

令和 3 年度 AO入試問題集

公表期限：2024 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 3 年度 A O 入試問題集

1	文学部 A O 入試Ⅱ期	.....	1
2	教育学部 A O 入試Ⅱ期	.....	27
3	教育学部 A O 入試Ⅲ期	.....	41
3	法学部 A O 入試Ⅱ期	.....	44
4	理学部 A O 入試Ⅱ期	.....	60
	数 学 系	.....	60
	物 理 系	.....	65
	化 学 系	.....	80
	地 球 科 学 系	.....	94
	生 物 系	.....	115
5	医学部医学科 A O 入試Ⅱ期	.....	121
6	医学部医学科 A O 入試Ⅲ期	.....	182
7	医学部保健学科 A O 入試Ⅱ期	.....	200
8	医学部保健学科 A O 入試Ⅲ期	.....	298
9	歯学部 A O 入試Ⅱ期	.....	305
10	工学部 A O 入試Ⅱ期	.....	359
11	工学部 A O 入試Ⅲ期	.....	376
12	農学部 A O 入試Ⅱ期	.....	380
13	農学部 A O 入試Ⅲ期	.....	436

令和3年度（2021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2年11月7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)	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——

1 次の英文を読み、以下の問いに答えなさい。

Many working parents have been instructed to work from home. Because of this forced or volunteer social distancing, many parents are now dealing with the new normal of having to work while parenting full time. (ア) mind, those who work remotely tend to be wealthier with bigger spaces. This *quarantine can be extra challenging for multi-generational families, families living in close district and multi-family homes.

Others on the front line, including health-care workers, first responders, pharmacists, fire fighters, cashiers and store clerks, cleaners, truck drivers, etc. are unable to stay home with their kids. They are desperately (イ) safe child-care options. And this is only the beginning of their struggles.

During this outbreak, parents are suffering. They are dealing with one of the most serious impacts on the psychological health of the modern-day workforce: work-family conflict. This conflict has to (ウ) the competing demands of paid work and family obligations. Additional workplace closures and social distancing practices will make it even harder for working parents over the next few months.

(1) Parents will endure more than what might be psychologically manageable given their levels of work-family conflict during this crisis. These scenarios will likely be greatest amongst front-line workers. It is important to recognize the long-term effects of these experiences: This type of continuous stress does not manifest itself immediately.

Instead, parents will eventually reach a breaking point. Think of their stress from an engineering standpoint. When a bridge collapses, it isn't one vehicle that causes the collapse; it's the constant strain endured by the bridge's suspension that eventually leads to its downfall. (2) A similar reasoning can be used here.

COVID-19 is uncovering an underlying problem regarding parents' access to family-friendly community resources, including child care, education services and recreational facilities. Most susceptible are parents with young children who rely on the available resources of their local community to help with day-to-day child care and social support.

A (3) (these issues / I / study / that / highlights / led / recent). Parental health and well-being depends on resources from both the workplace, community and its supportive resources. The most important of these is safe affordable child care.

Even before the current coronavirus pandemic and its subsequent social isolation, the lack of access to such resources has been an ongoing challenge for parents, forcing them to make choices around child care they otherwise would not likely make.

The problem extends to every corner of the country: 44 per cent of children in Canada live in (4) child care deserts, neighborhoods where there are more than 50 non-school aged children and

less than one space for every three children of the same age. These statistics are disturbing and reveal the number of parents struggling to find sufficient child care. There are serious mental health consequences for those in under-resourced areas.

Canadian provincial and federal governments have been quick to respond to the child-care demand of front-line workers during the COVID-19 crisis. Several Canadian provinces have provided emergency child-care centers for those in need, limiting numbers and taking special precautions to stick to social distancing protocols.

*Trudeau's government has also committed \$2 million to supplement *the Canadian Child Benefit for qualifying parents. The former efforts are formidable in their immediate impact.

(5) The latter's, questionable. Federal funds can help replace lost wages and allow parents not to work while caring for their children during this time, but money cannot help parents hire caregivers while working from home, given social distancing and isolation measures.

(Adapted from "Working parents dealing with coronavirus quarantines will face psychological challenges" by Marisa Young, Copyright©2020 The Conversation Media Group Ltd 一部改変)

注

quarantine (伝染病予防のための) 隔離状態

Trudeau トルードー (カナダの首相)

the Canadian Child Benefit (カナダの) 児童手当

問 1 (ア) ~ (ウ) に入る最も適切な語句を下より選び、解答欄に書きなさい。語形を変える必要がある場合は正しい語形にして書きなさい。

come off / search for / do with / care for / keep in

問 2 下線部 (1) を日本語に訳しなさい。

問 3 下線部 (2) は具体的にどのようなことを意味しているか、説明しなさい。

問 4 下線部 (3) の () 内の語句を文脈に合うように適切な順序に並び替え、解答欄に書きなさい。

問 5 下線部 (4) は本文中でどのような地域と定義されているか、具体的に説明しなさい。

問 6 下線部 (5) に関して、筆者はなぜそのように考えるのか、理由を説明しなさい。

2 次の英文を読み、以下の問いに答えなさい。

July marks the 55th anniversary of *the Civil Rights Act, which prohibited discrimination on the basis of race, colour, religion, sex, or national origin. It also enforced *desegregation of the government-run school system nationwide, largely ending the practice of educational *apartheid. But while desegregation transformed America's education system, the way it was implemented by discriminatory school boards in the South was harmful to black teachers.

In 1954, the Supreme Court ruled in the case of Brown vs Board of Education that “(A) in the field of public education the idea of “separate but equal” has no place.” Ten years later, less than 5% of black children in the Southern states of the former *Confederacy were attending school with whites. The Civil Rights Act, which among other enforcement mechanisms tied federal education funding to school integration, dramatically changed that: by 1970, more than 90% of black children attended schools that also taught white children.

For African-American students, the impact of desegregation was overwhelmingly (B). It was one reason why the gap between test scores of black and white students born in 1954 and those born 30 years later declined by nearly 40%, according to research by Eric Hanushek and colleagues at Stanford University.

For African-American teachers, it was (C) a different story. Before the Civil Rights Act, Southern black schools were staffed almost exclusively by black teachers. Nearly half of African-Americans with a post-secondary education living in the South listed teaching as their occupation. As schools were united, black students were bused to white schools, white teachers were put in charge of integrated classrooms, and black teachers were moved down to substitute status or fired—often on the basis of newly-instituted testing and *accreditation requirements. Court cases over discriminatory firing were repeatedly thrown out and it took until 1971 for the federal government to mandate non-discriminatory employment practices in public education. By that point, the integration process, with its associated firings, was largely complete.

Owen Thompson, an economist at Williams College estimates that more than 15,800 black teachers left schools in the states of Alabama, Georgia, Louisiana, Mississippi, South Carolina, Tennessee, Texas and Virginia alone. Earlier estimates suggest 38,000 African-American educators lost their jobs across the South and the border states. The displaced teachers moved to other professions or moved out of the South entirely.

The share of black teachers in government schools nationwide has continued to decline: from 8.1% in 1971 to 6.9% in 1986 and 6.7% today—this during a period during which the black share of the population as a whole has risen to nearly 13%. There are a number of reasons for the decline, including an increased range of professional opportunities for African-Americans in other fields.

But it is also true that desegregation accelerated a trend towards (D) teacher (E) standards that continued to disproportionately affect African-Americans. When North Carolina raised its cut-off scores for the National Teacher Exam in the late 1970s, for example, it was associated with a 73% drop in newly licensed black teachers in the state between 1975 and 1982.

While higher teacher accreditation requirements reduce the number of black teachers, they have done little for students of any ethnicity: teacher licensing test scores are weakly related to outcomes for students. That helps to explain why Mr. Hanushek found (F) in average test scores for American 17-year-olds tested between 1987 and 2017, and no further progress in closing the black-white test gap since the 1980s. The legacy of a discriminatory response to desegregation continues a half-century on, with limited benefit to children.

(Adapted from "Why America lost so many of its black teachers" by BY C.K. | WASHINGTON, DC, The Economist. Copyright© 一部改変)

注

the Civil Rights Act 公民権法 desegregation 人種差別廃止

apartheid アパルトヘイト (人種差別政策)

Confederacy 南部連合 (南北戦争時にアメリカから脱退した南部 11 州による国家)

accreditation 認定

問 1 下線部 (A) は具体的にどのようなことを意味しているか, 説明しなさい。

問 2 (B) に入る最も適切な語を以下から選び記号で答えなさい。

ア positive イ negative ウ superficial エ essential

問 3 下線部 (C) はどのような story か, 140 字から 180 字程度で説明しなさい。

問 4 (D) (E) に入る最も適切な語の組み合わせを以下から選び記号で答えなさい。

ア (D) greater - (E) moral	イ (D) lower - (E) moral
ウ (D) greater - (E) nationality	エ (D) lower - (E) nationality
オ (D) greater - (E) certification	カ (D) lower - (E) certification

問 5 (F) に入る最も適切な語句を以下から選び記号で答えなさい。

ア significant gains	イ no significant gains
ウ significant decrease	エ no significant decrease

令和三年度（二〇二一年度）

東北大学文学部 アドミSSIONズ・オフィス入学試験Ⅱ期

筆記試験

試験期日 令和二年十一月七日（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 問題冊子は一九頁からなっている。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、佐藤徹郎が著した『科学から哲学へ』（春秋社、二〇〇〇年）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 進歩についての筆者の見解を六〇〇字以上、八〇〇字以内で述べなさい。

問二 知識を伝達するにあたってどのようなことを考慮するべきか。本文を参考に、あなたの見解を一四〇〇字以上、一六〇〇字以内で述べなさい。なお、**解答の冒頭には自分の見解にふさわしい題名をつけなさい。**

進歩の観念と宗教

1 進歩の条件

現代の社会のもっとも目立った特色は、テクノロジーの急速な進歩と、それに伴う生活様式の急激な変化である。風俗や習慣はもちろん、政治も経済も学問も思想も芸術も、この技術の進歩に伴うわれわれの生活の目まぐるしい変動の波に否応なしに巻き込まれ、翻弄されているように見える。もともと進歩の観念それ自体が近代の産物であるが、現代の科学技術の進歩の形態は、一世紀前には誰も予測しなかったまったく新しいものであり、それを説明するのには一八世紀あるいは一九世紀の啓蒙主義者たちによって作り上げられた従来の進歩の観念はほとんど役に立たない。

人類は文化に関して絶えず進歩しつつある、そしてこの進歩はまた自然が人類に指示した目的でもある、それだから人類の存在に対する道德的目的に関しても、いつそう大なる善に向つて進歩をとげつつある。

というカントの言葉が典型的に示しているように、啓蒙主義者たちにとって、進歩とは人間精神全体の必然的な発展の過程であり、人類の完成という理想をめざす歩みであつた。これに対して現代のテクノロジーは、人間精神の向上といった普遍的な目的とも個々の人間の意志ともかわりなく、社会制度のうちに根を下ろした強固なメカニズムに基づき、技術の可能性の拡大をひたすら追求することによって進歩する。現代の科学もまた、啓蒙主義の時代に信じられていたように、万人に共通の理性に基づく統一的な世界像を与えるものではなく、無数に細分化された専門分野における知識の発展をめざす専門家集団の活動の集合体に変貌した。このように科学技術が「制度化」され、「強力な変化のエンジンが社会組織そのものに組み込まれた」結果、科学技術の進歩は社会によって組織的に推進されることになり、社会の正常な運行に必要な要素と考えられるようになったが、その一方で、一八世紀あるいは一九世紀にはあれほど熱烈に謳い上げられた科学技術の啓蒙的役割に対する期待はすっかり色あせてしまった。科学技術の進歩は啓蒙主義者たちが夢みたような無知や偏見や狂信や憎しみや暴力の根絶にはつながらないばかりか、それらの状態を改善する方向すら示していないように見える。実際現代社会の一つの特色は、一方で技術の可能性が限りなく拡大し、人間の欲求の実現のために利用することのできる技術的手段が驚異的な発達をとげつつあるのに対して、他方では人間の心理や欲求それ自体に関するかぎり、過去の時代に比べて進歩と呼べるものはほとんどなく、一部には明らかな退行現象すら見られることである。

こうした不均衡な発展はどうして生じたのだろうか。

啓蒙主義の時代には、進歩とは文化のいかなる領域でも起こり得る普遍的なものと考えられていた。しかし今日の社会で

は、政治や道徳や宗教や芸術が、科学技術と同じような意味で進歩しうると考える人はほとんどいない。宗教については、一九世紀のヘーゲルやコントから近年のベラーまで、宗教の段階的進化の図式を考えた人は少なくないが、たとえば最近の新宗教の勃興を、過去の歴史的宗教からの新たな進歩の段階としてとらえることは困難であるように思われる。

ではなぜ科学技術が進歩するのに対して宗教は進歩しないのだろうか。普遍的進歩という啓蒙主義者たちの理想はいったいどうして挫折したのだろうか。

いまこの点について考える一つの手がかりとして、キルケゴールの晩年の著作である『キリスト教の修練』の一節を取り上げてみたい。この本の中でキルケゴールは、「わたしは道であり、真理であり、命である」というイエスのことばや「真理とは何か」というピラトの問いに基づいて、「真理を知る」とことと「真理として生きる」とこの違いについて論じ、知識と信仰とを鋭く対立させる。彼の言うところによれば、キリスト教は教えではなく、その「真理」は直接的には伝達できない。キリスト教を「理解」したり「学習」したりする試みはそれを変質させるだけであり、正しい道は「真理を知る」のではなく「真理として生きる」ことでしかありえない。さらに彼は、教会がこの世における勝利をめざし、その成果を誇ることを批判するために、「結果としての真理」と『道』としての真理」という二つの概念を区別する。

「結果」としての真理とは、たとえば火薬の発明、歴史上の真理の解明、未読の言語の解説などのように、成功までのプロセスではなく、結果だけに価値のある場合であり、この場合、人は他人の成果を利用して自分の道を短縮できる。キルケゴールの言うところによれば、

「ここでは、後なる者にとって、道が大幅に短縮されるのだ。弟子は（その師に比べて、おそらく不肖のふつつか者にすぎない場合でも）つねに師にまさっている。つまり師の先駆的業績のおかげで、師とは別の地点から出発することができ、そして師よりもさらに先の地点にまで到達できるのである。そして真理が知識であるところでは、程度の差はあ

つても、つねにこれと同性質の事態が生ずるのである。

という。

これに対して「道」としての真理とは「真理として生きる」過程であり、ここでは過程と結果との間には何の区別もない。これについてキルケゴールは次のように言う。

……道としての真理について特に強調さるべき点とは、ほかでもなく、後なる者は先なる者から何らの「お余り」も、なんらの「もうけ」もちようだいできないということ、つまりそこにはなんらの結果も踏み台として与えられていないということなのだ。

ここでは、先なる者と後なる者とのあいだに、また時代と時代とのあいだに（たとえこの世が一八〇〇年のあいだ続いたとしても）、なんらの本質的な短縮はありえない。それは、真理が道とは別のものでなくて、まさに道そのものであるがゆえである。……或る時^あまでに、すでに三〇代におよぶ世代の人々が次々にこの世でこの道を歩みおえて行ったとしても、次に来る世代の上には、あるいはそれに属するひとりひとりの個人の上にはなんらの変化を及ぼすものではない。この人々は以前の世代の人々と全く同一の出発点に立って、最初から、つまり道の始まるところから歩き出して、この道を歩きとおさねばならない。

キルケゴールの考察は、進歩の観念を直接の主題としたものではないが、それはなぜ学問は進歩するが宗教は進歩しないのかという問題に対する一つの解答とみなすこともできる。彼の「結果としての真理」と『道』としての真理」という概念

は、進歩の起こり得る領域と起こり得ない領域との間の違いを明確に示しているように思われるからである。つまり、進歩（ここで問題にしているのは、もちろん一人の人間の生涯における進歩ではなく、何世代にもわたる歴史的、社会的現象としての継続的な進歩である）の成立、不成立の分岐点は、結局先人の達成した成果をそのまま受け継ぎ、自分の所有物とすることができかどうかという点にかかっているということである。

もちろんこれはある意味では当然のことにすぎない。現代人と古代人との間に生まれつきの差異が認められない以上、もしも現代人が先人の遺した遺産^②を利用できず、つねに一から始めなければならぬとすれば、現代人が古代人を超越することはできず、文明の進歩はありえない。後から来る者が先人の成果を踏み台にして先人を超えた地点に到達することは、進歩の成立のための欠くことのできない前提条件である。

もしも私がより遠くを見ることができたとすれば、それは巨人たちの肩の上に乗っていることによる。

一七世紀の科学に革命的な変化をもたらしたニュートンでさえ、フックに宛てた手紙の中で、このような比喻によって、自分の業績が先人の成果に負うものであることをはっきりと認めている。

したがってまた、個々の人間が先人の助けを借りることなく、みずから為し遂げ^ななければならないことがらについては、進歩は原則的に成立しない。信仰の領域に限らず、たとえば感覚や感情や記憶、あるいは自己の欲求や不安や恐怖への対応といった事柄については、現代人が古代人よりも進歩していると考える理由はない。しかし人間の生活が文化に基づいて営まれる以上、われわれの生活が全体として、先人の成果の継承を前提として成立^{なり}していることもまた事実である。

キルケゴールは、進歩のありえない領域の存在を鋭く指摘しながら、この過去の人々の成果の継承の問題を深く分析することなく、それを知識と信仰、あるいは「真理を知ること」と「真理として生きること」という二つの概念の対立の図式に

帰着させてしまった。実際には知識と信仰とは、彼の主張するようにきつぱりと分離できるものではなく、したがって知識は進歩するが信仰には進歩はないと単純に断定できるものでもない。それらが他人に継承・伝達されるプロセスは、キルケゴールの説明よりも、はるかに複雑に入り組んだ構造をもつように思われる。

たとえば学問はたえず進歩すべきものだということは、現代人なら誰もが疑わない常識である。しかしこうした常識が確立したのは、実はそれほど昔のことではなかった。一七世紀初めの著作である『学問の進歩』の中でベーコンの述べているところによれば、機械的技術の分野では考案者がもつとも未熟で、時がそれに付け足しをして完成させるのに対して、学問の分野では、創始者がもつとも多くを成し遂げ、時はそれを減らし、腐敗させるだけだという。

つまりベーコンやその同時代人にとっては、学問の進歩とは未来に対する期待にすぎず、現実には古代人の見解が近代人にまさる権威をもつことがむしろ常識であり、したがって後から来る者がつねに先人の成果を踏み台にして先人よりも先に進むのが普遍的な法則であるとは認められていなかったのである。

また一方、『道』としての真理について、それが知識として知られるのではなく、生きられるものであることをいかに強調したとしても、真理を生きることが、キリストの生涯という「模範にならって生きること」に他ならないとすれば、今の世の中において、どのように生きることが正しい道であるのか、自分が真理にしたがっていることがどうして分かるのかという疑問を避けることはできない。ある宗教が存続しつづけるかぎり、それが一方で、その「真理」の解釈をめぐつて数知れない異説を生み出し、またもう一方では、正統的な教義の体系を確立し、異端者を排除しようとする運動を生み出すことは、過去の宗教の歴史の示すところである。その意味で宗教もまた、過去の知識の継承の問題と無縁ではありえない。

2 伝達の問題

奇妙なことに、知識の伝達と継承の問題は、現代の科学技術の進歩をめぐる論議では一貫して軽視されてきた。今日の社会制度に組み込まれた「進歩」のメカニズムに批判の目を向ける人々の間でも、このメカニズムの基盤をなす知識の継承については何の疑問ももたず、先人の獲得した知識は自動的に後の時代に受け継がれるかのように考える人が少なくない。おそらくその最大の理由は、われわれが近代科学の理念に基づき教育を受け、科学的知識をモデルにして知識の概念を形成することにある。科学では、新たに得られた知識が後世に伝えられるのは当然のことであり、そもそもことばに表わし、他人に伝達することができないものは知識と呼ぶに値しないと考えられているからである。

しかしウイトゲンシュタインの表現を借りるなら、知識がことばに表現できないということに驚く人は、たとえば「モンブランの高度は何メートルか」といった場合のことだけを考えているのであって、「クラリネットの音はどんな音か」といった場合のことは考慮していないにちがいない。ことばによる知識の伝達とは何を意味するかを現実の事態に即して考えてみれば、むしろ知識とは普通ことばによつて伝達できるものだというわれわれの常識こそはなほだ疑わしいものであることが明らかになるだろう。つまり、もしそれぞれの人が本当に知っていることだけを「知識」と呼ぶとすれば、ある人の知識をことばとともに他人に「伝達」することはもとと不可能なのである。

なるほどわれわれが「知っている」さまざまな情報は、そのほとんどが他人から得たものであり、われわれの日常生活の中では「人から聞いて知った」という類の表現が頻繁に使われている。だが「知る」という概念を厳密な意味で用いるかぎり、人から聞いただけではそのことを知ったとはいえないことに注意しなければならない。特に自分が体験を通じて得た知識を人に伝える場合について考えてみれば、それはほとんど自明の理と言ってもよさう。仮にある人が他人の体験の報告を聞いたとしても、それによつて「知った」ことは、厳密に言えば知識ではなく伝聞にすぎず、それは話し手が自分の体験

についてもつ直接的知識とはまったく別のものである。たとえば身に覚えのない犯罪の嫌疑をかけられた人が自分の無実を人々に訴えたでしょう。もしもその訴えが真実であるなら、少なくとも訴えている本人は自分が無実であることを知っているに違いない。しかしその訴えを聞く人は、話し手が無実であるという印象や信念を得ることはできても、それを本人と同様に「知る」ことは不可能である。知識には、それが真であるという確かな認識が伴わなければならないが、ことばは伝達できても、それについての話し手の認識は聞き手には伝わらないのである。

もちろん人が互いに教え学ぶことを通じて知識を他人に伝達し、後の世代に受け継がせていることは否定できない事実である。だがこの事実、近代科学によって作り上げられた、知識の自動的な保存と継承のモデルを正当化するものではない。もしもわれわれが教える者から学ぶ者への「知識の受け継ぎ」を、知識が品物と同様に人から人へと受け渡されることと考えるなら、それは根本的な誤解であると言わなければならない。たとえば外国語や書道やピアノを習うとき、生徒は教師を手本にし、教師のすることを模倣する。しかしだからといって生徒のすることと教師のすることが正確に一致するわけではなく、まして生徒が教師の能力をそっくり引き継ぐことなどという不可能である。学問的知識の場合も事情は基本的には変わらない。教師のもつ知識あるいは能力をことごとくに生徒に「伝達」するような方法は存在しない。もしもそんな方法が存在するとすれば、科学者は自分の知識を子供に伝達することによって、自分の子供を科学者にすることができはすである。だがもちろん、科学者の子供を科学者にするのは、芸術家の子供を芸術家にするのと同じくらい困難なことである。

どんな知識でも、その不可欠の要素としてある種の実践能力を含んでいる。たとえば専門的な学問の知識を得るためには、専門分野に応じて、方程式を解いたり、実験計画を立てたり、調査結果を分析したり、特殊な言語を理解したり、史料を解釈するなど、さまざまな能力を身につけることが要求される。そうした能力は一般に訓練を通じて獲得されるが、訓練とは生徒の能力の開発であり、決して教師の能力を生徒に移植することではないのである。

