 問3 準備5において用意する指示薬の変色域が6.0～8.0では、手順1，2，3において適正な結果が得られない。その理由を解答欄に記しなさい。
- 問4 準備3において、シュウ酸水溶液 250 mL を作るために必要なシュウ酸二水和物 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の質量 [g] を求め、有効数字3桁で解答欄に答えなさい。
- 問5 準備4のようにして、準備した水酸化ナトリウム水溶液の濃度を決定しなければならない。その理由となる水酸化ナトリウムの性質を1つだけ解答欄 に記しなさい。
- 問6 空欄 ， に適する数値を求め、有効数字3桁で解答欄に答えなさい。
- 問7 空欄 に記載される C_a の値を求める過程を解答欄に記しなさい。
- 問8 空欄 に適する数値を有効数字3桁で解答欄に答えなさい。

2 物質について理解するための実験を説明した下の文章を読み、次のページにある問1から問7に答えなさい。

銅板から同じ質量のコイン状に成形したものを多数用意した。これを銅コインと表記する。同様にして、亜鉛板から亜鉛コインを、銀板から銀コインを、アルミニウム板からアルミコインを多数用意した。また、質量の無視できる接着剤を用いて、銅コインと亜鉛コインを枚数比 $a:b$ で貼り合わせたコインXと、亜鉛コインとアルミコインを枚数比 $c:d$ で貼り合わせたコインYをそれぞれ多数用意した。なお、銅、亜鉛、銀、アルミの各コイン1枚の質量は同じではなかった。

銅コイン、亜鉛コイン、銀コイン、アルミコイン、コインX、コインYについて、次の操作を行った。

操作1 銅コイン、亜鉛コイン、銀コイン、アルミコインそれぞれ同じ枚数分のコインの質量を測定したところ、表2に示す値が得られた。

表2: 同じ枚数分のコインの質量 [g]

| コイン | 銅コイン | 亜鉛コイン | 銀コイン | アルミコイン |
|--------|-------|-------|-------|--------|
| 質量 [g] | 300.0 | 250.0 | 350.0 | 90.0 |

次に、この表2をもとに、亜鉛コイン1枚の質量の20分の1を質量測定の基準として、この基準に対する各金属コイン1枚の相対質量を求めたところ、次の表3の結果になった。

表3: コイン1枚の相対質量

| コイン | 銅コイン | 亜鉛コイン | 銀コイン | アルミコイン |
|------|------|-------|------|--------|
| 相対質量 | (ア) | 20 | (イ) | (ウ) |

操作2 コインX 100.0 g をビーカーに入れ、ここに希塩酸を注いだところ、亜鉛がすべて溶解した。そこで、残った銅コインを取り出し、洗浄後にその質量を測ったところ、54.6 gであった。

操作3 コインY 100.0 g をビーカーに入れ、希塩酸を少しずつ加えてできるだけ少量の塩酸で、両方の金属を完全に溶解させた。その後、アンモニア水を加えたところ、水溶液

は弱塩基性となり、溶解した2つの金属のうち、一方の金属の水酸化物が沈殿した。さらにアンモニア水を加えながらよくかき混ぜ、沈殿がこれ以上生じなくなったところで沈殿をろ過し、洗浄してから加熱乾燥させた。その後、乾燥した沈殿をすべて酸化物とした。このときに得られた酸化物の質量は 79.1 g であった。

問 1 表 3 の (ア), (イ), (ウ) に適する数値を小数第 1 位まで答えなさい。

問 2 操作 2 において、希塩酸の代わりに希硫酸を用いてもよいが、希硝酸は用いることはできない。その理由を解答欄に記しなさい。

問 3 操作 2 の結果より、このコイン X 1 枚を構成する銅コインと亜鉛コインの枚数の最も簡単な比は 1 : であった。 に適する整数を解答欄に答えなさい。

問 4 操作 3 の文中の下線部が示す状態において、生じた沈殿の化学式を答えなさい。

問 5 操作 3 の文中の下線部が示す状態において、溶解している金属イオンはアンモニア分子と結合したイオンとなっている。このようなイオンを表す用語を解答欄 (a) に、また、このイオンの化学式を解答欄 (b) に答えなさい。

問 6 操作 3 の結果より、このコイン Y 1 枚を構成する亜鉛コインとアルミコインの枚数の最も簡単な比は 1 : であった。 に適する整数を解答欄 (a) に答えなさい。また、求め方も解答欄 (b) に記しなさい。

なお、亜鉛 10.0 g をすべて酸化物に変えるとその質量は 12.8 g となる。また、アルミニウム 10.0 g をすべて酸化物に変えるとその質量は 18.9 g となる。

問 7 いま、コインの枚数を表す単位として、cun という単位を定めることにする。1 cun は亜鉛コインがちょうど 20 kg となる枚数を表すものとする。コイン Z 1 枚は、銀コイン 2 枚と銅コイン 3 枚でできている。このコイン Z について、次の (a), (b) に答えなさい。

(a) コイン Z の 1.00 cun の質量 [kg] を求め、有効数字 3 桁で解答欄に答えなさい。

(b) コイン Z 10.0 kg 中の銀コインの枚数は cun を単位とすると cun であった。 に適する値を有効数字 3 桁で解答欄に答えなさい。

3 フェノール C_6H_5OH の性質を調べるために実験 1, 2 を, また, サリチル酸メチルの合成のために実験 3 を行った。実験 1, 2, 3 についての下の記述を読み, 次のページにある問 1 から問 9 に答えなさい。

【 フェノールの性質を調べる実験 1, 2 】

実験 1 (1) フェノールの固体 1 g を乾いた試験管に取り, 約 $60^\circ C$ の温水につける。

(2) 次に, この試験管を冷水につける。

(3) 次に, この試験管に水 1 mL を加えて温水につけ, よくふり混ぜたのち, 冷却する。

(4) 次に, この試験管に 2 mol/L NaOH 水溶液 1 mL を加える。

(5) 次に, 3 mol/L H_2SO_4 水溶液 1 mL を少しずつ滴下する。

実験 2 (1) 試験管にフェノール 0.5 g を入れ, さらに水 1 mL を加え, よくふり混ぜる。その後, 2 mol/L NaOH 水溶液を 1 滴ずつ加えてできるだけ少量でフェノールを溶かす。

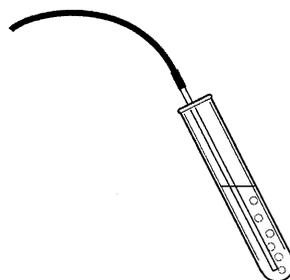


図 1: 実験 2 (2)

(2) この溶液に, 図 1 のようにして, 試験管をよく振りながら二酸化炭素を十分に通す。

【 サリチル酸メチルを合成する実験 3 】

実験 3 (1) 乾いた試験管に, サリチル酸 0.5 g を入れ, さらにメタノール 5 mL を加えてよく振り混ぜる。

(2) 沸騰石を数粒加え, 濃硫酸 0.5 mL を少しずつ滴下する。

(3) 図 2 のように, ゴム栓付きの冷却管を試験管に取り付け, 穏やかに 5 分間以上加熱する。

(4) 試験管を冷やしてから, ビーカーに入れた十分な量の 5% 炭酸水素ナトリウム水溶液に試験管の内容物を少量ずつ注ぐ。

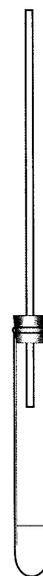


図 2: 実験 3 (3)

- 問 1 実験 1 (1) において観察されることを解答欄に記しなさい。
- 問 2 実験 1 (2) において観察されることを解答欄に記しなさい。
- 問 3 実験 1 (4) において生じた化学変化を表す化学反応式を解答欄に記しなさい。
- 問 4 実験 1 (5) において生じた化学変化を表すイオン反応式を解答欄に記しなさい。
- 問 5 実験 2 (2) で生じた化学変化を表す化学反応式を解答欄に記しなさい。
- 問 6 実験 3 (1) では乾燥した試験管を用いなければならない。その理由を1つだけ解答欄に記しなさい。
- 問 7 実験 3 (2) では濃硫酸を少しずつ滴下している。一度に加えない理由を1つだけ解答欄に記しなさい。
- 問 8 実験 3 (3) において、図 2 に示したように冷却管を用いる。その理由を1つだけ解答欄に記しなさい。
- 問 9 実験 3 (4) において炭酸水素ナトリウム水溶液に試験管の内容物を加えると合成されたサリチル酸メチルが分離する。このとき、ビーカーの中に水ではなく炭酸水素ナトリウム水溶液を入れておいた理由を1つだけ解答欄に記しなさい。

令和4年度（2022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3年11月6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) | 15ページ |

B4

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 以下の文章を読んで問 1～問 7 に答えよ。

①植物の形質転換に用いられるアグロバクテリウムは、もともと根頭がんしゅ病という植物病害の病原体であり、植物に感染すると、②クラウンゴールとよばれる、植物の細胞が異常に細胞分裂した腫瘍のような組織を形成させる。これはアグロバクテリウムが、自身のもつプラスミド DNA の T-DNA 領域に含まれる [ア] 生合成遺伝子と [イ] 生合成遺伝子を植物のゲノムに挿入し、発現させることで [ア] と [イ] の異常産生を誘導するためであり、過剰に生産された [ア] と [イ] は植物の異常な細胞分裂を誘導し、クラウンゴールの形成に至る。

植物病原体が植物ホルモンを用いて植物に異常な生育を誘導する例は他にも存在する。[ウ] は、細胞の肥大成長を抑え、茎の伸長成長を促進する植物ホルモンとして知られるが、もともとは黒沢英一や薮田貞治郎の研究によってイネばか苗病菌なえびょうきんの毒素として発見されたものである。カビのなかまであるイネばか苗病菌がイネの苗に感染すると、ばか苗病菌が産生する [ウ] によってイネの苗が異常に伸長してしまう。ばか苗病菌が感染したイネは種子が形成されなくなることや枯死することがあるため、収量減少の原因となる。

一方で植物ホルモンは植物の病虫害抵抗性にも重要な役割をもつことが知られている。[エ] は、害虫の食害によって合成が誘導され、タンパク質分解酵素阻害物質を蓄積させることで、昆虫の消化酵素の働きを阻害し、さらなる害虫による食害を防ぐことができる。さらに、[エ] は③エチレンとともに病原菌に対する抵抗性応答にも重要な役割をもち、抗菌性ペプチドの蓄積を誘導するなどの作用もある。また、④植物のウイルスなどに対する抵抗性反応では、感染部位の周辺細胞が自発的に細胞死を起こす応答が知られている。このようなウイルス抵抗性には別の植物ホルモンであるサリチル酸が関与することが知られている。病原体の感染戦略は多様なので、植物は病原体の種類によって異なる植物ホルモンを利用して、有効な抵抗性反応を効果的に誘導していると考えられている。その他、⑤気孔は病原体が侵

入する入口の1つであるため、病原体の攻撃を感知したあと、速やかに閉じるのも植物が病原体から身を守る戦略の1つである。この気孔の開閉の制御にも植物ホルモンである が関与しており、病原体感染が認識されると が孔辺細胞に作用し、浸透圧制御を介して速やかに気孔を閉じさせる。

問1 下線部①について、アグロバクテリウムを用いて抗生物質耐性遺伝子をシロイヌナズナに形質転換し^(注1)、抗生物質耐性を指標に形質転換体の選抜を行った。以下の(1)と(2)に答えよ。

- (1) 多くの形質転換体の系統^(注2)では抗生物質耐性が獲得されるという形質のみ導入されたが、抗生物質耐性を獲得した形質転換体の中に、1系統だけアルビノ^(注3)が現れた。この結果がアグロバクテリウムを用いた形質転換に起因すると仮定して、その原因を説明せよ。
- (2) アグロバクテリウムを感染させた植物から得た種子の中から形質転換体を1個体選び、その自家受粉により得た種子について抗生物質耐性を調べた。その結果、210個体が抗生物質耐性を示し、14個体が耐性を示さなかった。選んだ個体の系統では抗生物質耐性遺伝子がどのように挿入されていたと考えられるか説明せよ。

(注1) シロイヌナズナの形質転換では、アグロバクテリウムを花に感染させることで、組織培養を経ずに形質転換体の種子(独立した系統^(注2)とみなせる)を得ることができる。従って形質転換体の選抜は、アグロバクテリウムを感染させた植物から取った種子を抗生物質入りの培地上に無菌的にまくことで行える。

(注2) ここでは、1つの形質転換細胞に由来する形質転換体の子孫を系統とよび、系統ごとにT-DNAが挿入された位置や数が異なるとみなせる。

(注3) アルビノ: 色素合成の異常により一部または全体が白色化した変異体。植物の場合、葉緑体の色素であるクロロフィル合成に関わる遺伝子や葉緑体形成に関わる遺伝子の機能異常によって現れることがある。

問 2 組織培養によって形成されたカルスは未分化な細胞が増殖し続ける点では下線部②のクラウンゴールと類似している。表 1 は、組織培養用の基本培地^(注 4)に植物ホルモンを添加した 4 種類の培地上で組織片(タバコの茎の髄由来の外植片)を組織培養した結果を示したものである。以下の(1)～(3)に答えよ。

表 1

| | 培地 A | 培地 B | 培地 C | 培地 D |
|--------------|----------|-----------|-----------|--------|
| 植物ホルモン ア | 3 mg/L | 3 mg/L | 0.03 mg/L | 0 mg/L |
| 植物ホルモン イ | 0.2 mg/L | 0.02 mg/L | 1 mg/L | 0 mg/L |
| 組織片の培養後の観察結果 | カルス形成 | X | 茎と葉の形成 | Y |

- (1) 培地 B で培養した組織片の観察結果 X を記せ。
- (2) 培地 D で培養した組織片の観察結果 Y を記せ。
- (3) アグロバクテリウムを除菌したクラウンゴールを培地 D で無菌培養した場合、どのような観察結果になると予想されるか記せ。

(注 4) ショ糖, 無機塩類, アミノ酸類, ビタミンなどの植物細胞の栄養として必要な物質をすべて含む寒天培地。

問 3 以下の実験は ア の植物ホルモンの生理作用を示すためにオートムギの芽生えを用いて行われたものである (図 1)。この実験に関して (1) ~ (4) に答えよ。

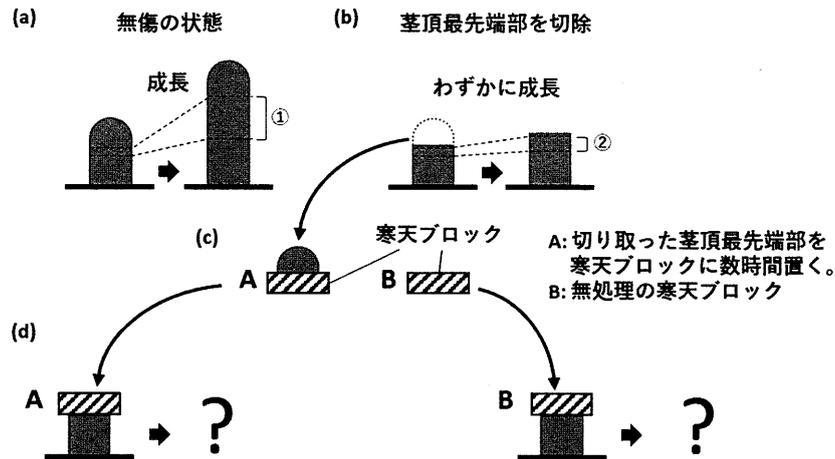


図 1 [図の説明 (a) ~ (d) を以下に記載する]

- (a) オートムギの芽生えを無傷の状態では培養すると、茎頂直下部で細胞伸長により縦方向に急速に成長する。
- (b) オートムギの芽生えの茎頂最先端部を切除して培養すると、芽生えはわずかに成長するのみとなる。
- (c) 切り取った茎頂先端部を上に乗せて数時間置いた寒天ブロック A と無処理の寒天ブロック B を用意した。
- (d) 寒天ブロック A, B を茎頂先端部を切除したオートムギ芽生えの上それぞれ乗せて培養した。

- (1) (d) の培養後、予想される実験結果を図示せよ。(語句による補足も可)
- (2) (1) で図示した結果になるしくみを説明せよ。
- (3) (a) の①と (b) の②の部分は、培養前には同じ位置、同じ大きさだった。培養後に①と②を比較したところ、太さは同じであったが、①の長さは②の約 3 倍であった。培養後の①と②の部分に含まれる総 DNA 量の比較結果を説明せよ。
- (4) 寒天ブロック B を使った実験が必要な理由を説明せよ。

問 4 ～に入る植物ホルモンの名称を記せ。

問 5 下線部③のエチレンも植物の成長を制御する重要な植物ホルモンである。エチレンの作用として正しい記述をア～カの中からすべて選んで記号で示せ。

- ア. 密閉した容器の中に熟したバナナと未熟なバナナを置いておくと、熟したバナナから生成されたエチレンの作用によって未熟なバナナの成熟が促進される。
- イ. ブドウの若い房にエチレン処理をすると種なしブドウができる。
- ウ. エチレンの作用を阻害したカーネーションでは老化が抑えられ、花が長持ちする。
- エ. コムギの種子にエチレン処理をすると発芽が促進される。
- オ. アサガオの芽生えにエチレン処理をすると花芽形成が誘導される。
- カ. 風に吹かれるなどの機械的刺激はトマト苗の茎のエチレン産生を抑制し、これにより肥大成長が促進されるため茎が太くなる。

問 6 下線部④について、細胞死がウイルス抵抗性に有効な理由を説明せよ。

問 7 下線部⑤の気孔は植物にとって外界との物質交換をする重要な器官である。初夏の晴れた日中、水分が十分な条件では、アサガオの気孔においてどのような物質交換が行われると考えられるか説明せよ。

2 [1], [2]は植物の生殖に関する文章である。以下の問1～問8に答えよ。

[1] ①花が咲き、②種子をつける植物を種子植物という。種子は種子植物(裸子植物・被子植物)にのみ形成される。種子は③胚と胚乳を種皮で包んだものである。

④裸子植物の一部では、鞭毛をもつ精子が形成されるが、被子植物では鞭毛をもたない精細胞がつくられる。被子植物では、受粉がおこるとめしべの柱頭に付着した花粉が発芽し、花粉管が胚珠の内部の胚のうに向かって伸びていく。花粉管の内部には2個の精細胞があり、1つは卵細胞と受精し胚になる。もう1つは中央細胞と融合し胚乳になる。この現象を⑤重複受精という。

問1 下線部①に関連して、多くの被子植物では花弁が発達している。繁殖における花弁の役割を1つ答えよ。

問2 下線部②に関連して、種子には温度や水分が適切であっても光が照射されないと発芽しないものがある。この性質は発芽後の植物の生活においてどのような利点があると考えられるか記せ。

問3 下線部③にある胚と胚乳を種皮で包むことの利点を1つ記せ。

問4 下線部④にある精子が作られる裸子植物の例を2つ記せ。また、裸子植物の胚乳の核相を記せ。

問5 下線部⑤の被子植物が重複受精を行うことの利点として裸子植物との違いから考えられることを記せ。

[2] 花粉の発芽について、異なる2種の植物(植物A, 植物B)を用いて、[実験I]を行った。

[実験I] 以下の(a)～(d)に示した異なる条件で、植物Aの花粉の発芽を観察し、発芽率を50時間ごとに記録し図1に示した。

(a) ショ糖を含む寒天培地上に花粉をまくと、300時間後までにほぼすべての花粉が発芽し、花粉管が伸長した。(折れ線a)

(b) ショ糖および植物Aとは同種であるが異なる個体のめしべの柱頭

- の粘液を含む寒天培地上では、150 時間後までにほぼすべての花粉が発芽し、花粉管が伸長した。(折れ線 b)
- (c) ショ糖および植物 B のめしべの柱頭の粘液を含む寒天培地上では、250 時間後までに多くの花粉が発芽し花粉管が伸長した。(折れ線 c)
- (d) ショ糖および花粉を得た植物 A と同一のめしべの柱頭の粘液を含む寒天培地上では、300 時間後でもほとんどの花粉が発芽しなかった。(折れ線 d)

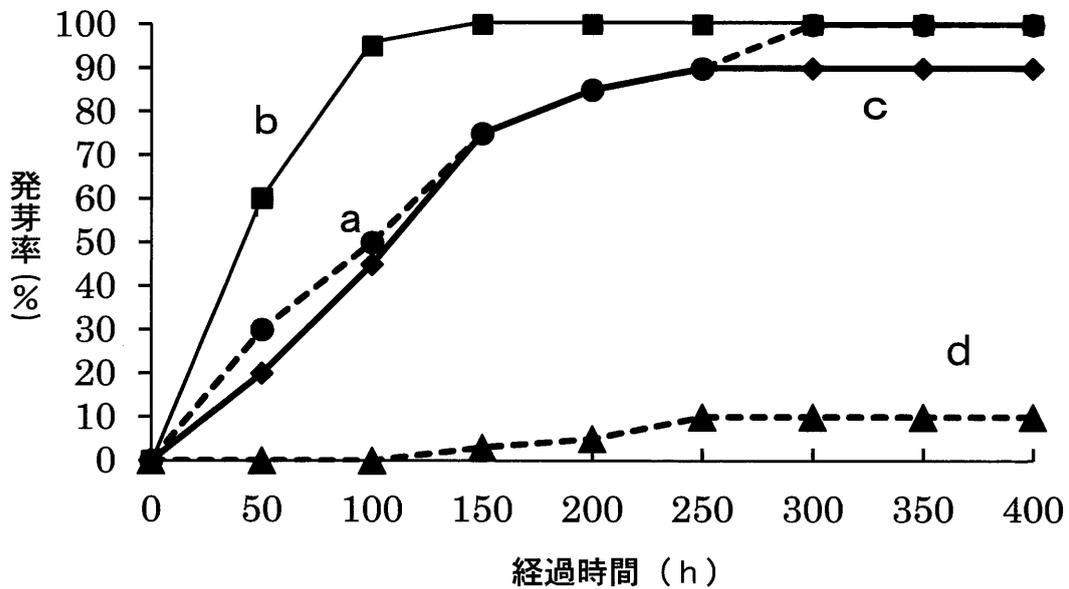


図 1

- 問 6 実験 I において、寒天培地にショ糖を加えているがそれはなぜか。理由を 2 つ記せ。
- 問 7 実験 I の結果から考えられる植物 A がもつしくみを何というか。その名称を記せ。
- 問 8 花粉管誘引物質の解明に関する文章を読み、以下の (1) ~ (2) に答えよ。

2001 年、東山哲也らは、胚のうの一部が裸出しているトレニアという植物を用いて、胚珠内の細胞をレーザーで破壊し、花粉管がどの細胞に誘引されるのかを調べた。その結果を表 1 に示した。

表 1

| 胚のう の状態 | 各細胞の存在 | | | | 誘引頻度 |
|------------|--------|------|-----|---|------|
| | 卵細胞 | 中央細胞 | 助細胞 | | |
| 破壊なし | + | + | + | + | 98% |
| 1細胞 破壊 | - | + | + | + | 94% |
| | + | - | + | + | 100% |
| | + | + | - | + | 71% |
| 2細胞 破壊 | - | - | + | + | 93% |
| | - | + | - | + | 67% |
| | + | - | - | + | 71% |
| | + | + | - | - | 0% |

(+は存在する, -は存在しないことを示す。)

- (1) 2細胞を破壊する実験からどのようなことがわかるか。表1から得られる結果をもとに, 理由を示しながら説明せよ。
- (2) これにかかわる誘引物質は, 発見者の東山哲也らにより「ルアー」と名づけられた。その後, 「ルアー」は種によって異なることが明らかにされた。そこで, ある種の植物の柱頭に, それと同種の植物の花粉を含む複数種の花粉がついた場合, どのようなになるか記せ。

3 次の [1], [2] の文章を読み, 問 1~問 8 に答えよ。

[1] 動物の体内でつくられ, 体外に分泌し, 同種^の他個体に作用する物質をフェロモンという。カイコガ (成虫) は, 雄が激しく羽ばたきながら雌に近づいて交尾をする。この一連の行動は婚礼ダンスとよばれ, 性フェロモンによって起こるとされている。そのことを確かめるために, 実験 1 ~ 実験 4 をそれぞれ別のカイコガを用いて行った。以下の問 1 ~ 問 5 に答えよ。

実験 1 実験台の上に雌のカイコガを置き, 約 10 cm 離れたところに雄を放して, 行動を観察した。その結果, はじめに雌が尾部の先端から側胞腺を突出させ, しばらくして雄が羽を激しくばたつかせながら雌に接近した。また, 両眼を黒エナメルで塗りつぶした雄を用いて同様の観察を行った場合でも, 雄, 雌ともに同じ行動が観察された。

実験 2 ① ~ ④の操作を行った。

- ① カイコガの雄と雌を 1 個体ずつ別々のビーカーに入れて, アルミニウム箔^{はく}で密閉したものを近づけておき, 雄の反応を観察した。
- ② ビーカーに入れた雄に新しいろ紙の小片を近づけて, 雄の反応を観察した。
- ③ ビーカーに入れた雄に雌の尾部以外の部分にこすりつけたろ紙の小片を近づけて, 雄の反応を観察した。
- ④ ビーカーに入れた雄に雌の尾部にこすりつけたろ紙の小片を近づけて, 雄の反応を観察した。