つまり、知識を教え、学ぶことは多くの人が信じているような教師から生徒への知識の受け渡しではない。模倣によって

学ぶにせよ、訓練によって学ぶにせよ、教師が教えることと、生徒が習得することは厳密には一致しない。生徒は、教師の示す手本や、教師の与える指示を頼りにしつつ、自分の能力にしたがって教師が教えようと思う知識をみずから学びとる。したがって教育を通じて行われる知識の伝達は文字通りの意味では伝達とはいえないものであり、知識の忠実な継承という見地から見ればきわめて不安定なものである。

実は現代人よりもむしろ近代以前の思想家のほうが、こうした事情をよく理解していたように思われる。

……わたしが真理を語り、彼が真理を認識するときでさえ、教えるのはわたしではないのである。彼はわたしの言葉によって教えられるのではなく、神によって彼の内奥に啓示されるもの自身から教えられるのである。

というアウグスティヌスの言葉はその一例といえよう。

実際、

すべては神の手の中にある。

わたしたち自身も、わたしたちの言葉も、

どんな考えも、仕事の知識も、

存在するものについての正しい知識を、

神はわたしに授けられた。

という聖書の章句が示しているように、キリスト教やユダヤ教の伝統においては、知識は「神の賜物」たまものとみなされていた。

しかしもしも知識が神からの授かり物だとすれば、それを他人に「伝達する」ことは、ある意味で人間の力を超えたことである。なぜなら、知識の獲得は本来人と人との間ではなく、神と人との間で成立する事柄だからである。再びアウグステイヌスの言葉を借りれば、「あるものを示すために私の身体の一部を動かすことはできるけれども、私が指し示す行為と、示そうと思う対象を、見わけることのできる目に火をともしことは、私にはできない」のである。

もちろん「伝達」についての同様の考えは、キリスト教やユダヤ教の伝統のうちにだけ見出されるものではない。たとえば、

それ言を以て人を服する者は、いまだ人を服すること能はざる者なり。

と荻生徂徠は述べている。彼の言によれば、子思・孟子以後の学問の弊害は、詳しく説くことによつて聴く者の理解を容易にしようとするところにある。これは訴訟をする者の論理であり、人を教える道ではないという。

これに対して、正しい教育の方法はどのようなものであるかと言えば、

……善く人を教ふる者は必ずこれを吾が術中に置き、優游の久しき、その耳目を易へ、その心思を換ふ。

つまり、ゆったりと時間をかけて人の物の見方や心情を変化させるのがすぐれた教育者のやり方だというのである。なぜならこのようにすれば、

……吾が言を待たずして、彼自然に、以てこれを知ることあり。なほ或いは喩らざるや、一言して以てこれを啓けば、

渙然^{かんぜん}として氷^{ひようしやく}釈^{しやく}し、言^{おわ}の畢^{おわ}るを待たず。故に教ふる者は勞せず、しかうして学ぶ者は深く喩^{おほ}る。何となればすなはち
吾言^{われ}はざるの前、思ひすでに半ばに過ぐるが故なり。

すなわち人は教師の言葉を待たずに自然に悟ることもあり、またたとえ悟るに至らなかつたとしても、一言の教示で疑問を氷解させることができる、なぜなら教師が語る前に、人はすでに半ば理解に達しているからである。

こうした教育観の前提には、「先王の教へは、物を以てして理を以てせず」という言葉に象徴されるように、教育を通じて伝えられるべき教えの核心は、具体的体験を通じて学ばれるのであり、ことばには尽せないという思想があり、また「孔門の、弟子を教ふるは、おのおのその材に因りて以てこれを成せしこと、以て見るべきのみ」と言われるように、教えは人の素質に応じた仕方では伝えられるべきだという認識がある。

徂徠とアウグスティヌスの教育観が完全には一致しないことは言うまでもないが、それにもかかわらず、それらの間にはいくつかの共通の認識が認められる。つまりまず第一に、教える者が説明のためにどれほど多くのことばを費しても、ことばそれ自体は決して知識が聞き手に伝達されることを保証しないこと、また知識の伝達が成立する場合でも、それは伝達ということばから想像されるような知識の受け渡しではなく、むしろ聞き手の精神の自発的な働きによる知識の再発見ともいうべきプロセスを通じて行われること、この認識の能力は天賦の資質であり、人によって異なるものであること、したがってことばによって聞き手が理解することも決して一様ではなく、聞き手に応じて異なるものであること、などである。

実は知識の伝達に関するこうした共通の認識は、キリスト教や儒教だけでなく、「道」や「真理」の探究としての伝統的思想一般にも通じるものである。

たとえば、

苦勞してわたしがさとり得たことを、

今説く必要があるうか。

貪りと憎しみにとりつかれた人々が、

この真理をさとすることは容易ではない。

これは世の流れに逆らい、微妙であり、

深遠で見がたく、微細であるから、

欲を貪り、闇黒あんくろくに覆われた人々は見ることができないのだ。

と仏伝にも言われているように、仏教の經典は、ことばによる伝達の可能性に対する否定的な言辞に満ちている。

こうした「真理」の伝達の問題、あるいはより正確に言えば、伝達の困難さの問題は、あらゆる宗教に共通の問題ともいえよう。なぜなら一般にすべての宗教思想は、ことばに表現しがたい体験をその出発点としており、ことばでは伝達できないことこそ、まさにその教えの核心にかかわることだからである。

宗教の教えの重要な特徴は、それがあらゆる人々に一樣に受容されるわけではないという点にある。「あなたがたのうちには、信じない者たちもいる」と聖書にも言われているように、それは必然的に人々を信者と不信者、「真理」を受け入れる者とそれに背を向ける者に分けるのである。したがって、ある人に「ことば」が伝えられたからといって、そのことばに含まれている「真理」が自動的に伝えられ、受け入れられるわけではない。信者の立場からすれば、「真理」が伝達されるためには、何よりもまず信仰が必要とされる。そしてその「信仰」とは、ただ教えを正しいものと認めることではない。「古い人をその行いと共に脱ぎ捨て、造り主の姿に倣う新しい人を身に着け、日々新たにされて、真の知識に達するのです」というパウロの言葉に示されているように、その教えに従うことによって自分を変えて行くことを意味するのである。

したがって、たとえ「真理」がことばによって伝えられるとしても、それを正しく受け取ることは誰にも可能なことではない。ことばや文字を単に「理解する」ことによって「真理」を自分のものにすることは不可能なのである。

3 知識の空洞化と宗教の役割

もちろん、ここに述べたのは、きわめて粗雑な一般論にすぎない。しかし私がここで強調したいのは、近代の科学技術の進歩は、まさにこうした「真理」や「道」の伝達様式を断ち切ることによって成立したのだということである。

というのも、先に述べたように、進歩の成立のための必要条件は、先人の知識を踏み台にしてより高いところに到達することにあるのだが、他人の得た知識を後から来る者が足場として利用するためには、それは容易に、かつ誰に対しても同一の内容で伝達されなければならないからである。だがすでに見たように、宗教的「真理」や伝統的学問の継承の方式ではそうしたことは不可能であった。そこで科学技術は、その進歩の条件を整えるために、新しい知識の概念と、新しい伝達の概念を必要としたのである。それはつまりことばや記号とともに伝えられる知識の概念であり、また誰にでも同じ意味で理解されるような表現による伝達^{たど}の概念である。いわゆる科学革命の時代から情報化社会の成立まで、知識の概念は一貫して記号化、客体化の方向を辿ってきた。その結果、知識とは個人の精神において確実に知られていることを意味するという伝統的な知識の概念は徐々に後退し、ことばや記号による表現それ自体を知識とみなすという新たな知識の概念がしだいに浸透しつつある。

たとえばダニエル・ベルの定義によれば、知識とは、

事実または観念の一連の組織的陳述で、推論を通じて導き出された判断、あるいは実験の結果について述べるもの

であり、何らかの伝達手段によって、ある体系的な形で他人に伝えられるものである。

という。

こうした知識の定義によると、知識とは精神の能力や状態ではなく、何らかのメディアを通じて他人に伝達される「陳述」(statements)、すなわちことばによる表現とみなされることになる。

ここで注意すべきことは、まず第一に、もしことばによる表現がすなわち知識であるとみなされるなら、ことばの伝達がすなわち知識の伝達を意味することになり、したがってことばによる知識の表現あるいは伝達の困難さという、宗教思想ではきわめて重要な意味をもっていた問題は、最初から意味を失ってしまうということである。しかしもちろんこの問題の消滅は見かけの上だけのことにすぎない。伝達できないものを「知識」と呼ぶことを止めても伝達の困難は解消したのではなく、単に隠されただけにすぎないのである。

第二に、こうした定義の変更によって、知識は商品と同じように人から人へ受け渡すことが可能と考えられることになり、知識の担い手が変わってもそのまま保存されるものとみなされるということである。

第三に、知識をこのように定義すれば、個人の見出した知識であつても、それを個人の精神から切り離して蓄え、集団で利用することが可能であるから、知識を個人ではなく、集団の所有物とみなすことが可能になるということである。

現代の科学技術の進歩は、この集団の共有物としての知識の概念と密接なかわりをもつ。知識の伝達が個々の人間間の意思疎通を通じて行われるかぎり、そこでは厳密な意味での知識の保存と蓄積は成立せず、したがって継続的な進歩も成立しない。人間間の知識の伝達の不確実さを回避するためには、知識を文書化、記号化して外部に保存し、さらにその言語・記号の解釈をできるかぎり一義的に固定することによって、知識を誰にも同じ意味で理解されるものとし、万人の共有物とすることが必要である。

元来は啓蒙主義思想によって確立された「万人のもの」としての知識の理念は、このように個人に備わる能力あるいは徳としての知識の概念から、集団で保存し、蓄積することのできる客観的事物としての知識概念への移行を前提として初めて意味をもつのである。

しかしこの万人のものとしての知識という概念は、もともと一種の虚構の上に立つものであった。啓蒙主義者たちにとって、この概念は、正しい教育が普及すれば、あらゆる人が必要な知識を学んで身につけることができるだろうという将来に対する期待を意味していた。たとえば、正しい論理に従えばたいの学問や技術は誰にでも教えることができる、とダランベールは言い、われわれは民衆が単に教養ある人々の奉仕によって利益を受けるだけでなく、みずからの必要のために直接知識を使用することができるような文明の段階に到達した、とコンドルセは述べている。だがこうした期待は、一九世紀以降の科学技術の専門化と、専門職業人としての科学者集団の成立によってまったく非現実的なものとなった。なるほど科学的知識が公有物であり、万人のものであるという理念は維持されたが、その意味は根本的な変化をこうむったのである。伝統的な意味での知識の概念に従えば、他人の知識は他人のものであり、それを自ら学んで身につけることなしには自分のものにならないということはほとんど自明の理であった。しかし知識の概念が変化し、学問における分業体制が確立するにしたがって、知識はそれぞれの分野の専門家が一般人に代^{かわ}って発見し、修正し、評価するものであって、一般人はただその成果を必要に応じて利用するだけにとどまるという、知識に関する委任の原則が広く受け入れられるようになった。こうした体制のもとでは、ある分野の専門家がたとえば重要な定理の証明や、未知の物質の構造の解明などに成功した場合、それは万人にとって確立した成果とみなされる。また権威ある学会や学術的出版物等で発表されたことは、たとえば少数の人しか知らなくとも、すべて既知の知識とみなされる。

つまり今日では、科学技術の研究が制度化されているだけでなく、知識の伝達についてもまた制度化が進んでいるのである。科学や技術における知識がそのまま保存され、万人に共有され、自動的に後の時代に継承されるというのは、現実の事

態というよりも、新たな知識の定義に基づく一種の規約にすぎないということができる。実際に知識の伝達と継承の担い手の役割を果たすのは、それぞれの分野の、組織化された専門家の集団であり、この専門家の組織が衰退すれば、知識の伝達はたちまち不確実なものになってしまうのである。

重要なことは、このような知識の概念の変化と、専門家の集団による知識の伝達と継承のシステムの整備によって、現代社会において知識の伝達がきわめて困難であること、そして一般の人々は真の知識をほとんどもっていないことが覆い隠されていることである。情報の保存と伝達の手段の驚くべき発達にもかかわらず、現代社会において一般の人々は知識から遠ざけられている。というのは、まず第一に、情報の商品化が進んだ結果、たとえば技術に関する重要な情報は「万人のもの」ではなく、知的資産として、特定の個人や組織に専有されるからであり、第二に、たとえ商品化されない情報であっても、一般人の得ることのできる情報は、専門家の集団や企業、官僚等の得る内部情報に比べて質の低い不完全なものであつて、真の知識とは認められないからであり、第三に、メディアを通じて情報が伝えられただけでは、それは単なる伝聞にすぎず、みずから認識した本当の知識とはいえないからである。

すなわち科学技術の進歩が続く一方で、万人による知識の共有という啓蒙主義者の理想は完全に形骸化してしまった。知識の真偽についての判定を全面的に専門家に委任する制度のもとでは、一般の人々は知識の進歩には何の役割も演じない。なるほど学問の進歩のためには、こうした制度が必要だったことは確かである。人間の判断の不確実さからの影響を排除するために、個々の人間の判断に左右されない客観的な基準を採用し、判断の権限を訓練された専門家の手に委ね、かつ知識の保存、蓄積、伝達のプロセスを人間の精神の外に移すことによつて、知識の進歩は著しく促進された。しかし、真偽の判断に自分の精神が関与せず、それを全面的に専門家の判定に委ねているような知識は、たとえ社会的な知識の定義に適合していたとしても、自分自身にとつては知識とはいえないのである。実際、自分自身が明らかに真と認めたものの以外はいかなるものも真として受け入れないこと、というデカルトの基準を採用すれば、現代人がもっているものは知識ではなく、伝聞

や憶測ばかりということになるだろう。

つまり、科学技術の進歩は、知識を集団の所有物としたため、集団の知識の発展に寄与しない個人による個人のための知識の獲得は無価値なものとみなされる。その結果、一般人はもっぱら知識の消費者となり、他人から与えられる借り物の知識に頼って生活することになった。しかし人はこうした借り物の知識に満足することはできない。人は、自分自身が理解でき、自分の問題に対する解答を提供し、みずから真偽の判定に關与できる知識を求める。ここに科学とは異なる知識の源泉として、宗教が求められる理由がある。なぜなら、科学と違って宗教では、どんな無知なものに対しても、世界についての独自の解釈を提示し、信者がみずからその教えを選択し、それにしたがって生きることを要求するからである。

もちろん、現代の社会現象としての宗教に注目するなら、われわれはそれを集団として、制度として、文化として、あるいは産業として、さまざまな角度から考察することができるだろう。

しかし、個人にとって宗教のもつ意義は、世界の中における自己の存在について確固たる意義づけを与えることにあつた。そしてこの点については、集団の共有物としての科学的知識は、宗教的認識の代り^{かわ}を務めることができなかった。もしもキルケゴールの言うように、信仰は単独者に属し、したがって進歩と無関係であるということが正しいとすれば、それは、宗教における「真理」の認識が、科学の場合のように専門家や代表者に「委任」できないこと、それぞれの人が自分なりの仕方「真理」の認識に關与しなければならないということを意味するのである。

すなわち宗教による世界の解釈とは何を究極の目的とするのかといえば、それはかつてジェームズが指摘したように、個々の人間の「自分の個人的運命への関心」に應えることであるというべきだろう。宗教が世界についての独自の解釈を提示するかぎり、それは科学の解釈と対立する可能性がある。しかし仮に宗教による世界の解釈が誤っていたとしても、宗教が科学に取って代わられることはないだろう。なぜなら科学が個々の人間の運命にまったく無関心な理論にとどまるかぎり、科学とは別の仕方で見ようとする欲求が消えることはないからである。

「なんじは」と聖書が呼びかける時のその〈なんじ〉とはほかならぬ私自身である。もし、それが私でなかったら、聖書は私にとつてただ空虚な古典であるにとどまる。

とある詩人は言ったが、こうした心情が宗教の源泉にあることは今も不変の事実であるように思われる。

(佐藤徹郎『科学から哲学へ』による)

令和3年度(2021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2年11月7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)	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——

1 次の英文を読み、以下の問いに答えなさい。

Many working parents have been instructed to work from home. Because of this forced or volunteer social distancing, many parents are now dealing with the new normal of having to work while parenting full time. (ア) mind, those who work remotely tend to be wealthier with bigger spaces. This *quarantine can be extra challenging for multi-generational families, families living in close district and multi-family homes.

Others on the front line, including health-care workers, first responders, pharmacists, fire fighters, cashiers and store clerks, cleaners, truck drivers, etc. are unable to stay home with their kids. They are desperately (イ) safe child-care options. And this is only the beginning of their struggles.

During this outbreak, parents are suffering. They are dealing with one of the most serious impacts on the psychological health of the modern-day workforce: work-family conflict. This conflict has to (ウ) the competing demands of paid work and family obligations. Additional workplace closures and social distancing practices will make it even harder for working parents over the next few months.

(1) Parents will endure more than what might be psychologically manageable given their levels of work-family conflict during this crisis. These scenarios will likely be greatest amongst front-line workers. It is important to recognize the long-term effects of these experiences: This type of continuous stress does not manifest itself immediately.

Instead, parents will eventually reach a breaking point. Think of their stress from an engineering standpoint. When a bridge collapses, it isn't one vehicle that causes the collapse; it's the constant strain endured by the bridge's suspension that eventually leads to its downfall. (2) A similar reasoning can be used here.

COVID-19 is uncovering an underlying problem regarding parents' access to family-friendly community resources, including child care, education services and recreational facilities. Most susceptible are parents with young children who rely on the available resources of their local community to help with day-to-day child care and social support.

A (3) (these issues / I / study / that / highlights / led / recent). Parental health and well-being depends on resources from both the workplace, community and its supportive resources. The most important of these is safe affordable child care.

Even before the current coronavirus pandemic and its subsequent social isolation, the lack of access to such resources has been an ongoing challenge for parents, forcing them to make choices around child care they otherwise would not likely make.

The problem extends to every corner of the country: 44 per cent of children in Canada live in (4) child care deserts, neighborhoods where there are more than 50 non-school aged children and

less than one space for every three children of the same age. These statistics are disturbing and reveal the number of parents struggling to find sufficient child care. There are serious mental health consequences for those in under-resourced areas.

Canadian provincial and federal governments have been quick to respond to the child-care demand of front-line workers during the COVID-19 crisis. Several Canadian provinces have provided emergency child-care centers for those in need, limiting numbers and taking special precautions to stick to social distancing protocols.

*Trudeau's government has also committed \$2 million to supplement *the Canadian Child Benefit for qualifying parents. The former efforts are formidable in their immediate impact.

(5) The latter's, questionable. Federal funds can help replace lost wages and allow parents not to work while caring for their children during this time, but money cannot help parents hire caregivers while working from home, given social distancing and isolation measures.

(Adapted from "Working parents dealing with coronavirus quarantines will face psychological challenges" by Marisa Young, Copyright©2020 The Conversation Media Group Ltd 一部改変)

注

quarantine (伝染病予防のための) 隔離状態

Trudeau トルードー (カナダの首相)

the Canadian Child Benefit (カナダの) 児童手当

問 1 (ア) ~ (ウ) に入る最も適切な語句を下より選び、解答欄に書きなさい。語形を変える必要がある場合は正しい語形にして書きなさい。

come off / search for / do with / care for / keep in

問 2 下線部 (1) を日本語に訳しなさい。

問 3 下線部 (2) は具体的にどのようなことを意味しているか、説明しなさい。

問 4 下線部 (3) の () 内の語句を文脈に合うように適切な順序に並び替え、解答欄に書きなさい。

問 5 下線部 (4) は本文中でどのような地域と定義されているか、具体的に説明しなさい。

問 6 下線部 (5) に関して、筆者はなぜそのように考えるのか、理由を説明しなさい。

2 次の英文を読み、以下の問いに答えなさい。

July marks the 55th anniversary of *the Civil Rights Act, which prohibited discrimination on the basis of race, colour, religion, sex, or national origin. It also enforced *desegregation of the government-run school system nationwide, largely ending the practice of educational *apartheid. But while desegregation transformed America's education system, the way it was implemented by discriminatory school boards in the South was harmful to black teachers.

In 1954, the Supreme Court ruled in the case of Brown vs Board of Education that “^(A) in the field of public education the idea of “separate but equal” has no place.” Ten years later, less than 5% of black children in the Southern states of the former *Confederacy were attending school with whites. The Civil Rights Act, which among other enforcement mechanisms tied federal education funding to school integration, dramatically changed that: by 1970, more than 90% of black children attended schools that also taught white children.

For African-American students, the impact of desegregation was overwhelmingly (B). It was one reason why the gap between test scores of black and white students born in 1954 and those born 30 years later declined by nearly 40%, according to research by Eric Hanushek and colleagues at Stanford University.

For African-American teachers, it was ^(C) a different story. Before the Civil Rights Act, Southern black schools were staffed almost exclusively by black teachers. Nearly half of African-Americans with a post-secondary education living in the South listed teaching as their occupation. As schools were united, black students were bused to white schools, white teachers were put in charge of integrated classrooms, and black teachers were moved down to substitute status or fired—often on the basis of newly-instituted testing and *accreditation requirements. Court cases over discriminatory firing were repeatedly thrown out and it took until 1971 for the federal government to mandate non-discriminatory employment practices in public education. By that point, the integration process, with its associated firings, was largely complete.

Owen Thompson, an economist at Williams College estimates that more than 15,800 black teachers left schools in the states of Alabama, Georgia, Louisiana, Mississippi, South Carolina, Tennessee, Texas and Virginia alone. Earlier estimates suggest 38,000 African-American educators lost their jobs across the South and the border states. The displaced teachers moved to other professions or moved out of the South entirely.

The share of black teachers in government schools nationwide has continued to decline: from 8.1% in 1971 to 6.9% in 1986 and 6.7% today—this during a period during which the black share of the population as a whole has risen to nearly 13%. There are a number of reasons for the decline, including an increased range of professional opportunities for African-Americans in other fields.

But it is also true that desegregation accelerated a trend towards (D) teacher (E) standards that continued to disproportionately affect African-Americans. When North Carolina raised its cut-off scores for the National Teacher Exam in the late 1970s, for example, it was associated with a 73% drop in newly licensed black teachers in the state between 1975 and 1982.

While higher teacher accreditation requirements reduce the number of black teachers, they have done little for students of any ethnicity: teacher licensing test scores are weakly related to outcomes for students. That helps to explain why Mr. Hanushek found (F) in average test scores for American 17-year-olds tested between 1987 and 2017, and no further progress in closing the black-white test gap since the 1980s. The legacy of a discriminatory response to desegregation continues a half-century on, with limited benefit to children.

(Adapted from "Why America lost so many of its black teachers" by BY C.K. | WASHINGTON, DC, The Economist. Copyright© 一部改変)

注

the Civil Rights Act 公民権法 desegregation 人種差別廃止

apartheid アパルトヘイト (人種差別政策)

Confederacy 南部連合 (南北戦争時にアメリカから脱退した南部 11 州による国家)

accreditation 認定

問 1 下線部 (A) は具体的にどのようなことを意味しているか, 説明しなさい。

問 2 (B) に入る最も適切な語を以下から選び記号で答えなさい。

ア positive イ negative ウ superficial エ essential

問 3 下線部 (C) はどのような story か, 140 字から 180 字程度で説明しなさい。

問 4 (D) (E) に入る最も適切な語の組み合わせを以下から選び記号で答えなさい。

ア (D) greater - (E) moral	イ (D) lower - (E) moral
ウ (D) greater - (E) nationality	エ (D) lower - (E) nationality
オ (D) greater - (E) certification	カ (D) lower - (E) certification

問 5 (F) に入る最も適切な語句を以下から選び記号で答えなさい。

ア significant gains	イ no significant gains
ウ significant decrease	エ no significant decrease

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 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

次の新聞記事の文章および調査結果の図を読み、以下の問 1～問 4 に答えなさい。

【新聞記事】

「子ども」の政治発言

スウェーデンの環境活動家グレタ・トゥンベリさん（16）の国連での演説が、世界的に話題となった。ただ日本ではそれほど盛り上がりせず、冷ややかな視線も。なぜ子どもの政治発言に否定的なのか。

文章Ⅰ 水差す行為 日本は否定的

宮崎 紗矢香さん（大学生）

私は今年2月、SDGs（持続可能な開発目標）の先進的な取り組みを知るためにスウェーデンを訪問しました。冷凍庫に「孫のためにすぐ扉を閉めよう」という貼紙が貼られ、環境ラベル付き商品が大半を占めるスーパーや、生物由来の資源の利用を進める空港など、あらゆる場で環境への負荷を減らす取り組みが進んでいました。

そこで、帰国後の就職活動では環境への姿勢を各企業に尋ねました。包装容器製造会社の面接では、廃プラスチックの輸出規制が強化される中で、業界の事業モデルも変革を迫られていることを伝えました。しかし「思うようにはいかないでしょう」と後ろ向きな反応で返され、問題意識を持つことすら否定される現実に憤りを覚えました。

そんな時、新聞記事でグレタさんのことを知りました。「あなたたちは子どもたちの目の前で彼らの未来を奪っている」という言葉が、就活で感じた憤りと重なり、疑問にふたをせず愚直に突き進む勇気ももらったのです。

大学でも行動を起こそうと、ゴミ分別の不十分さや傘袋の無駄遣いなどを伝えながら「学生が変われば大学も変わるのでは」と訴えました。けれど、やはり反応は薄く「何も思わない」というコメントさえありました。

一体、どこに行けばこの問題意識を共有できるのか。孤独を覚えながら、大学外のイベントに参加する中で、グレタさんの行動に賛同する学生ストライキ活動にたどりついたのです。

日本ではグレタさんの国連での演説だけでなく、9月20日のマーチにも、ヤジを飛ばされるなど否定的な意見が飛び交いました。多くの人がその通りだと思っている政治的・社会的なことに、デモやストライキで水を差すことは、日本では受け入れられにくいのかもしれません。

日本では、私が経験した就活のように、属する集団の中で空気を読み、決められたやり方を踏襲することがよしとされる傾向が強いように思います。思考停止への慣れが、物事を真剣に考える機会を阻んでいるのかもしれません。

私たちのムーブメントは、大人や一定の権力者を糾弾する場面があり、そこに目がいく人たちにとって肯定的に受け取れない面が確かにあります。けれど、私たちは危機に気づいてほしいと思っています。対立軸に固執せず、おのおのの主張の背景に何があり、なぜそのような考えを持つに至ったのか。そうしたプロセスに重きを置くことが必要ではないでしょうか。

だから私は、一人の若者としてなぜこの活動にたどり着き、行動するようになったのか。そのストーリーを語ることに、その先に進む手がかりを見いだしています。

(聞き手・後藤太輔)

文章Ⅱ 高い発信力 変革起こせる

小玉 重夫さん（東京大学教授）

20世紀は成熟した年長者が社会をリードすることが当然とされた時代でした。しかし21世紀は、「社会で変革を起こすことに年齢は関係ない」という流れが当たり前になるのではないかと思います。日本もその変化の波から逃げることはできないでしょう。

たしかに政治という分野に限れば、日本ではまだ、若者の発信力は弱いかもしれません。ですが、より広く社会一般への発信力という点ではどうでしょう。すでにスポーツや音楽、囲碁、将棋などといった分野において10代の躍進はめざましく、その発信力は私たちが10代だった頃よりはるかに高いと言えます。政治の分野で同じ現象が起きるのも、時間の問題だと思います。

実際、各地の高校から地元の町おこしや過疎地の地域再生、被災地の災害復興などの問題に、高校生が積極的にかかわっている事例が多数報告されています。

私も今年2月、秋田県の高中生に模擬授業をしました。そのとき扱ったテーマは、夏の参院選でも争点となった陸上配備型迎撃ミサイルシステム「イージス・アショア」の県内配置の問題でした。まず私が県内選出国会議員たちの意見を紹介し、国会議員を学校に招いて公開討論会の司会をするなら、議論をどう進めるかと尋ねました。すると、予想以上に建設的な意見が集まりました。いまの10代は右派・左派、保守・リベラルといった区分に染まっておらず、考え方は柔軟なのだと改めて実感しました。

ここで重要なのは、若い世代に初めから賛否を決めさせるのではなく、論争的な課題についてディスカッションすることです。論争となる課題は、答えが簡単に出るわけではありません。異なる意見や理念が対立しているからこそ、タブー視することなく議論する意味があります。

日本では、政治と教育の関係がタブー視され、若者を政治から遠ざけようとした時代が続きました。文部省（当時）は1969年、学生運動を封じ込めるため、「国家・社会としては未成年者が政治的活動を行うことを期待していない」とする通達を全国の高校に出しました。

しかし46年後の2015年にはこの通知を廃止し、高校生が「国家・社会の形成に主体的に参画していくことがより一層期待」されると方針転換しました。選挙権が18歳に引き下げられたことに伴う措置ですが、この通知を高校生の政治参加を後押しして生かしていく必要があります。

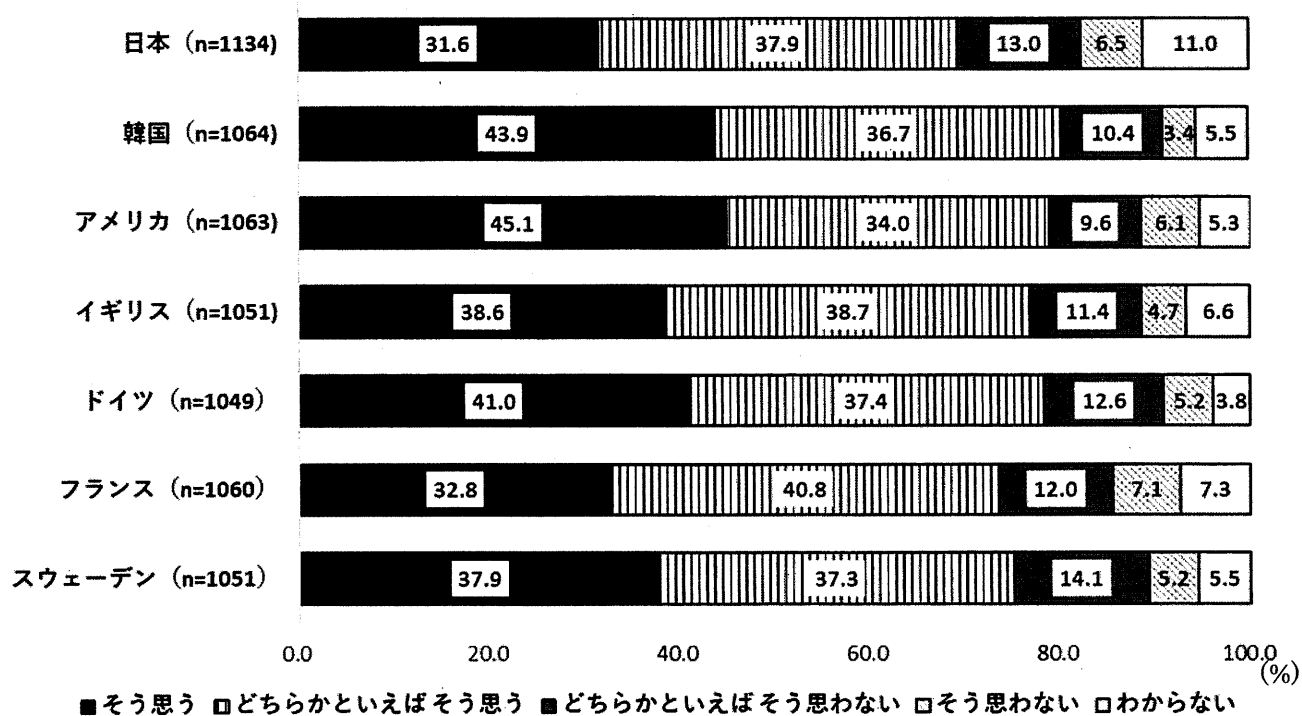
危惧されるのは、一部の大人が自分たちの主張や結論に合わせ、若い世代を誘導しようとする懸念もあることです。大人も10代に伴走する形でいっしょに考えることが重要だと思います。正しい答えが目の前にあるわけではないのですから。

(聞き手・稲垣直人)

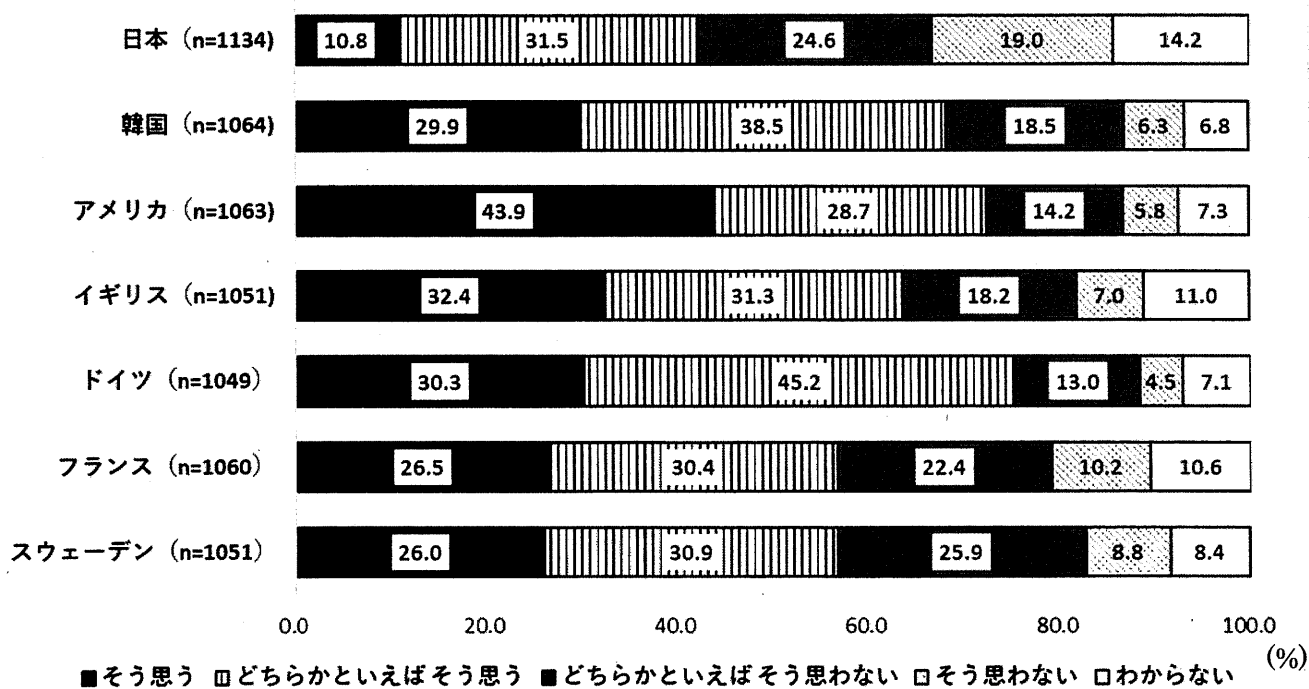
(出典：朝日新聞 朝刊、2019年11月1日（金）13版、小玉重夫・宮崎紗矢香、「20-4878」、オピニオン欄より作成。)

【図】

日本の若者意識の現状に関する調査結果（「政策決定過程への関与」に関する項目）※



図Ⅰ 子どもや若者が対象となる政策や制度については子どもや若者の意見を聴くようにすべき



図Ⅱ 社会をよりよくするため、私は社会における問題の解決に関与したい

※内閣府（2018）「我が国と諸外国の若者の意識に関する調査」（平成 30 年 11 月及び 12 月に日本を含めた 7 か国の満 13 歳から満 29 歳までの男女を対象に実施したインターネット調査）による。

（出典：内閣府（2019）『令和元年版 子供・若者白書（全体版）（PDF 版）』、2 頁、14 頁より作成。）

問 1 文章Ⅰで、宮崎さんは何に対して憤りを感じているのか。宮崎さんの主張全体をふまえて、120 字程度で説明しなさい。

問 2 政治的・社会的問題を論じる際に重要なことはどのようなことか。文章Ⅰ・Ⅱの二人の意見をふまえ、本文中の表現を用いて 100 字程度で述べなさい。

問 3 図Ⅰ・Ⅱより、諸外国との比較にもとづいて指摘できる日本の若者意識の特徴について記しなさい。

問 4 子どもや若者が政治的・社会的問題に発言しやすい社会にするために、学校や教育者はどのようなことができると考えられるか。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3年度アドミッションズ・オフィス入学試験Ⅲ期面接試験

令和3年2月13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つ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

様々に困難を背負って始まる人生もあります。困難が少なく始まった人生であっても、その途上では、様々に困難や喪失や減退が現れます。長寿は、必ずしも幸せとは結びつくとは限りません。その過程で誰もが、生きる意味を見失ったり、人としての尊厳が守られない事態に陥ったりする可能性があります。

しかし、そこから成長を果たす方法、自己を肯定できるための知恵とはどのようなものなのか。そうした知恵につながることをはじめとする、生涯発達をめざす意志への後押し、励ましが多彩に用意されている社会とは、どのような社会で、それはいかにすれば導きだせるのか。

これらの問いについて、あなたなりの考えを、整理して論じなさい。

令和3年度（2021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2年11月7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)	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——

1 次の英文を読み、以下の問いに答えなさい。

Many working parents have been instructed to work from home. Because of this forced or volunteer social distancing, many parents are now dealing with the new normal of having to work while parenting full time. (ア) mind, those who work remotely tend to be wealthier with bigger spaces. This *quarantine can be extra challenging for multi-generational families, families living in close district and multi-family homes.

Others on the front line, including health-care workers, first responders, pharmacists, fire fighters, cashiers and store clerks, cleaners, truck drivers, etc. are unable to stay home with their kids. They are desperately (イ) safe child-care options. And this is only the beginning of their struggles.

During this outbreak, parents are suffering. They are dealing with one of the most serious impacts on the psychological health of the modern-day workforce: work-family conflict. This conflict has to (ウ) the competing demands of paid work and family obligations. Additional workplace closures and social distancing practices will make it even harder for working parents over the next few months.

(1) Parents will endure more than what might be psychologically manageable given their levels of work-family conflict during this crisis. These scenarios will likely be greatest amongst front-line workers. It is important to recognize the long-term effects of these experiences: This type of continuous stress does not manifest itself immediately.

Instead, parents will eventually reach a breaking point. Think of their stress from an engineering standpoint. When a bridge collapses, it isn't one vehicle that causes the collapse; it's the constant strain endured by the bridge's suspension that eventually leads to its downfall. (2) A similar reasoning can be used here.

COVID-19 is uncovering an underlying problem regarding parents' access to family-friendly community resources, including child care, education services and recreational facilities. Most susceptible are parents with young children who rely on the available resources of their local community to help with day-to-day child care and social support.

A (3) (these issues / I / study / that / highlights / led / recent). Parental health and well-being depends on resources from both the workplace, community and its supportive resources. The most important of these is safe affordable child care.

Even before the current coronavirus pandemic and its subsequent social isolation, the lack of access to such resources has been an ongoing challenge for parents, forcing them to make choices around child care they otherwise would not likely make.

The problem extends to every corner of the country: 44 per cent of children in Canada live in (4) child care deserts, neighborhoods where there are more than 50 non-school aged children and

less than one space for every three children of the same age. These statistics are disturbing and reveal the number of parents struggling to find sufficient child care. There are serious mental health consequences for those in under-resourced areas.

Canadian provincial and federal governments have been quick to respond to the child-care demand of front-line workers during the COVID-19 crisis. Several Canadian provinces have provided emergency child-care centers for those in need, limiting numbers and taking special precautions to stick to social distancing protocols.

*Trudeau's government has also committed \$2 million to supplement *the Canadian Child Benefit for qualifying parents. The former efforts are formidable in their immediate impact.

(5) The latter's, questionable. Federal funds can help replace lost wages and allow parents not to work while caring for their children during this time, but money cannot help parents hire caregivers while working from home, given social distancing and isolation measures.

(Adapted from "Working parents dealing with coronavirus quarantines will face psychological challenges" by Marisa Young, Copyright©2020 The Conversation Media Group Ltd 一部改変)

注

quarantine (伝染病予防のための) 隔離状態

Trudeau トルードー (カナダの首相)

the Canadian Child Benefit (カナダの) 児童手当

問 1 (ア) ~ (ウ) に入る最も適切な語句を下より選び、解答欄に書きなさい。語形を変える必要がある場合は正しい語形にして書きなさい。

come off / search for / do with / care for / keep in

問 2 下線部 (1) を日本語に訳しなさい。

問 3 下線部 (2) は具体的にどのようなことを意味しているか、説明しなさい。

問 4 下線部 (3) の () 内の語句を文脈に合うように適切な順序に並び替え、解答欄に書きなさい。

問 5 下線部 (4) は本文中でどのような地域と定義されているか、具体的に説明しなさい。

問 6 下線部 (5) に関して、筆者はなぜそのように考えるのか、理由を説明しなさい。

2 次の英文を読み、以下の問いに答えなさい。

July marks the 55th anniversary of *the Civil Rights Act, which prohibited discrimination on the basis of race, colour, religion, sex, or national origin. It also enforced *desegregation of the government-run school system nationwide, largely ending the practice of educational *apartheid. But while desegregation transformed America's education system, the way it was implemented by discriminatory school boards in the South was harmful to black teachers.

In 1954, the Supreme Court ruled in the case of Brown vs Board of Education that “^(A) in the field of public education the idea of “separate but equal” has no place.” Ten years later, less than 5% of black children in the Southern states of the former *Confederacy were attending school with whites. The Civil Rights Act, which among other enforcement mechanisms tied federal education funding to school integration, dramatically changed that: by 1970, more than 90% of black children attended schools that also taught white children.

For African-American students, the impact of desegregation was overwhelmingly (B). It was one reason why the gap between test scores of black and white students born in 1954 and those born 30 years later declined by nearly 40%, according to research by Eric Hanushek and colleagues at Stanford University.

For African-American teachers, it was ^(C) a different story. Before the Civil Rights Act, Southern black schools were staffed almost exclusively by black teachers. Nearly half of African-Americans with a post-secondary education living in the South listed teaching as their occupation. As schools were united, black students were bused to white schools, white teachers were put in charge of integrated classrooms, and black teachers were moved down to substitute status or fired—often on the basis of newly-instituted testing and *accreditation requirements. Court cases over discriminatory firing were repeatedly thrown out and it took until 1971 for the federal government to mandate non-discriminatory employment practices in public education. By that point, the integration process, with its associated firings, was largely complete.

Owen Thompson, an economist at Williams College estimates that more than 15,800 black teachers left schools in the states of Alabama, Georgia, Louisiana, Mississippi, South Carolina, Tennessee, Texas and Virginia alone. Earlier estimates suggest 38,000 African-American educators lost their jobs across the South and the border states. The displaced teachers moved to other professions or moved out of the South entirely.

The share of black teachers in government schools nationwide has continued to decline: from 8.1% in 1971 to 6.9% in 1986 and 6.7% today—this during a period during which the black share of the population as a whole has risen to nearly 13%. There are a number of reasons for the decline, including an increased range of professional opportunities for African-Americans in other fields.

But it is also true that desegregation accelerated a trend towards (D) teacher (E) standards that continued to disproportionately affect African-Americans. When North Carolina raised its cut-off scores for the National Teacher Exam in the late 1970s, for example, it was associated with a 73% drop in newly licensed black teachers in the state between 1975 and 1982.

While higher teacher accreditation requirements reduce the number of black teachers, they have done little for students of any ethnicity: teacher licensing test scores are weakly related to outcomes for students. That helps to explain why Mr. Hanushek found (F) in average test scores for American 17-year-olds tested between 1987 and 2017, and no further progress in closing the black-white test gap since the 1980s. The legacy of a discriminatory response to desegregation continues a half-century on, with limited benefit to children.

(Adapted from "Why America lost so many of its black teachers" by BY C.K. | WASHINGTON, DC, The Economist. Copyright© 一部改変)

注

the Civil Rights Act 公民権法 desegregation 人種差別廃止

apartheid アパルトヘイト (人種差別政策)

Confederacy 南部連合 (南北戦争時にアメリカから脱退した南部 11 州による国家)

accreditation 認定

問 1 下線部 (A) は具体的にどのようなことを意味しているか, 説明しなさい。

問 2 (B) に入る最も適切な語を以下から選び記号で答えなさい。

ア positive イ negative ウ superficial エ essential

問 3 下線部 (C) はどのような story か, 140 字から 180 字程度で説明しなさい。

問 4 (D) (E) に入る最も適切な語の組み合わせを以下から選び記号で答えなさい。

ア (D) greater - (E) moral	イ (D) lower - (E) moral
ウ (D) greater - (E) nationality	エ (D) lower - (E) nationality
オ (D) greater - (E) certification	カ (D) lower - (E) certification

問 5 (F) に入る最も適切な語句を以下から選び記号で答えなさい。

ア significant gains	イ no significant gains
ウ significant decrease	エ no significant decrease

令和 3 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 2 年 11 月 7 日

志望学部／学科	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、折り目を付けたりしないでください。
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. 以下の論評記事を読んで、以下の問いに答えなさい。

The study, published Monday by Federal Reserve Bank of New York economist Kristian Blickle and unveiled in the Wall Street Journal, examines the effects of the Spanish flu, which killed an estimated 50 million people worldwide between 1918 and 1920.

Based on data from German cities, Blickle's paper asserts that "influenza deaths of 1918 are correlated with an increase in the share of votes won by right-wing extremists, such as the National Socialist Workers Party" in Germany's 1932 and 1933 elections, which led to Adolf Hitler's election as *chancellor.

Blickle writes that deaths from the flu "spurred resentment of foreigners among the survivors," which, over time, led to increased support for racist and xenophobic parties. These sentiments, he writes, were affected by "the influences of local unemployment, city spending, population changes brought about by the First World War, and local demographics or when we instrument for influenza mortality."

① His thesis strikes a raw nerve as worries grow in the United States and Europe as to the long-term political effects of the coronavirus and the economic devastation it is wreaking worldwide, with unemployment soaring to record levels. In the United States, there are already signs that extremist political groups are using the pandemic to strengthen their causes, with *anti-Semitic messaging and Nazi motifs cropping up in anti-lockdown protests.