結果 ①, ②, ③では雄は特別な反応を示さないが, ④では激しく羽をばたつかせて婚礼ダンスを始めた。

実験 3 触角を両方とも基部から切断した雄を雌から 10 cm 離れた場所に置いたところ, 雄は雌に反応を示さなかった。一方, 触覚の片方だけを基部から切断した雄を雌から 10 cm 離れた場所に置いたところ, 雄は羽を激しくばたつかせたが雌にたどり着けな

った。

実験 4 羽を切り落とした雄を、実験 1 と同じように放して行動を観察したところ、雄は雌にたどりつくことはできなかった。羽を切り落とした雄に向かって雌の方からうちわで風を送ったところ、雄は雌にたどり着くことができた。

問 1 実験 1 は、無風に近い状態で行い、かつ雌の露出時間をなるべく短くする必要がある。その理由を記せ。

問 2 実験 1 と実験 2 の結果から考えられる記述として適切なものすべてを選び、記号で答えよ。

ア 雄は雌の全身から分泌される物質に反応している。

イ 雄は雌の特定の部位から分泌される物質に反応している。

ウ 雄は雌の羽ばたきに反応している。

エ 雄は雌の分泌物に慣れてしまうためすぐに反応しなくなる。

オ 雌は雄の羽ばたきに反応して分泌物を放出する。

カ 雄が雌に反応するには、雌の分泌物が空気中を拡散することが必要である。

問 3 密閉したビーカーに入れた雌と、雌の尾部にこすりつけられたろ紙を実験台において雄を放すと、雄はどちらに近づくと考えられるか。理由とともに記せ。

問 4 実験 1 ～ 実験 3 の結果から考えられる記述として適切なものすべてを選び、記号で答えよ。

ア 雄の触角は雌を検知するために必要であり、雌にたどり着くためにも必要である。

イ 雄の触角は雌を検知するために必要であるが、雌にたどりつくためには必要でない。

ウ 雄の触角は雌を検知するために必要でない。

エ 雄の触角には視細胞が存在する。

オ 雄の触角には嗅細胞が存在する。

カ 雄の触角には聴細胞が存在する。

問5 実験4の結果から考えられる記述として最も適切なものを1つ選び、記号で答えよ。

- ア 雄の羽には、雌が放出する刺激に対する受容器が存在する。
- イ 雄の羽ばたきは、風の流れを作って雌のいる方向を検知するために必要である。
- ウ 雄の羽ばたきは、雌が放出する分泌物以外の物質を拡散させるために必要である。
- エ 雄の羽ばたきは、雌にたどり着くための歩行に必要である。
- オ 雄の羽は雌を探して飛ぶために必要である。

[2] 次の問6～問8に答えよ。

行動には、遺伝的プログラムによって決まっている定型的な「ア」行動と、経験を積んで初めてできる「イ」行動がある。動物が特定の方向を定める「ウ」や、個体間で情報をやりとりするコミュニケーションなどは、学習や経験がなくとも生じ、遺伝的な影響を強く受け、社会性昆虫で発達している。例えばアリでは、餌場えさを探しあてた働きアリは自分のコロニーに戻るときに「エ」フェロモンとよばれる化学物質を地表に残し、なかまのアリを餌場へと誘導する。また、外敵に遭遇したときに分泌される「オ」フェロモンはなかまに危険を知らせる。

ミツバチでは、ダンスを踊ることで個体間コミュニケーションをとる。ミツバチの働きバチは蜜のある花(餌場)を見つけると巣箱に飛んで帰り、巣板の垂直面でダンスをすることで、餌場のある方向や距離を知らせている。これを見た他の働きバチは、踊りから餌場の位置を把握する。餌場までの距離が巣箱から100 mより短いときは円形ダンス、遠くにあるときは8の字ダンスを繰り返す。図1に示した8の字ダンスには、餌場までの距離と方向に関する情報が含まれている。距離の情報は8の字ダンスの回数によって伝えられる。方向の情報は8の字ダンスの向きによって伝えられ、巣箱からみた太陽の方向と餌場の方向とがなす角度が、鉛直方向(重力とは反対方向)とダンスの直進部分の方向とのなす角度に相当する。こ

のような行動はミツバチに太陽から一定方向を知る能力があるからで、このしくみを という。

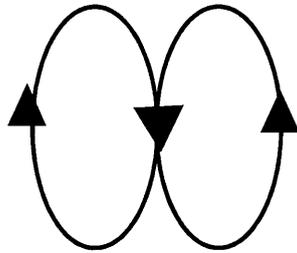


図1 ミツバチの8の字ダンス

※ 矢印の向きは8の字ダンス中の働きバチの進行方向を示す。

問6 ~ にあてはまる適切な語句を記せ。

問7 働きバチがなかまに伝える餌場から巣箱までの距離は、巣箱から餌場に向かうときに体内で消費したグルコースの消費量によって決められている。もし、餌場に向かうとき向かい風であったと仮定すると、その後、巣箱に帰った働きバチはなかまにどのような情報を伝えると考えられるか。次のア～オの中から適切なものを1つ選び記号で答えよ。

ア 餌場までの方向は正しいが、実際より短い距離を伝える。

イ 餌場までの方向は正しいが、実際より長い距離を伝える。

ウ 餌場までの方向は誤っているが、正しい距離を伝える。

エ 餌場までの方向は誤っており、実際より短い距離を伝える。

オ 餌場までの方向は誤っており、実際より長い距離を伝える。

問8 同じミツバチが2時間後には最初の方角と 30° ずれてダンスをした。その理由を記せ。

令和4年度（2022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3年11月6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) | 12ページ |

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」を開いてはいけません。
2. この「問題冊子」は12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。
3. 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
4. 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。
5. 解答は、日本語で記入してください。
6. 「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。
7. 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。
8. 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に答えなさい。

Good writing, whether in an article, a story, or a business statement, must be clear, accurate and vivid. Whether you are clear or not, depends to a considerable degree upon the clearness of your structure, but your accuracy and vividness depend upon the words you use.

Your words must fit the exact shade of your meaning. Ill-chosen words, words that are vague or misleading, give away the fact that you have been too lazy to think clearly what you are trying to say or else that you don't quite know what words mean. The only satisfactory way to enlarge a poverty-stricken vocabulary is to read widely. ⁽¹⁾You really come to know words and their shades of meaning only by meeting and getting acquainted with them in their proper context, for the sense for words is an instinctive feeling rather than any self-conscious and laborious attainment.

There is rarely more than one right word to express an idea exactly. See that you get that one right word.

According to Gustave Flaubert, one of the great masters of realism, success in expression depends upon getting the one right word and conveying by it that individual quality of a thing which distinguishes it from all others. He said to his friend and disciple Guy de Maupassant: "Whatever the thing you wish to say, there is but one word to express it, but one verb to give it movement, but one adjective to qualify it; you must seek until you find this noun, this verb, this adjective....When you pass a grocer sitting in his doorway, a porter smoking a pipe, or a cab stand, show me that grocer and that porter... in such a way that I could never mistake them for any other grocer or porter, and by a single word give me to understand wherein one cab horse differs from fifty others before or behind it." Perhaps Flaubert exaggerated a little for emphasis, but ⁽²⁾ the principle is sound. This word game is a fascinating game-and worth the trying.

Nouns, and verbs are the bones and muscles of speech. Nouns build up the bony structure of the sentence, verbs produce motion. The more concrete nouns and active verbs you use, the more forceful your writing. The novice naturally imagines that piling up adjectives adds definiteness and that sticking in adverbs adds intensity, but it is usually just the other way

round. Adjectives and adverbs are often necessary to complete your meaning and make it exact, but they lessen the force of the sentence unless you dole them out stingily as a miser doles out gold. When you divide your reader's attention between a noun and its qualifying adjectives, or between a verb and its adverbs, you decrease the force of the impression which that noun and that verb would normally make. The fewer the words used, the more concentrated the attention; and the greater the concentration, the greater the power. For this reason two or three adjectives pyramided upon each other's shoulders decrease the force of the impression instead of adding to it. At first sight this may not seem reasonable, but it is true.

"(3) The adjective," said Voltaire, "is the enemy of the noun."

Reduce your adjectives and adverbs to a minimum by choosing your nouns and verbs so carefully that they don't need outside assistance in order to convey your meaning. In emotional prose a large number of adjectives may be needed to supply color, but it is well to remember that even here adjectives thrown into the predicate—that is, attached to the subject by a verb—make a sharper impression than those that immediately qualify a noun.

(Excerpts from THE GOLDEN BOOK ON WRITING by David Lambuth, et al., copyright ©1963 by S. Heagan Bayles; Copyright © 1964, renewed 1992 by The Viking Press, Inc. on Introduction. Used by permission of Viking Books, an imprint of Penguin Publishing Group, a division of Penguin Random House LLC. All rights reserved.より一部改変)

問1 下線部(1)を日本語に訳しなさい。

問2 下線部(2)の the principle とは何か、簡潔に述べなさい。

問3 下線部(3)はどのようなことを意味しているか、本文に即して具体的に説明しなさい。

問4 著者は noun と verb についてそれぞれどういうものだと言っているか、本文に即して具体的に説明しなさい。

2 次の英文を読んで以下の問いに答えなさい。

At present, there are approximately 7 billion people living in the world and this number is undoubtedly expected to rise to approximately 8 billion around 2020. With the expected rise in worldwide population, there is increasing environmental damage as a consequence of rapid growth in industrialization and urbanization. Moreover, it is a significant challenge to feed the large population at present which inevitably will increase with time. Regardless, (1) the enormous use of chemical fertilizers in agriculture makes the country self-dependent in providing large amount of food supply but simultaneously damages the environment to a great extent and causes harmful impacts on living beings. The *indiscriminate uses of chemical fertilizer shows great threat to nature by polluting air, water, and soil. Since these hazardous chemicals cannot be taken up by the plants, they start accumulating in ground water and some of these chemicals are also responsible for causing *eutrophication of water bodies. These chemicals adversely affect soil in terms of depletion of water holding capacity, soil fertility, increased salinity, and disparity in soil nutrients.

A (2) biofertilizer is a substance which contains living microorganisms which when applied to seeds, plants, or soil, colonizes the *rhizosphere or the interior of the plants and promotes plant growth by increasing the supply of nutrients to the host plant. Biofertilizers are widely used to accelerate those microbial processes which augment the availability of nutrients that can be easily assimilated by the plants. They improve soil fertility by fixing the atmospheric nitrogen and solubilizing insoluble *phosphates and produce plant growth-promoting substances in the soil. These biofertilizers have been promoted to harvest the naturally available biological system of nutrient mobilization which enormously increases soil fertility and ultimately, crop yield.

(3) Indiscriminate use of chemical fertilizers to meet the growing demand of food supply has undoubtedly led to contamination and severely damaged microbial habitats and friendly insects. Nonetheless, the outcome of using excess chemical inputs has made the crops more prone to diseases and reduced soil fertility. It is estimated that by 2020, to achieve the target production of 321 million tons of food grain to feed 8 billion populations around the

world, the requirement of nutrients will be 28.8 million tons while the availability will be only 21.6 million tons, creating a shortage of about 7.2 million tones of required nutrients. To feed the growing population with the deficit amount of available nutrients, the world certainly needs to flourish agricultural productivity and that too indeed in a sustainable and ecofriendly way. Considering the hazardous effects of chemical fertilizers, biofertilizers are supposed to be a safe alternative to chemical inputs and minimizes ecological disturbance to a great extent. Biofertilizers are cost-effective, ecofriendly in nature, and their prolonged use enhances soil fertility substantially. It was reported that the use of biofertilizers elevate crop yield around 10-40 % by increasing contents of proteins, essential amino acids, vitamins, and nitrogen fixation. The benefits of using biofertilizers includes cheap source of nutrients, excellent suppliers of micro chemicals and micronutrients, suppliers of organic matter, secretion of growth hormones, and counteracting negative impact of chemical fertilizers. Different microbes are vital components of soil and they play a crucial role in various biotic activities of the soil ecosystem which make the soil dynamic for nutrient mobilization and sustainable for crop production.

(4) Plant growth-promoting bacteria includes those bacteria that are free-living, and form specific symbiotic relationship with plants, bacterial endophytes that can colonize at some portions of plant tissue, and *Cyanobacteria. Although all the bacteria are distinct from each other in various ways, they all exhibit the same mechanisms while promoting bacterial growth. They may promote growth directly by either facilitating resource acquisition or modifying plant hormone levels and indirectly by reducing the inhibitory effects of various pathogenic agents on plant growth and development.

(Adapted from "Biofertilizers: a potential approach for sustainable agriculture development" by Trishna Mahanty et al; Springer Nature. Copyright © 2016, Springer Nature.より一部改変)

*indiscriminate : 無差別 *eutrophication : 富栄養化 *phosphates: リン酸塩
*rhizosphere : 根圏 (植物の根の分泌物と土壤微生物とによって影響されている土壤空間である)
*Cyanobacteria: ラン藻類

- 問 1 下線部 (1) によって生じるメリットとデメリットは何か，本文に即して説明しなさい。
- 問 2 下線部 (2) の biofertilizer (生物肥料) とは何か，本文に即して説明しなさい。
- 問 3 下線部 (3) を日本語に訳しなさい。
- 問 4 下線部 (4) に関して直接作用および間接作用のメカニズムについて説明しなさい。

——このページは白紙——

3 次の Alzheimer's disease (アルツハイマー病) と obese (肥満) の関係についての英文を読み、以下の問いに答えなさい。

[I] Our latest research has now shown that being overweight or obese negatively affects brain health, especially in the regions most vulnerable to the effects of Alzheimer's disease. This could potentially *exacerbate symptoms of Alzheimer's disease should it develop.

Our study looked at 57 people who were healthy and had no sign of Alzheimer's, 68 patients who had mild *cognitive impairment but could still function normally in everyday life, and 47 patients with a clinical diagnosis of Alzheimer's *dementia. We took measurements of each participant's *body mass index and *waist circumference to determine whether they were a normal weight, overweight or underweight. We then invited all participants to have an *MRI scan to measure the structure of their brain (such as its volume and the number of connecting fibres), as well as its function, as measured by blood-flow levels.

[II] Our findings showed that in overweight or obese people who had no or mild cognitive impairment, the more excess weight they carried, the greater their levels of brain cell loss and the lower their brain blood flow. We also found some damage to fibres that connect brain cells. All of these changes affect mental functions, including how well we remember things and our ability to do everyday tasks.

We also found that these changes occurred in the *frontal, temporal and parietal brain regions. Not only do these regions play an important role in memory, planning and interpretation of the visual world, they're also areas where Alzheimer's causes the greatest amount of cell loss and decreased blood flow.

Interestingly, in patients with a clinical diagnosis of Alzheimer's disease, the healthier their weight, the less they showed brain cell loss. This suggests that maintaining a healthy weight after being diagnosed with dementia may help patients preserve more brain cells for longer, slightly slowing progression of the disease.

[III] Our findings show how complex the relationship between maintaining a healthy weight and brain health is. While our study doesn't show obesity or excess weight to be a direct cause of Alzheimer's disease, the findings do suggest that being overweight or obese throughout a person's lifetime lowers the brain's *resilience to the damaging effects of the disease. This results in more severe symptoms and faster decline in those who develop Alzheimer's.

Our study also highlights the importance of looking after our weight from an early age to avoid the negative effects of excess weight on the brain. This is especially important after middle age, where the risk of developing Alzheimer's disease increases considerably – and because damage to the brain is usually not reversible and accumulates over time.

Although the cause of Alzheimer's disease is not known, we know that a number of factors can increase our risk of developing it – excess weight being one of them. Obesity puts a severe strain on the *cardiovascular system and damages the brain *vessels' walls.

This in turn results in high levels of *inflammation, *toxicity to brain cells, and lower metabolism and blood flow in the brain. Our study adds to the large body of evidence that indicates the damaging effects of obesity on the *vascular system worsen some of the mechanisms that cause Alzheimer's disease.

There's still no cure for Alzheimer's disease, which is why it's important to take as many precautions as possible from an early age to prevent the likelihood of developing it.

(Adapted from "Alzheimer's disease: obesity may worsen its effects - new research" by Matteo De Marco, The Conversation, February 1, 2021. Copyright©2021, The Conversationより一部改変)

*exacerbate: 悪化させる

*cognitive impairment: 認知機能障害

*dementia: 認知症

*body mass index: ボディマス指標 (BMI: 体重と身長から算出される肥満度を表す体格指数)

*waist circumference: 腹囲

- *MRI scan: 核磁気共鳴を利用した画像化法
- *frontal, temporal and parietal brain regions: 前頭, 側頭, 頭頂部の脳領域
- *resilience: 回復力
- *cardiovascular system: 心臓血管系
- *vessel: 血管
- *inflammation: 炎症
- *toxicity: 毒性
- *vascular system: 脈管系

問1 この英文で紹介されている研究ではどのような調査が行なわれたか, [I]の部分の内容に即して日本語200字程度 (句読点を含む) で説明しなさい。

問2 問1の調査の結果により, どのようなことがわかったか, [II]の部分の内容に即して, 日本語で4点説明しなさい。

問3 以下の (a) ~ (e) のうち, [III]の内容と合っていると判断できるものを一つ選び記号で答えなさい。

- (a) 本研究の結果は, 標準的な体重の維持は脳の健康に関与しないことを示した。
- (b) 本研究では, 肥満がアルツハイマー病の直接的な原因の一つであることを示した。
- (c) 本研究の結果は, 脳に対する肥満の負の影響を避けるために, 早い時期から体重を管理する重要性を強調している。
- (d) 肥満は, 心臓血管系に深刻な負担をかけるが, 炎症の増強や脳細胞に対する毒性の誘導には関わらないとされている。
- (e) 本研究により, アルツハイマー病の治療法が発見された。

東北大学医学部保健学科

令和4年度（2022年度）

A〇入試（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（7ページ）、解答用紙（2枚）**がすべてで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、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 —

II

次の英文 (A) (B) を読み, 設問に日本語で答えなさい。

(A)

The First Industrial Revolution used water and steam power to mechanize production. The Second used electric power to create mass production. The Third used electronics and information technology to automate production. Now a Fourth Industrial Revolution is building on the Third, the digital revolution that has been occurring since the middle of the last century. It is characterized by a fusion of technologies that remove boundaries between the physical, digital, and biological spheres.

There are three reasons why today's transformations represent not merely a prolongation of the Third Industrial Revolution but rather the arrival of a Fourth and distinct one: speed, scope, and systems impact. The speed of current breakthroughs has no historical precedent. When compared with previous industrial revolutions, the Fourth is evolving at an *exponential rather than a linear pace. Moreover, it is causing confusion in almost every industry in every country. And the breadth and depth of these changes indicate the transformation of entire systems of production, management, and governance.

The possibilities of billions of people connected by mobile devices, with unprecedented processing power, storage capacity, and access to knowledge, are unlimited. And these possibilities will be multiplied by emerging technology breakthroughs in fields such as artificial intelligence, robotics, the Internet of Things, autonomous vehicles, 3-D printing, nanotechnology, biotechnology, materials science, energy storage, and *quantum computing.

(Adapted from "The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond" by Klaus Schwab, ©2016 World Economic Forum.一部改変)

注 exponential : 指数関数的に

quantum computing : 量子コンピュータ (量子力学的原理を用いて計算を行うコンピュータ)

- (1) 第4次産業革命はどのように特徴付けられているか、本文に即して40字程度で説明しなさい。
- (2) 現在の変革が第3次産業革命の延長ではなく、新たな第4次産業革命であると考えられる3つの理由について、本文に即してそれぞれ説明しなさい。
- (3) 今後第4次産業革命が進むことによって、医療の現場はどのように変わっていくと考えられるか、あなたの考えを100字程度で述べなさい。

(B)

Industrial revolutions are more than simply eras where new technologies are developed and introduced. Rather, they are times of technological change that have a particular set of characteristics that are connected to, and *contemporaneous with, broader social transformation. They lead to changes that go beyond subtle technological capabilities and, instead, shift entire systems of power.

①The First Industrial Revolution, which first emerged in the United Kingdom in the 18th century, brought with it both steam power and factory politics, as women were pushed out of manufacturing roles in favor of a male-dominated workplace culture. ②The combination of steam power and mechanized production created a step change in output. This dynamic increase in capacity and productivity led to urbanization, the growth of regional and global market economies, the relevance of democratic governments, and a rising middle class in the western hemisphere. It inspired scientific and technical pursuits and the revision of academic fields. It brought new forms of literature and, as state-funded science was not the norm, stimulated *entrepreneurial endeavors to spur further breakthroughs and gain new insights into emerging disciplines.

③The Second Industrial Revolution, which Vaclav Smil has dated between 1867 and 1914, is a subsequent wave of systems change that united around the modern belief that science and technology are the way forward to a better life and that progress is in many ways a destiny for humanity. Entrepreneurs applied science to the ends of production, and the era saw the benefits of products that were themselves the direct products of science and engineering. The revolution brought a step change in standardization, technical complexity, and precision in manufacturing, as well as large-scale technological infrastructure such as electricity grids and new forms of public transportation based on the internal combustion engine. Alongside innovations such as the steamship, the telephone, the gas turbine, artificial fertilizer, and mass production, a much more mobile and *cognizant international public was developing a desire for goods, travel, and perhaps most importantly for the next industrial revolution, information.

The Third Industrial Revolution, which began in earnest following the Second World War, brought a step change in information theory and the power of data. It bloomed alongside the discovery of *the double helix, the space race, and the development of nuclear power. It shaped a post-war world that needed new economic structures and that had shifting conceptions of the human place in the cosmos, the natural world, and the political order. It also connected the planet's societies through infrastructure and applications, creating new flows of information sharing that continue to shape values, knowledge, and culture. Governments and businesses recognized ④the power of computers for performing complex calculations and, eventually, for general-purpose use. Rapid progress toward increasing computational power led to a more interconnected and complex world in many ways and is still driving change across fields and regions at the beginning of the Fourth Industrial Revolution, just as the continuing spread of electricity access is still bringing the benefits of the Second industrial Revolution to communities around the world.

(“The Fourth Industrial Revolution: Shaping A New Era”, Takamitsu Sawa, The Japan times, 20 Sep 2018 より一部改変)

注 contemporaneous : 同時代の
entrepreneurial endeavors : 起業家の努力
cognizant : 認識力の高い
the double helix : 二重らせん

- (4) 下線部①を日本語に訳しなさい。
- (5) 下線部②によって生じた社会構造の変化について、本文に即して説明しなさい。
- (6) 下線部③によって様々な製品が生み出された結果、どのような人々が、何に対しての欲求を高めていったのか、本文に即して説明しなさい。
- (7) 下線部④の進歩により、世界はどのように変化し、さらにその後、どのような変化をもたらしていると筆者は主張しているか、本文に即して説明しなさい。

2

What do you think about the idea that *medical students should help the hospital staff under the COVID-19 pandemic? Give and explain your opinion in about 50 words in English. Indicate the number of words you have written at the end of your answer sheet.