But Thomas Weber, a professor of history and international affairs at the University of Aberdeen and author of numerous books on Germany and the rise of Nazism, is skeptical. "When you look at the evidence, there is no causal link" between the pandemic and political extremism, he tells Haaretz.

Weber, who wrote 2010's "Hitler's First War" and 2017's "Becoming Hitler: The Making of a Nazi," says he was "very surprised" at the conclusions drawn by such a prominent institution as the Federal Reserve Bank of New York.

As Weber sees it, the death and devastation of the First World War, its economic aftermath and the failure of the [②] were clearly responsible for the political transformation that allowed for the rise of Hitler and Nazi ideology; there is nothing to show that the trauma of the pandemic had anything to do with it, he says.

Hitler never linked his anti-Semitic ideology to the Spanish flu, says Weber. He has found that "no one in postwar Germany blamed the Jews for the outbreak." While in medieval times plagues like the Black Death heightened European anti-Semitism, after 1800, Weber says, that link was far less common.

A close reading of Nazi writings, including those of Hitler himself and of figures like Joseph Goebbels, found that the disease “doesn’t become part of the political discourse” nor “part of the collective memory.”

Blickle analyzed municipal spending levels and voter extremism in the years between the Spanish flu outbreak and the run-up to Hitler’s election in 1933. He found that “areas which experienced a greater relative population decline” because of the flu also spent “less, per capita, on their inhabitants in the following decade.” These places, he said, then experienced a more significant shift toward extremism than the rest of the country.

Blickle “seems to be arguing there was a hidden impact” of the pandemic, says Weber, who interpreted the paper as “attempting to show a correlation between the mortality rate due to Spanish flu in German cities and the tendency to vote for the Nazis. But, the variance is very small – particularly when you compare them to the enormous loss of life in the First World War.”

“Overall, it was the death of over 1.7 million Germans in the Great War that radically reshaped the demography of German cities,” not the country’s 287,000 victims of the Spanish flu, Weber says.

As he sees it, Blickle’s correlation between post-pandemic economic strife and its political effect is the result of the same underlying factor, not a causal relationship.

“We are talking about poor cities. Such cities were struggling to deal with the influenza outbreak, and ended up with high mortality rates,” Weber says. Poverty exacerbated their difficulties, and they “had trouble with reduced public spending after the pandemic and after the war – because they couldn’t afford to spend as much – leading to more voting for extremists. Yes, there is a correlation, but both look like they are a function of those cities being poor rather than one leading to the other.”

Weber says that in his past research, he has attempted to separate out the influence of the Spanish flu on German radicalization by looking at countries that were not involved in the First World War. “When I looked at those countries, I couldn’t find any kind of figures that would suggest a correlation between a high mortality rate and radicalization in the decade after,” he notes.

(Adapted from "Did the Spanish Flu Pandemic Really Lead to the Rise of Nazism?" by Allison Kaplan Sommer, Haaretz Daily Newspaper. Copyright©Haaretz Daily Newspaper Ltd.All Rights Reserved 一部改変)

*chancellor : the head of the government in some European countries, such as Germany

*anti-Semitism : hostility to or prejudice against Jews

問 1 文中の下線部①を日本語に訳しなさい。

問 2 文中の空欄 [②] に入る最も適切な語句を以下の㉖～㉙より選び、記号で答えなさい。

㉖ Holy Roman Empire

㉗ Weimar Republic

㉘ Third Reich

㉙ Federal Republic of Germany

㊦ German Democratic Republic

問 3 この論評記事の内容を日本語 350 字以内でまとめなさい。

II. Read the text below and complete the task.

2019 marked the passage of 10 years since the start of *the lay judge system, in which ordinary people take part in the hearings of criminal court trials. It is critical to improve public understanding of the system and continue emphasizing the significance of participating in lay judge trials.

The purpose of introducing the system was to heighten the people's confidence in the judicial system through participation in trials. More than 90,000 persons have so far served as lay judges or supplementary lay judges, and close to 12,000 defendants have been given sentences.

There have been many cases in which popular feelings have been applied in the rulings.

There has been a conspicuous tendency among lay judges to opt for severe punishments in sex crimes, compared with those handed down during the time when cases were exclusively examined by professional judges. This is a result of the public's severe stance on despicable offenses being reflected in their judgments. The fact that more than half of the suspended sentences included probation seems to indicate that lay judges placed importance on rehabilitating the accused.

The scene in courtrooms has changed. Courts of justice invite witnesses to directly testify, rather than examining the records of oral statements made during investigations. This style has taken root. There is no doubt that the system is achieving easy-to-understand trials.

Due to the necessity of clarifying points of contention before the start of a trial, prosecutors have expanded the disclosure of evidence to defense lawyers. There has been an increase in the percentage of defendants released on bail, partly because of their requests to secure enough time for preliminary discussions with defense counsels. It is safe to say that the lay judge system has caused changes in the management of criminal justice.

What is worrying is a continued increase in the percentage of people who decline to serve as lay judges despite being nominated for that position. The figure was 53 percent at the start of the system, but it jumped to 67 percent in 2018.

If this trend goes unchecked, the position of lay judge will, sooner or later, be assumed only by people who have a lot of time to spare. A lack of balance in the occupations and ages of lay judges could shake the basis of the system, which seeks to reflect the viewpoints held by a wide range of people in trials.

The probable cause of the problem is that lay judge trials last for extended periods. The average length of required time, starting with the first hearing of a trial and ending in the pronouncement of a judgment, has more than doubled over the past 10 years. Needless to say, the time necessary for those procedures must be secured to examine a case thoroughly, but courts of justice should be advised to devise plans for examining cases as swiftly as possible.

Another key is the degree to which corporations and other entities from which people are sent

for trials will cooperate in creating an environment in which people can easily participate.

Some have persisted in saying that lay judges' experience has not been shared among the public, resulting in the lack of progress in promoting understanding of the system. It is essential to examine whether the duty of confidentiality imposed on lay judges is hindering them from relating their valuable experience to others.

Another task is to ease the burden of serving as a lay judge. A total of 37 defendants were sentenced to death in lay judge trials, and three of those convicts have been executed. There is no telling how greatly lay judges feel psychological pressure as they have to make such extreme choices. Providing meticulous care is important, such as facilitating a system in which continued consultations can be provided.

(Adapted from “Public's growing reluctance to serve as lay judges a worrying trend”, in: *The Yomiuri Shimbun*, 19 May 2019.)

*the lay judge system:

The lay judge system is a system in which ordinary citizens called ‘lay judges’ hear legal cases together with professional judges. Lay judges are chosen randomly from among all adult citizens, and when chosen they only serve as lay judges for one specific case. In a panel with professional judges (usually six lay judges and three professional judges), lay judges hear the trial, examine the evidence, determine whether the accused is guilty or not and, if the accused is found guilty, decide on an appropriate punishment.

Task: Write an interview script with Ms/Mr A, who has served as a lay judge, with reference to the text. You can include Ms/Mr A’s imaginary experience in the script. Be sure to use your own words and not simply copy sentences or phrases from the text. Your answer should be approximately **150 words in total**. Indicate the number of words you have written at the end of the composition.

Your answer should be in the following format:

JOURNALIST: Thank you for agreeing to this interview. I would like to ask you some questions about your experience serving as a lay judge.

JOURNALIST:	(Question 1)
Ms/Mr A:	(Answer 1)
JOURNALIST:	(Question 2)
Ms/Mr A:	(Answer 2)

JOURNALIST:

(Question 3)

Ms/Mr A:

(Answer 3)

JOURNALIST: Thank you very much for your time.

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] $0 \leq p \leq 1$ とする. 青葉チームと川内チームが試合を繰り返す. 各試合において青葉チームは確率 p で川内チームに勝つことがわかっている. また, 引き分けはなく, 各試合にそれ以前の試合の結果は影響を与えないとする.

- (1) 川内チームが第1試合, 第2試合ともに勝つ確率を求めよ.
- (2) 第2試合終了時点で, 対戦成績が1勝1敗になる確率を求めよ.
- (3) 青葉チームが先に通算3勝する確率が p に等しいとき, p のとりうる値をすべて求めよ.

[2] 人と人の間隔を 2m 以上保つようにして，何人かを平らな敷地に配置することを考える．人は大きさを持たない点として扱えるものとする．

(1) 1 辺 4m の正方形の敷地には 9 人まで配置することが可能であることと，10 人以上を配置することは不可能であることをそれぞれ示せ．

(2) 1 辺 5m の正方形の敷地には 10 人を配置することが可能であることを示せ．

[3] n を正の整数, $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ を非負の整数として, 整式

$$f(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + a_{n-2} x^{n-2} + \dots + a_1 x + a_0$$

を考える. ただし, $a_0 \neq 1$ とする. p が素数ならば $f(p)$ も素数であるとき, 次の (A) または (B) が成り立つことを示せ.

(A) $a_i = 0$ ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) かつ a_0 は素数である.

(B) $a_i = 0$ ($i = 0, 2, 3, 4, \dots, n$) かつ $a_1 = 1$ である.

[4] n を非負の整数とし,

$$K_n = \int_0^{\frac{\pi}{2}} x^n \sin x \, dx, \quad L_n = \int_0^{\frac{\pi}{2}} x^n \cos x \, dx$$

とする.

(1) $n = 1, 2, 3, \dots$ に対して K_n, L_n がみたす漸化式を求めよ.

(2) K_n を求めよ.

東北大学理学部物理系 AO 入試Ⅱ期

物理 課題 1

試験時間 9:15～10:15

注意

- ・問題用紙 3 枚（表紙を含め 4 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、水平でなめらかな床に質量 M の三角形の台が置かれている。台は底面と角度 θ をなすなめらかな斜面 AB をもち、台の側面は鉛直な壁と、底面は床と、それぞれ隙間なく接している。大きさの無視できる質量 m の小球を斜面 AB に置き静かに手をはなしたところ、小球は斜面 AB からはなれずに運動をはじめた。小球および台にはたらく空気抵抗と摩擦力は無視できるものとし、重力加速度の大きさを g とする。以下の問いに答えよ。

- (1) 小球の加速度の大きさ a_0 を、 m, M, g, θ の中から必要なものを用いて表せ。
- (2) 台が壁から受ける力の大きさ F を、 m, M, g, θ の中から必要なものを用いて表せ。

次に図2のように、壁がない場合について考える。小球を斜面 AB に置き静かに手をはなしたところ、台は床からはなれることなく加速度 b で運動をはじめた。台の加速度は床に沿って右向きを正とする。小球が斜面 AB から受ける垂直抗力の大きさを N とする。

- (3) 台とともに動く観測者から見たときの小球の運動について考える。
 - (a) N を、 m, M, g, b, θ の中から必要なものを用いて表せ。
 - (b) 斜面 AB に沿う方向の小球の加速度 a を、 m, M, g, b, θ の中から必要なものを用いて表せ。ただし、加速度の向きは斜面を下る向きを正とする。
- (4) 床に静止した観測者から台を見たとき、床に沿う方向の台の運動方程式を、 M, g, b, N, θ の中から必要なものを用いて表せ。
- (5) 問 1(3)(b) の小球の加速度 a 、および、台の加速度 b を、それぞれ m, M, g, θ の中から必要なものを用いて表せ。

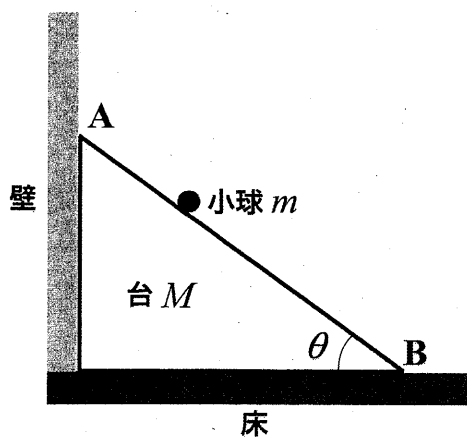


図 1

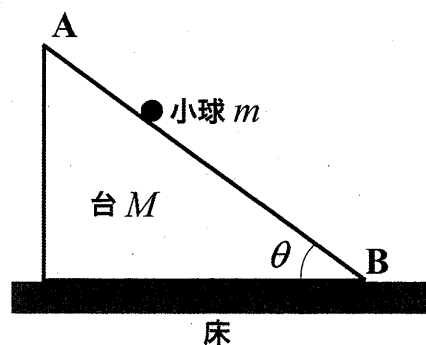


図 2

問 2 図 3 のように、水平な床の上をなめらかに動く質量 M の台が置かれている。台は水平方向に対して角度 θ をなす斜面 AB と水平面 BC をもち、斜面 AB と水平面 BC は非常にせまい領域でなめらかに接続している。また、水平面 BC の右端には板が鉛直に立っている。

はじめ、台は静止しており、台の左端は鉛直な壁に接していた。大きさの無視できる質量 m ($m < M$) の小球を、斜面 AB 上で水平面 BC からの高さが h となる位置に置き、静かに手をはなした。その後、小球は台の斜面 AB および水平面 BC からはなれることなく運動し、板と非弾性衝突した。小球と板の反発係数は e ($0 < e < 1$) とする。また、台は床からはなれることなく運動するものとする。小球および台にはたらく空気抵抗と摩擦力は無視できるものとし、重力加速度の大きさを g 、水平方向の速度は右向きを正として、以下の問いに答えよ。

- (1) 小球が板と衝突する直前の小球の速さ v_0 を、 m, M, θ, h, g の中から必要なものを用いて表せ。
- (2) 小球と板が衝突した直後の運動について考える。
 - (a) 小球の速度 v_1 、台の速度 V_1 を、それぞれ m, M, e, v_0 の中から必要なものを用いて表せ。
 - (b) 小球の台に対する相対速度 $u_1 (= v_1 - V_1)$ を、 m, M, e, v_0 の中から必要なものを用いて表せ。
- (3) 板と衝突した小球は、点 C から点 B へ移動し、斜面を上り下りした後、再び板に到達した。問 1(5) の結果を考慮して、小球と板の 2 回目の衝突がおきる直前の、小球の台に対する相対速度 u'_1 を、 m, M, e, v_0 の中から必要なものを用いて表せ。

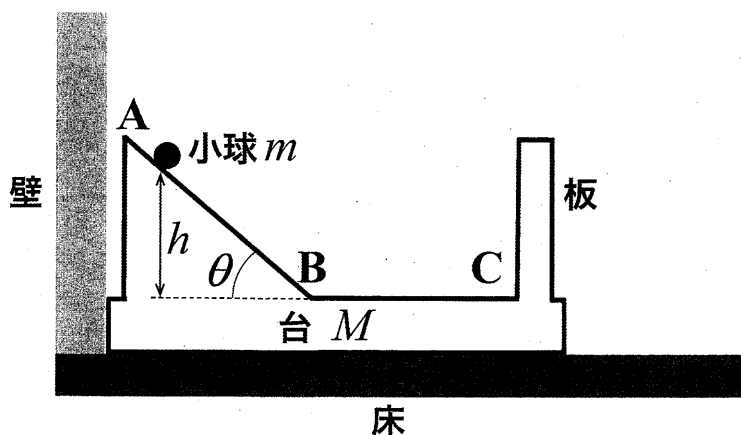


図 3

(次ページにつづく)

- (4) (a) 小球と板の n 回目 ($n = 1, 2, \dots$) の衝突がおきた直後の小球の台に対する相対速度を u_n とし、小球と板の $n + 1$ 回目の衝突がおきる直前の小球の台に対する相対速度を u'_n とする。 u_n, u'_n を、それぞれ m, M, e, v_0, n の中から必要なものを用いて表せ。
- (b) 小球と板の n 回目 ($n = 1, 2, \dots$) の衝突がおきた直後の小球の速度を v_n 、台の速度を V_n とする。また、小球と板の $n + 1$ 回目の衝突がおきる直前の小球の速度を v'_n 、台の速度を V'_n とする。 v_n, V_n, v'_n, V'_n を、それぞれ m, M, e, v_0, n の中から必要なものを用いて表せ。
- (5) (a) 小球と板の n 回目の衝突がおきてから小球が点 B をはじめて通過するまでに要する時間を T_n とする。 T_n を、BC 間の距離 L 、および m, M, e, v_0, n の中から必要なものを用いて表せ。
- (b) 問 2(5)(a) で小球が点 B を通過したあと、小球が斜面を上り下りして再び点 B に戻るまでに要する時間を T'_n とする。問 1(5) の結果を考慮して、 T'_n を、 $m, M, e, v_0, \theta, n, g$ の中から必要なものを用いて表せ。
- (6) $M = 2m, \theta = 45^\circ, e = 1/2$ 、BC 間の距離 $L = \sqrt{2}h$ の場合について考える。
- (a) 小球が速さ v_0 で点 B から点 C まで移動するのに要する時間を t_0 とし、小球と板の 1 回目の衝突から 3 回目の衝突までの間の台の速度 V の時間変化の様子を図示せよ。ただし、1 回目の衝突時を時刻 $t = 0$ とし、横軸には t/t_0 を、縦軸には V/v_0 を用いること。
- (b) 小球と板の 1 回目の衝突から 3 回目の衝突までに台が移動した距離 X を、 h を用いて表せ。

東北大学理学部物理系 AO 入試Ⅱ期

物理 課題2

試験時間 10:40～11:40

注意

- ・問題用紙 5 枚（表紙を含め 6 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

解答には結果だけでなく、考え方や計算の過程も記すこと。

問 1 真空中に置かれている平行板コンデンサーについて、以下の問いに答えよ。ただし、真空の誘電率を ϵ_0 とし、極板の厚みおよび極板の端での電場（電界）の乱れは無視できるとする。

- (1) 図 1 のような面積 S 、極板間隔 d 、電荷 $\pm Q$ をもつ平行板コンデンサーがある。
- (a) コンデンサーの静電エネルギー U を、 Q 、 ϵ_0 、 d 、 S を用いて表せ。
- (b) 左側の極板に外力を加えて極板を平行に保ちつつ、その間隔を微小距離 Δd だけ増加させた。このときの静電エネルギーの変化 ΔU と、極板間にはたらく力の大きさ F を、それぞれ Q 、 ϵ_0 、 d 、 S 、 Δd の中から必要なものを用いて表せ。

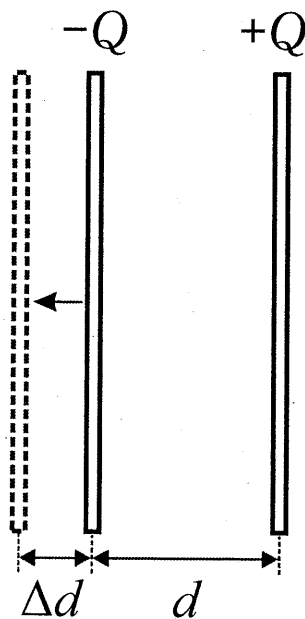


図 1

- (2) 図2のような、面積 S の極板 A, B からなる平行板コンデンサー、起電力 V の電池、抵抗値 R の抵抗、スイッチ SW および端子 T_1 , T_2 からなる回路を用いて、以下の実験1と実験2を行った。これらの実験で、コンデンサーの片方の極板 A は固定されており動かない。また、質量 m の極板 B は、ばね定数 k の絶縁体でできたばねによって壁につながれており、極板 A と平行を保ちつつなめらかに動くことができる。

実験1：はじめにスイッチは端子 T_1 , T_2 のいずれにもつながれていなかった。これを、スイッチが開いた状態とする。このとき極板 A, B の電荷はいずれも 0 であり、極板間隔は d 、ばねは自然長の状態であった。ここで極板 B を固定し、スイッチを端子 T_1 に接続してコンデンサーを充電し、十分に時間を経過させた。

- (a) 極板 A に蓄えられる電荷 Q_0 を、 ϵ_0 , d , S , V を用いて表せ。

スイッチを開き、極板 B の固定を外したところ、極板 B は単振動を始めた。

- (b) ばねの伸びが x ($x < d$) のとき、極板 B にはたらく力 F を、 Q_0 , ϵ_0 , d , S , k , x , R , m の中から必要なものを用いて表せ。ただし、力はばねが伸びる向きを正とする。
- (c) 極板 B の単振動の中心の位置 x_0 と単振動の周期 T を、それぞれ Q_0 , ϵ_0 , d , S , k , x , R , m の中から必要なものを用いて表せ。

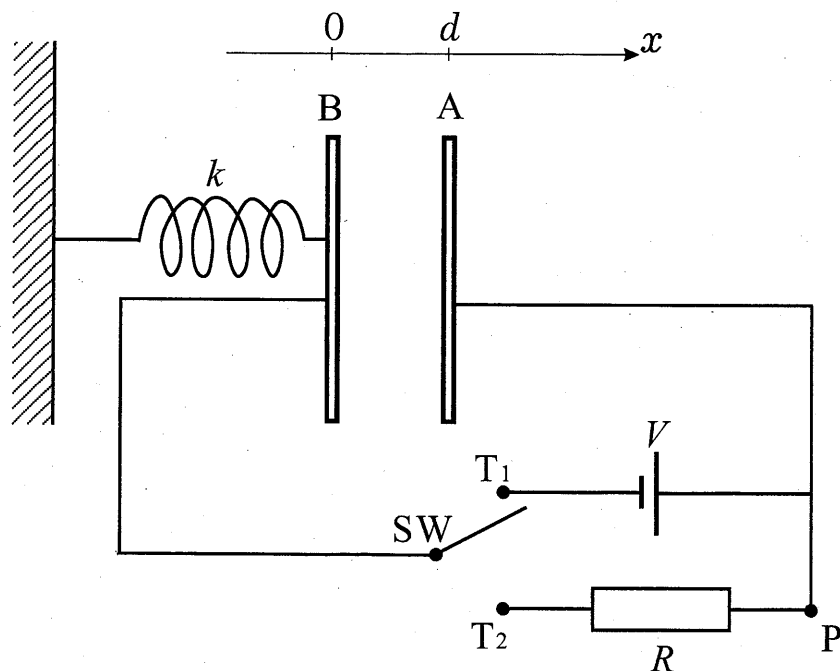


図2

実験2: 再び極板 A, B の電荷を 0, 極板間隔を d , ばねを自然長の状態にし, 極板 B を固定してスイッチを端子 T_1 につなぎ, コンデンサーを充電した. 十分に時間が経過した後, スwitchを端子 T_2 に切り替えると同時に極板 B の固定を外すと, 極板 B は運動を始め, 極板 A の電荷 Q , 極板 B の速度 v , ばねの伸び x は時間 t とともに変化した.

(d) コンデンサーの静電エネルギーと極板 B の運動エネルギーとばねの弾性エネルギーの和 E を, $Q, v, x, \epsilon_0, d, S, k, R, m$ の中から必要なものを用いて表せ.

(e) 微小な時間 Δt の間の E の変化を ΔE とすると, エネルギーの変化率は $\frac{\Delta E}{\Delta t}$ と書ける. ここで $\Delta t \rightarrow 0$ の極限をとると, エネルギーの変化率は $\frac{dE}{dt}$ となる. 同様に, 極板 B の速度 v は $\frac{dx}{dt}$, 加速度は $\frac{dv}{dt}$ と書ける. Q, v, x は t の関数であることを注意して, $\frac{dE}{dt}$ を, $\frac{dQ}{dt}, \frac{dv}{dt}, \frac{dx}{dt}$ を含む式で表せ.

(f) 問 1 (2)(e) の結果と, 極板 B の運動方程式を使って, $\frac{dE}{dt}$ を, $\frac{dv}{dt}$ を含まない式で表せ.