*medical students : 医師をめざす学生だけでなく、広く医療に関わる分野の学生を含む。

令和4年度（2022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3年11月6日

| 志願学部 | 試験時間 | ページ数 |
|------|---------------------|------|
| 歯学部 | 9:30~10:50 (80分) | 7ページ |

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」を開いてはいけません。
2. 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。
3. 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
4. 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。
5. 「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。
6. 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。
7. 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 関数

$$f(\theta) = 4 \cos \theta - 3 \cos 2\theta + 4 \sin \theta \sin 2\theta$$

の $0 \leq \theta \leq \pi$ における最大値と最小値, およびそれらを与える θ を求めよ。

2

以下の問いに答えよ。

- (1) 零ベクトルではない大きさの等しい2つのベクトル \vec{a} , \vec{b} がある。すべての零でない実数 k について、2つのベクトル $k\vec{a} + \vec{b}$ と $\vec{a} - k\vec{b}$ の大きさが等しいとする。このとき、 \vec{a} と \vec{b} のなす角 θ ($0 \leq \theta \leq \pi$) を求めよ。
- (2) 実数 α に対し、平面ベクトルを $\vec{a} = (\cos \alpha, \sin \alpha)$ で定める。 \vec{a} と直交し、大きさが1であるような平面ベクトル $\vec{b} = (x, y)$ を求めよ。

3 2つの袋 A, B があり, A には白玉 2 個のみが入っていて, B には白玉 1 個と赤玉 1 個のみが入っている。「A から無作為に玉を 1 個取り出して B へと入れた後に, B から無作為に玉を 1 個取り出して A へと戻す」という操作を n 回繰り返した後に, A に白玉が 2 個入っている確率を p_n とする。次の問いに答えよ。

(1) p_1, p_2 の値をそれぞれ求めよ。

(2) $n \geq 2$ の場合の p_n を p_{n-1} を用いて表せ。

(3) 数列 p_1, p_2, p_3, \dots の一般項 p_n を求めよ。

(4) $0.9999 < \frac{p_n}{p_{n-1}} < 0.999999$ を満たす自然数 n ($n \geq 2$) をすべて求めよ。

4 曲線 $C: y = x^2 - 4x + 3$ 上の点 $P(s, s^2 - 4s + 3)$ における曲線 C の接線を L_1 とする。原点 $O(0, 0)$ を通り、 L_1 に平行な直線 L_2 が曲線 C と 2 点で交わるとし、その交点を A, B とする。原点 O に近い交点を A とする。次の問いに答えよ。

- (1) 接線 L_1 を s を用いて表せ。
- (2) 直線 L_2 が曲線 C と 2 点で交わるような s の範囲を求め、2 つの交点 A, B の座標を s を用いて表せ。
- (3) $s \geq 3$ の場合の直線 L_2 と曲線 C とで囲まれた図形の面積を s を用いて表せ。
- (4) $s \geq 3$ の場合に接線 L_1 が x 軸および y 軸と交わる点をそれぞれ Q, R とする。距離 PQ, PR の比 $\frac{PQ}{PR}$ を s を用いて表せ。
- (5) 極限 $\lim_{s \rightarrow \infty} \frac{PQ}{PR}$ を求めよ。

令和4年度(2022年度)東北大学

AO入試(総合型選抜)Ⅱ期

筆記試験② 封筒

令和3年11月6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

1. 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。
2. 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、「定規」1個入っています。
3. 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 |

4. ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあつ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。
5. 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。
6. 「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。
7. 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。
8. 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。

B2

令和4年度（2022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3年11月6日

| 志願学部 | 試験時間 | ページ数 |
|------|----------------------|------|
| 歯学部 | 13:00~14:20 (80分) | 8ページ |

B1245

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 質量 M [kg] の人工衛星が、地表から h [m] の高さを、地球を中心とする円軌道を描いて一定の速度 V [m/s] で運動している。地球は質量 M_0 [kg]、半径 R [m] の完全な球で、自転の影響はないものとする。万有引力定数を G [$\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$]、地表での重力加速度の大きさを g [m/s^2] として、以下の問1～9に答えよ。解答は、解答用紙の所定の場所に記入せよ。また、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

問1 人工衛星にはたらく重力の大きさ F [N] を、 G 、 M_0 、 M 、 h 、 R を用いて表せ。

問2 地表での重力加速度の大きさ g [m/s^2] を、 G 、 M_0 、 R を用いて表せ。

問3 この人工衛星の加速度の大きさ a [m/s^2] を、 g 、 h 、 R を用いて表せ。また、加速度の向きを述べよ。

問4 この人工衛星の運動エネルギー K [J] を、 g 、 M 、 h 、 R を用いて表せ。

問5 この人工衛星の周期 T_1 [s] を、 g 、 R 、 h を用いて表せ。

問6 現在、人工衛星の1つである“国際宇宙ステーション”が地球上空400 kmを飛行しており、飛行条件により明け方や、夕方に肉眼で見ることができる。 $g = 10.0 \text{ m}/\text{s}^2$ 、 $R = 6400 \text{ km}$ として “国際宇宙ステーション” が地球を1周する時間（周期 T_1 ）を「分」を単位として有効数字2桁で求めよ。必要な場合、近次式 $R + h \approx R$ ($R \gg h$)、 $\pi = 3.14$ を用いてよい。

人工衛星の速度 V [m/s] を大きくすることにより円軌道から楕円軌道に変えることができる。半径 $r_1 = R + h$ [m], 速度 V [m/s] の円軌道にある質量 M [kg] の人工衛星がある。楕円軌道に変えるために, 質量の一部分 m [kg] を人工衛星に対して v [m/s] の速さで後方に放出した。

問7 質量の一部分を放出した直後の, 質量 $M_1 = M - m$ [kg] の人工衛星の速さ v_1 [m/s] を, V, v, M, m を用いて表せ。

図1に示すように楕円軌道では, 人工衛星が地球に最も近づく点を近地点, 最も遠ざかる点を遠地点とよぶ。地球から人工衛星(質量 M_1)の距離と人工衛星の速さを, 近地点では r_1 [m], v_1 [m/s], 遠地点では r_2 [m], v_2 [m/s] とする。

問8 この人工衛星の遠地点における速さ v_2 [m/s] を, G, M_0, r_1, v_1 を用いて表せ。

問9 この楕円軌道を運動する人工衛星の周期 T_2 [s] を, V, r_1, r_2 を用いて表せ。

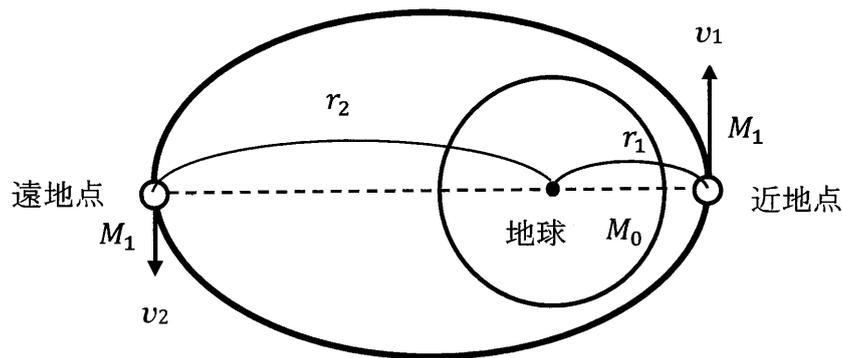


図1

- 2 真空中で図2のように、2枚の薄い金属板（極板）A、Bを間隔 d [m] 離して配置した平行平板コンデンサーの両端に起電力 V [V] の電池とスイッチ S がつないである。間隔 d は金属板の大きさ（辺の長さ）に対して十分に小さく、金属板の周辺の部分の電場の不均一さは無視できるものとする。金属板Aは接地してあり、その電位は、 0 Vに保たれている。図2のように金属板Aの位置を原点 0 として金属板に垂直な方向に x 軸をとる。このコンデンサーの電気容量を C [F] とする。以下の問1～10に答えよ。解答は、解答用紙の所定の場所に記入せよ。また、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

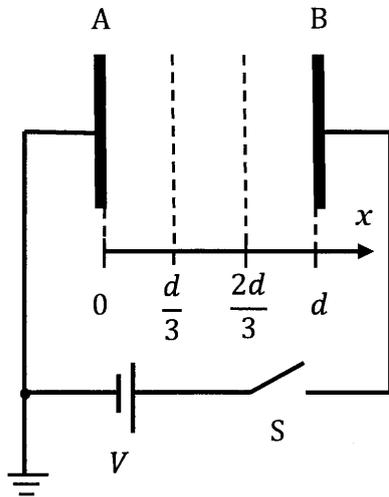


図2

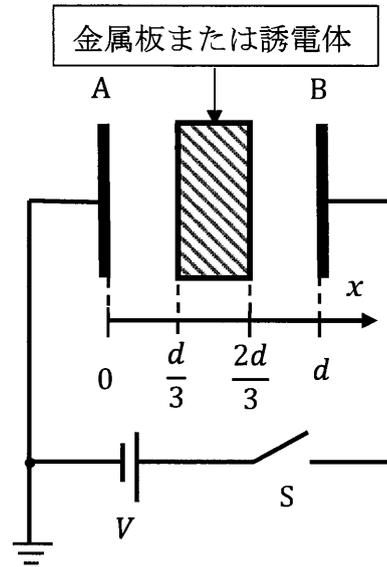


図3

スイッチ S を閉じて十分に時間をおいた後の状態について答えよ。

- 問1 金属板A、B間の座標 x に関する電位 V_a [V] および電場の強さ E_a [V/m] を解答用紙の指定のグラフ上に描け。それぞれ、縦軸の値も V と d の中から必要なものを用いて表せ。
- 問2 このコンデンサーに蓄えられている静電エネルギー U_a [J] を C と V を用いて表せ。

次にコンデンサーを完全に放電した。そして、スイッチを開いた状態で図3のように金属板A, Bの間に厚さ $\frac{d}{3}$ [m] の金属板をA, Bそれぞれから距離が等しくなるように挿入した。その後、スイッチSを閉じて十分に時間をおいた。

問3 このコンデンサーの電気容量 C_b [F], コンデンサーに蓄えられている電気量 Q_b [C] を C と V のうち必要なものを用いて表せ。

問4 金属板A, B間の座標 x に関する電位 V_b [V] および電場の強さ E_b [V/m] を解答用紙の指定のグラフ上に作図せよ。縦軸の値も V と d の中から必要なものを用いて表せ。

再びコンデンサーを完全に放電した。そして、スイッチSを開いた状態で図3のように金属板A, Bの間に比誘電率が4.0で、厚さ $\frac{d}{3}$ [m] の誘電体をA, Bそれぞれからの距離が等しくなるように挿入した。その後、スイッチSを閉じて十分に時間をおいた。

問5 このコンデンサーに蓄えられている電気量 Q_c [C] を C と V を用いて表せ。

問6 金属板A, B間の座標 x に関する電位 V_c [V] および電場の強さ E_c [V/m] を解答用紙の指定のグラフ上に作図せよ。縦軸の値も V と d の中から必要なものを用いて表せ。

続いてスイッチSを開いた後に、金属板A, Bの距離を保ったまま誘電体を取り除いた。

問7 誘電体を取り除くために要した仕事 W [J] を C と V を用いて表せ。

その後、金属板A, Bの距離を $5d$ [m] に広げて十分時間をおいた。

問8 この時のA, B間の電位差 V_e [V] を V を用いて表せ。

(次ページに続く)

問 1 に用いた平行平板コンデンサー $C_a = C$ [F] および問 3 に用いた金属板を挿入したコンデンサー C_b を使って、図 4 に示す回路をつくる。はじめに、 C_a の電圧を V [V]、 C_b の電圧を 0 V とする。スイッチ S_1 を閉じて C_b に充電し、次に S_1 を開き S_2 を閉じて C_b の電荷を放電させる操作をくり返す。なお抵抗 R は、回路に過大な電流が流れないように付けてある。

問 9 1 回目の操作後における C_a の電圧 V_1 [V] と失われた静電エネルギー U [J] を C と V の中から必要なものを用いて表せ。

問 10 さらに、 n 回操作後における C_a の電圧 V_n [V] を V を用いて表せ。

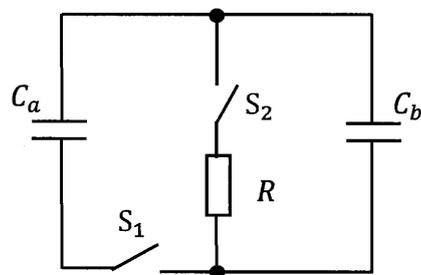


図 4

令和4年度（2022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3年11月6日

| 志願学部 | 試験時間 | ページ数 |
|------|----------------------|------|
| 歯学部 | 13:00～14:20 (80分) | 9ページ |

注意事項

定規の使用が必要と判断した問題については、
配付された定規を使用して解答してください。

B2

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 食酢中の酸の濃度を測定する実験についての以下のレポートを読み、次のページにある問1から問8に答えなさい。

なお、必要に応じ、原子量として次の値を用いなさい。

H 1.00 C 12.0 N 14.0 O 16.0 Na 23.0 Cl 35.5

(実験レポート)

目的 食酢中の酸を酢酸のみと仮定し、その濃度を求める。

- 準備
- 1 食酢を10倍に薄めた水溶液（以下、試料溶液Aと表記する）を用意した。
 - 2 水酸化ナトリウム約3.5 gを量りとり、1 Lのメスフラスコを用いて水酸化ナトリウム水溶液（以下、水酸化ナトリウム水溶液と表記する）を用意した。
 - 3 酸の標準溶液として、0.0500 mol/Lのシュウ酸水溶液（以下、シュウ酸水溶液と表記する）を調製した。
 - 4 シュウ酸水溶液で水酸化ナトリウム水溶液10.0 mLを中和滴定したところ、シュウ酸水溶液が平均で8.50 mL必要であった。
 - 5 指示薬として変色域が8.3～10.5であるものを用意した。

手順 次の1から3の手順で測定を行う。これを3回繰り返す。

- 1 コニカルビーカーに入れた試料溶液A 10.0 mLに上述の準備5で用意した指示薬を加えた。
- 2 次に、水酸化ナトリウム水溶液を加えて、溶液を呈色させた。
- 3 呈色した溶液をシュウ酸水溶液を用いて滴定した。

結果 手順2で加えた水酸化ナトリウム水溶液は20.0 mLであった。

手順3の測定結果を次に示す。

表 1: 中和までに必要としたシュウ酸水溶液の体積

| | | | | | |
|-----|---------|-----|---------|-----|---------|
| 1回目 | 9.71 mL | 2回目 | 9.69 mL | 3回目 | 9.59 mL |
|-----|---------|-----|---------|-----|---------|

考察

次のような性質のため、水酸化ナトリウムの質量を正確に測定することは難しい。そのため、準備4のような操作によって、水酸化ナトリウム水溶液の濃度を実験直前に決める必要がある。

注意すべき水酸化ナトリウムの性質：

準備4の中和滴定により、この測定で使用した水酸化ナトリウム水溶液の濃度は

mol/Lと求められた。

手順3において、中和滴定に必要としたシュウ酸水溶液の平均の体積は、

mLである。

そこで、試料溶液Aの酢酸の濃度を C_a [mol/L] とすると

したがって、食酢中の酢酸の濃度は mol/L である。

- 問1 手順1において、試料溶液Aを入れるコニカルビーカーは、純水でよく洗ってあればぬれていてもよい理由を解答欄に記しなさい。
- 問2 ホールピペットやビュレットを純水で洗浄した後にすぐ使用するとき、量ろうとする溶液で洗う（共洗いする）のはなぜか、その理由を解答欄に記しなさい。
- 問3 準備5において用意する指示薬の変色域が6.0～8.0では、手順1，2，3において適正な結果が得られない。その理由を解答欄に記しなさい。
- 問4 準備3において、シュウ酸水溶液250 mLを作るために必要なシュウ酸二水和物 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の質量 [g] を求め、有効数字3桁で解答欄に答えなさい。
- 問5 準備4のようにして、準備した水酸化ナトリウム水溶液の濃度を決定しなければならない。その理由となる水酸化ナトリウムの性質を1つだけ解答欄 に記しなさい。
- 問6 空欄 ， に適する数値を求め、有効数字3桁で解答欄に答えなさい。
- 問7 空欄 に記載される C_a の値を求める過程を解答欄に記しなさい。
- 問8 空欄 に適する数値を有効数字3桁で解答欄に答えなさい。

2 フェノール C_6H_5OH の性質を調べるために実験 1, 2 を, また, サリチル酸メチルの合成のために実験 3 を行った。実験 1, 2, 3 についての下の記述を読み, 次のページにある問 1 から問 9 に答えなさい。

【 フェノールの性質を調べる実験 1, 2 】

実験 1 (1) フェノールの固体 1 g を乾いた試験管に取り, 約 $60^\circ C$ の温水につける。

(2) 次に, この試験管を冷水につける。

(3) 次に, この試験管に水 1 mL を加えて温水につけ, よくふり混ぜたのち, 冷却する。

(4) 次に, この試験管に 2 mol/L NaOH 水溶液 1 mL を加える。

(5) 次に, 3 mol/L H_2SO_4 水溶液 1 mL を少しずつ滴下する。

実験 2 (1) 試験管にフェノール 0.5 g を入れ, さらに水 1 mL を加え, よくふり混ぜる。その後, 2 mol/L NaOH 水溶液を 1 滴ずつ加えてできるだけ少量でフェノールを溶かす。

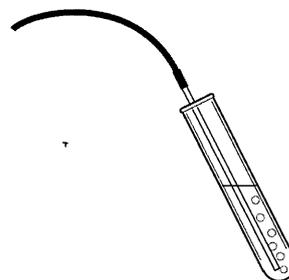


図 1: 実験 2 (2)

(2) この溶液に, 図 1 のようにして, 試験管をよく振りながら二酸化炭素を十分に通す。

【 サリチル酸メチルを合成する実験 3 】

実験 3 (1) 乾いた試験管に, サリチル酸 0.5 g を入れ, さらにメタノール 5 mL を加えてよく振り混ぜる。

(2) 沸騰石を数粒加え, 濃硫酸 0.5 mL を少しずつ滴下する。

(3) 図 2 のように, ゴム栓付きの冷却管を試験管に取り付け, 穏やかに 5 分間以上加熱する。

(4) 試験管を冷やしてから, ビーカーに入れた十分な量の 5% 炭酸水素ナトリウム水溶液に試験管の内容物を少量ずつ注ぐ。

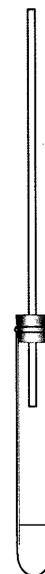


図 2: 実験 3 (3)

- 問 1 実験 1 (1) において観察されることを解答欄に記しなさい。
- 問 2 実験 1 (2) において観察されることを解答欄に記しなさい。
- 問 3 実験 1 (4) において生じた化学変化を表す化学反応式を解答欄に記しなさい。
- 問 4 実験 1 (5) において生じた化学変化を表すイオン反応式を解答欄に記しなさい。
- 問 5 実験 2 (2) で生じた化学変化を表す化学反応式を解答欄に記しなさい。
- 問 6 実験 3 (1) では乾燥した試験管を用いなければならない。その理由を 1 つだけ解答欄に記しなさい。
- 問 7 実験 3 (2) では濃硫酸を少しずつ滴下している。一度に加えない理由を 1 つだけ解答欄に記しなさい。
- 問 8 実験 3 (3) において、図 2 に示したように冷却管を用いる。その理由を 1 つだけ解答欄に記しなさい。
- 問 9 実験 3 (4) において炭酸水素ナトリウム水溶液に試験管の内容物を加えると合成されたサリチル酸メチルが分離する。このとき、ビーカーの中に水ではなく炭酸水素ナトリウム水溶液を入れておいた理由を 1 つだけ解答欄に記しなさい。

3 ファラデー定数を実験で求めるため、
図3の装置を用いて、硫酸銅水溶液を電
気分解し、電気分解の各経過時間〔分〕
において、電極に析出した銅の質量〔g〕
を測定した。

それぞれの実験についての記述を読み、
次のページにある問1から問5に答えな
さい。

なお、硫酸銅水溶液の濃度を 0.5 mol/L
とし、電源には定電流電源を使用した。
電流値を安定させるために可変抵抗を使
用し、表面を洗浄した銅板を両電極とした。

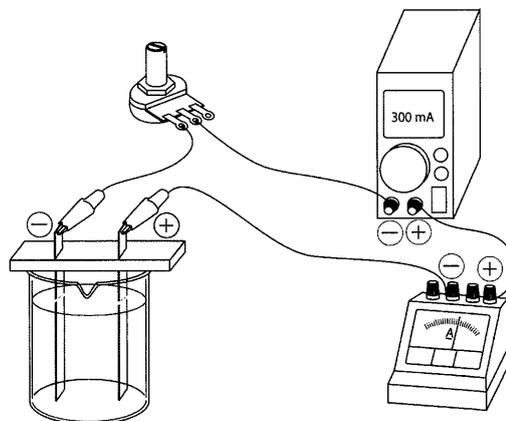


図3: 硫酸銅水溶液の電気分解装置

予備操作 図3のように回路を組み、電源と可変抵抗を調整して 300 mA の電流が常に
流れるようにする。1分間、電流を流して安定したところで、電源を切る。

質量測定の手順 陰極の銅板を取り出し、表面の硫酸銅水溶液を純水で洗い流してからエ
タノールに浸して水を除去して乾燥させ、質量を測定する。

操作1 上記の質量測定の手順で陰極板の質量を測定する。この値を0分の陰極板の質
量とする。

操作2 質量を測定した銅板を陰極として取り付け、4分間、 300 mA の電流を流す。

操作3 上記の質量測定の手順で陰極板の質量を測定する。この値を4分間の電気分解
後の陰極板の質量とする。

操作4 再び、質量を測定した銅板を陰極として取り付け、8分間、 300 mA の電流を
流す。

操作5 上記の質量測定の手順で陰極板の質量を測定する。この値を12分間の電気分解
後の陰極板の質量とする。

操作6 再び、質量を測定した銅板を陰極として取り付け、8分間、 300 mA の電流を
流す。

操作7 上記の質量測定の手順で陰極板の質量を測定する。この値を20分間の電気分解後の陰極板の質量とする。

結果

測定を行なった結果を表2に示す。

表2: 300 mAの電流で行なった電気分解における陰極板の質量 [g]

| 電気分解の経過時間 [分] | 陰極板の質量 [g] |
|---------------|------------|
| 0 | 36.267 |
| 4 | 36.291 |
| 12 | 36.338 |
| 20 | 36.384 |

- 問1 銅板を電極として、硫酸銅水溶液を電気分解すると、陰極に銅が析出し、陽極の銅板は溶解する。このとき、陰極の質量増加分と陽極の質量減少分を比べたときに、必ずしも、この2つの値は等しくない。その要因として考えられることを1つだけ解答欄に記しなさい。
- 問2 表2に示された電気分解の経過時間 [分] と析出した質量 [g] の関係を示すグラフを、解答用紙にあるグラフ用紙に描きなさい。
- 問3 描いたグラフより、電気分解の経過時間 [分] の値 T を用いて、析出した銅の質量 [g] の値 m を表す式を解答欄に記しなさい。なお、数値は有効数字2桁で記しなさい。
- 問4 問3で求めた式を用いて、ファラデー定数 F [C/mol] を求め、有効数字2桁で解答欄(a)に答えなさい。また、導出の過程を解答欄(b)に記しなさい。なお、銅の原子量の値は63.6としなさい。
- 問5 この実験を行う際に気をつけなければならないことがいくつかあるが、その中から1つだけ解答欄に記しなさい。

令和4年度（2022年度）東北大学

A〇入試（総合型選抜）Ⅱ期

筆記試験②

<選択問題 3>

令和3年11月6日

| 志願学部 | 試験時間 | ページ数 |
|------|----------------------|-------|
| 歯学部 | 13:00~14:20 (80分) | 15ページ |

B2

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 以下の文章を読んで問 1～問 7 に答えよ。

①植物の形質転換に用いられるアグロバクテリウムは、もともと根頭がんしゅ病という植物病害の病原体であり、植物に感染すると、②クラウンゴールとよばれる、植物の細胞が異常に細胞分裂した腫瘍しゅようのような組織を形成させる。これはアグロバクテリウムが、自身のもつプラスミド DNA の T-DNA 領域に含まれる [ア] 生合成遺伝子と [イ] 生合成遺伝子を植物のゲノムに挿入し、発現させることで [ア] と [イ] の異常産生を誘導するためであり、過剰に生産された [ア] と [イ] は植物の異常な細胞分裂を誘導し、クラウンゴールの形成に至る。

植物病原体が植物ホルモンを用いて植物に異常な生育を誘導する例は他にも存在する。[ウ] は、細胞の肥大成長を抑え、茎の伸長成長を促進する植物ホルモンとして知られるが、もともとは黒沢英一や藪田貞治郎やぶたの研究によってイネばか苗病菌なえびょうきんの毒素として発見されたものである。カビのなかまであるイネばか苗病菌がイネの苗に感染すると、ばか苗病菌が産生する [ウ] によってイネの苗が異常に伸長してしまう。ばか苗病菌が感染したイネは種子が形成されなくなることや枯死することがあるため、収量減少の原因となる。

一方で植物ホルモンは植物の病虫害抵抗性にも重要な役割をもつことが知られている。[エ] は、害虫の食害によって合成が誘導され、タンパク質分解酵素阻害物質を蓄積させることで、昆虫の消化酵素の働きを阻害し、さらなる害虫による食害を防ぐことができる。さらに、[エ] は③エチレンとともに病原菌に対する抵抗性応答にも重要な役割をもち、抗菌性ペプチドの蓄積を誘導するなどの作用もある。また、④植物のウイルスなどに対する抵抗性反応では、感染部位の周辺細胞が自発的に細胞死を起こす応答が知られている。このようなウイルス抵抗性には別の植物ホルモンであるサリチル酸が関与することが知られている。病原体の感染戦略は多様なので、植物は病原体の種類によって異なる植物ホルモンを利用して、有効な抵抗性反応を効果的に誘導していると考えられている。この他、⑤気孔は病原体が侵

入する入口の1つであるため、病原体の攻撃を感知したあと、速やかに閉じるのも植物が病原体から身を守る戦略の1つである。この気孔の開閉の制御にも植物ホルモンである「オ」が関与しており、病原体感染が認識されると「オ」が孔辺細胞に作用し、浸透圧制御を介して速やかに気孔を閉じさせる。

問1 下線部①について、アグロバクテリウムを用いて抗生物質耐性遺伝子をシロイヌナズナに形質転換し^(注1)、抗生物質耐性を指標に形質転換体の選抜を行った。以下の(1)と(2)に答えよ。

- (1) 多くの形質転換体の系統^(注2)では抗生物質耐性が獲得されるという形質のみ導入されたが、抗生物質耐性を獲得した形質転換系統の中に、1系統だけアルビノ^(注3)が現れた。この結果がアグロバクテリウムを用いた形質転換に起因すると仮定して、その原因を説明せよ。
- (2) アグロバクテリウムを感染させた植物から得た種子の中から形質転換体を1個体選び、その自家受粉により得た種子について抗生物質耐性を調べた。その結果、210個体が抗生物質耐性を示し、14個体が耐性を示さなかった。選んだ個体の系統では抗生物質耐性遺伝子がどのように挿入されていたと考えられるか説明せよ。

(注1) シロイヌナズナの形質転換では、アグロバクテリウムを花に感染させることで、組織培養を経ずに形質転換体の種子(独立した系統^(注2)とみなせる)を得ることができる。従って形質転換体の選抜は、アグロバクテリウムを感染させた植物から取った種子を抗生物質入りの培地上に無菌的にまくことで行える。