(g) 点 P から端子 T_2 に流れる電流を I とすると, $I = -\frac{dQ}{dt}$ である. 問 1 (2)(f) で求めた関係を Q を含まない式で表し, 得られた結果について物理的意味を考察せよ.

問2 単位長さあたり λ ($\lambda > 0$) の電荷が一様に分布している帯電棒 A が真空中に置かれている。帯電棒は太さが無視できるほど細く、無限に長いとする。この帯電棒に対し、図3のように座標軸をとる。クーロンの法則の比例定数を k_0 として、以下の問いに答えよ。

- (1) y 軸上の $(0, y)$ にある、長さ Δy の微小区間に含まれる電荷が点 $P(x, 0)$ ($x > 0$) に作る電場（電界） $\Delta \vec{E} = (\Delta E_x, \Delta E_y)$ を、 λ , k_0 , x , y , Δy を用いて表せ。ただし、 Δy は十分小さいので、 Δy の微小区間に含まれる電荷は点電荷とみなしてよい。
- (2) 帯電棒 A が点 P に作る電場 \vec{E} の x 成分 E_x は、異なる y にある微小区間の電荷が作る ΔE_x を帯電棒全体にわたって足し合わせればよいので、

$$E_x = \int_{\boxed{\text{イ}}}^{\boxed{\text{ウ}}} \boxed{\text{ア}} dy$$

のように積分で求めることができる。

- (a) 空欄 $\boxed{\text{ア}}$, $\boxed{\text{イ}}$, $\boxed{\text{ウ}}$ に入る適切な数式を答えよ。
- (b) $y = x \tan \theta$ において積分を実行することにより、 E_x を求めよ。
- (3) \vec{E} の y 成分 E_y が $E_y = 0$ となることを説明せよ。
- (4) 電場の強さは、横軸を位置、縦軸を電位としたグラフの接線の傾きの大きさに等しいので、 x 軸上の点 $(x, 0)$ ($x > 0$) における電位を V としたとき、 $E_x = -\frac{dV}{dx}$ が成り立つ。このことを用いて、 V を求めよ。ただし、 $x = x_0$ ($x_0 > 0$) のとき $V = 0$ とする。

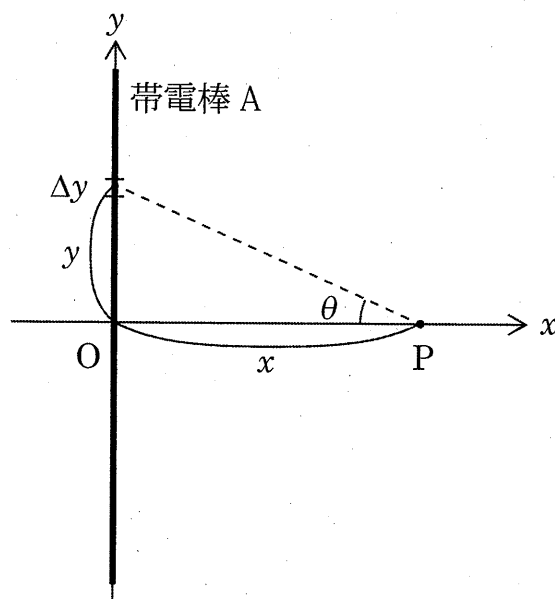


図3

(次ページにつづく)

- (5) 図4のように、点 $R(x_0, 0)$ から初速 v_0 で y 軸正方向に、質量 m 、電荷 q ($q > 0$) の荷電粒子を打ち出した。荷電粒子が帯電棒 A から距離 x_1 ($x_1 > x_0$) だけ離れた位置に来たときの荷電粒子の速度 $\vec{v} = (v_x, v_y)$ を、 λ , k_0 , m , q , x_0 , x_1 , v_0 の中から必要なものを用いて表せ。なお、重力の影響は無視できるとする。

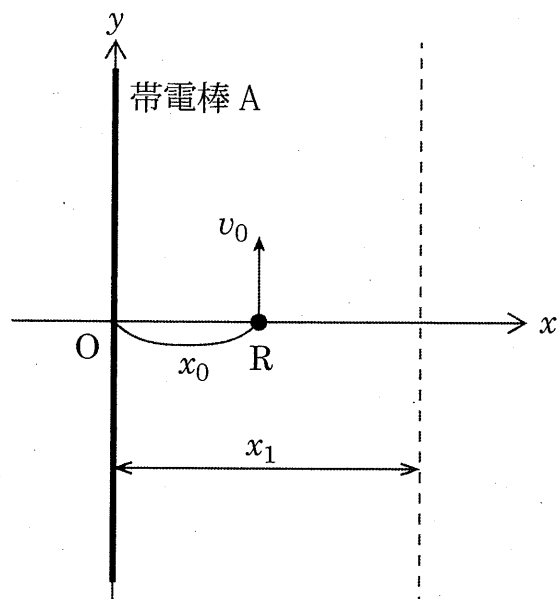


図4

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

課題 3

解答には結果だけでなく，考え方や計算の過程も記すこと．

問 1 図 1 のように，平板に間隔 d で 2 つのスリット S_1, S_2 を設け，平板と距離 l を隔てて平行にスクリーンを置く．位相のそろった波長 λ の単色光線が左側から平板に対して垂直に入射したとき，スリットを通してスクリーンに到達する光の干渉を考える．以下では各スリットからスクリーン上の点 P に到達する光に対して $S_1P = l_1, S_2P = l_2$ とおく．また S_1 と S_2 の中点からスクリーンにおろした垂線の足 O を原点としてスクリーンに沿って x 軸をとり，点 P の x 座標を X とする．スリット幅は十分に小さいので，スリット幅の影響は無視できるとする．空気の屈折率を 1 とし，以下の問いに答えよ．

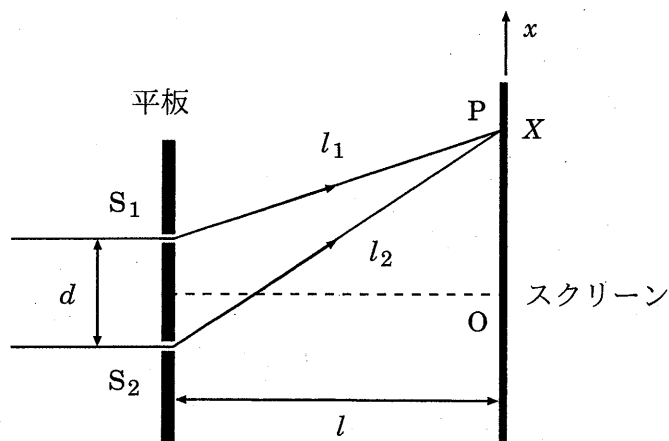


図 1

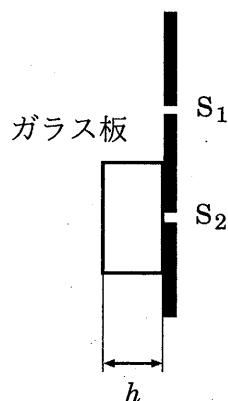


図 2

- (1) 光路差 $\Delta l = l_2 - l_1$ を， X, l, d を用いて表せ．ただし $d \ll l, |X| \ll l$ とし， $|a| \ll 1$ を満たす数 a に対して $\sqrt{1+a} \approx 1 + a/2$ となることを用いて近似すること．
- (2) 問 1 (1) の結果を用いて，スクリーン上に生じる明線の間隔 Δx を l, d, λ を用いて表せ．
- (3) 図 2 のように，スリット S_2 の左側に，平板に接して，屈折率 n ，厚さ h のガラス板を置く．スクリーン上に生じる干渉縞はガラス板を置く前と比べてどのように変化するか述べよ．

問2 図3のように、質量 M の星1のまわりを質量 m の星2が万有引力によって等速円運動している。 M が m よりも十分に大きい場合、星1は原点 O に静止しているとみなすことができる。星2の運動は、 O を中心とした xy 平面内での等速円運動となる。等速円運動の半径を r 、角速度を ω ($\omega > 0$)、時刻 t における x 軸からの回転角を ωt とする。万有引力定数を G として、以下の問いに答えよ。

- (1) 時刻 t における星2の位置 (x, y) を、 r, ω, t を用いて表せ。
- (2) 時刻 t における星2の速度 \vec{v} の x 成分 v_x と y 成分 v_y 、加速度 \vec{a} の x 成分 a_x と y 成分 a_y は位置の時間 t による微分を用いて

$$v_x = \frac{dx}{dt}, \quad v_y = \frac{dy}{dt}, \quad a_x = \frac{d^2x}{dt^2}, \quad a_y = \frac{d^2y}{dt^2}$$

と書ける。 v_x, v_y, a_x, a_y を、それぞれ r, ω, t を用いて表せ。

- (3) 問2(2)の結果を用いて、以下の問いに答えよ。
 - (a) 星2の位置ベクトル \vec{r} と速度 \vec{v} が直交することを示せ。
 - (b) 加速度 \vec{a} の大きさ a を求めよ。
 - (c) 図3の座標軸、星1、星2、円軌道を解答用紙に描き写し、星2の位置を始点とする矢印により、速度 \vec{v} と加速度 \vec{a} の向きをそれぞれ図示せよ。
- (4) 星2の運動方程式を使って、星2の公転周期 T を、 r, M, G を用いて表せ。
- (5) 星1の動きも考慮する場合、図4のように星1と星2の運動は、それぞれ重心を中心とした半径 r_1, r_2 の等速円運動となる。星1と星2の角速度は等しく、両者の距離は $r = r_1 + r_2$ で与えられる。このとき、星2の公転周期 T を、 r, M, m, G を用いて表せ。

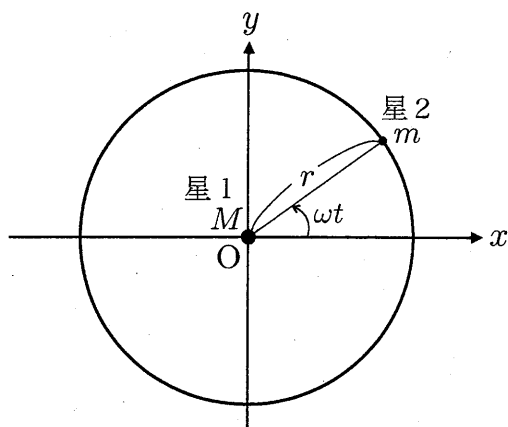


図3

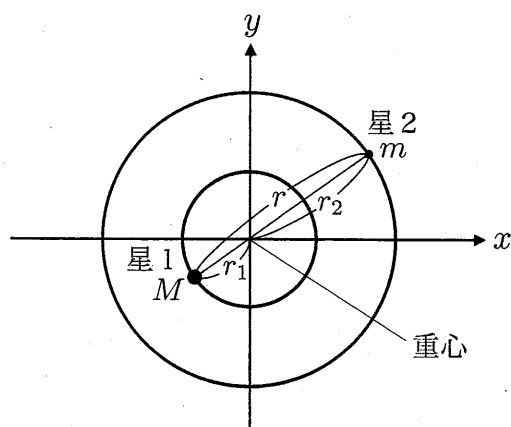


図4

問3 図5のように、質量 M の暗い天体（ブラックホール）のまわりを、質量 m の恒星が万有引力によって、速さ v 、半径 r の等速円運動をしながら、振動数 f_0 の光を放射している。ただし $M \gg m$ を仮定して、ブラックホールは静止しているとみなす。ブラックホールから遠く離れた観測者が、この恒星からの光を観測している。恒星からの光は格子定数 d の回折格子に垂直に入射し、回折格子から l だけ離れたスクリーン上に干渉縞をつくる。真空中の光速を c とし、恒星の運動にともなう光のドップラー効果を考慮するとき、恒星の発する光の振動数 f_0 と観測者が受け取る光の振動数 f との関係は、近似的に

$$f = f_0 \left(1 + \frac{V}{c} \right) \quad (\text{i})$$

で与えられる。ここで、 V は観測者から見た恒星の視線方向（恒星と観測者を結ぶ直線にそった方向）の速度成分で、恒星が観測者に近づくとき $V > 0$ と定め、また $|V| \ll c$ が成り立っているとする。観測者は恒星が運動する平面内にいて、ブラックホールに対して静止しているものとする。以下の問いに答えよ。

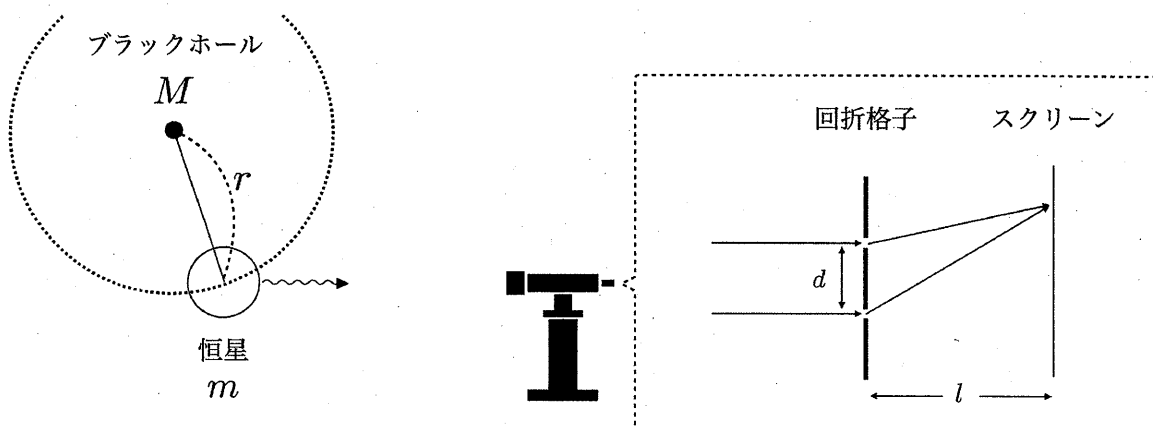


図5

- (1) 式 (i) を用いて、観測者が受け取る光の波長 λ を、 λ_0 、 V 、 c を用いて表せ。ここで、 λ_0 は恒星が発する光の波長である。 $|a| \ll 1$ を満たす数 a に対して成り立つ近似式 $(1+a)^n \simeq 1+na$ を用いること。

恒星からの光がスクリーン上につくる干渉縞を観察すると、明線の間隔 Δx が図6のように時間とともに周期的に変化することがわかった。ここで、明線の間隔 Δx を与える表式は、問1(2) で得られた表式を使ってよい。図中縦軸の Δx_0 は $\lambda = \lambda_0$ に対応する Δx の値である。以下の問いに答えよ。

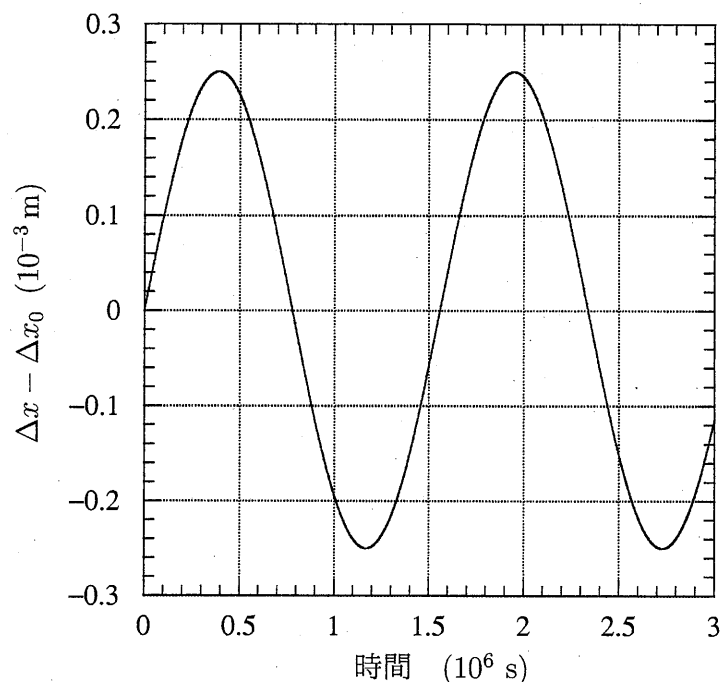


図 6

- (2) 明線の間隔 Δx が図 6 のようにふるまう理由を述べよ.
- (3) Δx の最大値 $(\Delta x)_{\max}$ と最小値 $(\Delta x)_{\min}$ の差 $R = (\Delta x)_{\max} - (\Delta x)_{\min}$ を, v, l, d, λ_0, c を用いて表せ.
- (4) 問 2(4) の結果を用いて, ブラックホールの質量 M を, v , 恒星の公転周期 T , 万有引力定数 G を用いて表せ.
- (5) 図 6 から得られる情報を用いて, ブラックホールの質量 M を有効数字 1 桁で求め, M が太陽質量 $M_{\odot} = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$ の何倍になるか答えよ. ここで, $\lambda_0 = 6.5 \times 10^{-7} \text{ m}$, $d = 2.6 \times 10^{-5} \text{ m}$, $l = 10 \text{ m}$ とする. また必要なら, $G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$, $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ を用いよ.
- (6) 恒星の質量 m がブラックホールの質量 M に比べて無視できない場合, ブラックホールの運動も考慮する必要がある. 質量比を $q = m/M$ とし, 観測者はブラックホールと恒星の重心に対して静止しているとして, 以下の問いに答えよ.
 - (a) 問 2(5) の結果を用いて, ブラックホールの質量 M を, 恒星の公転周期 T , 恒星の速さ v , G, q を用いて表せ.
 - (b) ブラックホールの質量 M は, ブラックホールが静止していると仮定して求めた質量に比べて, 大きくなるか, 小さくなるか, 前問 (a) の結果を用いて答えよ.

令和三年度 東北大学理学部 AO 入試Ⅱ期 (化学系)

適性試問 A

令和2年11月7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. この問題冊子は、表紙を含めて8枚、解答用紙は、草案用紙を含めて4枚である。
3. 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。
4. 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、3枚の解答用紙すべてに受験番号と氏名を記入すること。
5. 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。
6. 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5に答えよ。

塩化ナトリウム NaCl は、動物の生命維持になくてはならない重要な物質である。その固体はイオン結晶であり、ナトリウムイオン Na^+ と塩化物イオン Cl^- が ア 力で結びついている。

NaCl は、炭酸ナトリウムを製造する イ 法の原料として用いられる。この手法では、^{a)} NaCl の飽和溶液に二酸化炭素とアンモニアを吹き込むことで、炭酸水素ナトリウムを沈殿させ、^{b)} 沈殿した炭酸水素ナトリウムを焼いて炭酸ナトリウムを得る。二酸化炭素とアンモニアを回収して再利用できる点がこの手法の特徴であり、例えば、アンモニアは、反応過程で生成した ウ と水酸化カルシウムを反応させて回収する。

また、 NaCl 水溶液を電気分解すると、化学工業で多量に使用されている水酸化ナトリウムが得られる。純度の高い水酸化ナトリウムを得るために、電極間に陽イオンだけが通過する膜を用いた エ 法と呼ばれる手法が用いられている。

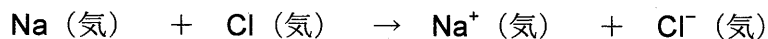
問1 文中の空欄 ア から エ に入る適切な語句を書け。

問2 下線部 a) の反応を化学反応式で書け。

問3 下線部 b) の反応を化学反応式で書け。

問4 イオン結晶に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) 一般に、イオン結晶は、陽性の強い金属元素と陰性の強い非金属元素との化合物である。 Na のイオン化エネルギーが 5.14 eV で、 Cl の電子親和力が 3.62 eV であるとき、次の反応の熱化学方程式を書け。解答の過程も簡潔に記せ。ただし、反応熱の単位は kJ とし、その数値は有効数字3桁とする。



なお、(気) は気体状態を示し、理想気体とみなすこととする。また、イオン化エネルギーおよび電子親和力は、粒子1個に対するエネルギー値であり、 $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$ 、アボガドロ定数 $= 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$ とする。

- (2) イオン結晶では、陽イオンと陰イオンが交互に規則正しく立体的に配列している。隣り合う陽イオンと陰イオンは接しており、陽イオンと陰イオンの半径の比によって異なる結晶構造をとる。図1に示すように、 NaCl が CsCl と同じ結晶構造をとれない理由を簡潔に述べよ。

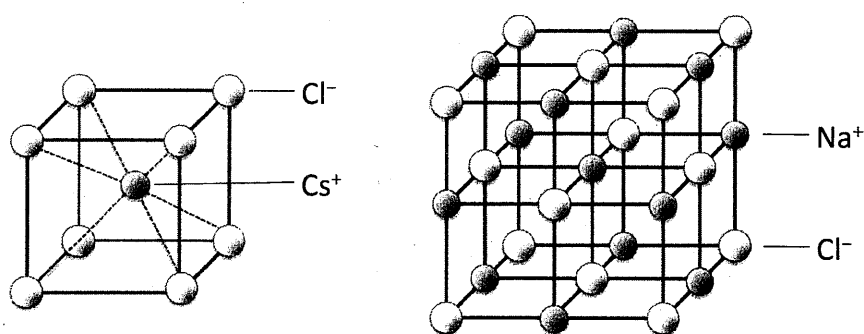


図 1

問5 **NaCl** 水溶液の電気分解に関して、次のような実験を行った。以下の問いに答えよ。

実験：図 2 のように、ビーカーの中央に隔膜（厚紙）を置き、隔膜の両側に 0.10 mol/L の **NaCl** 水溶液を入れた。炭素棒を陽極、鉄くぎを陰極として 3 V 電源につないで電気分解した。

電気分解中に発生した気体を下方置換法で捕集し、純水に溶解させて試料溶液①を調製した。試料溶液①に過酸化水素水を加えたところ、酸素が発生した。

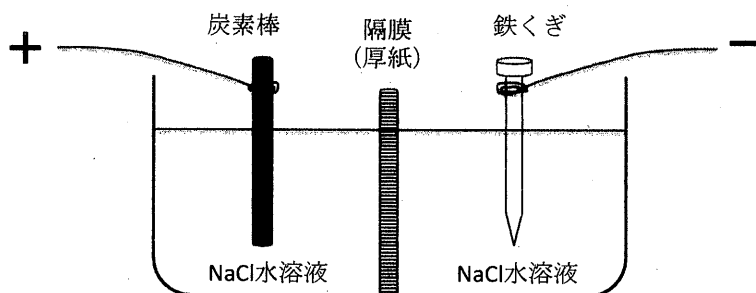


図 2

- (1) それぞれの電極での反応をまとめて、全体としての反応を化学反応式で書け。
- (2) 下線部 c) の反応をイオン反応式で書け。
- (3) 電気分解したのち、硝酸銀 AgNO_3 水溶液を用いて、残っている Cl^- の分析をした。炭素棒側および鉄くぎ側の水溶液をそれぞれ 1.0 mL ずつとり、よく混ぜて試料溶液②を調製した。試料溶液② 1.0 mL に対して、 $2.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ の AgNO_3 水溶液を 1.0 mL 加えたところ、塩化銀 AgCl の白色沈殿が生成した。試料溶液②の Cl^- 濃度は、少なくとも何 mol/L 以上か。その数値を有効数字 2 桁で答えよ。導出の過程も簡潔に記せ。ただし、 AgCl の溶解度積 $K_{\text{sp}} = 1.8 \times 10^{-10} [\text{mol}^2/\text{L}^2]$ とする。
- (4) 純度の高い NaOH を得るために、厚紙の代わりに陽イオンだけを通す膜でビーカーを区切った。炭素棒側と鉄くぎ側に、それぞれどのような水溶液を入れて電気分解すればよいか。水溶液の名称を答えよ。