(注2) ここでは、1つの形質転換細胞に由来する形質転換体の子孫を系統とよび、系統ごとにT-DNAが挿入された位置や数が異なるとみなせる。

(注3) アルビノ：色素合成の異常により一部または全体が白色化した変異体。植物の場合、葉緑体の色素であるクロロフィル合成に関わる遺伝子や葉緑体形成に関わる遺伝子の機能異常によって現れることがある。

問 2 組織培養によって形成されたカルスは未分化な細胞が増殖し続ける点では下線部②のクラウンゴールと類似している。表 1 は、組織培養用の基本培地^(注 4)に植物ホルモンを添加した 4 種類の培地上で組織片（タバコの茎の髄由来の外植片）を組織培養した結果を示したものである。以下の (1) ~ (3) に答えよ。

表 1

| | 培地 A | 培地 B | 培地 C | 培地 D |
|--------------|----------|-----------|-----------|--------|
| 植物ホルモン ア | 3 mg/L | 3 mg/L | 0.03 mg/L | 0 mg/L |
| 植物ホルモン イ | 0.2 mg/L | 0.02 mg/L | 1 mg/L | 0 mg/L |
| 組織片の培養後の観察結果 | カルス形成 | X | 茎と葉の形成 | Y |

- (1) 培地 B で培養した組織片の観察結果 X を記せ。
- (2) 培地 D で培養した組織片の観察結果 Y を記せ。
- (3) アグロバクテリウムを除菌したクラウンゴールを培地 D で無菌培養した場合、どのような観察結果になると予想されるか記せ。

(注 4) ショ糖，無機塩類，アミノ酸類，ビタミンなどの植物細胞の栄養として必要な物質をすべて含む寒天培地。

問 3 以下の実験は ア の植物ホルモンの生理作用を示すためにオートムギの芽生えを用いて行われたものである (図 1)。この実験に関して (1) ~ (4) に答えよ。

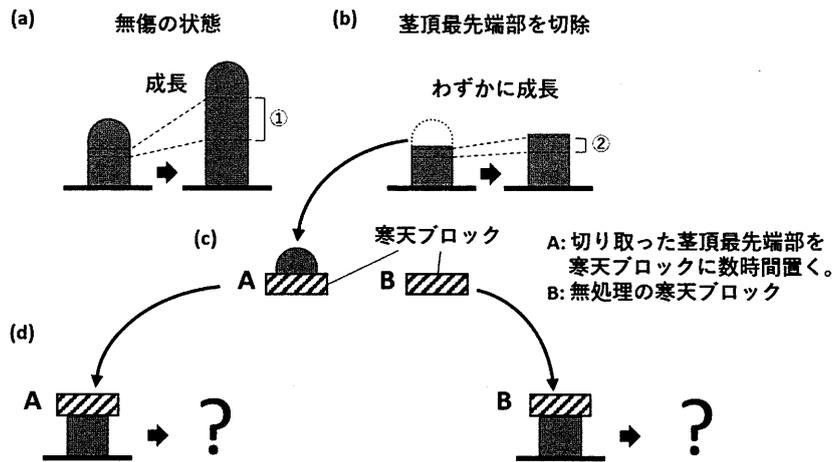


図 1 [図の説明 (a) ~ (d) を以下に記載する]

- (a) オートムギの芽生えを無傷の状態に培養すると、茎頂直下部で細胞伸長により縦方向に急速に成長する。
- (b) オートムギの芽生えの茎頂最先端部を切除して培養すると、芽生えはわずかに成長するのみとなる。
- (c) 切り取った茎頂先端部を上に乗せて数時間置いた寒天ブロック A と無処理の寒天ブロック B を用意した。
- (d) 寒天ブロック A, B を茎頂先端部を切除したオートムギ芽生えの上にそれぞれ乗せて培養した。

- (1) (d) の培養後、予想される実験結果を図示せよ。(語句による補足も可)
- (2) (1) で図示した結果になるしくみを説明せよ。
- (3) (a) の①と (b) の②の部分は、培養前には同じ位置、同じ大きさだった。培養後に①と②を比較したところ、太さは同じであったが、①の長さは②の約 3 倍であった。培養後の①と②の部分に含まれる総 DNA 量の比較結果を説明せよ。
- (4) 寒天ブロック B を使った実験が必要な理由を説明せよ。

問 4 ～に入る植物ホルモンの名称を記せ。

問 5 下線部③のエチレンも植物の成長を制御する重要な植物ホルモンである。エチレンの作用として正しい記述をア～カの中からすべて選んで記号で示せ。

- ア. 密閉した容器の中に熟したバナナと未熟なバナナを置いておくと、熟したバナナから生成されたエチレンの作用によって未熟なバナナの成熟が促進される。
- イ. ブドウの若い房にエチレン処理をすると種なしブドウができる。
- ウ. エチレンの作用を阻害したカーネーションでは老化が抑えられ、花が長持ちする。
- エ. コムギの種子にエチレン処理をすると発芽が促進される。
- オ. アサガオの芽生えにエチレン処理をすると花芽形成が誘導される。
- カ. 風に吹かれるなどの機械的刺激はトマト苗の茎のエチレン産生を抑制し、これにより肥大成長が促進されるため茎が太くなる。

問 6 下線部④について、細胞死がウイルス抵抗性に有効な理由を説明せよ。

問 7 下線部⑤の気孔は植物にとって外界との物質交換をする重要な器官である。初夏の晴れた日中、水分が十分な条件では、アサガオの気孔においてどのような物質交換が行われると考えられるか説明せよ。

2 [1], [2]は植物の生殖に関する文章である。以下の問1～問8に答えよ。

[1] ①花が咲き、②種子をつける植物を種子植物という。種子は種子植物(裸子植物・被子植物)にのみ形成される。種子は③胚と胚乳を種皮で包んだものである。

④裸子植物の一部では、鞭毛をもつ精子が形成されるが、被子植物では鞭毛をもたない精細胞がつくられる。被子植物では、受粉がおこるとめしべの柱頭に付着した花粉が発芽し、花粉管が胚珠の内部の胚のうに向かって伸びていく。花粉管の内部には2個の精細胞があり、1つは卵細胞と受精し胚になる。もう1つは中央細胞と融合し胚乳になる。この現象を⑤重複受精という。

問1 下線部①に関連して、多くの被子植物では花弁が発達している。繁殖における花弁の役割を1つ答えよ。

問2 下線部②に関連して、種子には温度や水分が適切であっても光が照射されないと発芽しないものがある。この性質は発芽後の植物の生活においてどのような利点があると考えられるか記せ。

問3 下線部③にある胚と胚乳を種皮で包むことの利点を1つ記せ。

問4 下線部④にある精子が作られる裸子植物の例を2つ記せ。また、裸子植物の胚乳の核相を記せ。

問5 下線部⑤の被子植物が重複受精を行うことの利点として裸子植物との違いから考えられることを記せ。

[2] 花粉の発芽について、異なる2種の植物(植物A, 植物B)を用いて、[実験I]を行った。

[実験I] 以下の(a)～(d)に示した異なる条件で、植物Aの花粉の発芽を観察し、発芽率を50時間ごとに記録し図1に示した。

(a) ショ糖を含む寒天培地上に花粉をまくと、300時間後までにほぼすべての花粉が発芽し、花粉管が伸長した。(折れ線a)

(b) ショ糖および植物Aとは同種であるが異なる個体のめしべの柱頭

の粘液を含む寒天培地上では、150 時間後までにほぼすべての花粉が発芽し、花粉管が伸長した。(折れ線 b)

(c) ショ糖および植物 B のめしべの柱頭の粘液を含む寒天培地上では、250 時間後までに多くの花粉が発芽し花粉管が伸長した。(折れ線 c)

(d) ショ糖および花粉を得た植物 A と同一のめしべの柱頭の粘液を含む寒天培地上では、300 時間後でもほとんどの花粉が発芽しなかった。(折れ線 d)

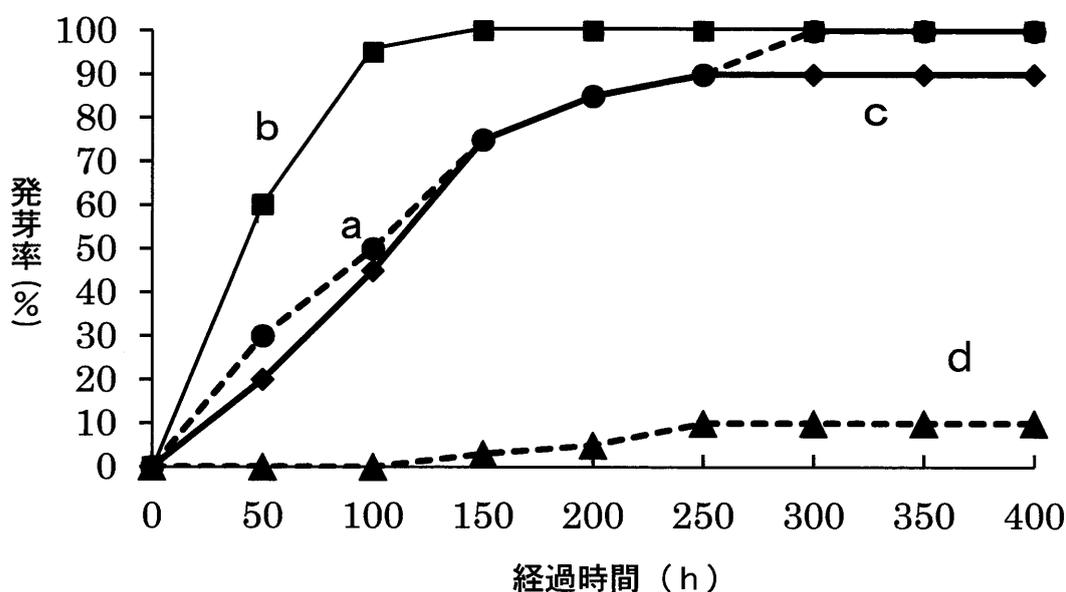


図 1

問 6 実験 I において、寒天培地にショ糖を加えているがそれはなぜか。理由を 2 つ記せ。

問 7 実験 I の結果から考えられる植物 A がもつしくみを何というか。その名称を記せ。

問 8 花粉管誘引物質の解明に関する文章を読み、以下の (1) ~ (2) に答えよ。

2001 年、東山哲也らは、胚のうの一部が裸出しているトレニアという植物を用いて、胚珠内の細胞をレーザーで破壊し、花粉管がどの細胞に誘引されるのかを調べた。その結果を表 1 に示した。

表 1

| 胚のう の状態 | 各細胞の存在 | | | | 誘引頻度 |
|------------|--------|------|-----|---|------|
| | 卵細胞 | 中央細胞 | 助細胞 | | |
| 破壊なし | + | + | + | + | 98% |
| 1細胞 破壊 | - | + | + | + | 94% |
| | + | - | + | + | 100% |
| | + | + | - | + | 71% |
| 2細胞 破壊 | - | - | + | + | 93% |
| | - | + | - | + | 67% |
| | + | - | - | + | 71% |
| | + | + | - | - | 0% |

(+は存在する, -は存在しないことを示す。)

- (1) 2細胞を破壊する実験からどのようなことがわかるか。表1から得られる結果をもとに、理由を示しながら説明せよ。
- (2) これにかかわる誘引物質は、発見者の東山哲也らにより「ルアー」と名づけられた。その後、「ルアー」は種によって異なることが明らかにされた。そこで、ある種の植物の柱頭に、それと同種の植物の花粉を含む複数種の花粉がついた場合、どのようなになるか記せ。

3 次の[1]，[2]の文章を読み，問1～問8に答えよ。

[1] 動物の体内でつくられ，体外に分泌し，同種^の他個体に作用する物質をフェロモンという。カイコガ（成虫）は，雄が激しく羽ばたきながら雌に近づいて交尾をする。この一連の行動は婚礼ダンスとよばれ，性フェロモンによって起こるとされている。そのことを確かめるために，実験1～実験4をそれぞれ別のカイコガを用いて行った。以下の問1～問5に答えよ。

実験1 実験台の上に雌のカイコガを置き，約10 cm 離れたところに雄を放して，行動を観察した。その結果，はじめに雌が尾部の先端から側胞腺を突出させ，しばらくして雄が羽を激しくばたつかせながら雌に接近した。また，両眼を黒エナメルで塗りつぶした雄を用いて同様の観察を行った場合でも，雄，雌ともに同じ行動が観察された。

実験2 ①～④の操作を行った。

- ① カイコガの雄と雌を1個体ずつ別々のビーカーに入れて，アルミニウム箔^{はく}で密閉したものを近づけておき，雄の反応を観察した。
- ② ビーカーに入れた雄に新しいろ紙の小片を近づけて，雄の反応を観察した。
- ③ ビーカーに入れた雄に雌の尾部以外の部分にこすりつけたろ紙の小片を近づけて，雄の反応を観察した。
- ④ ビーカーに入れた雄に雌の尾部にこすりつけたろ紙の小片を近づけて，雄の反応を観察した。

結果 ①，②，③では雄は特別な反応を示さないが，④では激しく羽をばたつかせて婚礼ダンスを始めた。

実験3 触角を両方とも基部から切断した雄を雌から10 cm 離れた場所に置いたところ，雄は雌に反応を示さなかった。一方，触覚の片方だけを基部から切断した雄を雌から10 cm 離れた場所に置いたところ，雄は羽を激しくばたつかせたが雌にたどり着けな

った。

実験 4 羽を切り落とした雄を、実験 1 と同じように放して行動を観察したところ、雄は雌にたどりつくことはできなかった。羽を切り落とした雄に向かって雌の方からうちわで風を送ったところ、雄は雌にたどり着くことができた。

問 1 実験 1 は、無風に近い状態で行い、かつ雌の露出時間をなるべく短くする必要がある。その理由を記せ。

問 2 実験 1 と実験 2 の結果から考えられる記述として適切なものをすべて選び、記号で答えよ。

ア 雄は雌の全身から分泌される物質に反応している。

イ 雄は雌の特定の部位から分泌される物質に反応している。

ウ 雄は雌の羽ばたきに反応している。

エ 雄は雌の分泌物に慣れてしまうためすぐに反応しなくなる。

オ 雌は雄の羽ばたきに反応して分泌物を放出する。

カ 雄が雌に反応するには、雌の分泌物が空気中を拡散することが必要である。

問 3 密閉したビーカーに入れた雌と、雌の尾部にこすりつけられたろ紙を実験台において雄を放すと、雄はどちらに近づくと考えられるか。理由とともに記せ。

問 4 実験 1 ～ 実験 3 の結果から考えられる記述として適切なものをすべて選び、記号で答えよ。

ア 雄の触角は雌を検知するために必要であり、雌にたどり着くためにも必要である。

イ 雄の触角は雌を検知するために必要であるが、雌にたどりつくためには必要でない。

ウ 雄の触角は雌を検知するために必要でない。

エ 雄の触角には視細胞が存在する。

オ 雄の触角には嗅細胞が存在する。

カ 雄の触角には聴細胞が存在する。

問5 実験4の結果から考えられる記述として最も適切なものを1つ選び、記号で答えよ。

- ア 雄の羽には、雌が放出する刺激に対する受容器が存在する。
- イ 雄の羽ばたきは、風の流れを作って雌のいる方向を検知するために必要である。
- ウ 雄の羽ばたきは、雌が放出する分泌物以外の物質を拡散させるために必要である。
- エ 雄の羽ばたきは、雌にたどり着くための歩行に必要である。
- オ 雄の羽は雌を探して飛ぶために必要である。

[2] 次の問6～問8に答えよ。

行動には、遺伝的プログラムによって決まっている定型的な「ア」行動と、経験を積んで初めてできる「イ」行動がある。動物が特定の方向を定める「ウ」や、個体間で情報をやりとりするコミュニケーションなどは、学習や経験がなくとも生じ、遺伝的な影響を強く受け、社会性昆虫で発達している。例えばアリでは、餌場^{えさ}を探しあてた働きアリは自分のコロニーに戻るときに「エ」フェロモンとよばれる化学物質を地表に残し、なかまのアリを餌場へと誘導する。また、外敵に遭遇したときに分泌される「オ」フェロモンはなかまに危険を知らせる。

ミツバチでは、ダンスを踊ることで個体間コミュニケーションをとる。ミツバチの働きバチは蜜のある花(餌場)を見つけると巣箱に飛んで帰り、巣板の垂直面でダンスをすることで、餌場のある方向や距離を知らせている。これを見た他の働きバチは、踊りから餌場の位置を把握する。餌場までの距離が巣箱から100 mより短いときは円形ダンス、遠くにあるときは8の字ダンスを繰り返す。図1に示した8の字ダンスには、餌場までの距離と方向に関する情報が含まれている。距離の情報は8の字ダンスの回数によって伝えられる。方向の情報は8の字ダンスの向きによって伝えられ、巣箱からみた太陽の方向と餌場の方向とがなす角度が、鉛直方向(重力とは反対方向)とダンスの直進部分の方向とのなす角度に相当する。こ

のような行動はミツバチに太陽から一定方向を知る能力があるからで、このしくみを という。

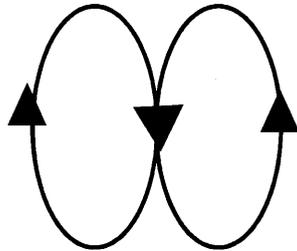


図1 ミツバチの8の字ダンス

※ 矢印の向きは8の字ダンス中の働きバチの進行方向を示す。

問6 ~ にあてはまる適切な語句を記せ。

問7 働きバチがなかまに伝える餌場から巣箱までの距離は、巣箱から餌場に向かうときに体内で消費したグルコースの消費量によって決められている。もし、餌場に向かうとき向かい風であったと仮定すると、その後、巣箱に帰った働きバチはなかまにどのような情報を伝えると考えられるか。次のア～オの中から適切なものを1つ選び記号で答えよ。

ア 餌場までの方向は正しいが、実際より短い距離を伝える。

イ 餌場までの方向は正しいが、実際より長い距離を伝える。

ウ 餌場までの方向は誤っているが、正しい距離を伝える。

エ 餌場までの方向は誤っており、実際より短い距離を伝える。

オ 餌場までの方向は誤っており、実際より長い距離を伝える。

問8 同じミツバチが2時間後には最初の方向と 30° ずれてダンスをした。その理由を記せ。

令和4年度（2022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3年11月6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) | 12ページ |

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」を開いてはいけません。
2. この「問題冊子」は12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つ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。
3. 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
4. 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。
5. 解答は、日本語で記入してください。
6. 「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。
7. 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。
8. 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に答えなさい。

Good writing, whether in an article, a story, or a business statement, must be clear, accurate and vivid. Whether you are clear or not, depends to a considerable degree upon the clearness of your structure, but your accuracy and vividness depend upon the words you use.

Your words must fit the exact shade of your meaning. Ill-chosen words, words that are vague or misleading, give away the fact that you have been too lazy to think clearly what you are trying to say or else that you don't quite know what words mean. The only satisfactory way to enlarge a poverty-stricken vocabulary is to read widely. ⁽¹⁾You really come to know words and their shades of meaning only by meeting and getting acquainted with them in their proper context, for the sense for words is an instinctive feeling rather than any self-conscious and laborious attainment.

There is rarely more than one right word to express an idea exactly. See that you get that one right word.

According to Gustave Flaubert, one of the great masters of realism, success in expression depends upon getting the one right word and conveying by it that individual quality of a thing which distinguishes it from all others. He said to his friend and disciple Guy de Maupassant: "Whatever the thing you wish to say, there is but one word to express it, but one verb to give it movement, but one adjective to qualify it; you must seek until you find this noun, this verb, this adjective....When you pass a grocer sitting in his doorway, a porter smoking a pipe, or a cab stand, show me that grocer and that porter... in such a way that I could never mistake them for any other grocer or porter, and by a single word give me to understand wherein one cab horse differs from fifty others before or behind it." Perhaps Flaubert exaggerated a little for emphasis, but ⁽²⁾ the principle is sound. This word game is a fascinating game-and worth the trying.

Nouns, and verbs are the bones and muscles of speech. Nouns build up the bony structure of the sentence, verbs produce motion. The more concrete nouns and active verbs you use, the more forceful your writing. The novice naturally imagines that piling up adjectives adds definiteness and that sticking in adverbs adds intensity, but it is usually just the other way

round. Adjectives and adverbs are often necessary to complete your meaning and make it exact, but they lessen the force of the sentence unless you dole them out stingily as a miser doles out gold. When you divide your reader's attention between a noun and its qualifying adjectives, or between a verb and its adverbs, you decrease the force of the impression which that noun and that verb would normally make. The fewer the words used, the more concentrated the attention; and the greater the concentration, the greater the power. For this reason two or three adjectives pyramided upon each other's shoulders decrease the force of the impression instead of adding to it. At first sight this may not seem reasonable, but it is true.

"(3) The adjective," said Voltaire, "is the enemy of the noun."

Reduce your adjectives and adverbs to a minimum by choosing your nouns and verbs so carefully that they don't need outside assistance in order to convey your meaning. In emotional prose a large number of adjectives may be needed to supply color, but it is well to remember that even here adjectives thrown into the predicate—that is, attached to the subject by a verb—make a sharper impression than those that immediately qualify a noun.

(Excerpts from THE GOLDEN BOOK ON WRITING by David Lambuth, et al., copyright ©1963 by S. Heagan Bayles; Copyright © 1964, renewed 1992 by The Viking Press, Inc. on Introduction. Used by permission of Viking Books, an imprint of Penguin Publishing Group, a division of Penguin Random House LLC. All rights reserved.より一部改変)

問1 下線部(1)を日本語に訳しなさい。

問2 下線部(2)の the principle とは何か、簡潔に述べなさい。

問3 下線部(3)はどのようなことを意味しているか、本文に即して具体的に説明しなさい。

問4 著者は noun と verb についてそれぞれどういうものだと言っているか、本文に即して具体的に説明しなさい。

2 次の英文を読んで以下の問いに答えなさい。

At present, there are approximately 7 billion people living in the world and this number is undoubtedly expected to rise to approximately 8 billion around 2020. With the expected rise in worldwide population, there is increasing environmental damage as a consequence of rapid growth in industrialization and urbanization. Moreover, it is a significant challenge to feed the large population at present which inevitably will increase with time. Regardless, (1) the enormous use of chemical fertilizers in agriculture makes the country self-dependent in providing large amount of food supply but simultaneously damages the environment to a great extent and causes harmful impacts on living beings. The *indiscriminate uses of chemical fertilizer shows great threat to nature by polluting air, water, and soil. Since these hazardous chemicals cannot be taken up by the plants, they start accumulating in ground water and some of these chemicals are also responsible for causing *eutrophication of water bodies. These chemicals adversely affect soil in terms of depletion of water holding capacity, soil fertility, increased salinity, and disparity in soil nutrients.

A (2) biofertilizer is a substance which contains living microorganisms which when applied to seeds, plants, or soil, colonizes the *rhizosphere or the interior of the plants and promotes plant growth by increasing the supply of nutrients to the host plant. Biofertilizers are widely used to accelerate those microbial processes which augment the availability of nutrients that can be easily assimilated by the plants. They improve soil fertility by fixing the atmospheric nitrogen and solubilizing insoluble *phosphates and produce plant growth-promoting substances in the soil. These biofertilizers have been promoted to harvest the naturally available biological system of nutrient mobilization which enormously increases soil fertility and ultimately, crop yield.

(3) Indiscriminate use of chemical fertilizers to meet the growing demand of food supply has undoubtedly led to contamination and severely damaged microbial habitats and friendly insects. Nonetheless, the outcome of using excess chemical inputs has made the crops more prone to diseases and reduced soil fertility. It is estimated that by 2020, to achieve the target production of 321 million tons of food grain to feed 8 billion populations around the

world, the requirement of nutrients will be 28.8 million tons while the availability will be only 21.6 million tons, creating a shortage of about 7.2 million tones of required nutrients. To feed the growing population with the deficit amount of available nutrients, the world certainly needs to flourish agricultural productivity and that too indeed in a sustainable and ecofriendly way. Considering the hazardous effects of chemical fertilizers, biofertilizers are supposed to be a safe alternative to chemical inputs and minimizes ecological disturbance to a great extent. Biofertilizers are cost-effective, ecofriendly in nature, and their prolonged use enhances soil fertility substantially. It was reported that the use of biofertilizers elevate crop yield around 10-40 % by increasing contents of proteins, essential amino acids, vitamins, and nitrogen fixation. The benefits of using biofertilizers includes cheap source of nutrients, excellent suppliers of micro chemicals and micronutrients, suppliers of organic matter, secretion of growth hormones, and counteracting negative impact of chemical fertilizers. Different microbes are vital components of soil and they play a crucial role in various biotic activities of the soil ecosystem which make the soil dynamic for nutrient mobilization and sustainable for crop production.

(4) Plant growth-promoting bacteria includes those bacteria that are free-living, and form specific symbiotic relationship with plants, bacterial endophytes that can colonize at some portions of plant tissue, and *Cyanobacteria. Although all the bacteria are distinct from each other in various ways, they all exhibit the same mechanisms while promoting bacterial growth. They may promote growth directly by either facilitating resource acquisition or modifying plant hormone levels and indirectly by reducing the inhibitory effects of various pathogenic agents on plant growth and development.

(Adapted from "Biofertilizers: a potential approach for sustainable agriculture development" by Trishna Mahanty et al; Springer Nature. Copyright © 2016, Springer Nature.より一部改変)

*indiscriminate : 無差別 *eutrophication : 富栄養化 *phosphates: リン酸塩
*rhizosphere : 根圏 (植物の根の分泌物と土壤微生物とによって影響されている土壤空間である)
*Cyanobacteria: ラン藻類

- 問1 下線部 (1) によって生じるメリットとデメリットは何か，本文に即して説明しなさい。
- 問2 下線部 (2) の biofertilizer (生物肥料) とは何か，本文に即して説明しなさい。
- 問3 下線部 (3) を日本語に訳しなさい。
- 問4 下線部 (4) に関して直接作用および間接作用のメカニズムについて説明しなさい。

——このページは白紙——

3 次の Alzheimer's disease (アルツハイマー病) と obese (肥満) の関係についての英文を読み、以下の問いに答えなさい。

[I] Our latest research has now shown that being overweight or obese negatively affects brain health, especially in the regions most vulnerable to the effects of Alzheimer's disease. This could potentially *exacerbate symptoms of Alzheimer's disease should it develop.

Our study looked at 57 people who were healthy and had no sign of Alzheimer's, 68 patients who had mild *cognitive impairment but could still function normally in everyday life, and 47 patients with a clinical diagnosis of Alzheimer's *dementia. We took measurements of each participant's *body mass index and *waist circumference to determine whether they were a normal weight, overweight or underweight. We then invited all participants to have an *MRI scan to measure the structure of their brain (such as its volume and the number of connecting fibres), as well as its function, as measured by blood-flow levels.

[II] Our findings showed that in overweight or obese people who had no or mild cognitive impairment, the more excess weight they carried, the greater their levels of brain cell loss and the lower their brain blood flow. We also found some damage to fibres that connect brain cells. All of these changes affect mental functions, including how well we remember things and our ability to do everyday tasks.

We also found that these changes occurred in the *frontal, temporal and parietal brain regions. Not only do these regions play an important role in memory, planning and interpretation of the visual world, they're also areas where Alzheimer's causes the greatest amount of cell loss and decreased blood flow.

Interestingly, in patients with a clinical diagnosis of Alzheimer's disease, the healthier their weight, the less they showed brain cell loss. This suggests that maintaining a healthy weight after being diagnosed with dementia may help patients preserve more brain cells for longer, slightly slowing progression of the disease.

[III] Our findings show how complex the relationship between maintaining a healthy weight and brain health is. While our study doesn't show obesity or excess weight to be a direct cause of Alzheimer's disease, the findings do suggest that being overweight or obese throughout a person's lifetime lowers the brain's *resilience to the damaging effects of the disease. This results in more severe symptoms and faster decline in those who develop Alzheimer's.

Our study also highlights the importance of looking after our weight from an early age to avoid the negative effects of excess weight on the brain. This is especially important after middle age, where the risk of developing Alzheimer's disease increases considerably – and because damage to the brain is usually not reversible and accumulates over time.

Although the cause of Alzheimer's disease is not known, we know that a number of factors can increase our risk of developing it – excess weight being one of them. Obesity puts a severe strain on the *cardiovascular system and damages the brain *vessels' walls.

This in turn results in high levels of *inflammation, *toxicity to brain cells, and lower metabolism and blood flow in the brain. Our study adds to the large body of evidence that indicates the damaging effects of obesity on the *vascular system worsen some of the mechanisms that cause Alzheimer's disease.

There's still no cure for Alzheimer's disease, which is why it's important to take as many precautions as possible from an early age to prevent the likelihood of developing it.

(Adapted from "Alzheimer's disease: obesity may worsen its effects - new research" by Matteo De Marco, The Conversation, February 1, 2021. Copyright©2021, The Conversationより一部改変)

*exacerbate: 悪化させる

*cognitive impairment: 認知機能障害

*dementia: 認知症

*body mass index: ボディマス指標 (BMI: 体重と身長から算出される肥満度を表す体格指数)

*waist circumference: 腹囲

- *MRI scan: 核磁気共鳴を利用した画像化法
- *frontal, temporal and parietal brain regions: 前頭, 側頭, 頭頂部の脳領域
- *resilience: 回復力
- *cardiovascular system: 心臓血管系
- *vessel: 血管
- *inflammation: 炎症
- *toxicity: 毒性
- *vascular system: 脈管系

- 問1 この英文で紹介されている研究ではどのような調査が行なわれたか, [I]の部分の内容に即して日本語200字程度 (句読点を含む) で説明しなさい。
- 問2 問1の調査の結果により, どのようなことがわかったか, [II]の部分の内容に即して, 日本語で4点説明しなさい。
- 問3 以下の (a) ~ (e) のうち, [III]の内容と合っていると判断できるものを一つ選び記号で答えなさい。

- (a) 本研究の結果は, 標準的な体重の維持は脳の健康に関与しないことを示した。
- (b) 本研究では, 肥満がアルツハイマー病の直接的な原因の一つであることを示した。
- (c) 本研究の結果は, 脳に対する肥満の負の影響を避けるために, 早い時期から体重を管理する重要性を強調している。
- (d) 肥満は, 心臓血管系に深刻な負担をかけるが, 炎症の増強や脳細胞に対する毒性の誘導には関わらないとされている。
- (e) 本研究により, アルツハイマー病の治療法が発見された。

令和4年度（2022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、3枚の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。

次の英文を読んで以下の設問に答えなさい。

Since the outbreak of the COVID-19 virus and declaration of the pandemic, A) *the UN Secretary-General and other senior leaders of the UN and its institutions have increasingly drawn attention to the challenge of the “infodemic” or misinformation and *disinformation pandemic. Quoting the UN Secretary General, “as COVID-19 spreads, a tsunami of misinformation, hate, *scapegoating and *scare-mongering has been unleashed”.

In times of the COVID-19 health crisis, B)the spread of the “infodemic” can be as dangerous to human health and security as the pandemic itself. Among other negative consequences, COVID-19 has created conditions that enable the spread of disinformation, fake news and *doctored videos to *foment violence and divide communities. It is critical states counter misinformation as a toxic driver of secondary impacts of the pandemic that can heighten the risk of conflict, violence, human rights violations and *mass atrocities.

For these reasons we call on everybody to immediately cease spreading misinformation and to observe UN recommendations to *tackle this issue, including the United Nations Guidance Note on Addressing and Countering COVID-19 related Hate Speech (11 May 2020).

C) The COVID-19 crisis has demonstrated the crucial need for access to free, reliable, trustworthy, factual, multilingual, targeted, accurate, clear and science-based information, as well as for ensuring dialogue and participation of all *stakeholders and affected communities during the preparedness, readiness and response. It also has confirmed the key role of free, independent, responsible and *pluralistic media to enhance transparency, accountability and trust, which is essential to achieving adequate support for and compliance by the general public with collective efforts to curb the spread of the virus. Better international cooperation, based on *solidarity and goodwill among countries, can contribute to achieving this goal.

States, regional organizations, the UN system and other stakeholders such as media workers, social media platforms and NGOs have a clear role and responsibility in helping people to deal with the “infodemic”. In this regard, we strongly support the United Nations Communications Response initiative and the “Verified” campaign announced by the UN Secretary General on April 14, 2020.

Many countries, including ours, and international institutions, such as the WHO and UNESCO, have worked towards increasing societal resilience against disinformation, which has improved overall preparedness to deal with and better comprehend both the “infodemic” and the COVID-19 pandemic.

We are also concerned about the damage caused by the *deliberate creation and circulation of false or manipulated information relating to the pandemic. We call on countries to take steps to counter the spread of such disinformation, in an objective manner and with due respect for citizens’ freedom of expression, as well as public order and safety. D) We () (ア) of (イ) that () (ウ) (エ) from trustworthy sources and (オ) () by disinformation about COVID-19.

These efforts are based, *inter alia, on freedom of expression, freedom of the press and promotion

of highest ethics and standards of the press, the protection of journalists and other media workers, as well as promoting information and media literacy, public trust in science, facts, independent media, state and international institutions. Different initiatives have been launched to provide independent expertise and recommendations for States and private actors to strengthen these efforts.

We call for action by all Member States and all stakeholders to fight the “infodemic” to build, to quote the Secretary General, a “healthier, more *equitable, just and resilient world”.

We remain committed to creating a healthy information environment at the national, regional and global levels, in which the “infodemic” is countered by scientific, evidenced-based information and facts. E) By doing this, we will be better prepared for dealing with the next “infodemic”.

(Reprinted from “Cross-Regional Statement on “Infodemic” in the Context of COVID-19”, United Nations, 2020)

(注)

- *the UN secretary-general 国連事務総長
- *disinformation 偽情報
- *scapegoating スケープゴート, 他人に罪を負わせる行為
- *scare-mongering うわさ (デマ) を飛ばす行為,
(デマなどで) 世間を騒がせる行為
- *doctored video 不正に改ざんされた映像
- *foment (反乱などを) 扇動する, 助長する
- *mass atrocity 集団残虐行為
- *tackle 問題に取り組む
- *stakeholder 利害関係者
- *pluralistic 複数人種的な, 多元論の
- *solidarity 連帯
- *deliberate 意図的な, 故意の
- *inter alia とりわけ, 特に
- *equitable 公平な

問1 下線部 A)を和訳しなさい。

問2 下線部 B)は具体的にどのような状況を示しているか, 「the spread of the “infodemic”」の示す内容がわかるように, 「COVID-19 が」で始まる 70 字以内の日本語で説明しなさい (COVID-19 が (9 文字) と句読点とを含む)。

問3 下線部 C)を和訳しなさい。

問 4 下線部 D)が「私たちは、人々が信頼できる情報源から正確に情報を得て、COVID-19に関する偽情報に惑わされないようにすることの重要性を再確認しています。」という意味になるように、以下の語句を適切な順序に並び替えて入れるとき、(ア)(イ)(ウ)(エ)(オ)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 are accurately ② are not ③ ensuring ④ the importance ⑤ informed
⑥ misled ⑦ people ⑧ reaffirm

問 5 下線部 E)を「by doing this」が指す内容がわかるように和訳しなさい。

問 6 本文中で述べられているインフォデミックを防ぐ方法の中で、あなたが最も重要と考えるものをあげ、そのように考えた理由とともに 300 字以内の日本語で述べなさい (句読点を含む)。

令和4年度（2022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、3枚の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。

【 問題 I 】

正の実数 x の関数を $f(x)$ とし、 $f(x) = \int_0^1 |t^2 - x^2| dt$ とする。以下の問に答えよ。

問 1 $f(x)$ を、積分を実行して求めよ。

問 2 x に関する微分 $f'(x)$ を求めよ。

問 3 x と $f(x)$ の関係を表すグラフをかき、 $f(x)$ を最小にする x の値を求めよ。

【 問題Ⅱ 】

平面上において、原点 O 以外の位置にある点 $P(p, q)$ と、原点 O を端として点 $P(p, q)$ の方向に限りなくのびる半直線 OP 上にある点 $Q(x, y)$ を考える。線分 OP の長さ と線分 OQ の長さの積が 1 であるとき、以下の問に答えよ。

問 1 以下の関係が成り立つことを示せ。

$$\begin{cases} x = \frac{p}{p^2 + q^2} \\ y = \frac{q}{p^2 + q^2} \end{cases}$$

問 2 点 $P(p, q)$ が以下の不等式を満たすとき、点 $Q(x, y)$ のとりうる範囲を求め、 xy 平面上に図示せよ。

$$(1 - 2p)(1 - 2q) < 0$$

問 3 $k = x + 2y$ とする。点 $P(p, q)$ が問 2 の不等式を満たすとき、 k がとりうる範囲を求めよ。

【 問題 III 】

a, n を正の整数とする. 連続する $n+1$ 個の整数 $a, a+1, \dots, a+n$ からなる等差数列について, 以下の問に答えよ.

問 1 上の等差数列の和を, a, n を用いて表せ.

問 2 上の等差数列の和が 1000 になる a, n の組を求めたい. 次の(a), (b)に答えよ.

(a) 問 1 の和が 1000 になるときに, 以下の 2 つの不等式が成り立つことを示せ.
計算には $\sqrt{2000} = 44.7\dots$ を用いよ.

$$\begin{aligned}2 &\leq n+1 \leq 44 \\ n+2a &\geq 45\end{aligned}$$

(b) 問 1 の和が 1000 になる a, n の組をすべて求めよ.

令和4年度（2022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、2枚の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。

【 問題 I 】

図1に示すように、一端が天井に固定された長さ L の細い糸（質量が無視でき伸び縮みしない）の他端に質量 m の小球 A が取り付けられており、糸をたるませず鉛直下向きとなす角を θ ($0^\circ < \theta < 90^\circ$) として静止している。また、滑らかな水平面上の点 P（小球 A の最下点）には、質量 m の小球 B が静止した状態で置かれている。点 Q から点 S は点 O を中心とする半径 r ($L > 3r$) の円弧形状の滑らかな面とし、水平面に固定されている。線分 OQ と OR のなす角度を α ($0^\circ < \alpha < 90^\circ$)、線分 OQ と OS のなす角度を β ($90^\circ < \beta < 180^\circ$) とする。空気抵抗は無視できるものと考え、重力加速度の大きさは g とする。また、いずれの小球も大きさは無視でき、運動は紙面内に限られるものとする。以下の間に答えよ。ただし、結果だけでなく、考え方や計算過程も記述せよ。

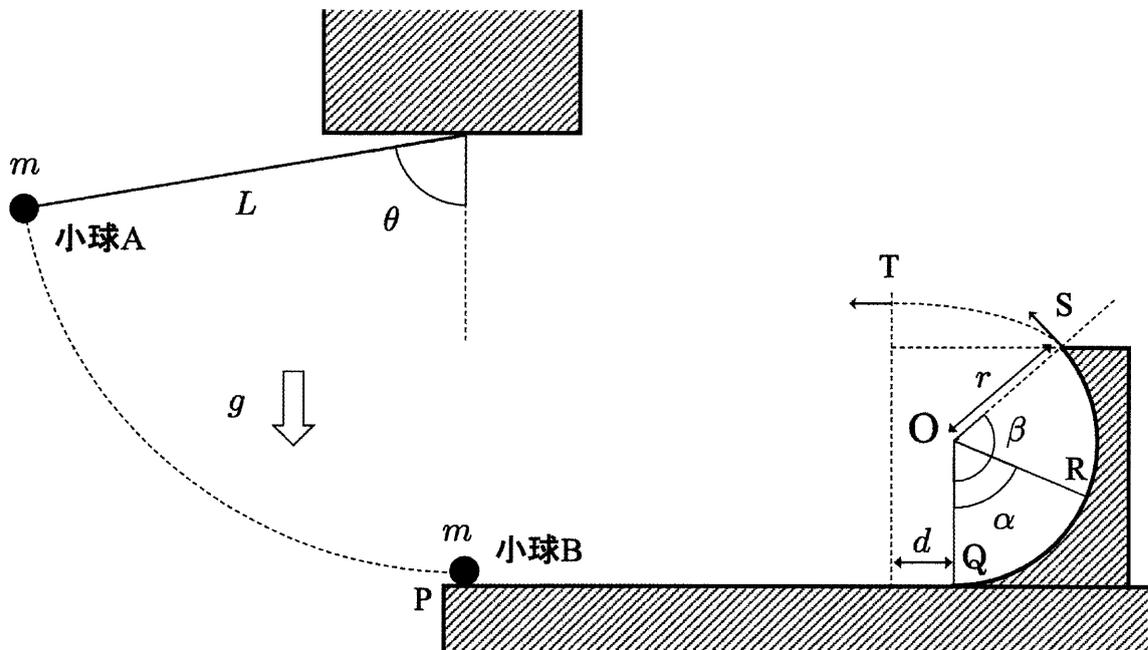


図 1

- 問1 図1の状態から小球Aを静かに放す. 小球Aが最下点Pに達するときの速さを,
 m, g, L, θ のうち必要なものを用いて表せ.
- 問2 小球Bは小球Aとの衝突後, 右方に滑り出し, 円弧面QSを滑り上がった. 小球
AとBの衝突は弾性衝突であった. 点Rにおいて, 小球Bが円弧面から受ける垂
直抗力を, $m, g, L, \theta, r, \alpha$ のうち必要なものを用いて表せ.
- 問3 小球Bが円弧面を滑り上がり, 点Sを通過するための $\cos \theta$ が満たす条件を,
 $m, g, L, \theta, r, \beta$ のうち必要なものを用いて表せ.
- 問4 小球Bは円弧面QSを通過し, 点Sから飛び出した後, 最高点Tに達した. 点Q
を基準とした小球Bの最高点Tまでの水平到達距離 d を, $m, g, L, \theta, r, \beta$ の
うち必要なものを用いて表せ.
- 問5 $\beta = 120^\circ$ のとき, 最高点Tの水平位置が点Qと一致する場合 ($d = 0$) の $\cos \theta$
を求めよ.

【問題Ⅱ】

図1に示すように、真空中に、中央に貫通穴を有する、半径 r 、長さがそれぞれ L_1, L_2, L_3 である円筒状の導体1, 2, 3が x 軸を中心軸として同軸に配置され、起電力 V の電源、電気抵抗 R の抵抗に接続されている。導体1の左側面中心である点 O から初速度 v で x 軸上を図中右向きに運動を開始した質量 m 、電気量 $-e$ の電子を、各導体間に発生する電場により加速することを考える。ただし、各導体内は等電位とし、貫通穴の半径は十分に小さいため、導体間の電場は、半径 r の金属円板を導体間距離に等しい間隔で向い合せた平行板コンデンサー内の電場と同一とみなすことができるものとする。また、電子の位置は点 O を原点とする x 座標で表すものとし、導体1左端から導体3右端までの距離を L 、導体1と2の間隔を d_1 、導体2と3の間隔を d_2 ($d_2 > d_1$)とする。重力の影響と点 O から右向きに運動を開始した電子が作る電場は無視できる。以下の問に答えよ。結果だけでなく、考え方や計算過程も記述せよ。

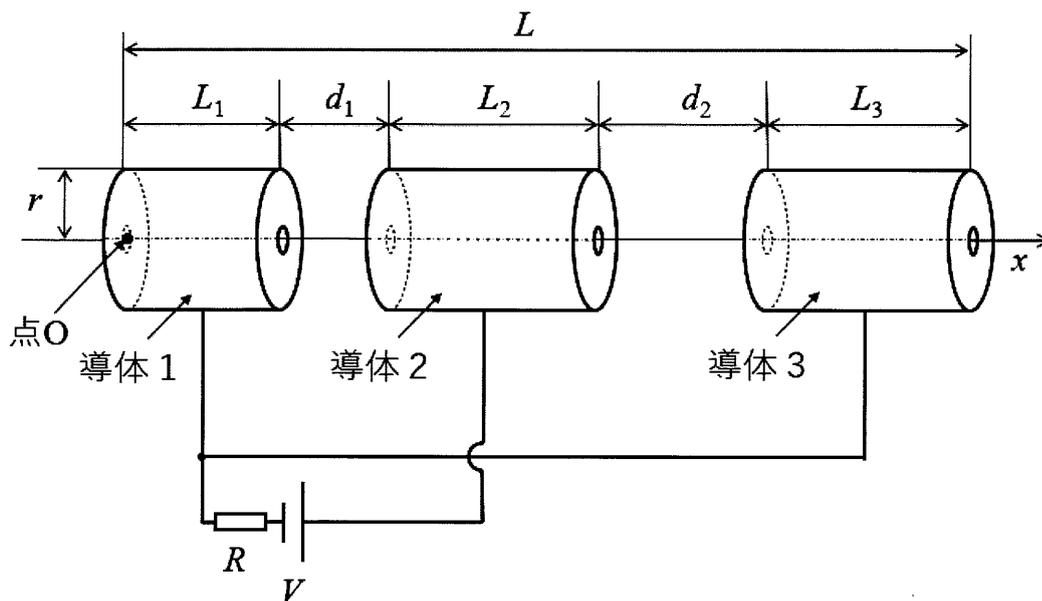


図1

- 問 1 図 1 の状態で，導体 1 の右側の面に発生した電気量は $-Q$ ，それと向かい合う導体 2 の左側の面に発生した電気量は $+Q$ であったとする．このとき，導体 2 の右側の面に発生した電気量を， $Q, v, e, m, V, R, L_1, L_2, L_3, d_1, d_2$ のうち必要なものを用いて表せ．
- 問 2 問 1 の状態において， x 軸に沿った電場の強さと電位を，位置 x ($0 \leq x \leq L$)の関数としてそれぞれグラフに示せ．ただし点 O の電位を 0 とし，グラフ上の値は $v, e, m, V, R, L, L_1, L_2, L_3, d_1, d_2$ のうち必要なものを用いて示せ．
- 問 3 電子が導体 2 の中心に到達した瞬間に電源の正負が切り替わり，図 1 とは逆に，導体 1, 3 が正極に，導体 2 が負極に接続されたものとする．電源の正負が切り替わった直後に抵抗を流れる電流を， $v, e, m, V, R, L, L_1, L_2, L_3, d_1, d_2$ のうち必要なものを用いて表せ．
- 問 4 電子が点 O から運動を開始し，問 3 における電源の正負の切り替わりののち，導体 3 を通り抜けるまで，電子の速度を電子の位置 x ($0 \leq x \leq L$)の関数としてグラフに示せ．ただし，電源の正負が切り替わった後抵抗に電流が流れなくなるまでの時間は，電子が導体 2 を通り抜けるのに要する時間と比べて十分に短いものとする．また，グラフ上の値は， $v, e, m, V, R, L, L_1, L_2, L_3, d_1, d_2$ のうち必要なものを用いて示せ．
- 問 5 問 4 において，電子が導体 2, 3 を通り抜ける時間および各導体間を通過する時間各々が，電子が点 O から運動を開始して導体 1 を通り抜けるまでに要した時間に等しかったとする． L_3 および d_2 を $v, e, m, V, R, L_1, L_2, d_1$ のうち必要なものを用いて表せ．

令和4年度（2022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、2枚の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。

【問題 I】

次の文章を読み、以下の問に答えよ。必要であれば、下記の原子量を用いよ。
原子量：H=1.0, C=12, O=16, N=14, Fe=56

燃焼排気ガスに含まれる二酸化炭素（ CO_2 ）の化学原料としての利用にむけて、いかに CO_2 だけを捕集し、化学反応に供給するかが課題となっている。 CO_2 だけを液体に選択的に吸収させる方法、あるいは固体材料に吸着させる方法などが開発されているが、多くのエネルギーをかけて熱を加えることで CO_2 を取り出さなくては利用できない点が課題となっている。高濃度の CO_2 を取り出すことさえできれば、メタノールなどの基礎化学品からポリカーボネートのような高機能プラスチックの原料まで、様々な物質を合成する方法が提案されており、世界中の研究者・企業が研究開発でしのぎを削っている。

一方で、燃焼方法を工夫して、はじめからほぼ CO_2 のみを含む排気ガスを得る方法も考案されている。ケミカルループ燃焼法と呼ばれるこれらの方法では、燃料の酸化に必要な酸素を、通常のような空気ではなく金属酸化物の形で反応器に供給する。図1にこの方法の概略を示す。まず反応器 A で、炭化水素燃料を金属酸化物により酸化させる。このとき、逆に炭化水素燃料により還元された金属酸化物は、反応器 B に送られ、そこで供給される空気中の酸素により酸化される。こうして元の状態に再生された金属酸化物は再度、反応器 A に供給される。この繰り返しの中で、金属酸化物は空気中の成分のうち酸素のみを炭化水素燃料のもとに運ぶ。このため、燃料の完全酸化反応後に得られる排気ガスは CO_2 と水（ H_2O ）のみを含有することになる。ここまでくれば、排気ガスの熱量を利用したのち、冷却により H_2O を凝縮し、 CO_2 ガスと分離することが可能である。

酸素を運ぶ金属を酸素キャリアと呼ぶ。ここでは鉄を用いることとする。鉄と酸素の化合物には様々なものがあるが、 Fe_2O_3 と Fe_3O_4 の間の反応で酸素原子（O）を炭化水素燃料の酸化反応に供給する。燃料も様々なものが提案されているが、ここでは気体のメタン（ CH_4 ）とする。図1で反応器 A、B をつなぐ2本の破線の矢印は酸素キャリアの流れを示している。反応器に投入される酸素キャリアは、それぞれ Fe_2O_3 か Fe_3O_4 のうち片方のみを含んでおり、他の物質は混入しないとする。