(解答用紙 **2** に解答せよ)

2 次の文章[I], [II]を読み, 以下の問1から問6に答えよ。

[I] 反応速度は, 反応物の濃度と反応速度定数を用いた反応速度式で表される。反応速度式において, 反応物の濃度の何乗に関係するかは, 実験によって求められる。ただし, 反応によっては, 反応物の濃度のべき乗は反応式での係数と一致する。

問1 反応 $2\text{NO}(\text{気}) + \text{O}_2(\text{気}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{気})$ の正反応, すなわち $\text{NO}_2(\text{気})$ の生成反応においては下線部が成り立つ。以下の問いに答えよ。なお, この反応は発熱反応である。

- (1) 反応速度定数 k と反応物の濃度を使い, 正反応の反応速度 v_1 を表す反応速度式を書け。ただし, 化学種 A の濃度は $[\text{A}]$ と表す。
- (2) この反応における反応速度定数 k の単位を物質質量 mol, 体積 L, 時間 s を用いて書け。
- (3) 反応が進行し, 反応が平衡状態に達したとする。この化学平衡を必ず右に移動させる操作の組み合わせを, 次の記号(A)から(D)より選び, 解答欄の記号を○で囲め。
(A) (温度を上げる, 圧力を上げる) (B) (温度を上げる, 圧力を下げる)
(C) (温度を下げる, 圧力を上げる) (D) (温度を下げる, 圧力を下げる)

問2 可逆反応 $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ においても下線部が成り立つ。ただし, 正反応, 逆反応の反応速度定数をそれぞれ k_1, k_2 とする。反応が進行し, この反応が平衡状態に達したとする。平衡状態における平衡定数を, k_1, k_2 を用いて書け。

問3 一般には下線部は成立せず, 反応速度が反応物の濃度の何乗に関係するかは実験により求められる。例として, $\text{NO}(\text{気}) + \text{H}_2(\text{気}) \rightarrow (\text{生成物})$ の反応速度を考える。一定体積, 一定温度の下で種々の圧力(分圧)で気体を混合する実験を行った。そのときの初期反応速度 v を表1に示す。ただし, $P(\text{NO})$ と $P(\text{H}_2)$ はそれぞれ NO と H_2 の初期圧力(分圧)を表す。反応速度式は, NO の濃度の m 乗 ($[\text{NO}]^m$) と H_2 の濃度の n 乗 ($[\text{H}_2]^n$) の積に比例するものとし, 表1のデータを使って m と n を答えよ。なお, m, n は0から3のいずれかの整数値をとる。また, 気体は理想気体の状態方程式に従うものとする。導出過程も記せ。

表1 反応物の初期圧力 $P(\text{NO})$, $P(\text{H}_2)$ と初期反応速度 v

	$P(\text{NO})$ [Pa]	$P(\text{H}_2)$ [Pa]	v (単位省略)
実験1	2.1×10^4	5.3×10^4	4.6
実験2	4.0×10^4	5.3×10^4	16.6
実験3	5.3×10^4	3.8×10^4	21.0

[Ⅱ] マルトース (分子量 342) の一部がグルコース (分子量 180) に分解した試料 X がある。分解した割合を調べるため浸透圧測定の実験を行った。試料 X を 50.0 g とり、水 1.00 kg に溶かしたところ、密度が 1.02 g/cm^3 の水溶液を得た。半透膜を隔てて、一方にはこの水溶液を、他方には溶媒である水を入れた。このとき、温度 27.0°C において、浸透圧は $\Pi = 4.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。以下の問いに答えよ。なお、マルトース 1 分子が分解すると 2 分子のグルコースが生成する。また、気体定数は $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ である。

問 4 50.0 g の試料 X を考える。含まれている分子の物質質量 [mol] の和を有効数字 3 桁で書け。導出過程も記せ。

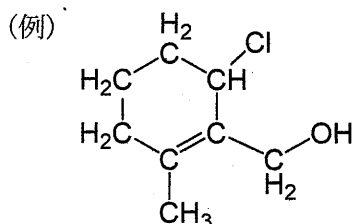
問 5 50.0 g の試料 X を考える。含まれているマルトースの質量 [g] を有効数字 3 桁で書け。

問 6 もともとは、すべてマルトースの試料であった。試料 X が得られる過程において、何%のマルトースが分解したことになるか。有効数字 2 桁で書け。

(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。なお、以下の文章および問いでは鏡像異性体を区別しない。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 $H = 1.0$ $C = 12.0$ $O = 16.0$



[I] アルカンは多重結合を持たない飽和炭化水素であり、主に燃料として用いられる。一般にアルカンは燃焼以外の反応性に乏しいが、アルカンと塩素を混ぜて光を当てると、塩素化されたアルカン(クロロアルカン)が得られる。この反応を塩素化という。クロロアルカンは様々な有機化合物の原料となることが知られている。例えば、1,2-ジクロロエタン($ClCH_2CH_2Cl$)の熱分解により生じる **ア** は、硬く耐薬品性に優れた高分子の原料となる。

問1 文中の空欄 **ア** に入る有機化合物の名前を書け。

問2 飽和炭化水素に関する次の(A)から(F)の説明のうち正しいものをすべて選び、解答欄の記号を○で囲め。

- (A) アルカンを構成する炭素原子の数が増えると融点も高くなる。
- (B) メタンの光による塩素化は付加反応に分類される。
- (C) 空気を遮断して酢酸カルシウムを加熱するとメタンが発生する。
- (D) プロパンは液化天然ガスの主成分である。
- (E) 分子式 C_nH_{2n-2} の飽和炭化水素も存在する。
- (F) シクロヘキサンを構成する炭素原子は同一平面上にない。

問3 下線部に関して、炭素原子鎖に枝分かれを持たないペンタン(C_5H_{12})と塩素を混ぜて光を当てると、分子式 $C_5H_{11}Cl$ で表される化合物(クロロペンタン)の混合物が得られた。クロロペンタンの可能な構造をすべて構造式で書け。

[Ⅱ] 組成式 C_3H_5 で表される分子量 150 以下の炭化水素 **A**, **B**, **C** がある。これらの化合物は一つ以上の多重結合を持つ。**A**, **B**, **C** には幾何異性体（シス・トランス異性体）は存在せず、4 個以下の原子からなる環構造を持たない。また **A** および **C** はメチル基を持たない。**A**, **B**, **C**, および関連する化合物について以下の実験 1 から実験 7 を行った。

実験 1 **A** を適切な触媒存在下で十分な量の水素と反応させると、分子量が 2.0 増加した化合物 **D** が得られた。

実験 2 **A** を適切な触媒存在下で十分な量の水と反応させると、分子量が 18.0 増加した化合物 **E** と **F** が得られた。**E** と **F** は異性体の関係であった。

実験 3 **B** および **C** を適切な触媒存在下で十分な量の水素と反応させると、いずれの化合物からも分子量が 4.0 増加した化合物 **G** が得られた。

実験 4 **B** を適切な触媒存在下で十分な量の水と反応させると、分子量が 18.0 増加した化合物として **H** のみ得られた。**H** はナトリウムと反応しなかった。

実験 5 適切な触媒を用いて **C** を十分な量の水と反応させると、複数の生成物が得られた。その生成物から化合物 **I** を取り出すことができた。**I** の分子量は **C** より 36.0 増加していた。

実験 6 **I** を適切な酸化剤により十分に酸化すると、分子量が 12.0 増加した化合物 **J** が得られた。

実験 7 **I** を硫酸存在下で加熱すると分子量が 18.0 減少した化合物 **K** が得られた。**K** はナトリウムと反応しなかった。

問 4 化合物 **A** の分子式を書け。

問 5 化合物 **A** の構造式を書け。

問 6 化合物 **H** の構造式を書け。

問 7 化合物 **B** の構造式を書け。

問 8 化合物 **C** の構造式を書け。

問 9 化合物 **I** の構造式を書け。

問 10 化合物 **K** の構造式を書け。

令和三年度 東北大学理学部 AO 入試Ⅱ期（化学系）

適性試問 B

令和2年11月7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. この問題冊子は、表紙を含めて6枚、解答用紙は、草案用紙を含めて3枚である。
3. 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。
4. 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、2枚の解答用紙すべてに受験番号と氏名を記入すること。
5. 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。
6. 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。

周期表の **ア** 族から 11 族の元素は遷移元素といい、すべて金属元素である。遷移元素は次のような特徴をもつ。

- ・ 周期表上で横に並んだ元素同士の性質が似ている場合が多い。
- ・ 単体は、一般に融点が **イ** く、密度が **ウ** い。
- ・ a) 合金をつくりやすい。
- ・ b) 同一元素の原子でも複数の酸化数をもつ。
- ・ c) イオンや化合物には有色のものが多い。
- ・ 安定な d) 錯イオンをつくりやすい。
- ・ 単体や化合物には、e) 触媒として利用されるものが多い。
- ・ f) 酸化数の大きい原子を含む化合物は、強い酸化作用を示す。

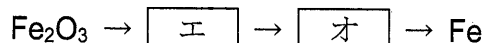
問1 文中の空欄 **ア** から **ウ** に入る適切な語句をそれぞれ書け。

問2 下線部 a) に関して、正しい記述はどれか。次の (A) から (E) の中からすべて選び、解答欄の記号を○で囲め。

- (A) 融点が低く金属の接合に使われている**はんだ**には、以前は Pb が使われていた。
- (B) **青銅 (ブロンズ)** は Cu と Sn の合金で、鋳物にしやすい。
- (C) **ニクロム** は Ni と Cr の合金で、電気を通しやすい。
- (D) **ジュラルミン** は、Fe, Cu, Mg と Mn の合金で軽くて強い。
- (E) **100 円硬貨**に使われる合金は、Ni と Ag の合金で強度があり耐食性に富む。

問3 下線部 b) に関して、次の文中の空欄 **エ** と **オ** に入る鉄の酸化物の化学式をそれぞれ書け。

鉄の製錬において、赤鉄鉱などの鉄鉱石の主成分である Fe_2O_3 は、熔鉱炉の中で一酸化炭素により



のように段階的に還元され、単体の鉄となる。

問4 下線部 c) に関して、次の文中の空欄 カ から ク に入る適切な語句をそれぞれ書け。

銅を空气中で加熱すると、カ 色の酸化銅(II) になる。さらに 1000℃以上で加熱すると キ 色の酸化銅(I) になる。銅は乾燥した空气中では酸化されにくいですが、湿った空气中では ク とよばれる緑色のさびを生じる。

問5 下線部 e) に関して、酸化数 $+p$ の中心金属の周囲に、電荷 $-q$ の配位子が n 個配位した錯イオンを考える。この錯イオンの電荷を表す式を p , q , n を用いて書け。

問6 下線部 f) に関して、化学反応において触媒を加えても変化しないものを次の (A) から (D) の中から選び、解答欄の記号を○で囲め。

- (A) 活性化エネルギー
- (B) 反応熱
- (C) 反応速度
- (D) 反応経路

問7 下線部 g) に関して、過マンガン酸カリウム水溶液を滴下して、過酸化水素水の濃度を求める。この酸化還元滴定について、以下の問い (1) から (3) に答えよ。

(1) この滴定では過酸化水素水を酸性にする必要がある。酸性とするために加える試薬について、適切なものを次の (A) から (C) の中から選び、解答欄の記号を○で囲め。また、不適切なものについてはその理由を述べよ。

- (A) HCl
- (B) H_2SO_4
- (C) HNO_3

(2) この酸化還元反応における酸化剤と還元剤について、それぞれの働きを示す電子 e^- を含むイオン反応式を書け。

(3) この酸化還元滴定で、反応の終点の決め方を説明せよ。

(解答用紙 **5** に解答せよ)

5 次の文章を読み、以下の問1から問7に答えよ。

1869年にメンデレーエフは、元素を原子量の順に並べると、性質のよく似た元素が周期的に現れることを発見した。a)現在の周期表では、元素は原子番号順に配列されている。b)周期律は、原子の電子配置と関係が深く、原子番号の増加にともなって、価電子の数が周期的に変化するためにあらわれる。ただし、c)遷移元素は原子番号が増加しても価電子の数は周期的に変化せず、1または2であるものが多い。

d)塩素には、天然に質量数35と37の2種類の同位体が存在する。e)多くの元素には、数種類の同位体が一定の割合で存在する。

金属元素の価電子は離れやすく、特定の原子に固定されずに金属全体を自由に移動することができる。このような電子を自由電子という。f)自由電子がすべての金属原子に共有されている結合を金属結合という。また、g)イオン化傾向の大きな金属は、電子を失って陽イオンになりやすい。

問1 下線部 a)について、原子番号が1から20までの元素のうち、次の(1)から(4)のそれぞれにあてはまる元素をすべて元素記号で書け。

- (1) イオン化エネルギーが最大の元素
- (2) イオン化エネルギーが最小の元素
- (3) 電気陰性度が最大の元素
- (4) 価電子の数が4の元素

問2 下線部 b)について、 Al^{3+} 、 F^- 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 O^{2-} のイオン半径を大きい順に並べよ。

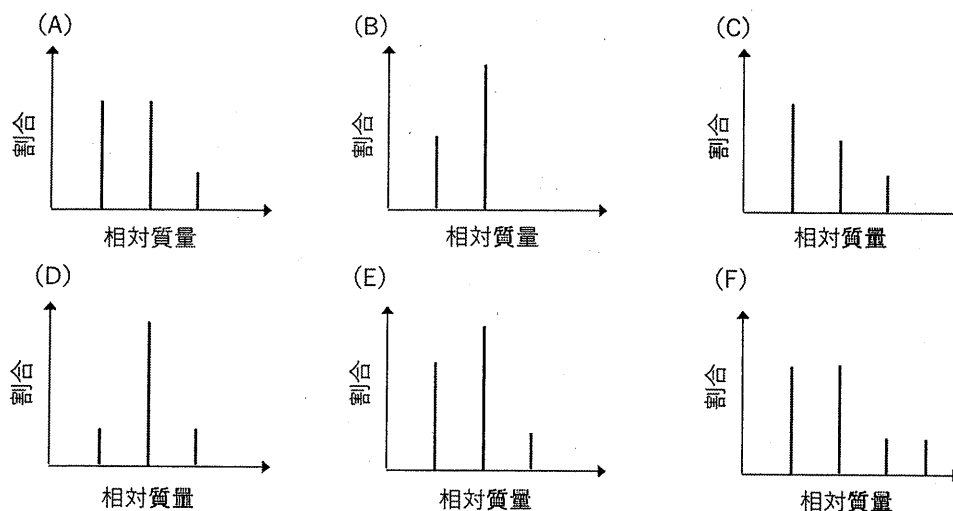
問3 下線部 c)について、第4周期元素を例にして、理由を2行以内で述べよ。

問4 下線部 d)について、以下の問いに答えよ。なお、質量数35の塩素原子(^{35}Cl)と質量数37の塩素原子(^{37}Cl)の存在比 $^{35}\text{Cl}:^{37}\text{Cl}$ は75%:25%で、臭素原子の2つの同位体 ^{79}Br と ^{81}Br の存在比は50%ずつであると仮定せよ。

- (1) 異なる質量を持つ3種類の塩素分子を、 ^{35}Cl と ^{37}Cl を用いて同位体を区別した分子式で表せ。また、それぞれの塩素分子の存在割合を用いて、1molの塩素分子の質量の平均値を求め、小数点以下第一位まで書け。導出過程

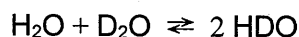
も示せ。なお、質量数と相対質量の値は同じとする。

- (2) ブロモクロメタン (CH_2ClBr) の相対質量と、その相対質量をもつ分子の割合を表す図として最も適切なものを下から1つ選び、解答用紙の記号を○で囲め。なお、C と H の同位体は考慮しなくてよいものとする。



- 問 5 下線部 e)について、以下の問いに答えよ。なお、水素 (^1H) を H , 重水素 (^2H) を D で表すこととする。

- (1) 重水 (D_2O) の融点は大気圧で 3.81°C , 沸点は 101.43°C である。一般に、緯度の低い熱帯地域の水中では、水分子を構成する水素のうち、D の割合が高くなる傾向があることが知られている。この理由を考察して3行以内で述べよ。
- (2) H_2O と D_2O を混ぜると以下の反応が起きて平衡状態になる。水分子の H と D について、O と結合している確率をそれぞれ h と d と仮定して、この反応の平衡定数を決定せよ。導出過程も示せ。



- (3) 3.0 mol の H_2O と 2.0 mol の D_2O を混合して、(2)の反応が平衡状態に達したときの HDO の物質量は mol になるか計算し、有効数字2桁で書け。

- 問 6 下線部 f)について、ナトリウムとカリウムを比べると、金属結合が強いために融点が高いのはナトリウムである。この理由を2行以内で述べよ。

- 問 7 下線部 g)について、金属をイオン化傾向が大きいものから順に並べたイオン化列は、原子のイオン化エネルギーが小さい順序と同じではない。この理由を3行以内で述べよ。

令和3年度(2021 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

次の文章を読み、以下の問い（問１・問２）に答えよ。

地球表層は、図１（a）のような地形をもち、密度の低い大陸地殻と密度の高い海洋地殻から構成されている。一方、月の裏側は、図１（b）のような地形をもち、おもに一種類の岩石のみで構成されている。表１は、地球と月の裏側の高度分布を標高ごとにまとめ、標高の高い方から累積したものである。この表は、(ア)両天体の形成過程や構造の違いを表している。

地球表面には、プレートと呼ばれる硬い岩盤が存在し、長い時間をかけてゆっくりと移動している。その移動に伴い、プレートの衝突やすれ違いが起こり、地震が発生する。東北日本では、北米プレートの下に太平洋プレートが沈み込み、東北地方太平洋沖地震などの巨大地震が発生する。図２は東北日本で２０１９年に発生した地震の分布を示す。

地震とは、地下の岩盤がずれる現象である。(イ)摩擦の法則によると、岩盤をずらそうとする力 F が、岩盤と岩盤との境界部に働いている最大静止摩擦力より大きくなると地震が発生すると考えることができる。ここで、最大静止摩擦力は、岩盤の静止摩擦係数 μ と垂直抗力 N との積で得られる。

著作権処理の都合上、この部分は
ご覧いただけません。

著作権処理の都合上、この部分は
ご覧いただけません。

問 1 下線部（ア）に関して、以下の小問（1）～（3）に答えよ。

- （1）表 1 を用いて、横軸に標高、縦軸に相対度数を取り、地球および月の標高分布を示す図を作成せよ。
- （2）図 1 から読み取れる地球と月の地形の特徴をそれぞれ述べよ。
- （3）地球と月の地形の違いが何に起因するか、（1）と（2）の結果をもとに、あなたの考えを 5 行以内で説明せよ。

問 2 図 2 を見ると、太平洋プレートと北米プレートの境界部だけでなく、北米プレート内部でも、活断層に沿って比較的大きな地震が発生している。プレート境界から離れた活断層において、なぜ地震が発生するのか、下線部（イ）の摩擦法則の観点から、あなたの考えを 3 行以内で説明せよ。

このページは余白

このページは余白

令和3年度(2021 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

地球での熱水活動に関する次の問い（問１～３）に答えよ。

次の図１は、陸上に見られる温泉の噴出孔（Ａ）と海底に見られる熱水の噴出孔（Ｂ）の写真である。

著作権処理の都合上、この部分は
ご覧いただけません。

問１ 一般に、図１Ａのような陸上の温泉から噴出する熱水の温度は 100°C 程度である。
一方で、図１Ｂの海底から噴出する熱水の温度は、約 400°C であった。このような熱水の温度の違いはなぜ生じるのか、あなたの考えを２行以内で書け。

問２ 図１Ａのような熱水は岩石中の鉱物を変質させ、粘土鉱物が形成される場合がある。
その一例として、鉱物 X は水素イオンを多量に含む熱水と反応して、粘土鉱物の一種である鉱物 Y に変化する。この例における鉱物 X と鉱物 Y の化学組成は、それぞれ $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ と $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ である。

以下の小問（１）・（２）に答えよ。

（１） 鉱物 X が鉱物 Y に変化するこの反応の化学反応式を書け。

（２） （１）の反応で、 1 kg の鉱物 X から生成する粘土鉱物 Y は何 g か、整数で答えよ。

ただし、各元素の原子量を $\text{Ca} = 40$, $\text{Si} = 28$, $\text{Al} = 27$, $\text{O} = 16$, $\text{H} = 1$ とする。

問3 図1 Bの海底の熱水の噴出孔からは、温度約400℃で、金属硫化物の微粒子を多量に含む、酸性の熱水が噴出している。

以下の小問(1)・(2)に答えよ。

- (1) 次の文章中の(ア)・(イ)に入る語句を、以下の5つの選択肢群からそれぞれ一つ選べ。

室温において、金属イオンを含む水溶液に硫化水素を通じたときの反応を考えると、鉄硫化物は(ア)からは沈殿しにくい、(イ)からは沈殿しやすい。一方、水溶液のpHに関わらず、鉛硫化物の沈殿は生じる。

選択肢群：酸性溶液、塩基性溶液、中性溶液、

酸性溶液と中性溶液、中性溶液と塩基性溶液

- (2) 図1 Bの熱水は、なぜ鉄硫化物と鉛硫化物の微粒子を多量に含んでいるのか、その主な理由について、あなたの考えを3行以内で書け。

このページは余白

このページは余白

令和3年度(2021 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 ～ 4）に答えよ。

新たな感染症が地域間に伝播する過程を予測することは、地球科学的問題でもある。そこで、まず閉じられた地域内における感染症流行の推移をモデル化する SIR モデルを検討する。(a)このモデルでは、感染者数はまず増加するが、人々が感染して免疫を獲得すると、その後減少する。この SIR モデルの内容は次のとおりである。

The SIR model is a model for the number of people infected with an infectious disease in a closed population over time. It was proposed to explain the rapid rise and fall in the number of infected patients.

The model assumes that the population size is fixed (in another words, no births, deaths due to disease, or deaths by natural causes), incubation period of the infectious agent is instantaneous, and duration of infectivity is same as length of the disease. It also assumes a completely homogeneous population with no age, spatial, or social structure.

The model consists of a system of three coupled nonlinear ordinary differential equations,

$$\frac{d}{dt} S(t) = -b \frac{S(t)}{N} I(t) \quad (1)$$

$$\frac{d}{dt} I(t) = b \frac{S(t)}{N} I(t) - k I(t) \quad (2)$$

$$\frac{d}{dt} R(t) = k I(t) \quad (3)$$

where t is time, $S(t)$ is the number of susceptible people, $I(t)$ is the number of people infected and infectious, $R(t)$ is the number of people who have recovered and developed immunity to the infection, N is the population size and $N = S(t) + I(t) + R(t)$, b is the infection rate, and k is the recovery rate.

(Adapted from "Kermack—McKendrick Model" of Created, developed, and nurtured by Eric Weisstein at Wolfram Research, MathWorld, Copyright© 1999—2021 Wolfram Research, Inc. <https://mathworld.wolfram.com/about/terms.html> 一部改変)

(参考)

infectious: 伝染性の、感染させる	infected: 感染させられた
incubation period: 潜伏期間	infectious agent: 病原体
infectivity: 感染させる能力	homogeneous: 均質な
nonlinear ordinary differential equations: 非線形常微分方程式	
susceptible: 感染しうる	immunity: 免疫

問1 流行初期において、感染が広がる条件を求めよ。

ただし、流行初期では $S(t) = N$ とする。(導出過程も示すこと)

問2 流行初期において、感染者数は近似的に指数関数的に増加し、次式で示される。

$$I(t) = Ae^{Bt}$$

ここで、 A および B は定数である。SIR モデルの(2)式にもとづいて、流行が1人の感染者から始まる場合、定数 A および B を求めよ。

ただし、流行初期では $S(t) = N$ とする。(導出過程も示すこと)

問3 本文を参考に、下線部(a)を英語に訳せ。

問4 感染拡大後に感染者数が減少するためには、最低何割の人口が、この感染症に対する免疫をもつ必要があるか、その割合を数式で答えよ。(導出過程も示すこと)

このページは余白

このページは余白

令和3年度
東北大学理学部
AO入試Ⅱ期

生物学科 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 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

We know *you* would never do it. But some people pee in swimming pools and hot tubs. Now researchers can measure this disgusting behavior. They've found a simple way to estimate the volume of urine in a pool. The technique could help people decide when to change some or all of the water in a pool or hot tub, the researchers say. But the new research isn't really meant to create new rules for pool managers. It's supposed to emphasize a message: Don't pee in the pool!

By itself, urine in pools isn't a problem. That's because a healthy person's pee is typically sterile^{*1}, or germ^{*2}-free, says Lindsay Blackstock. She's an analytical chemist at the University of Alberta in Edmonton, Canada. But pool water also contains chlorine^{*3}, a chemical that kills germs. Trouble can arise when that chlorine reacts with urine. It can trigger the production of dozens of new byproducts. Many of these new chemicals will cause no harm. ア some, especially one called trichloramine, are known irritants. (a)たとえあなたがトリクロラミンという言葉聞いたことがなかったとしても、おそらくそれを嗅いだことがあるはずである。 That distinct "swimming pool smell" at most pools doesn't come from the chlorine, notes Blackstock. It's trichloramine. It can sting the eyes and the pungent chemical also can irritate the lungs.

As pee in a pool increases, the amounts of trichloramine will too. (b)The more trichloramine there is, the more irritating it can be to swimmers. So Blackstock and her teammates wanted to see if they could estimate how much urine was present in pool water. There's no simple way to test for urine directly.

イ the researchers needed a *marker* for the urine — some substance that would signal the likely presence of pee. And that's what caused them to focus on acesulfame potassium^{*4}. It's an artificial sweetener used in foods and drinks. The chemical is also called Ace-K for short. It makes a good marker for pee, says Blackstock. For one, it has no natural sources and is very stable. It doesn't break down at normal temperatures, which is why many food manufacturers use Ace-K. Even after being stored in foods at room temperature for 10 years, it won't have broken down. It also won't break down in pools or be removed during water-cleanup treatments.

<次ページへ続く>

ウ, Ace-K passes right through the human body without being digested. That makes it a great choice as a low-calorie sweetener. But it also made Ace-K a good choice for their study, says Blackstock. The substance doesn't leave the body in sweat, breath or poop. Ace-K only leaves the body in urine. And when it comes out, it will be the same form of the chemical as had been ingested.

First, the researchers needed to know how much Ace-K is present in the average person's urine. They collected urine samples from 20 people and (c)mixed them together. Each milliliter of urine contained 2.4 micrograms of Ace-K. エ, on 15 days in August 2016, the team collected water samples from two swimming pools in a city in Canada. One pool held 420,000 liters. The other had twice that volume. On the same days, the researchers also collected three samples from the city's water supply. If there were no pee in the pools, they should have had similar levels of Ace-K. The smaller pool, オ, had 156 nanograms of Ace-K per liter of water. And the larger pool had even more, 210 nanograms per liter. That adds up to [A] of urine in the small pool. The larger pool held a whopping [B] of pee!

These pools probably aren't unusual, says Blackstock. In 2014, the same researchers found Ace-K in unusually high concentrations in 21 public swimming pools, 8 hot tubs and even a private swimming pool. In other words, every pool and hot tub they tested had pee in it. Blackstock and her team shared their new findings online March 1 in *Environmental Science & Technology Letters*.

(d)The team's approach "is a pretty cool idea," says Beate Escher. She's a toxicologist at the Helmholtz Center for Environmental Research in Leipzig, Germany. Researchers have used Ace-K before to measure water pollution, she says, both on and just beneath Earth's surface. And Ace-K holds some advantages over other substances that researchers have used as a marker of urine. Caffeine, カ, can break down after it leaves the body. "Ace-K is much more stable," Escher says. Like Blackstock and her team, Escher suggests the best way to tackle urine in pools is prevention, not clean-up: (e)"Self-control is the best thing."

<次ページへ続く>

Note: *¹**sterile**; An adjective that means devoid of life. *²**germ**; Any one-celled microorganism, such as a bacterium, fungal species or virus particle. *³**Chlorine**; A chemical element with the scientific symbol Cl. *⁴**potassium**; A chemical element with the scientific symbol K.

(Adapted from "Scientists know that you pee in the pool" by Sid Perkins, Science News, Society for Science & the Public. Copyright © Society for Science & the Public 2000-2021. All rights reserved. 一部改変)

問1 ～ に入る適切な語句を以下より選べ。ただし、以下の語句は複数回使用してよい。

For instance, However, In short, In the end, Moreover, Otherwise, Then, Therefore

問2 下線部(a)を英訳せよ。

問3 下線部(b)を和訳せよ。

問4 本文中の情報をもとに、[A]と[B]に入る数値をそれぞれ答えよ。ただし、有効数字は2桁とし、プール中の尿の容量は無視するものとする。

問5 下線部(c)について、その理由を日本語で述べよ。

問6 下線部(d)について、以下の問いに答えよ。

1) The team's approach とは何を指すか、日本語で述べよ。

2) Escher がそれを a pretty cool idea だと評した理由を 50 字程度で述べよ。

問7 下線部(e)について、以下の問いに答えよ。

1) Self-control とは何を指すか、日本語で述べよ。

2) Self-control が行われない結果、人体に健康被害が生じる理由を 50 字程度で述べよ。

問題 2 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

動物や植物のからだを構成する全ての細胞は、受精によってできた^(a)1つの受精卵から細胞分裂を繰り返すことで生み出されたものである。^(b)細胞分裂時には、親細胞のゲノムが複製され、娘細胞へと分配されるので、全ての細胞は、通常、同じゲノムをもっていると考えられる。このゲノムの遺伝情報によって、^(c)各細胞はそれぞれの形態や機能を分化させ、1つの個体の中でそれぞれの役割を果たしている。

ゲノムの遺伝情報は次世代へと受け継がれていくが、DNA複製の誤りや、紫外線などの環境要因によって、DNAの塩基配列が変化し、遺伝情報が変わってしまうことがある。DNAの塩基配列の変異は、ゲノム上でランダムに起こるものであるが、その中の^(d)一部の變異が形質に関わる遺伝情報に影響を与えているものと考えられる。^(e)このような変異が生殖細胞で起こり、次世代まで残ることで、同じ生物種の中でも多様な形質がみられるようになる。

問 1 下線部(a)について、動物や植物の中には、受精を経ることのない無性生殖をおこなうものもいるが、無性生殖で増殖した個体群の遺伝的な特性について簡潔に説明せよ。

問 2 下線部(b)について、動物や植物などは大きなゲノムをもっているが、多数の複製開始点から DNA 複製を開始することで、迅速に全ゲノムの複製を完了することができる。ヒトのゲノムサイズは約 60 億塩基対であるが、このゲノムの全領域を細胞周期の S 期の間に複製するためには、少なくとも何個以上の複製開始点が必要であるか、算出過程も含めて答えよ。ただし、ヒトの S 期の時間を 8 時間、複製速度を毎分 1000 塩基対とする。

問 3 下線部(c)について、同じゲノムをもっている細胞が発生過程において異なる形態や機能をもつようになる原因を説明せよ。

<次ページに続く>

問4 下線部(d)について、次の1)と2)の問いに解答せよ。

1) ある特定の形質が変化する原因となった DNA 塩基配列の変異を同定する方法を考え、説明せよ。

2) 形質変化の原因となった変異がタンパク質をコードする DNA 塩基配列に生じたものではない場合、DNA 塩基配列のどのような領域に変異が生じ、なぜ形質が変化したと考えられるかを説明せよ。

問5 下線部(e)について、RNA をゲノムとしてもつウイルスでは、DNA をゲノムとしてもつ動物や植物に比べて、ゲノムに変異が残りやすいと考えられている。その理由を考察して、説明せよ。

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 日

志願学部／学科	試 験 時 間	ページ数
医 学 部 医 学 科	9 : 30～10 : 50 (80 分)	6 ページ

注 意 事 項

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 6 ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
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——

1 以下の問いに答えよ。

- (1) a, b を 3 以上の実数とする。次の 2 つの条件 (p) と (q) は同値であることを示せ。必要ならば、自然対数の底 e の値は、 $2.71\cdots$ であることを用いてもよい。

$$(p) \quad a < b$$

$$(q) \quad a^{\frac{1}{a}} > b^{\frac{1}{b}}$$

- (2) $a_n = \frac{1}{n^2} \sqrt[n]{(n^2 + 1^2)(n^2 + 2^2)(n^2 + 3^2)\cdots(n^2 + n^2)} \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$ のとき、 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n$ を求めよ。

- (3) 実数 t が $0 \leq t \leq 1$ の範囲を動くとき、直線 $y = (2t - 2)x - t^2 - 1$ の通過する領域を xy 平面に図示せよ。

- 2 四角形 ABCD において, $AB = 1$, $CD = 4$, $DA = 5$, $\angle ABC = 120^\circ$, $\angle ADC = 60^\circ$ である。このとき, 次の等式を満たす実数 s , t の値を求めよ。

$$\overrightarrow{AC} = s\overrightarrow{AB} + t\overrightarrow{AD}$$

3 病気 A と診断された人は、病気 A のままか、病気 B、病気 C の順に悪化し、これら 3 つの段階のいずれかに診断されるものとする。

・病気 A だった人の 1 年後の段階は次の通りである。

60 % は病気 A のまま、30 % は病気 B に悪化、10 % は病気 C に悪化

・病気 B だった人の 1 年後の段階は次の通りである。

80 % は病気 B のまま、20 % は病気 C に悪化

・病気 C だった人の 1 年後の段階は病気 C のままである。

n は正の整数とする。病気 A の人が n 年後に病気 A、病気 B、病気 C の段階である確率をそれぞれ a_n , b_n , c_n とすると、 $a_1 = \frac{3}{5}$, $b_1 = \frac{3}{10}$, $c_1 = \frac{1}{10}$ となる。

(1) a_{n+1} を a_n で、 b_{n+1} を a_n , b_n で、 c_{n+1} を a_n , b_n , c_n で表せ。

(2) $\{a_n\}$ の一般項 a_n を求めよ。

(3) $x_n = \left(\frac{5}{3}\right)^n b_n$ とおき、 $\{x_n\}$ の一般項 x_n を求め、 $\{b_n\}$ の一般項 b_n を求めよ。

(4) $\{c_n\}$ の一般項 c_n を求めよ。

令和 3 年度（2021 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>

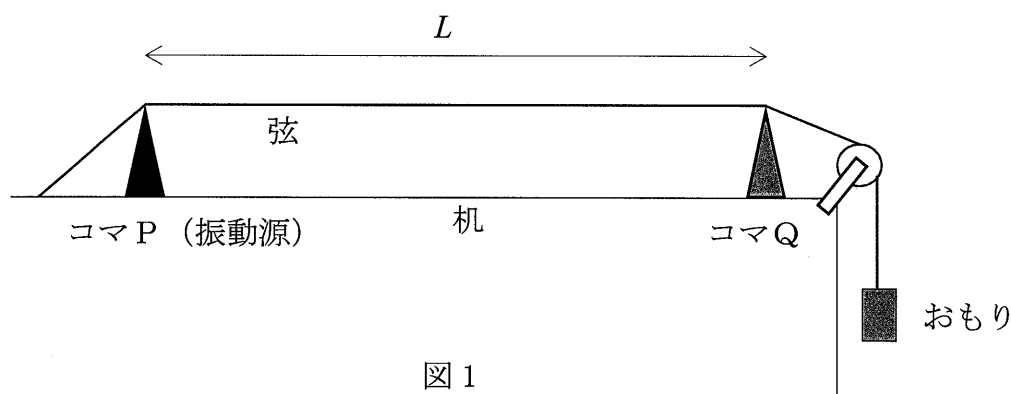
令和 2 年 11 月 7 日

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)	11 ページ

1 図 1 のように、左端が机上に固定され、もう一方の端におもりを取り付けた弦が、コマ P、Q および滑車に支えられている。コマ P は振動数を変化させることができる振動源になっており、振動源の振動数を f_0 にしたところ、P Q 間には 3 個の腹を持つ定常波（定在波）が生じた。振動源の振動はコマ P に接する弦にのみ伝わり、P Q 間の弦の両端はいずれも固定端とみなしてよい。

次に、振動源の振動数を f_1 に変化させたところ、P Q 間には 1 個の腹を持つ定常波が生じた。

弦は、密度が α の一様な材質からなり、半径が r_1 の円形の断面を持つ。P Q 間の弦の長さを L 、おもりが弦を引く力の大きさを S として、以下の問 1 ～問 3 に答えよ。解答は、解答用紙の所定の場所に記入せよ。なお、問 1 および問 2 は結果のみを、問 3 は結果だけでなく結果を導くまでの過程も記せ。



問1 3個の腹を持つ定常波が生じたとき、弦を伝わる波の波長と速さをそれぞれ f_0 , L の中から必要なものを用いて表せ。

問2 1個の腹を持つ定常波が生じたとき、 f_1 を、 L , S , r_1 , α を用いて表せ。

弦を伝わる波の速さ v は、 $v = \sqrt{\frac{S}{\rho}}$ で表されることを用いよ。ただし、 ρ は

単位長さ当たりの弦の質量を表す。

問3 次に、弦を太さの異なる別の弦に取り換えて、弦を引く力の大きさを S , 振動源の振動数を f_1 にしたところ、P Q間には n 個の腹を持つ定常波が生じた。取り換える前後の弦はいずれも、円形の断面を持ち、材質が一様で密度も等しい同じ素材でつくられている。取り換えた後の弦の半径を r_n とすると、 r_n を、 n , r_1 を用いて表せ。

- 2 起電力 V の電池 1 つと抵抗値が r の抵抗 R が 7 個ある。図 1 のように、2 つのスイッチ S_1 と S_2 を介して、電池といくつかの抵抗 R を組み合わせて回路を構成した。ただし、図 1 の破線で囲まれた部分の回路は、複数の抵抗 R と導線から構成されているが、図中には示されていない。 S_1 のみを閉じたときに回路の点 P を流れる電流の大きさを I とすると、 S_1 と S_2 を同時に閉じたときに点 P を流れる電流は $\frac{5}{3}I$ となった。電池の内部抵抗および導線の抵抗は無視できるものとして、以下の問 1 ～問 3 に答えよ。解答は、解答用紙の所定の場所に記入せよ。なお、問 1 および問 2 は結果のみを、問 3 は結果だけでなく結果を導くまでの過程も記せ。

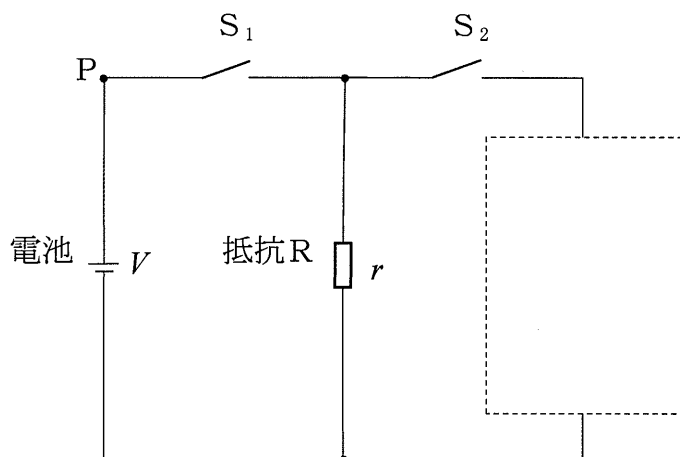
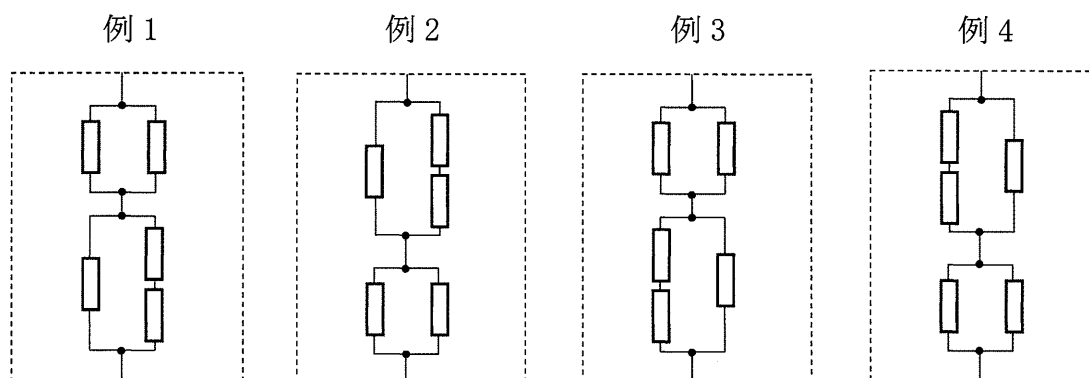


図 1

問1 図1の破線で囲まれた部分の合成抵抗の抵抗値を r を用いて表せ。

問2 図1の破線内の回路は，いくつかの抵抗 R を組み合わせて何とおりか考えられる。そのうち4とおりの回路図を，導線と抵抗を表す記号 $\text{—}\square\text{—}$ を組み合わせて図示せよ。それぞれの場合について，組み合わせることのできる抵抗 R の数は6個以内である。解答は，解答用紙のそれぞれの破線内に記せ。ただし，次の例1～例4のように，上下または左右を入れ替えた回路構成は同じものとみなす。



問3 図1の破線内の回路を構成するそれぞれの抵抗 R の単位時間当たりの発熱量を考える。考えられるすべての回路の中で単位時間当たりの発熱量 Q がもっとも大きい抵抗 R について， Q を， V ， r を用いて表せ。

3

図1のように水平面と θ の傾きを持つなめらかな斜面の下端の点 P_0 から、水平と $\frac{\pi}{3}$ （単位はラジアン）の角をなす向きに速さ V_0 で小球を打ち出したところ、小球は最高点に達した後、斜面上の点 P_1 に衝突し斜面の上方に向かってはねかえった。小球は斜面と衝突してはずむ（バウンドする）のを何回か繰り返した後、バウンドがおさまって斜面に沿って運動するようになり、最終的に点 P_0 に戻ってきた。小球が n 回目に斜面に衝突する点を P_n 、小球の質量を m 、小球と斜面の間のはねかえり係数（反発係数）を e （ $0 < e < 1$ ）、重力加速度の大きさを g とする。図1のように、点 P_0 を原点として斜面に沿って上向きに x 軸を、斜面に垂直に y 軸をとる。 $0 < \theta < \frac{\pi}{3}$ とし、斜面は十分に長く、小球の大きさおよび空気の抵抗は無視できるものとして、以下の問1～問7に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。なお、問1～問4は結果のみを、問5～問7は結果だけでなく結果を導くまでの過程も記せ。

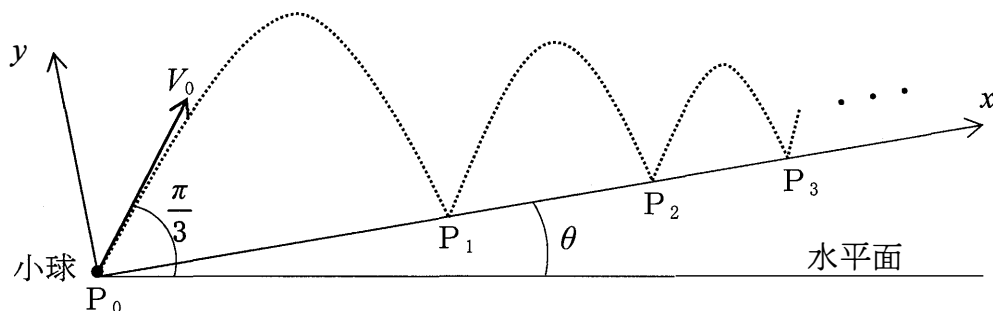


図1

〔I〕 小球が点 P_0 を離れる時刻を $t = 0$ とし、点 P_0 から点 P_1 に達するまでの小球の運動について考える。（図2）

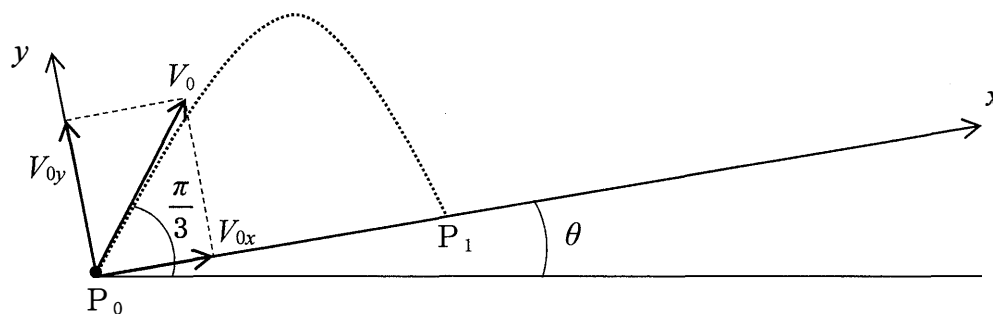


図2

問1 小球の運動を説明した次の文中の(①)～(④)および⑤～⑧に入る最も適当なものを、下の解答群の中からそれぞれ一つずつ選べ。同じものを何回選んでもよい。

小球の運動を x 軸方向の運動と y 軸方向の運動に分けて考えると、 x 軸方向の運動は、初速度が下の(1)式で表される V_{0x} で、加速度が(①)の(②)運動であり、 y 軸方向の運動は、初速度が下の(2)式で表される V_{0y} で、加速度が(③)の(④)運動である。

$$V_{0x} = \text{⑤} \times \sin\theta + \text{⑥} \times \cos\theta \quad (1)$$

$$V_{0y} = \text{⑦} \times \sin\theta + \text{⑧} \times \cos\theta \quad (2)$$

[解答群]

$$0, \quad \frac{V_0}{2}, \quad -\frac{V_0}{2}, \quad \frac{\sqrt{3}}{2}V_0, \quad -\frac{\sqrt{3}}{2}V_0,$$

$$g, \quad -g, \quad -g \sin\theta, \quad -g \cos\theta,$$

鉛直投げ下ろし, 等速直線, 等加速度直線, 自由落下

問2 小球が x 軸から最も離れるとき、すなわち小球の y 座標が最大となるときの座標 y_1 を、 V_{0x} 、 V_{0y} 、 m 、 θ 、 g の中から必要なものを用いて表せ。