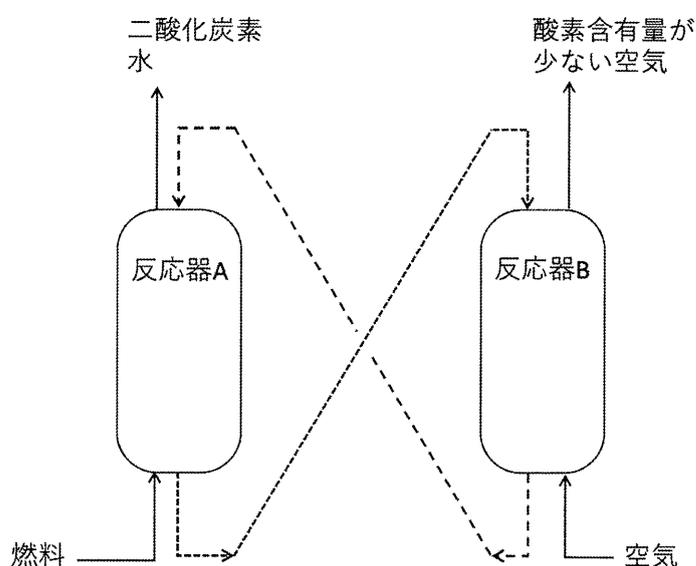


図1 ケミカルループ燃焼法の概略

問1 次の文章の空欄（ア）～（ウ）に適する用語または語句を下の箱から選び答えよ。また、（i）、（ii）について整数、あるいは分数で答えよ。

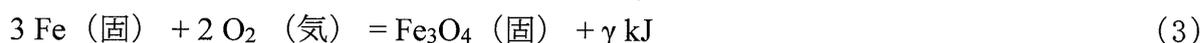
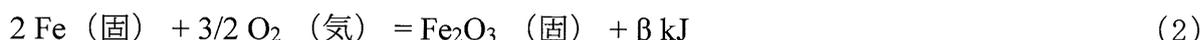
酸化とは、ある原子が電子を（ア）ことである。化合物中の原子に注目すると、ある原子が単体の状態と比べて酸化された状態にあるとき、酸化数は正の値をとり、その値が大きいほど電子が（イ）の状態にあることを示す。Fe原子の酸化数は平均するとFe₂O₃の場合は（i）、Fe₃O₄の場合は（ii）である。つまり、より酸化された状態にある化合物は、（ウ）である。

| | | |
|----|--------------------------------|--------------------------------|
| 得る | 失う | 過剰 |
| 不足 | Fe ₂ O ₃ | Fe ₃ O ₄ |

問2 反応器Aに投入される酸素キャリアはFe₂O₃とFe₃O₄のどちらか。理由とともに40字以内で答えよ。化学式（例えばCO₂）は1文字としてカウントする。

問3 反応器Aにおける反応は燃料全量の完全酸化を仮定、つまりガス生成物はCO₂とH₂Oのみとする。また、反応器BではFe₂O₃、Fe₃O₄、O₂のみ反応に関与すると考える。反応器A、Bで起きる化学反応の反応式をそれぞれ示せ。このとき、反応器Aの反応ではCH₄の係数を、反応器Bの反応ではO₂の係数をそれぞれ1とせよ。

問4 化学反応の右辺に符号をつけて反応熱を書き加え、左辺と右辺を等号で結んだものを熱化学方程式という。化学種それぞれには、状態を表す（気）（液）（固）の標識を付す。反応器A、Bにおける各反応の熱化学方程式を示せ。その際、反応熱は下記の熱化学方程式中に用いられているα、β、γ、θを用いて、文字式として表せ。



問5 単位時間あたりの反応器AへのCH₄投入量を160 kg/sとする。この反応器AにおいてCH₄はすべて反応し、CO₂（気）とH₂O（気）になるとき、反応器Bへの空気の導入必要量K [kg/s]の値はいくらか。ただし空気はモル分率で酸素20%、窒素80%の混合物としてよい。また、反応器Bでは供給された空気中の酸素のうち、80%を反応に使うことができる。解答は有効数字2桁で記せ。

【 問題Ⅱ 】

次の文章を読み、以下の間に答えよ。

炭素は、原子番号（ ア ）の元素である。炭素の同素体をみると、ダイヤモンドでは、炭素原子が（ イ ）個の価電子をすべて用いて共有結合を形成し、図1に示す正四面体形を形づくってつながっている。そのため、ダイヤモンドはかたく、融点が高い。炭素原子が図2のような平面をつくる黒鉛では、（ イ ）個の価電子のうち、（ ウ ）個が共有結合に使われ、（ エ ）個は平面内を動き回ることができる。そのため、黒鉛は電気を導く。また、黒鉛は、A)固形の潤滑剤や鉛筆の芯に利用されている。最近では、炭素のならばが（ オ ）角形と（ カ ）角形から構成されるフラーレンや炭素のならばが図2のうち1枚の平面構造からなる（ キ ）、黒鉛の層が図3のように筒状になった構造をもつ（ ク ）が見いだされ、次世代の炭素材料として期待されている。

メタンやエチレンのように、炭素と水素のみからなる有機化合物を炭化水素という。鎖式炭化水素のうち、B)アルカンは、塩素や臭素と混合して光を照射することで C)置換反応が起こる。D)アルケンやアルキンは、他の原子や原子団と結びつきやすく、不飽和結合が開裂することで付加反応が起こる。

赤熱した鉄に（ ケ ）を接触させると、ベンゼンが生じる。ベンゼンは代表的な芳香族炭化水素であり、工業的には石油から多量につくられる。E)医薬品や染料、合成高分子など、さまざまな化学工業製品の原料として用いられている。

これら以外にも、炭水化物、脂肪、アミノ酸など数多くの炭素化合物が存在し、炭素は生物の体の源となっており、わたしたちの生活になくはならない元素である。F)炭素は、炭素原子どうしが結びついたり、他のさまざまな元素と結びつくことで無数の化合物をつくり出すことができる驚異の元素であるといえる。

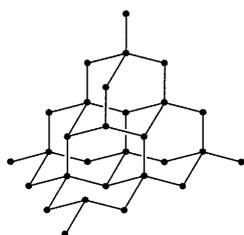


図1

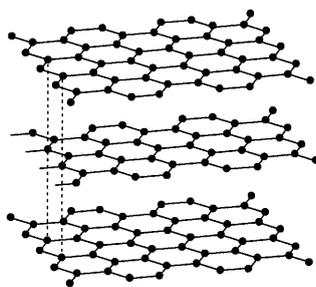


図2

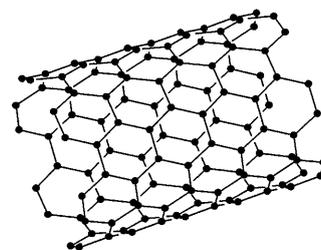


図3

問1 空欄（ ア ）～（ エ ）にあてはまる適切な数字を書け。

問2 下線部 A)について、潤滑剤や鉛筆の芯として使用できる理由を、黒鉛の構造と性質をふまえて簡潔に述べよ。

問3 空欄 (オ) ~ (ケ) にあてはまる適切な漢数字もしくは語句を書け。

問4 下線部 B) について、光照射しながらメタンに塩素を作用させると、さまざまな塩素化合物が生成した。この反応で得られる塩素化合物のうち、極性を示す塩素化合物の分子式をすべて書け。ただし、HCl は除くこととする。

問5 下線部 C) について、芳香族化合物も置換反応をおこす。たとえば、フェノールの検出方法としてフェノール水溶液に臭素水を加える方法がある。このときに生成する化合物の構造式を書け。

問6 下線部 D) について、プロペンとプロピンそれぞれに水を反応させた。プロペンとプロピンそれぞれから得られる化合物の構造式を書け。これらの化合物に塩基性の水溶液中でヨウ素を反応させるとどうなるか。次の中から適切なものを1つ選び、数字で書け。

- (1) 両方とも黄色沈殿が生じる
- (2) プロペンと水から生成した化合物のみ黄色沈殿が生じる
- (3) プロピンと水から生成した化合物のみ黄色沈殿が生じる
- (4) 両方とも変化しない

問7 下線部 E) について、解熱鎮痛薬としてかぜ薬に配合されているアセトアミノフェンを図4の反応経路で合成した。この反応に関する設問 (a) および (b) に答えよ。

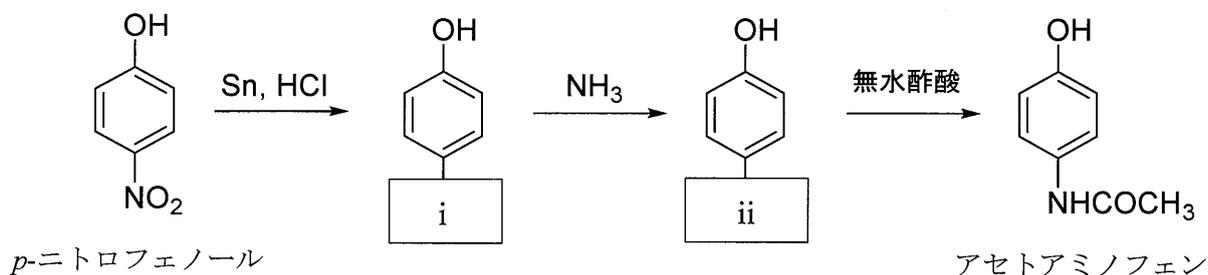


図4 反応経路

- (a) 図4の i , ii にあてはまる置換基を書け。
- (b) p-ニトロフェノールをベンゼンから合成する方法として、最初にフェノールを合成する方法と最初にニトロベンゼンを合成する方法が考えられる。p-ニトロフェノールを効率よく合成するためには、ニトロベンゼンではなくフェノールから合成する方法がよい。この理由を書け。

問8 下線部 F) について、炭素化合物中に窒素、塩素、硫黄のいずれかの原子が含まれていることがある。窒素、塩素、硫黄から元素を1つ選び、その元素の検出方法を簡潔に述べよ。

令和4年度（2022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

1. 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。
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。ホッチキス留めは外さないでください。
7. 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。
8. 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。
9. 下書き用紙は使用してもしなくても構いません。
10. 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。
11. 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。

次の二つの英文（１）と（２）は、いずれもレオナルド・ダ・ヴィンチ（1452～1519年）の発明についての説明である。これら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）

In approximately 1495, before he began work on the *Last Supper*, Leonardo designed and possibly built the first humanoid robot in Western civilization. The robot, an *outgrowth of his earliest *anatomy and *kinesiology studies recorded in the *Codex Huygens, was designed according to the *Vitruvian canon. This armored robot knight was designed to sit up, wave its arms, and move its head via a flexible neck while opening and closing its anatomically correct jaw. It may have made sounds to the *accompaniment of automated drums. On the outside, the robot is dressed in a typical German-Italian suit of armor of the late fifteenth century. On the inside, it was made of wood with parts of leather and metal and operated by a system of cables. A) This robot would influence his later anatomical studies in which he modeled the human limbs with cords to simulate the *tendons and muscles.

The robot consisted of two independent systems: three-degree-of-freedom legs, ankles, knees, and hips; and four-degree-of-freedom arms with *actuated shoulders, elbows, wrists, and hands. The visor, neck, jaw and possibly the *spine may also have been actuated. The orientation of the arms indicates it was designed for whole-arm grasping, which means that all the joints moved in unison. A mechanical, analog-programmable controller within the chest provided power and control for the arms. To drive the arms, the controller had a cylindrical, grooved cam that triggered *high-torque worm gears attached to a central *pulley. A central shaft, perhaps *splined, provided power while still permitting the robot to stand and sit. The legs were powered by an external *crank arrangement driving the cable, which was connected to key locations in the ankle, knee, and hip.

(Copyright©1996 Giunti Editore S.p.A, Firenze-Milano www.giunti.it 一部改変)

注

outgrowth：自然の結果，副産物

anatomy：解剖学

kinesiology：運動科学

Codex Huygens：ホイヘンス手稿。レオナルドの手稿を手本とした同時代の別人による手稿集であるが、レオナルドの手稿には失われたものも多いため、それらの重要な手がかりとなっている

Vitruvian canon：古代ローマの建築家ウィトルウィウスの著書『建築十書』で述べられている建築の規則

accompaniment：付随物

tendon：腱

actuated : 動かせる

spine : 背骨

high-torque : 高トルクを発生する

pulley : 滑車

splined : 突起物のついた

crank : クランク. 回転する軸とそれとは芯のずれた軸を結ぶ柄からなる機構

(2)

Before concluding this summary of *Leonardo's first Milanese period, we should mention his study of flight. Leonardo had already become interested in the subject during his years in Florence, but his studies underwent considerable progress in Milan, as can be seen in the many pages of *Ms. B and the *Codex Atlanticus that contain projects for flying machines. *Raffaele Giacomelli was the first to demonstrate that in his initial studies Leonardo concentrated on *full-fledged flying machines with movable wings, illustrated in many splendid drawings in Ms. B.

B) In some the flier is facing down and moves the wings with his arms. In others, the flier's legs provide the force, or else the flier is standing up and uses his arms and his legs to generate the force. These *intriguing designs seem to have led Leonardo to believe that such machines might actually work. There is evidence that he proposed an attempt from the roof of the *Ducal Palace and *subsequently recommended a safer location: "You will try this machine over lake, and wear a long *wineskin around your waist, so that if you should fall you will not drown."

The flying machines designed by Leonardo during these years have beating wings with extremely complicated devices for operating them. Leonardo also considered using springs continually *rewound in flight. He seems to concentrate on mechanical systems for efficiently *transmitting the constant thrust of the motor into an alternating motion like that of beating wings. These are powerful, heavy machines, to which Leonardo attached ridiculous shock *absorbers as a protection in the not unlikely event of a fall. c) It () (工) that () (才) a man () (力) one () (キ) devices. Yet all the evidence indicates that for several years he worked *feverishly and with great expectations on this project. He appeared convinced that man could imitate with his craft the natural equipment of flying animals: "The bird is an instrument that operates according to mathematical laws, an instrument that it is in man's power to reproduce." More than any other of his studies, Leonardo's designs of flying machines seem informed by his belief in the fundamental mechanical uniformity of Nature. In other words, the mechanical formulas and principles used by Nature in its creatures, such as birds, could be imitated and reproduced by man.

D) Leonardo broke off his studies of flight at the end of the 1490s - possibly because he realized the *insuperable obstacles involved - then resumed them around 1505, compiling an extraordinary manuscript known as the Codex on the Flight of Birds. By this time, through a careful comparison between the muscular power of birds and that of man, as well as between the weight of the bird mechanism and that of the flying machine, Leonardo had concluded that man could not lift a device

so heavy. From then on, he abandoned the concept of flying machines with beating wings and devoted himself to another, far more realistic possibility: that of glider-like “sail flight”. While this new attempt failed to produce concrete results, it led Leonardo to productive investigations into the mechanics of bird flight, the nature of air, and the formation and role of winds and air currents. These studies occupied much of Leonardo’s time between 1500 and 1514. In them, the *analogy between air and water, swimming and flying, fish and birds became increasingly important: “Write of swimming underwater and you will have the flight of birds through the air.”

(Copyright©1996 Giunti Editore S.p.A, Firenze-Milano www.giunti.it 一部改変)

注

Leonardo’s first Milanese period : レオナルドがミラノに初めて滞在していた 1482～99 年の時代

Ms. B : Ms.は Manuscript の略語. パリ学士院所蔵のレオナルドの手稿は A から M まであり, ここではそのうちの B 手稿を指す

Codex Atlanticus : アトランティコ手稿. レオナルドの手稿集のひとつ

Raffaele Giacomelli : ラファエーレ・ジャコメリ (1878～1956 年). イタリアの航空エンジニア

full-fledged : 全体が羽根で覆われた

intriguing : 興味をそそる, 魅力的な

Ducal Palace : ミラノ公爵の宮殿

subsequently : その後, 続いて

wineskin : ワインを入れるための防水性の革袋

rewind : 巻き戻す

transmit : 伝える

absorber : 吸収装置

feverishly : 興奮して, あわてふためいて

insuperable : 克服できない

analogy : 類似

問1 「This robot」が指す内容がわかるように、下線部 A) を和訳しなさい。

問2 次の文章は、(1)の本文中で述べられているロボットの特徴の要約である。(ア)
(イ)(ウ)に入る適切な語句をそれぞれ日本語で答えなさい。

このロボットは、動かせる(ア)、膝、股関節のついた三自由度を有する脚からなる部分と、動かせる肩、肘、手首、手のついた四自由度を有する腕の部分で主に構成される。腕を動かせるように、胸の(イ)には細い溝の刻まれた円筒状のカムがある。脚には、(ウ)を作動させる外部のクランクの配列によって動力が与えられる。

問3 下線部 B) の内容について、「飛行者」(flier)がどのような状態で飛ぶのかがわかるように、三通りすべて説明しなさい。

問4 下線部 C) の英文を、次の日本語訳に合うように、括弧内に①～⑧の語句を適切な順序に並べ替えて入れるとき、(エ)(オ)(カ)(キ)に入る語句の番号を答えなさい。

これらの装置のひとつを身に着ければ人間は飛べるだろうと、レオナルドが本当に信じていたとはとても思えない。

It () (エ) that () (オ) a man () (カ) one () (キ) devices.

① these ② with ③ of ④ could really have believed

⑤ Leonardo ⑥ impossible ⑦ seems ⑧ could fly

問5 下線部 D) 以降の段落では、レオナルドが飛行機械の研究を断念し、研究テーマを変更したことがわかる。なぜ断念したのか、その理由を日本語 70 字以内で説明しなさい。

問6 (1)と(2)の本文中で述べられているように、人間や他の生物を参考にして現代の工学技術に応用する方法について、何か具体例をあげながら、あなたの考えを日本語 300 字以内で述べなさい。

令和4年度（2022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3年11月6日

| 志願学部 | 試験時間 | ページ数 |
|------|---------------------|------|
| 農学部 | 9:30~10:50 (80分) | 7ページ |

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」を開いてはいけません。
2. 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。
3. 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
4. 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。
5. 「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。
6. 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。
7. 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 関数

$$f(\theta) = 4 \cos \theta - 3 \cos 2\theta + 4 \sin \theta \sin 2\theta$$

の $0 \leq \theta \leq \pi$ における最大値と最小値, およびそれらを与える θ を求めよ。

2

以下の問いに答えよ。

- (1) 零ベクトルではない大きさの等しい2つのベクトル \vec{a} , \vec{b} がある。すべての零でない実数 k について、2つのベクトル $k\vec{a} + \vec{b}$ と $\vec{a} - k\vec{b}$ の大きさが等しいとする。このとき、 \vec{a} と \vec{b} のなす角 θ ($0 \leq \theta \leq \pi$) を求めよ。

- (2) 実数 α に対し、平面ベクトルを $\vec{a} = (\cos \alpha, \sin \alpha)$ で定める。 \vec{a} と直交し、大きさが1であるような平面ベクトル $\vec{b} = (x, y)$ を求めよ。

3 2つの袋 A, B があり, A には白玉 2 個のみが入っていて, B には白玉 1 個と赤玉 1 個のみが入っている。「A から無作為に玉を 1 個取り出して B へと入れた後に, B から無作為に玉を 1 個取り出して A へと戻す」という操作を n 回繰り返した後に, A に白玉が 2 個入っている確率を p_n とする。次の問いに答えよ。

(1) p_1, p_2 の値をそれぞれ求めよ。

(2) $n \geq 2$ の場合の p_n を p_{n-1} を用いて表せ。

(3) 数列 p_1, p_2, p_3, \dots の一般項 p_n を求めよ。

(4) $0.9999 < \frac{p_n}{p_{n-1}} < 0.999999$ を満たす自然数 n ($n \geq 2$) をすべて求めよ。

4 曲線 $C: y = x^2 - 4x + 3$ 上の点 $P(s, s^2 - 4s + 3)$ における曲線 C の接線を L_1 とする。原点 $O(0, 0)$ を通り、 L_1 に平行な直線 L_2 が曲線 C と 2 点で交わるとし、その交点を A, B とする。原点 O に近い交点を A とする。次の問いに答えよ。

- (1) 接線 L_1 を s を用いて表せ。
- (2) 直線 L_2 が曲線 C と 2 点で交わるような s の範囲を求め、2 つの交点 A, B の座標を s を用いて表せ。
- (3) $s \geq 3$ の場合の直線 L_2 と曲線 C とで囲まれた図形の面積を s を用いて表せ。
- (4) $s \geq 3$ の場合に接線 L_1 が x 軸および y 軸と交わる点をそれぞれ Q, R とする。距離 PQ, PR の比 $\frac{PQ}{PR}$ を s を用いて表せ。
- (5) 極限 $\lim_{s \rightarrow \infty} \frac{PQ}{PR}$ を求めよ。

令和4年度(2022年度)東北大学

AO入試(総合型選抜)Ⅱ期

筆記試験② 封筒

令和3年11月6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

1. 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。
2. 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、「定規」1個が入っています。
3. 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="radio"/> 選択する |
| <input type="radio"/> 選択しない |

選択しない場合：

| |
|--|
| <input type="radio"/> 選択する |
| <input checked="" type="radio"/> 選択しない |

4. ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあつ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。
5. 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。
6. 「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。
7. 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。
8. 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4年度（2022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3年11月6日

| 志願学部 | 試験時間 | ページ数 |
|------|----------------------|------|
| 農学部 | 13:00～14:20 (80分) | 8ページ |

B1245

——このページは白紙——

1 質量 M [kg] の人工衛星が、地表から h [m] の高さを、地球を中心とする円軌道を描いて一定の速度 V [m/s] で運動している。地球は質量 M_0 [kg]、半径 R [m] の完全な球で、自転の影響はないものとする。万有引力定数を G [$\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$]、地表での重力加速度の大きさを g [m/s^2] として、以下の問1～9に答えよ。解答は、解答用紙の所定の場所に記入せよ。また、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

問1 人工衛星にはたらく重力の大きさ F [N] を、 G 、 M_0 、 M 、 h 、 R を用いて表せ。

問2 地表での重力加速度の大きさ g [m/s^2] を、 G 、 M_0 、 R を用いて表せ。

問3 この人工衛星の加速度の大きさ a [m/s^2] を、 g 、 h 、 R を用いて表せ。また、加速度の向きを述べよ。

問4 この人工衛星の運動エネルギー K [J] を、 g 、 M 、 h 、 R を用いて表せ。

問5 この人工衛星の周期 T_1 [s] を、 g 、 R 、 h を用いて表せ。

問6 現在、人工衛星の1つである“国際宇宙ステーション”が地球上空400 kmを飛行しており、飛行条件により明け方や、夕方に肉眼で見ることができる。 $g = 10.0 \text{ m}/\text{s}^2$ 、 $R = 6400 \text{ km}$ として “国際宇宙ステーション” が地球を1周する時間（周期 T_1 ）を「分」を単位として有効数字2桁で求めよ。必要な場合、近次式 $R + h \cong R$ ($R \gg h$)、 $\pi = 3.14$ を用いてよい。

人工衛星の速度 V [m/s] を大きくすることにより円軌道から楕円軌道に変えることができる。半径 $r_1 = R + h$ [m], 速度 V [m/s] の円軌道にある質量 M [kg] の人工衛星がある。楕円軌道に変えるために, 質量の一部分 m [kg] を人工衛星に対して v [m/s] の速さで後方に放出した。

問7 質量の一部分を放出した直後の, 質量 $M_1 = M - m$ [kg] の人工衛星の速さ v_1 [m/s] を, V, v, M, m を用いて表せ。

図1に示すように楕円軌道では, 人工衛星が地球に最も近づく点を近地点, 最も遠ざかる点を遠地点とよぶ。地球から人工衛星(質量 M_1)の距離と人工衛星の速さを, 近地点では r_1 [m], v_1 [m/s], 遠地点では r_2 [m], v_2 [m/s] とする。

問8 この人工衛星の遠地点における速さ v_2 [m/s] を, G, M_0, r_1, v_1 を用いて表せ。

問9 この楕円軌道を運動する人工衛星の周期 T_2 [s] を, V, r_1, r_2 を用いて表せ。

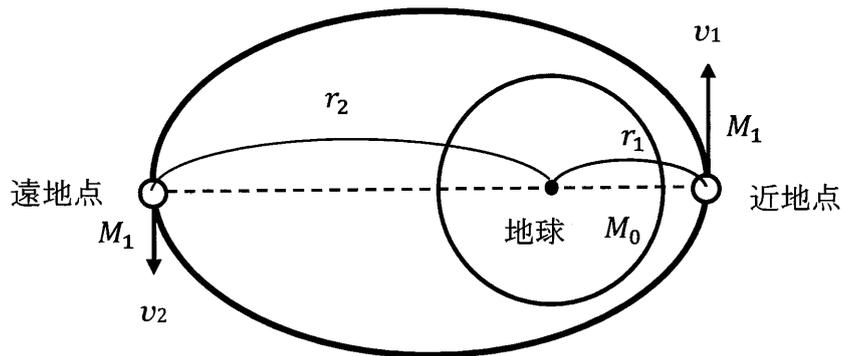


図1

- 2 真空中で図2のように、2枚の薄い金属板（極板）A, Bを間隔 d [m] 離して配置した平行平板コンデンサーの両端に起電力 V [V] の電池とスイッチSがつないである。間隔 d は金属板の大きさ（辺の長さ）に対して十分に小さく、金属板の周辺の部分の電場の不均一さは無視できるものとする。金属板Aは接地してあり、その電位は、 0 Vに保たれている。図2のように金属板Aの位置を原点 0 として金属板に垂直な方向に x 軸をとる。このコンデンサーの電気容量を C [F] とする。以下の問1～10に答えよ。解答は、解答用紙の所定の場所に記入せよ。また、結果だけでなく、考え方や計算の過程も示せ。

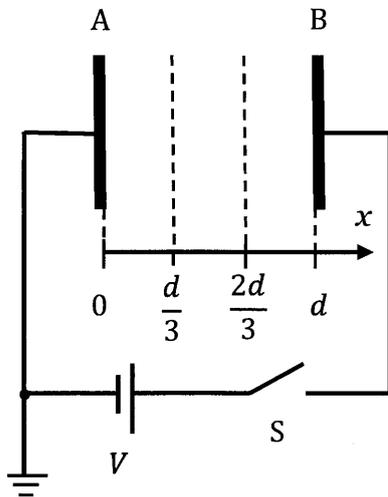


図2

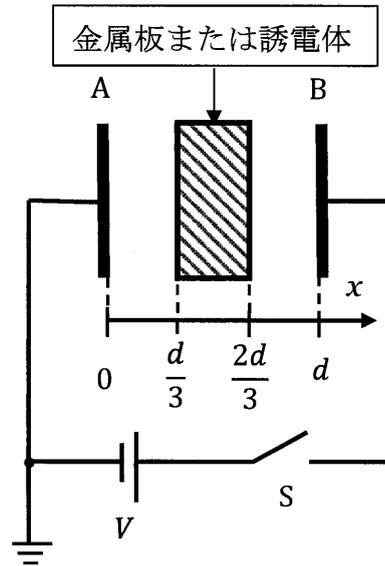


図3

スイッチSを閉じて十分に時間をおいた後の状態について答えよ。

- 問1 金属板A, B間の座標 x に関する電位 V_a [V] および電場の強さ E_a [V/m] を解答用紙の指定のグラフ上に描け。それぞれ、縦軸の値も V と d の中から必要なものを用いて表せ。
- 問2 このコンデンサーに蓄えられている静電エネルギー U_a [J] を C と V を用いて表せ。

次にコンデンサーを完全に放電した。そして、スイッチを開いた状態で図3のように金属板A, Bの間に厚さ $\frac{d}{3}$ [m] の金属板をA, Bそれぞれから距離が等しくなるように挿入した。その後、スイッチSを閉じて十分に時間をおいた。

問3 このコンデンサーの電気容量 C_b [F], コンデンサーに蓄えられている電気量 Q_b [C] を C と V のうち必要なものを用いて表せ。

問4 金属板A, B間の座標 x に関する電位 V_b [V] および電場の強さ E_b [V/m] を解答用紙の指定のグラフ上に作図せよ。縦軸の値も V と d の中から必要なものを用いて表せ。

再びコンデンサーを完全に放電した。そして、スイッチSを開いた状態で図3のように金属板A, Bの間に比誘電率が4.0で、厚さ $\frac{d}{3}$ [m] の誘電体をA, Bそれぞれからの距離が等しくなるように挿入した。その後、スイッチSを閉じて十分に時間をおいた。

問5 このコンデンサーに蓄えられている電気量 Q_c [C] を C と V を用いて表せ。

問6 金属板A, B間の座標 x に関する電位 V_c [V] および電場の強さ E_c [V/m] を解答用紙の指定のグラフ上に作図せよ。縦軸の値も V と d の中から必要なものを用いて表せ。

続いてスイッチSを開いた後に、金属板A, Bの距離を保ったまま誘電体を取り除いた。

問7 誘電体を取り除くために要した仕事 W [J] を C と V を用いて表せ。

その後、金属板A, Bの距離を $5d$ [m] に広げて十分時間をおいた。

問8 この時のA, B間の電位差 V_e [V] を V を用いて表せ。

(次ページに続く)

問1に用いた平行平板コンデンサー $C_a = C$ [F] および問3に用いた金属板を挿入したコンデンサー C_b を使って、図4に示す回路をつくる。はじめに、 C_a の電圧を V [V]、 C_b の電圧を 0 Vとする。スイッチ S_1 を閉じて C_b に充電し、次に S_1 を開き S_2 を閉じて C_b の電荷を放電させる操作をくり返す。なお抵抗 R は、回路に過大な電流が流れないように付けてある。

問9 1回目の操作後における C_a の電圧 V_1 [V] と失われた静電エネルギー U [J] を C と V の中から必要なものを用いて表せ。

問10 さらに、 n 回操作後における C_a の電圧 V_n [V] を V を用いて表せ。

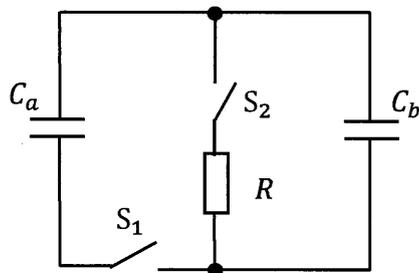


図4

令和4年度(2022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3年11月6日

| 志願学部 | 試験時間 | ページ数 |
|------|----------------------|------|
| 農学部 | 13:00~14:20 (80分) | 9ページ |

注意事項

定規の使用が必要と判断した問題については、
配付された定規を使用して解答してください。

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 食酢中の酸の濃度を測定する実験についての以下のレポートを読み、次のページにある問1から問8に答えなさい。

なお、必要に応じ、原子量として次の値を用いなさい。

H 1.00 C 12.0 N 14.0 O 16.0 Na 23.0 Cl 35.5

(実験レポート)

目的 食酢中の酸を酢酸のみと仮定し、その濃度を求める。

- 準備
- 1 食酢を10倍に薄めた水溶液（以下、試料溶液Aと表記する）を用意した。
 - 2 水酸化ナトリウム約3.5 gを量りとり、1 Lのメスフラスコを用いて水酸化ナトリウム水溶液（以下、水酸化ナトリウム水溶液と表記する）を用意した。
 - 3 酸の標準溶液として、0.0500 mol/Lのシュウ酸水溶液（以下、シュウ酸水溶液と表記する）を調製した。
 - 4 シュウ酸水溶液で水酸化ナトリウム水溶液10.0 mLを中和滴定したところ、シュウ酸水溶液が平均で8.50 mL必要であった。
 - 5 指示薬として変色域が8.3～10.5であるものを用意した。

手順 次の1から3の手順で測定を行う。これを3回繰り返す。

- 1 コニカルビーカーに入れた試料溶液A 10.0 mLに上述の準備5で用意した指示薬を加えた。
- 2 次に、水酸化ナトリウム水溶液を加えて、溶液を呈色させた。
- 3 呈色した溶液をシュウ酸水溶液を用いて滴定した。

結果 手順2で加えた水酸化ナトリウム水溶液は20.0 mLであった。

手順3の測定結果を次に示す。

表 1: 中和までに必要としたシュウ酸水溶液の体積

| | | | | | |
|-----|---------|-----|---------|-----|---------|
| 1回目 | 9.71 mL | 2回目 | 9.69 mL | 3回目 | 9.59 mL |
|-----|---------|-----|---------|-----|---------|

考察

次のような性質のため、水酸化ナトリウムの質量を正確に測定することは難しい。そのため、準備4のような操作によって、水酸化ナトリウム水溶液の濃度を実験直前に決める必要がある。

注意すべき水酸化ナトリウムの性質：

準備4の中和滴定により、この測定で使用した水酸化ナトリウム水溶液の濃度は

mol/Lと求められた。

手順3において、中和滴定に必要としたシュウ酸水溶液の平均の体積は、

mLである。

そこで、試料溶液Aの酢酸の濃度を C_a [mol/L] とすると

したがって、食酢中の酢酸の濃度は mol/L である。

- 問1 手順1において、試料溶液Aを入れるコニカルビーカーは、純水でよく洗ってあればぬれていてもよい理由を解答欄に記しなさい。
- 問2 ホールピペットやビュレットを純水で洗浄した後にすぐ使用するとき、量ろうとする溶液で洗う（共洗いする）のはなぜか、その理由を解答欄に記しなさい。
- 問3 準備5において用意する指示薬の変色域が6.0～8.0では、手順1，2，3において適正な結果が得られない。その理由を解答欄に記しなさい。
- 問4 準備3において、シュウ酸水溶液 250 mL を作るために必要なシュウ酸二水和物 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の質量 [g] を求め、有効数字3桁で解答欄に答えなさい。
- 問5 準備4のようにして、準備した水酸化ナトリウム水溶液の濃度を決定しなければならない。その理由となる水酸化ナトリウムの性質を1つだけ解答欄 に記しなさい。
- 問6 空欄 ， に適する数値を求め、有効数字3桁で解答欄に答えなさい。
- 問7 空欄 に記載される C_a の値を求める過程を解答欄に記しなさい。
- 問8 空欄 に適する数値を有効数字3桁で解答欄に答えなさい。

2 フェノール C_6H_5OH の性質を調べるために実験 1, 2 を, また, サリチル酸メチルの合成のために実験 3 を行った。実験 1, 2, 3 についての下の記述を読み, 次のページにある問 1 から問 9 に答えなさい。

【 フェノールの性質を調べる実験 1, 2 】

実験 1 (1) フェノールの固体 1 g を乾いた試験管に取り, 約 $60^\circ C$ の温水につける。

(2) 次に, この試験管を冷水につける。

(3) 次に, この試験管に水 1 mL を加えて温水につけ, よくふり混ぜたのち, 冷却する。

(4) 次に, この試験管に 2 mol/L NaOH 水溶液 1 mL を加える。

(5) 次に, 3 mol/L H_2SO_4 水溶液 1 mL を少しずつ滴下する。

実験 2 (1) 試験管にフェノール 0.5 g を入れ, さらに水 1 mL を加え, よくふり混ぜる。その後, 2 mol/L NaOH 水溶液を 1 滴ずつ加えてできるだけ少量でフェノールを溶かす。

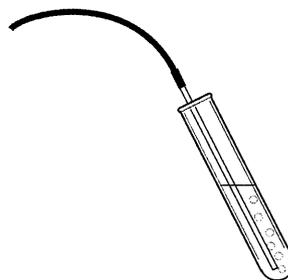


図 1: 実験 2 (2)

(2) この溶液に, 図 1 のようにして, 試験管をよく振りながら二酸化炭素を十分に通す。

【 サリチル酸メチルを合成する実験 3 】

実験 3 (1) 乾いた試験管に, サリチル酸 0.5 g を入れ, さらにメタノール 5 mL を加えてよく振り混ぜる。

(2) 沸騰石を数粒加え, 濃硫酸 0.5 mL を少しずつ滴下する。

(3) 図 2 のように, ゴム栓付きの冷却管を試験管に取り付け, 穏やかに 5 分間以上加熱する。

(4) 試験管を冷やしてから, ビーカーに入れた十分な量の 5% 炭酸水素ナトリウム水溶液に試験管の内容物を少量ずつ注ぐ。



図 2: 実験 3 (3)

- 問 1 実験 1 (1) において観察されることを解答欄に記しなさい。
- 問 2 実験 1 (2) において観察されることを解答欄に記しなさい。
- 問 3 実験 1 (4) において生じた化学変化を表す化学反応式を解答欄に記しなさい。
- 問 4 実験 1 (5) において生じた化学変化を表すイオン反応式を解答欄に記しなさい。
- 問 5 実験 2 (2) で生じた化学変化を表す化学反応式を解答欄に記しなさい。
- 問 6 実験 3 (1) では乾燥した試験管を用いなければならない。その理由を1つだけ解答欄に記しなさい。
- 問 7 実験 3 (2) では濃硫酸を少しずつ滴下している。一度に加えない理由を1つだけ解答欄に記しなさい。
- 問 8 実験 3 (3) において、図 2 に示したように冷却管を用いる。その理由を1つだけ解答欄に記しなさい。
- 問 9 実験 3 (4) において炭酸水素ナトリウム水溶液に試験管の内容物を加えると合成されたサリチル酸メチルが分離する。このとき、ビーカーの中に水ではなく炭酸水素ナトリウム水溶液を入れておいた理由を1つだけ解答欄に記しなさい。

3 ファラデー定数を実験で求めるため、
図3の装置を用いて、硫酸銅水溶液を電
気分解し、電気分解の各経過時間〔分〕
において、電極に析出した銅の質量〔g〕
を測定した。

それぞれの実験についての記述を読み、
次のページにある問1から問5に答えな
さい。

なお、硫酸銅水溶液の濃度を 0.5 mol/L
とし、電源には定電流電源を使用した。
電流値を安定させるために可変抵抗を使
用し、表面を洗浄した銅板を両電極とした。

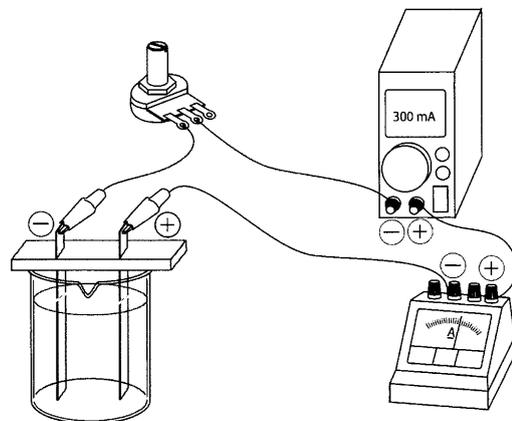


図3: 硫酸銅水溶液の電気分解装置

予備操作 図3のように回路を組み、電源と可変抵抗を調整して 300 mA の電流が常に
流れるようにする。1分間、電流を流して安定したところで、電源を切る。

質量測定の手順 陰極の銅板を取り出し、表面の硫酸銅水溶液を純水で洗い流してからエ
タノールに浸して水を除去して乾燥させ、質量を測定する。

操作1 上記の質量測定の手順で陰極板の質量を測定する。この値を0分の陰極板の質
量とする。

操作2 質量を測定した銅板を陰極として取り付け、4分間、 300 mA の電流を流す。

操作3 上記の質量測定の手順で陰極板の質量を測定する。この値を4分間の電気分解
後の陰極板の質量とする。

操作4 再び、質量を測定した銅板を陰極として取り付け、8分間、 300 mA の電流を
流す。

操作5 上記の質量測定の手順で陰極板の質量を測定する。この値を12分間の電気分解
後の陰極板の質量とする。

操作6 再び、質量を測定した銅板を陰極として取り付け、8分間、 300 mA の電流を
流す。

操作7 上記の質量測定の手順で陰極板の質量を測定する。この値を20分間の電気分解後の陰極板の質量とする。

結果

測定を行なった結果を表2に示す。

表2: 300 mAの電流で行なった電気分解における陰極板の質量 [g]

| 電気分解の経過時間 [分] | 陰極板の質量 [g] |
|---------------|------------|
| 0 | 36.267 |
| 4 | 36.291 |
| 12 | 36.338 |
| 20 | 36.384 |

- 問1 銅板を電極として、硫酸銅水溶液を電気分解すると、陰極に銅が析出し、陽極の銅板は溶解する。このとき、陰極の質量増加分と陽極の質量減少分を比べたときに、必ずしも、この2つの値は等しくない。その要因として考えられることを1つだけ解答欄に記しなさい。
- 問2 表2に示された電気分解の経過時間 [分] と析出した質量 [g] の関係を示すグラフを、解答用紙にあるグラフ用紙に描きなさい。
- 問3 描いたグラフより、電気分解の経過時間 [分] の値 T を用いて、析出した銅の質量 [g] の値 m を表す式を解答欄に記しなさい。なお、数値は有効数字2桁で記しなさい。
- 問4 問3で求めた式を用いて、ファラデー定数 F [C/mol] を求め、有効数字2桁で解答欄(a)に答えなさい。また、導出の過程を解答欄(b)に記しなさい。なお、銅の原子量の値は63.6としなさい。
- 問5 この実験を行う際に気をつけなければならないことがいくつかあるが、その中から1つだけ解答欄に記しなさい。

令和4年度（2022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3年11月6日

| 志願学部 | 試験時間 | ページ数 |
|------|----------------------|-------|
| 農学部 | 13:00~14:20 (80分) | 15ページ |

B5

——このページは白紙——

——このページは白紙——

1 以下の文章を読んで問 1～問 7 に答えよ。

①植物の形質転換に用いられるアグロバクテリウムは、もともと根頭がんしゅ病という植物病害の病原体であり、植物に感染すると、②クラウンゴールとよばれる、植物の細胞が異常に細胞分裂した腫瘍しゅようのような組織を形成させる。これはアグロバクテリウムが、自身のもつプラスミド DNA の T-DNA 領域に含まれる [ア] 生合成遺伝子と [イ] 生合成遺伝子を植物のゲノムに挿入し、発現させることで [ア] と [イ] の異常産生を誘導するためであり、過剰に生産された [ア] と [イ] は植物の異常な細胞分裂を誘導し、クラウンゴールの形成に至る。

植物病原体が植物ホルモンを用いて植物に異常な生育を誘導する例は他にも存在する。[ウ] は、細胞の肥大成長を抑え、茎の伸長成長を促進する植物ホルモンとして知られるが、もともとは黒沢英一や薮田貞治郎やぶたの研究によってイネばか苗病菌なえびょうきんの毒素として発見されたものである。カビのなかまであるイネばか苗病菌がイネの苗に感染すると、ばか苗病菌が産生する [ウ] によってイネの苗が異常に伸長してしまう。ばか苗病菌が感染したイネは種子が形成されなくなることや枯死することがあるため、収量減少の原因となる。

一方で植物ホルモンは植物の病虫害抵抗性にも重要な役割をもつことが知られている。[エ] は、害虫の食害によって合成が誘導され、タンパク質分解酵素阻害物質を蓄積させることで、昆虫の消化酵素の働きを阻害し、さらなる害虫による食害を防ぐことができる。さらに、[エ] は③エチレンとともに病原菌に対する抵抗性応答にも重要な役割をもち、抗菌性ペプチドの蓄積を誘導するなどの作用もある。また、④植物のウイルスなどに対する抵抗性反応では、感染部位の周辺細胞が自発的に細胞死を起こす応答が知られている。このようなウイルス抵抗性には別の植物ホルモンであるサリチル酸が関与することが知られている。病原体の感染戦略は多様なので、植物は病原体の種類によって異なる植物ホルモンを利用して、有効な抵抗性反応を効果的に誘導していると考えられている。この他、⑤気孔は病原体が侵

入する入口の1つであるため、病原体の攻撃を感知したあと、速やかに閉じるのも植物が病原体から身を守る戦略の1つである。この気孔の開閉の制御にも植物ホルモンである「オ」が関与しており、病原体感染が認識されると「オ」が孔辺細胞に作用し、浸透圧制御を介して速やかに気孔を閉じさせる。

問1 下線部①について、アグロバクテリウムを用いて抗生物質耐性遺伝子をシロイヌナズナに形質転換し^(注1)、抗生物質耐性を指標に形質転換体の選抜を行った。以下の(1)と(2)に答えよ。

- (1) 多くの形質転換体の系統^(注2)では抗生物質耐性が獲得されるという形質のみ導入されたが、抗生物質耐性を獲得した形質転換系統の中に、1系統だけアルビノ^(注3)が現れた。この結果がアグロバクテリウムを用いた形質転換に起因すると仮定して、その原因を説明せよ。
- (2) アグロバクテリウムを感染させた植物から得た種子の中から形質転換体を1個体選び、その自家受粉により得た種子について抗生物質耐性を調べた。その結果、210個体が抗生物質耐性を示し、14個体が耐性を示さなかった。選んだ個体の系統では抗生物質耐性遺伝子がどのように挿入されていたと考えられるか説明せよ。

(注1) シロイヌナズナの形質転換では、アグロバクテリウムを花に感染させることで、組織培養を経ずに形質転換体の種子(独立した系統^(注2)とみなせる)を得ることができる。従って形質転換体の選抜は、アグロバクテリウムを感染させた植物から取った種子を抗生物質入りの培地上に無菌的にまくことで行える。

(注2) ここでは、1つの形質転換細胞に由来する形質転換体の子孫を系統とよび、系統ごとにT-DNAが挿入された位置や数が異なるとみなせる。

(注3) アルビノ：色素合成の異常により一部または全体が白色化した変異体。植物の場合、葉緑体の色素であるクロロフィル合成に関わる遺伝子や葉緑体形成に関わる遺伝子の機能異常によって現れることがある。

問 2 組織培養によって形成されたカルスは未分化な細胞が増殖し続ける点では下線部②のクラウンゴールと類似している。表 1 は、組織培養用の基本培地^(注 4)に植物ホルモンを添加した 4 種類の培地上で組織片（タバコの茎の髄由来の外植片）を組織培養した結果を示したものである。以下の (1) ~ (3) に答えよ。

表 1

| | 培地 A | 培地 B | 培地 C | 培地 D |
|--------------|----------|-----------|-----------|--------|
| 植物ホルモン ア | 3 mg/L | 3 mg/L | 0.03 mg/L | 0 mg/L |
| 植物ホルモン イ | 0.2 mg/L | 0.02 mg/L | 1 mg/L | 0 mg/L |
| 組織片の培養後の観察結果 | カルス形成 | X | 茎と葉の形成 | Y |

- (1) 培地 B で培養した組織片の観察結果 X を記せ。
- (2) 培地 D で培養した組織片の観察結果 Y を記せ。
- (3) アグロバクテリウムを除菌したクラウンゴールを培地 D で無菌培養した場合、どのような観察結果になると予想されるか記せ。

(注 4) ショ糖，無機塩類，アミノ酸類，ビタミンなどの植物細胞の栄養として必要な物質をすべて含む寒天培地。

問 3 以下の実験は ア の植物ホルモンの生理作用を示すためにオートムギの芽生えを用いて行われたものである (図 1)。この実験に関して (1) ~ (4) に答えよ。

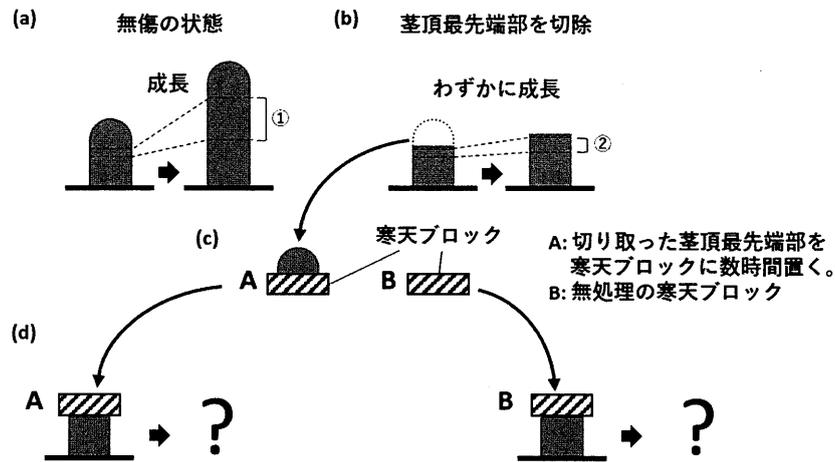


図 1 [図の説明 (a) ~ (d) を以下に記載する]

- (a) オートムギの芽生えを無傷の状態に培養すると、茎頂直下部で細胞伸長により縦方向に急速に成長する。
- (b) オートムギの芽生えの茎頂最先端部を切除して培養すると、芽生えはわずかに成長するのみとなる。
- (c) 切り取った茎頂先端部を上に乗せて数時間置いた寒天ブロック A と無処理の寒天ブロック B を用意した。
- (d) 寒天ブロック A, B を茎頂先端部を切除したオートムギ芽生えの上にそれぞれ乗せて培養した。

- (1) (d) の培養後、予想される実験結果を図示せよ。(語句による補足も可)
- (2) (1) で図示した結果になるしくみを説明せよ。
- (3) (a) の①と (b) の②の部分は、培養前には同じ位置、同じ大きさだった。培養後に①と②を比較したところ、太さは同じであったが、①の長さは②の約 3 倍であった。培養後の①と②の部分に含まれる総 DNA 量の比較結果を説明せよ。
- (4) 寒天ブロック B を使った実験が必要な理由を説明せよ。

問 4 ～に入る植物ホルモンの名称を記せ。

問 5 下線部③のエチレンも植物の成長を制御する重要な植物ホルモンである。エチレンの作用として正しい記述をア～カの中からすべて選んで記号で示せ。

- ア. 密閉した容器の中に熟したバナナと未熟なバナナを置いておくと、熟したバナナから生成されたエチレンの作用によって未熟なバナナの成熟が促進される。
- イ. ブドウの若い房にエチレン処理をすると種なしブドウができる。
- ウ. エチレンの作用を阻害したカーネーションでは老化が抑えられ、花が長持ちする。
- エ. コムギの種子にエチレン処理をすると発芽が促進される。
- オ. アサガオの芽生えにエチレン処理をすると花芽形成が誘導される。
- カ. 風に吹かれるなどの機械的刺激はトマト苗の茎のエチレン産生を抑制し、これにより肥大成長が促進されるため茎が太くなる。

問 6 下線部④について、細胞死がウイルス抵抗性に有効な理由を説明せよ。

問 7 下線部⑤の気孔は植物にとって外界との物質交換をする重要な器官である。初夏の晴れた日中、水分が十分な条件では、アサガオの気孔においてどのような物質交換が行われると考えられるか説明せよ。

2 [1], [2]は植物の生殖に関する文章である。以下の問1～問8に答えよ。

[1] ①花が咲き、②種子をつける植物を種子植物という。種子は種子植物(裸子植物・被子植物)にのみ形成される。種子は③胚と胚乳を種皮で包んだものである。

④裸子植物の一部では、鞭毛をもつ精子が形成されるが、被子植物では鞭毛をもたない精細胞がつくられる。被子植物では、受粉がおこるとめしべの柱頭に付着した花粉が発芽し、花粉管が胚珠の内部の胚のうに向かって伸びていく。花粉管の内部には2個の精細胞があり、1つは卵細胞と受精し胚になる。もう1つは中央細胞と融合し胚乳になる。この現象を⑤重複受精という。

問1 下線部①に関連して、多くの被子植物では花弁が発達している。繁殖における花弁の役割を1つ答えよ。

問2 下線部②に関連して、種子には温度や水分が適切であっても光が照射されないと発芽しないものがある。この性質は発芽後の植物の生活においてどのような利点があると考えられるか記せ。

問3 下線部③にある胚と胚乳を種皮で包むことの利点を1つ記せ。

問4 下線部④にある精子が作られる裸子植物の例を2つ記せ。また、裸子植物の胚乳の核相を記せ。

問5 下線部⑤の被子植物が重複受精を行うことの利点として裸子植物との違いから考えられることを記せ。

[2] 花粉の発芽について、異なる2種の植物(植物A, 植物B)を用いて、[実験I]を行った。

[実験I] 以下の(a)～(d)に示した異なる条件で、植物Aの花粉の発芽を観察し、発芽率を50時間ごとに記録し図1に示した。

(a) ショ糖を含む寒天培地上に花粉をまくと、300時間後までにほぼすべての花粉が発芽し、花粉管が伸長した。(折れ線a)

(b) ショ糖および植物Aとは同種であるが異なる個体のめしべの柱頭

- の粘液を含む寒天培地上では、150 時間後までにほぼすべての花粉が発芽し、花粉管が伸長した。(折れ線 b)
- (c) ショ糖および植物 B のめしべの柱頭の粘液を含む寒天培地上では、250 時間後までに多くの花粉が発芽し花粉管が伸長した。(折れ線 c)
- (d) ショ糖および花粉を得た植物 A と同一のめしべの柱頭の粘液を含む寒天培地上では、300 時間後でもほとんどの花粉が発芽しなかった。(折れ線 d)

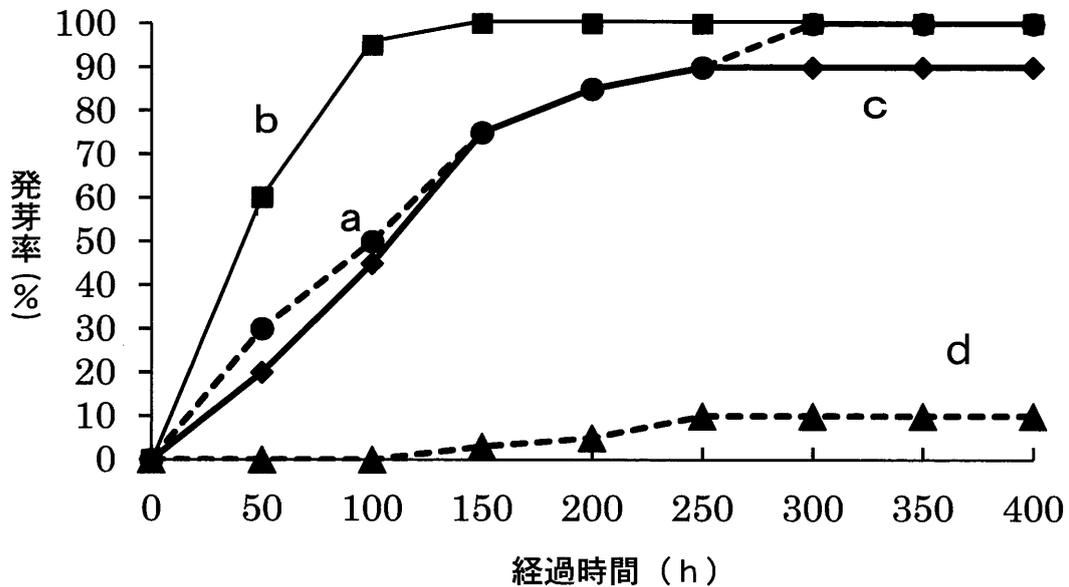


図 1

- 問 6 実験 I において、寒天培地にショ糖を加えているがそれはなぜか。理由を 2 つ記せ。
- 問 7 実験 I の結果から考えられる植物 A がもつしくみを何というか。その名称を記せ。
- 問 8 花粉管誘引物質の解明に関する文章を読み、以下の (1) ~ (2) に答えよ。

2001 年、東山哲也らは、胚のうの一部が裸出しているトレニアという植物を用いて、胚珠内の細胞をレーザーで破壊し、花粉管がどの細胞に誘引されるのかを調べた。その結果を表 1 に示した。

表 1

| 胚のう の状態 | 各細胞の存在 | | | | 誘引頻度 |
|------------|--------|------|-----|---|------|
| | 卵細胞 | 中央細胞 | 助細胞 | | |
| 破壊なし | + | + | + | + | 98% |
| 1細胞 破壊 | - | + | + | + | 94% |
| | + | - | + | + | 100% |
| | + | + | - | + | 71% |
| 2細胞 破壊 | - | - | + | + | 93% |
| | - | + | - | + | 67% |
| | + | - | - | + | 71% |
| | + | + | - | - | 0% |

(+は存在する, -は存在しないことを示す。)

- (1) 2細胞を破壊する実験からどのようなことがわかるか。表1から得られる結果をもとに, 理由を示しながら説明せよ。
- (2) これにかかわる誘引物質は, 発見者の東山哲也らにより「ルアー」と名づけられた。その後, 「ルアー」は種によって異なることが明らかにされた。そこで, ある種の植物の柱頭に, それと同種の植物の花粉を含む複数種の花粉がついた場合, どのようなになるか記せ。

3 次の [1], [2] の文章を読み, 問 1~問 8 に答えよ。

[1] 動物の体内でつくられ, 体外に分泌し, 同種^の他個体に作用する物質をフェロモンという。カイコガ(成虫)は, 雄が激しく羽ばたきながら雌に近づいて交尾をする。この一連の行動は婚礼ダンスとよばれ, 性フェロモンによって起こるとされている。そのことを確かめるために, 実験 1 ~ 実験 4 をそれぞれ別のカイコガを用いて行った。以下の問 1 ~ 問 5 に答えよ。

実験 1 実験台の上に雌のカイコガを置き, 約 10 cm 離れたところに雄を放して, 行動を観察した。その結果, はじめに雌が尾部の先端から側胞腺を突出させ, しばらくして雄が羽を激しくばたつかせながら雌に接近した。また, 両眼を黒エナメルで塗りつぶした雄を用いて同様の観察を行った場合でも, 雄, 雌ともに同じ行動が観察された。

実験 2 ① ~ ④の操作を行った。

- ① カイコガの雄と雌を 1 個体ずつ別々のビーカーに入れて, アルミニウム箔^{はく}で密閉したものを近づけておき, 雄の反応を観察した。
- ② ビーカーに入れた雄に新しいろ紙の小片を近づけて, 雄の反応を観察した。
- ③ ビーカーに入れた雄に雌の尾部以外の部分にこすりつけたろ紙の小片を近づけて, 雄の反応を観察した。
- ④ ビーカーに入れた雄に雌の尾部にこすりつけたろ紙の小片を近づけて, 雄の反応を観察した。

結果 ①, ②, ③では雄は特別な反応を示さないが, ④では激しく羽をばたつかせて婚礼ダンスを始めた。

実験 3 触角を両方とも基部から切断した雄を雌から 10 cm 離れた場所に置いたところ, 雄は雌に反応を示さなかった。一方, 触覚の片方だけを基部から切断した雄を雌から 10 cm 離れた場所に置いたところ, 雄は羽を激しくばたつかせたが雌にたどり着けなかつた。

った。

実験 4 羽を切り落とした雄を、実験 1 と同じように放して行動を観察したところ、雄は雌にたどりつくことはできなかった。羽を切り落とした雄に向かって雌の方からうちわで風を送ったところ、雄は雌にたどり着くことができた。

問 1 実験 1 は、無風に近い状態で行い、かつ雌の露出時間をなるべく短くする必要がある。その理由を記せ。

問 2 実験 1 と実験 2 の結果から考えられる記述として適切なものをすべて選び、記号で答えよ。

ア 雄は雌の全身から分泌される物質に反応している。

イ 雄は雌の特定の部位から分泌される物質に反応している。

ウ 雄は雌の羽ばたきに反応している。

エ 雄は雌の分泌物に慣れてしまうためすぐに反応しなくなる。

オ 雌は雄の羽ばたきに反応して分泌物を放出する。

カ 雄が雌に反応するには、雌の分泌物が空気中を拡散することが必要である。

問 3 密閉したビーカーに入れた雌と、雌の尾部にこすりつけられたろ紙を実験台において雄を放すと、雄はどちらに近づくと考えられるか。理由とともに記せ。

問 4 実験 1 ～ 実験 3 の結果から考えられる記述として適切なものをすべて選び、記号で答えよ。

ア 雄の触角は雌を検知するために必要であり、雌にたどり着くためにも必要である。

イ 雄の触角は雌を検知するために必要であるが、雌にたどりつくためには必要でない。

ウ 雄の触角は雌を検知するために必要でない。

エ 雄の触角には視細胞が存在する。

オ 雄の触角には嗅細胞が存在する。

カ 雄の触角には聴細胞が存在する。

問5 実験4の結果から考えられる記述として最も適切なものを1つ選び、記号で答えよ。

- ア 雄の羽には、雌が放出する刺激に対する受容器が存在する。
- イ 雄の羽ばたきは、風の流れを作って雌のいる方向を検知するために必要である。
- ウ 雄の羽ばたきは、雌が放出する分泌物以外の物質を拡散させるために必要である。
- エ 雄の羽ばたきは、雌にたどり着くための歩行に必要である。
- オ 雄の羽は雌を探して飛ぶために必要である。

[2] 次の問6～問8に答えよ。

行動には、遺伝的プログラムによって決まっている定型的な「ア」行動と、経験を積んで初めてできる「イ」行動がある。動物が特定の方向を定める「ウ」や、個体間で情報をやりとりするコミュニケーションなどは、学習や経験がなくとも生じ、遺伝的な影響を強く受け、社会性昆虫で発達している。例えばアリでは、餌場^{えさ}を探しあてた働きアリは自分のコロニーに戻るときに「エ」フェロモンとよばれる化学物質を地表に残し、なかまのアリを餌場へと誘導する。また、外敵に遭遇したときに分泌される「オ」フェロモンはなかまに危険を知らせる。

ミツバチでは、ダンスを踊ることで個体間コミュニケーションをとる。ミツバチの働きバチは蜜のある花(餌場)を見つけると巣箱に飛んで帰り、巣板の垂直面でダンスをすることで、餌場のある方向や距離を知らせている。これを見た他の働きバチは、踊りから餌場の位置を把握する。餌場までの距離が巣箱から100 mより短いときは円形ダンス、遠くにあるときは8の字ダンスを繰り返す。図1に示した8の字ダンスには、餌場までの距離と方向に関する情報が含まれている。距離の情報は8の字ダンスの回数によって伝えられる。方向の情報は8の字ダンスの向きによって伝えられ、巣箱からみた太陽の方向と餌場の方向とがなす角度が、鉛直方向(重力とは反対方向)とダンスの直進部分の方向とのなす角度に相当する。こ

のような行動はミツバチに太陽から一定方向を知る能力があるからで、このしくみを という。

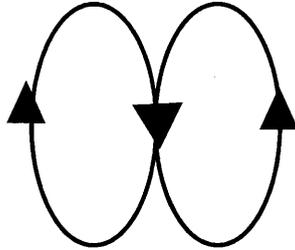


図1 ミツバチの8の字ダンス

※ 矢印の向きは8の字ダンス中の働きバチの進行方向を示す。

問6 ~ にあてはまる適切な語句を記せ。

問7 働きバチがなかまに伝える餌場から巣箱までの距離は、巣箱から餌場に向かうときに体内で消費したグルコースの消費量によって決められている。もし、餌場に向かうとき向かい風であったと仮定すると、その後、巣箱に帰った働きバチはなかまにどのような情報を伝えると考えられるか。次のア～オの中から適切なものを1つ選び記号で答えよ。

ア 餌場までの方向は正しいが、実際より短い距離を伝える。

イ 餌場までの方向は正しいが、実際より長い距離を伝える。

ウ 餌場までの方向は誤っているが、正しい距離を伝える。

エ 餌場までの方向は誤っており、実際より短い距離を伝える。

オ 餌場までの方向は誤っており、実際より長い距離を伝える。

問8 同じミツバチが2時間後には最初の方向と 30° ずれてダンスをした。その理由を記せ。

令和4年度（2022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3年11月6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) | 12ページ |

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」を開いてはいけません。
2. この「問題冊子」は12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つ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。
3. 「問題冊子」の他に、「解答用紙」、「メモ用紙」を配付します。
4. 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。
5. 解答は、日本語で記入してください。
6. 「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。
7. 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。
8. 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に答えなさい。

Good writing, whether in an article, a story, or a business statement, must be clear, accurate and vivid. Whether you are clear or not, depends to a considerable degree upon the clearness of your structure, but your accuracy and vividness depend upon the words you use.

Your words must fit the exact shade of your meaning. Ill-chosen words, words that are vague or misleading, give away the fact that you have been too lazy to think clearly what you are trying to say or else that you don't quite know what words mean. The only satisfactory way to enlarge a poverty-stricken vocabulary is to read widely. ⁽¹⁾You really come to know words and their shades of meaning only by meeting and getting acquainted with them in their proper context, for the sense for words is an instinctive feeling rather than any self-conscious and laborious attainment.

There is rarely more than one right word to express an idea exactly. See that you get that one right word.

According to Gustave Flaubert, one of the great masters of realism, success in expression depends upon getting the one right word and conveying by it that individual quality of a thing which distinguishes it from all others. He said to his friend and disciple Guy de Maupassant: "Whatever the thing you wish to say, there is but one word to express it, but one verb to give it movement, but one adjective to qualify it; you must seek until you find this noun, this verb, this adjective....When you pass a grocer sitting in his doorway, a porter smoking a pipe, or a cab stand, show me that grocer and that porter... in such a way that I could never mistake them for any other grocer or porter, and by a single word give me to understand wherein one cab horse differs from fifty others before or behind it." Perhaps Flaubert exaggerated a little for emphasis, but ⁽²⁾ the principle is sound. This word game is a fascinating game-and worth the trying.

Nouns, and verbs are the bones and muscles of speech. Nouns build up the bony structure of the sentence, verbs produce motion. The more concrete nouns and active verbs you use, the more forceful your writing. The novice naturally imagines that piling up adjectives adds definiteness and that sticking in adverbs adds intensity, but it is usually just the other way

round. Adjectives and adverbs are often necessary to complete your meaning and make it exact, but they lessen the force of the sentence unless you dole them out stingily as a miser doles out gold. When you divide your reader's attention between a noun and its qualifying adjectives, or between a verb and its adverbs, you decrease the force of the impression which that noun and that verb would normally make. The fewer the words used, the more concentrated the attention; and the greater the concentration, the greater the power. For this reason two or three adjectives pyramided upon each other's shoulders decrease the force of the impression instead of adding to it. At first sight this may not seem reasonable, but it is true.

"(3) The adjective," said Voltaire, "is the enemy of the noun."

Reduce your adjectives and adverbs to a minimum by choosing your nouns and verbs so carefully that they don't need outside assistance in order to convey your meaning. In emotional prose a large number of adjectives may be needed to supply color, but it is well to remember that even here adjectives thrown into the predicate—that is, attached to the subject by a verb—make a sharper impression than those that immediately qualify a noun.

(Excerpts from THE GOLDEN BOOK ON WRITING by David Lambuth, et al., copyright ©1963 by S. Heagan Bayles; Copyright © 1964, renewed 1992 by The Viking Press, Inc. on Introduction. Used by permission of Viking Books, an imprint of Penguin Publishing Group, a division of Penguin Random House LLC. All rights reserved.より一部改変)

問1 下線部(1)を日本語に訳しなさい。

問2 下線部(2)の the principle とは何か、簡潔に述べなさい。

問3 下線部(3)はどのようなことを意味しているか、本文に即して具体的に説明しなさい。

問4 著者は noun と verb についてそれぞれどういうものだと言っているか、本文に即して具体的に説明しなさい。

2 次の英文を読んで以下の問いに答えなさい。

At present, there are approximately 7 billion people living in the world and this number is undoubtedly expected to rise to approximately 8 billion around 2020. With the expected rise in worldwide population, there is increasing environmental damage as a consequence of rapid growth in industrialization and urbanization. Moreover, it is a significant challenge to feed the large population at present which inevitably will increase with time. Regardless, (1) the enormous use of chemical fertilizers in agriculture makes the country self-dependent in providing large amount of food supply but simultaneously damages the environment to a great extent and causes harmful impacts on living beings. The *indiscriminate uses of chemical fertilizer shows great threat to nature by polluting air, water, and soil. Since these hazardous chemicals cannot be taken up by the plants, they start accumulating in ground water and some of these chemicals are also responsible for causing *eutrophication of water bodies. These chemicals adversely affect soil in terms of depletion of water holding capacity, soil fertility, increased salinity, and disparity in soil nutrients.

A (2) biofertilizer is a substance which contains living microorganisms which when applied to seeds, plants, or soil, colonizes the *rhizosphere or the interior of the plants and promotes plant growth by increasing the supply of nutrients to the host plant. Biofertilizers are widely used to accelerate those microbial processes which augment the availability of nutrients that can be easily assimilated by the plants. They improve soil fertility by fixing the atmospheric nitrogen and solubilizing insoluble *phosphates and produce plant growth-promoting substances in the soil. These biofertilizers have been promoted to harvest the naturally available biological system of nutrient mobilization which enormously increases soil fertility and ultimately, crop yield.

(3) Indiscriminate use of chemical fertilizers to meet the growing demand of food supply has undoubtedly led to contamination and severely damaged microbial habitats and friendly insects. Nonetheless, the outcome of using excess chemical inputs has made the crops more prone to diseases and reduced soil fertility. It is estimated that by 2020, to achieve the target production of 321 million tons of food grain to feed 8 billion populations around the

world, the requirement of nutrients will be 28.8 million tons while the availability will be only 21.6 million tons, creating a shortage of about 7.2 million tones of required nutrients. To feed the growing population with the deficit amount of available nutrients, the world certainly needs to flourish agricultural productivity and that too indeed in a sustainable and ecofriendly way. Considering the hazardous effects of chemical fertilizers, biofertilizers are supposed to be a safe alternative to chemical inputs and minimizes ecological disturbance to a great extent. Biofertilizers are cost-effective, ecofriendly in nature, and their prolonged use enhances soil fertility substantially. It was reported that the use of biofertilizers elevate crop yield around 10-40 % by increasing contents of proteins, essential amino acids, vitamins, and nitrogen fixation. The benefits of using biofertilizers includes cheap source of nutrients, excellent suppliers of micro chemicals and micronutrients, suppliers of organic matter, secretion of growth hormones, and counteracting negative impact of chemical fertilizers. Different microbes are vital components of soil and they play a crucial role in various biotic activities of the soil ecosystem which make the soil dynamic for nutrient mobilization and sustainable for crop production.

(4) Plant growth-promoting bacteria includes those bacteria that are free-living, and form specific symbiotic relationship with plants, bacterial endophytes that can colonize at some portions of plant tissue, and *Cyanobacteria. Although all the bacteria are distinct from each other in various ways, they all exhibit the same mechanisms while promoting bacterial growth. They may promote growth directly by either facilitating resource acquisition or modifying plant hormone levels and indirectly by reducing the inhibitory effects of various pathogenic agents on plant growth and development.

(Adapted from "Biofertilizers: a potential approach for sustainable agriculture development" by Trishna Mahanty et al; Springer Nature. Copyright © 2016, Springer Nature.より一部改変)

*indiscriminate : 無差別 *eutrophication : 富栄養化 *phosphates: リン酸塩
*rhizosphere : 根圏 (植物の根の分泌物と土壤微生物とによって影響されている土壤空間である)
*Cyanobacteria: ラン藻類

- 問 1 下線部 (1) によって生じるメリットとデメリットは何か，本文に即して説明しなさい。
- 問 2 下線部 (2) の biofertilizer (生物肥料) とは何か，本文に即して説明しなさい。
- 問 3 下線部 (3) を日本語に訳しなさい。
- 問 4 下線部 (4) に関して直接作用および間接作用のメカニズムについて説明しなさい。

——このページは白紙——

3 次の Alzheimer's disease (アルツハイマー病) と obese (肥満) の関係についての英文を読み、以下の問いに答えなさい。

[I] Our latest research has now shown that being overweight or obese negatively affects brain health, especially in the regions most vulnerable to the effects of Alzheimer's disease. This could potentially *exacerbate symptoms of Alzheimer's disease should it develop.

Our study looked at 57 people who were healthy and had no sign of Alzheimer's, 68 patients who had mild *cognitive impairment but could still function normally in everyday life, and 47 patients with a clinical diagnosis of Alzheimer's *dementia. We took measurements of each participant's *body mass index and *waist circumference to determine whether they were a normal weight, overweight or underweight. We then invited all participants to have an *MRI scan to measure the structure of their brain (such as its volume and the number of connecting fibres), as well as its function, as measured by blood-flow levels.

[II] Our findings showed that in overweight or obese people who had no or mild cognitive impairment, the more excess weight they carried, the greater their levels of brain cell loss and the lower their brain blood flow. We also found some damage to fibres that connect brain cells. All of these changes affect mental functions, including how well we remember things and our ability to do everyday tasks.

We also found that these changes occurred in the *frontal, temporal and parietal brain regions. Not only do these regions play an important role in memory, planning and interpretation of the visual world, they're also areas where Alzheimer's causes the greatest amount of cell loss and decreased blood flow.

Interestingly, in patients with a clinical diagnosis of Alzheimer's disease, the healthier their weight, the less they showed brain cell loss. This suggests that maintaining a healthy weight after being diagnosed with dementia may help patients preserve more brain cells for longer, slightly slowing progression of the disease.

[III] Our findings show how complex the relationship between maintaining a healthy weight and brain health is. While our study doesn't show obesity or excess weight to be a direct cause of Alzheimer's disease, the findings do suggest that being overweight or obese throughout a person's lifetime lowers the brain's *resilience to the damaging effects of the disease. This results in more severe symptoms and faster decline in those who develop Alzheimer's.

Our study also highlights the importance of looking after our weight from an early age to avoid the negative effects of excess weight on the brain. This is especially important after middle age, where the risk of developing Alzheimer's disease increases considerably – and because damage to the brain is usually not reversible and accumulates over time.

Although the cause of Alzheimer's disease is not known, we know that a number of factors can increase our risk of developing it – excess weight being one of them. Obesity puts a severe strain on the *cardiovascular system and damages the brain *vessels' walls.

This in turn results in high levels of *inflammation, *toxicity to brain cells, and lower metabolism and blood flow in the brain. Our study adds to the large body of evidence that indicates the damaging effects of obesity on the *vascular system worsen some of the mechanisms that cause Alzheimer's disease.

There's still no cure for Alzheimer's disease, which is why it's important to take as many precautions as possible from an early age to prevent the likelihood of developing it.

(Adapted from "Alzheimer's disease: obesity may worsen its effects - new research" by Matteo De Marco, The Conversation, February 1, 2021. Copyright©2021, The Conversationより一部改変)

*exacerbate: 悪化させる

*cognitive impairment: 認知機能障害

*dementia: 認知症

*body mass index: ボディマス指標 (BMI: 体重と身長から算出される肥満度を表す体格指数)

*waist circumference: 腹囲

- *MRI scan: 核磁気共鳴を利用した画像化法
- *frontal, temporal and parietal brain regions: 前頭, 側頭, 頭頂部の脳領域
- *resilience: 回復力
- *cardiovascular system: 心臓血管系
- *vessel: 血管
- *inflammation: 炎症
- *toxicity: 毒性
- *vascular system: 脈管系

問1 この英文で紹介されている研究ではどのような調査が行なわれたか, [I]の部分の内容に即して日本語200字程度 (句読点を含む) で説明しなさい。

問2 問1の調査の結果により, どのようなことがわかったか, [II]の部分の内容に即して, 日本語で4点説明しなさい。

問3 以下の (a) ~ (e) のうち, [III]の内容と合っていると判断できるものを一つ選び記号で答えなさい。

- (a) 本研究の結果は, 標準的な体重の維持は脳の健康に関与しないことを示した。
- (b) 本研究では, 肥満がアルツハイマー病の直接的な原因の一つであることを示した。
- (c) 本研究の結果は, 脳に対する肥満の負の影響を避けるために, 早い時期から体重を管理する重要性を強調している。
- (d) 肥満は, 心臓血管系に深刻な負担をかけるが, 炎症の増強や脳細胞に対する毒性の誘導には関わらないとされている。
- (e) 本研究により, アルツハイマー病の治療法が発見された。



東北大学

令和4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3年11月20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4年度東北大学農学部 AO入試（総合型選抜）Ⅱ期 小作文問題

近年の地球温暖化の影響は、農林水産業にも大きな影響を及ぼしています。
問題となる影響の具体的な事例を1つ挙げて説明し、その対策について、あなたの考えを述べてください。

（800字程度）



東北大学

令和4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4年2月12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

カーボンニュートラルを目指す動きは、世界的に進んでいます。農学が貢献できるカーボンニュートラルについて、あなたの考えを記述してください。

※カーボンニュートラル：温室効果ガスの排出を実質ゼロにすること。



東北大学

令和4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4年2月12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

食料問題は、農学の中心的課題です。増加する人口をまかなう食料問題において、遺伝子操作技術に何が期待されるか、またその技術の活用における課題は何か、あなたの考えを述べてください。