〔Ⅱ〕時刻 $t = 0$ に点 P_0 を離れた小球が最終的に点 P_0 に戻るまでの運動について考える。図 3 のように、 n 回目の衝突直後、小球は x 軸と α の角をなす向きに速さ v_n ではねかえった。小球が、 P_n から P_{n+1} まで、および P_{n+1} から P_{n+2} まで運動するのに要する時間をそれぞれ T_n 、 T_{n+1} とする。

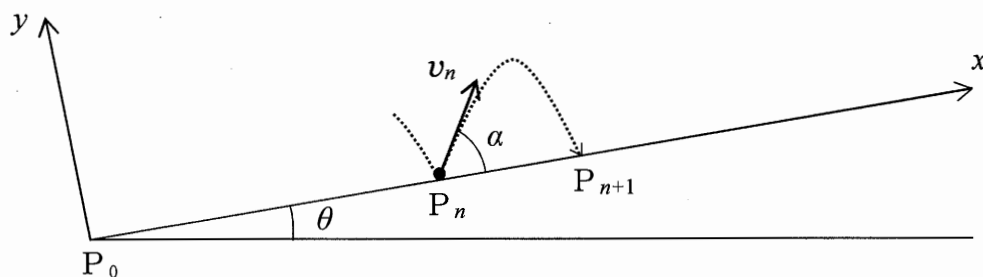


図 3

問 3 小球の x 軸方向の運動を考えると、はじめは x 軸の正の向きに運動していたが、時刻 t_R で折り返して負の向きに運動するようになった。 t_R を、 V_{0x} 、 m 、 θ 、 g 、 e の中から必要なものを用いて表せ。

問 4 小球が P_0 に戻る時の速さを V とする。 V を、 V_0 、 m 、 θ 、 g 、 e の中から必要なものを用いて表せ。

問 5 T_n および T_{n+1} を、それぞれ v_n 、 m 、 θ 、 g 、 e 、 α の中から必要なものを用いて表せ。また、 T_n および T_{n+1} の結果を用いて $\frac{T_{n+1}}{T_n}$ を、 v_n 、 m 、 θ 、 g 、 e 、 α の中から必要なものを用いて表せ。

問 6 小球が点 P_n に到達する時刻を t_n とする。 t_n を V_0 、 m 、 θ 、 g 、 e 、 n の中から必要なものを用いて表せ。次の関係式を用いてよい。

$$r \neq 1, k \text{ が正の整数のとき} \\ a + ar + ar^2 + ar^3 + \cdots + ar^{k-1} = a \frac{r^k - 1}{r - 1}$$

問7 はねかえり係数 e の大きさおよび斜面の傾き θ の大きさによって、小球の x 軸方向の運動は、バウンドがおさまってから折り返したり (図4)、折り返した後にバウンドがおさまったりする (図5)。 e がある値 e_0 よりも小さいとき、 $0 < \theta < \frac{\pi}{3}$ の範囲では、 θ の値によらず小球はバウンドがおさまってから折り返す。 e_0 の値を求めよ。

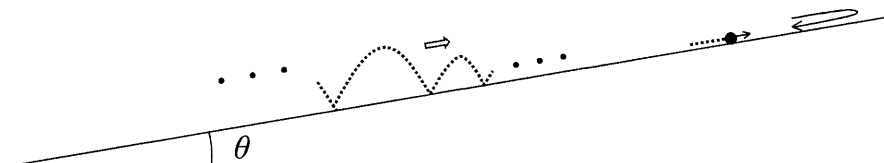


図4 バウンドがおさまってから折り返す場合

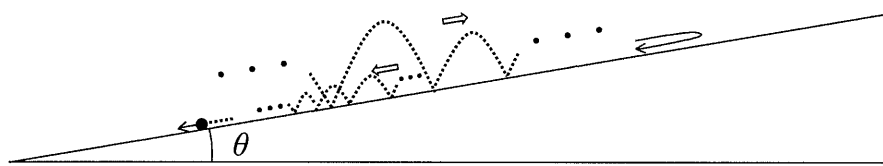


図5 折り返した後にバウンドがおさまる場合

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 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。

———このページは白紙———

———このページは白紙———

1 酸と塩基の水溶液についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

一価の酸 HA の水溶液と一価の塩基 BOH の水溶液を混合した水溶液について考える。
混合後の酸 HA の濃度を C_a [mol/L]、塩基 BOH の濃度を C_b [mol/L] とし、混合後の
酸 HA の電離度を α 、塩基 BOH の電離度を β と表すと、混合後の溶液中では

$$[\text{HA}] = (1 - \alpha) \cdot C_a \quad (1)$$

$$[\text{A}^-] = \alpha \cdot C_a \quad (2)$$

$$[\text{BOH}] = (1 - \beta) \cdot C_b \quad (3)$$

$$[\text{B}^+] = \beta \cdot C_b \quad (4)$$

となる。また、酸 HA の電離定数（解離定数）を K_a 、塩基 BOH の電離定数を K_b 、水のイオン積を K_w とすると

$$K_a = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \quad (5)$$

$$K_b = \frac{[\text{B}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{BOH}]} \quad (6)$$

$$K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] \quad (7)$$

が成り立ち、これらの式を用いると、 α と β の間には次の関係があることがわかる。

$$\frac{1}{\beta} = \frac{\alpha \cdot K_w}{(1 - \alpha) \cdot K_a \cdot K_b} + 1 \quad (8)$$

なお、以下の問いを解くにあたり、次の値を用いなさい。

$$\text{水のイオン積 } K_w = 1.00 \times 10^{-14}$$

$$\text{酸 HA の電離定数 } K_a = 1.00 \times 10^{-5}$$

$$\text{塩基 BOH の電離定数 } K_b = 1.00 \times 10^{-2}$$

問 1 酸 HA の水溶液と塩基 BOH の水溶液を混合したところ、酸 HA の濃度が 0.900 mol/L 、塩基 BOH の濃度が 0.0600 mol/L となった。この溶液について、次の (a)、(b) に答えなさい。

(a) 水溶液中で電離平衡に達しているとき、もし、酸 HA の電離度 α の値が 0.500 であるならば、塩基 BOH の電離度 β の値はいくらとなるか、有効数字 3 桁で答えなさい。

(b) 水溶液中で電離平衡が成り立っているとき、酸 HA の電離度 α の値は 0.500 ではなかった。電離平衡に達しているときの酸 HA の電離度 α の値は、 0.500 よりも大きいのか、それとも小さいのかを答えなさい。また、そのように判断した理由も記しなさい。

問 2 濃度が $2C_a$ [mol/L] の酸 HA の水溶液 10.0 mL と濃度が $2C_b$ [mol/L] の塩基 BOH の水溶液 10.0 mL を混合したところ、平衡状態での酸 HA の電離度 α の値が 0.500 となった。なお、混合後の溶液の体積は 20.0 mL であった。

(a) このときの混合溶液における pH を有効数字 2 桁で答えなさい。

(b) 酸 HA の水溶液と塩基 BOH の水溶液について、その濃度の間には次の関係が成り立つ。

$$\frac{2C_a}{2C_b} = X \quad (9)$$

X の値を有効数字 3 桁で答えなさい。また、求め方も記しなさい。

- 2 アルコールとアルデヒドの性質を調べる以下の実験 1 から 4 をおこなった。実験操作をよく読み、以下の問いに答えなさい。

実験 1

乾いた試験管にエタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ を 2 mL 入れ、ここに米粒大の金属ナトリウム Na を加えた。

実験 2

- (1) 乾いた試験管にエタノールを 1 mL 入れ、ここにヨウ素 I_2 を小さじ 2 杯入れ、 $60^\circ\text{C}\sim 70^\circ\text{C}$ の湯に試験管を浸して温めながら、ガラス棒でかき混ぜてヨウ素を溶解させた。
- (2) 5 分ほどしたところで、この試験管に 6 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を 1 mL 加え、さらによく混ぜた。

実験 3

- (1) 乾いた試験管にメタノール CH_3OH を 3 mL 入れ、 50°C の湯にこの試験管を浸して温めた。
- (2) 図 1 のように、らせん状の銅線をガスバーナーで赤くなるまで加熱した。
- (3) 図 1 のように、銅線を熱いうちに試験管の中に数回、出し入れした。このとき、銅線がメタノールの液に浸らないように注意した。

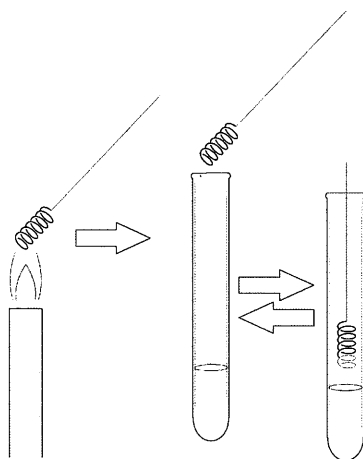


図 1: 熱した銅線を用いた実験

実験 4

- (1) 乾燥したきれいな試験管に 0.1 mol/L の硝酸銀 AgNO_3 水溶液 2 ml を入れた。
- (2) この試験管に 0.5 mol/L のアンモニア水を加えた。最初、褐色の沈殿が生じるが、さらに少しずつ加えてよく振り混ぜると、沈殿が消えて透明となった。
- (3) 透明となった溶液に 2 mol/L のホルムアルデヒド HCHO 水溶液を 1～2 滴加え、この試験管を 45～50 °C の湯につけて温めた。

問 1 実験 1 で生じた化学変化を表す化学反応式を答えなさい。

問 2 実験 2 の (2) において観察されることを書きなさい。

問 3 実験 3 における (1) の操作の目的を答えなさい。

問 4 実験 3 の (3) において生じた化学変化を表す化学反応式を答えなさい。

問 5 実験 3 の (3) で、銅線をメタノールの液に浸してはいけない理由を答えなさい。

問 6 実験 4 の (2) で、褐色の沈殿が生じるときのイオン反応式を答えなさい。

問 7 実験 4 の (2) で、褐色の沈殿が消失するときのイオン反応式を答えなさい。

問 8 実験 4 の (3) において観察されることを書きなさい。

問 9 実験 4 の (3) はホルムアルデヒドのある性質を確認する実験である。この実験で確認するホルムアルデヒドの性質を表す用語を答えなさい。

3

絶対温度を測定する実験についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

なお、必要ならば、次の原子量の値を用いなさい。

H 1.0 C 12 N 14 O 16

図2のような装置と水素ガスを用いて、セルシウス温度〔℃〕での0℃が絶対温度〔K〕でいくらとなるのかを測定した。なお、実験の間の大気圧は一定で、変化しなかった。

(実験)

- (1) 図2に示した装置を用いて、温度を変えたときの気体の体積を測定した。水に浸っている容器には水素ガスが封入されている。また、この容器には細いガラス管が取り付けられていて、その中の自由に動くマーカーの位置から気体の体積がわかるようになっている。
- (2) この容器を温度 t 〔℃〕の水に入れ、十分な時間放置した。
- (3) 内部まで温度が均一になったときにマーカーの位置から気体の体積を読み取った。なお、このとき、容器内の圧力は大気圧に等しくなっている。

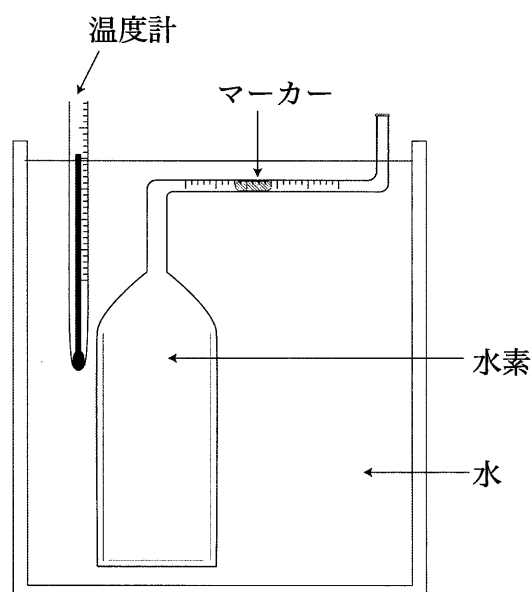


図 2: 気体の体積測定

(測定の原理)

気体が理想気体の状態方程式に従うならば、気体の圧力 P 、体積 V 、物質質量 n 、気体定数 R 、絶対温度 T と表すと

$$P \cdot V = \boxed{\text{ア}} \quad (10)$$

が成り立つ。

いま、絶対温度〔K〕における 1 K の差がセルシウス温度〔℃〕における 1℃の差と同じとする。気体の圧力が P 〔Pa〕、物質質量が n 〔mol〕と一定であるとき、気体の温度を Δt 〔K〕変化させ、温度を $(T + \Delta t)$ 〔K〕すなわち $(t + \Delta t)$ 〔℃〕としたとき、体積が V 〔L〕から $(V + \Delta V)$ 〔L〕に変化したならば

$$P \cdot (V + \Delta V) = \boxed{\text{イ}} \quad (11)$$

となる。

ここで、式(10)と式(11)から

$$P \cdot \Delta V = \boxed{\text{ウ}} \quad (12)$$

が導かれ、 t [°C] にあたる絶対温度 T [K] は次式で表される。

$$T = V \cdot \boxed{\text{エ}} \quad (13)$$

(実験結果)

測定した結果を次の表に示す。

表 1: 温度と体積の関係

温度 [°C]	8	20	32	44	52	60
体積 [mL]	80.9	84.3	87.6	91.3	93.8	95.7

- 問 1 原理を説明した文中の空欄 $\boxed{\text{ア}}$ から $\boxed{\text{エ}}$ に適する式を書きなさい。
- 問 2 実験結果を解答欄にプロットし、温度と体積の関係を表す直線を記入して、グラフを完成しなさい。なお、横軸に温度 [°C] を、縦軸に体積 [mL] を取り、横軸の目盛りは 0 から、縦軸の目盛りは 75.0 より始めなさい。
- 問 3 グラフより 0°C における気体の体積を求めて解答欄 (a) に、また、70°C における気体の体積を求めて解答欄 (b) に、それぞれ、少数点第一位まで書きなさい。
- 問 4 測定の原理に基づき、実験より得られた 0°C と 70°C における気体の体積を用いて、0°C にあたる絶対温度 [K] を求め、整数で答えなさい。
- 問 5 実験結果から、体積 V [L] を絶対温度 T [K] で表す関係式を求め、答えなさい。なお、係数等は有効数字 3 桁で示しなさい。
- 問 6 実験で使用する気体を水素ガスの代わりに窒素ガスや一酸化炭素ガスを用いて絶対温度を測定した。測定の結果から推定した絶対 0 度 (0 K) に当たるセルシウス温度 [°C] の値を 3 つの気体について比較したとき、どのようになると予想されるか、その理由とともに答えなさい。

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 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)	16 ページ

——このページは白紙——

——このページは白紙——

解答に字数の指定がある場合には、字数には句読点、数字、アルファベット、および記号も1字として数えよ。

1

ヒトの血糖値はホルモンや自律神経系の働きによりほぼ一定の値に保たれている。図1は、ヒトの血糖値の調節しくみを図示したものであり、図中の(ア)～(エ)は器官または組織を示している。以下の問に答えよ。

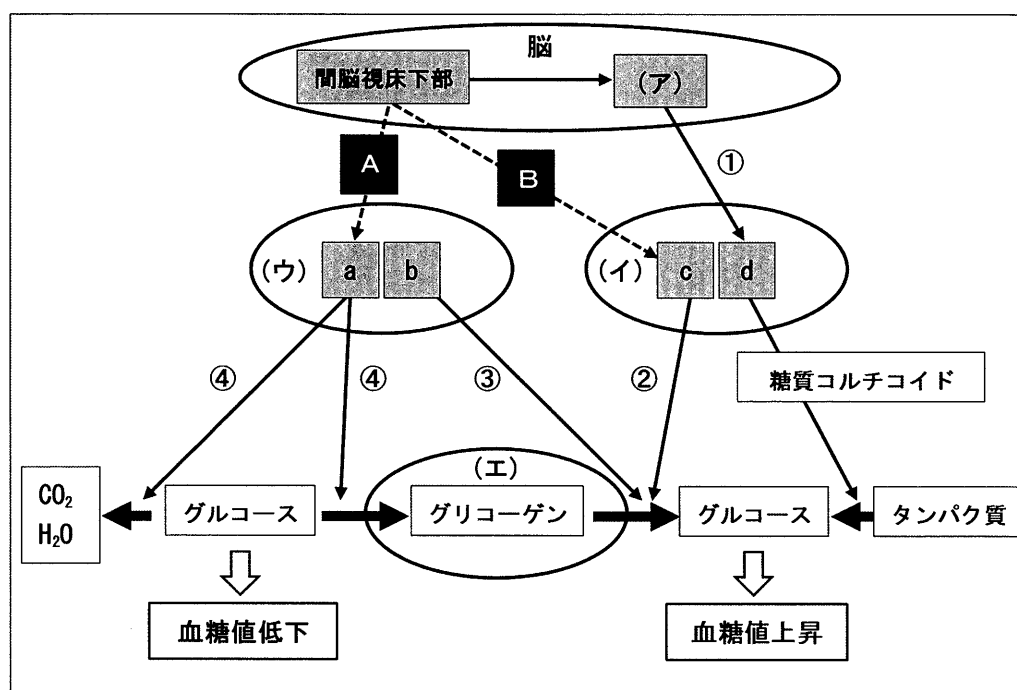


図1

問1 図1中の点線A，点線Bは神経を示している。それぞれの神経の名称とそれらの神経伝達物質名を記せ。

問2 図1中の(ア)，(イ)，(ウ)，(エ)の名称を記せ。

問3 図1中のa，b，c，dは，図中の(イ)と(ウ)の器官に存在する細胞名または組織名を示している。a，bには細胞名をc，dには組織名を記せ。

- 問 4 ①, ②, ③, ④は血糖値の上昇や低下に関与するホルモンである。それぞれの名称を記せ。
- 問 5 ②のホルモンによる血糖値上昇と糖質コルチコイドによる血糖値上昇のしくみの違いについて, 図 1 を参考に 70 字以内で説明せよ。
- 問 6 ホルモン④を器官 (エ) の細胞に作用させると, あるタンパク質が細胞膜に多く存在するようになる。このタンパク質のはたらきはどのようなものであると考えられるか。20 字以内で記せ。
- 問 7 糖尿病のヒトにホルモン④を注射すると症状が改善したが, ホルモン④を飲ませても効果がなかった。その理由について記せ。
- 問 8 血液中の血糖は厳密に一定範囲の量に保たれている。この現象を示す用語を記せ。
- 問 9 数多くのホルモンが血液中に放出されて全身に運ばれるが, それぞれのホルモンは特定の器官の特定の細胞にのみ作用する。その理由を記せ。

2 次の〔Ⅰ〕，〔Ⅱ〕，〔Ⅲ〕の文章を読み，以下の問に答えよ。

〔Ⅰ〕

メンデルと同時期に活躍した医師，ミーシャーは，核と細胞質に含まれるタンパク質について研究しているとき，①患者の膿^{うみ}からリン酸を多量にもつ高分子酸性物質を発見し，ヌクレイン（核酸）と名付けた。この物質は，タンパク質とは明らかに異なる物質であった（1869年）。

遺伝子は核酸か，あるいはタンパク質か。この疑問に答えるためには，遺伝子の候補となる物質を実験生物に与え，その生物の遺伝的な性質の変化を検出できるような新しい実験系が必要であり，このような実験系として微生物が用いられた。

肺炎を引き起こす肺炎双球菌（肺炎連鎖球菌）には S 型菌と R 型菌がある。多糖類の鞘をもつ S 型菌をマウスに注射するとマウスは肺炎を発病して死んだが，S 型菌を加熱殺菌して注射した場合は発病しなかった。R 型菌は発病しなかった。グリフィスは 1928 年に R 型菌と加熱殺菌した S 型菌を混ぜてマウスに接種すると，マウスは肺炎を起こし死亡した。マウスの体内より S 型菌が分離されることをはじめて見出し，R 型菌が S 型菌に変わるという意味で形質転換と名付けた。ドーソンらは，1931 年に，マウスの代わりに②寒天培地でも同様の現象が起こることを明らかにした。

1944 年に，エイブリーらは③S 型菌の抽出物を 4 等分し，それぞれにタンパク質，RNA，DNA または多糖類を特異的に分解する酵素を加え，どの酵素を入れた場合に形質転換が起らなくなるか調べる実験を行った。遺伝子の本体についての重要な実験であったが，当時は，遺伝子に関する研究の中心はタンパク質であり，エイブリーらの研究は重視されなかった。

遺伝子の本体については，ハーシーとチェイスの実験によって終止符がうたれた（1952 年）。彼らは，大腸菌に感染して増えるバクテリオファージ（T₂ ファージ）に着目した。T₂ ファージは頭部に DNA があり，頭部の殻と尾部はタンパク質からできている。彼らは，T₂ ファージの DNA とタンパク質に別々の目印をつけ，どちらが T₂ ファージの増殖に関係しているかを調べた。

ハーシーとチェイスの実験の概略は次のようになる。

- [実験 1] T₂ ファージを放射性同位体である ³⁵S で標識した。
- [実験 2] T₂ ファージを放射性同位体である ³²P で標識した。
- [実験 3] 実験 1 の ³⁵S で標識した T₂ ファージを大腸菌浮遊液とまぜ、5 分後に混合液を遠心分離して大腸菌を沈殿させ、この沈殿物を培養液に再び浮遊させ、④激しくかくはんして大腸菌の付着物を振り落とした後、浮遊液を遠心分離し、沈殿物と上澄み液とに分けそれぞれの放射能を測定した。
- [実験 4] 実験 2 の ³²P で標識した T₂ ファージをもちいて、実験 3 と同様な操作を行った。その結果、放射能は沈殿物で大きかったが、⑤上澄み液中ではわずかであった。
- [実験 5] 実験 3 と実験 4 の沈殿物それぞれ別々に培養液に浮遊させ培養したところ、T₂ ファージの増殖が両方に認められたが、T₂ ファージに放射能が検出されたのは実験 4 の沈殿物の培養浮遊液だけであった。

問 1 下線部①の核酸は膿に含まれていた「血球」に由来していた。その「血球」は何か記せ。また、その理由を記せ。

問 2 下線部②にあるように、R 型生菌と S 型死菌を混ぜて寒天培地で培養するとどのような結果になるか、次のア～オの中から選び記号で記せ。

- ア. R 型菌のみ増殖する。
- イ. S 型菌のみ増殖する。
- ウ. 多数の R 型菌の中に S 型菌が出現する。
- エ. S 型菌の毒素によって R 型菌が死滅する。
- オ. R 型と S 型の間間的な菌が出現する。

問 3 下線部③の実験では、どのような実験結果が予想されるか。30 字以内で記せ。

問 4 下線部④について，振り落とす目的の付着物は何か記せ。

問 5 下線部⑤について放射能がわずかに認められたのは何によると考えられるか記せ。

問 6 ハーシーとチェイスの実験で ^{32}P を使用する目的を記せ。

問 7 [実験 1]～[実験 5]から，なぜ遺伝子の本体がタンパク質ではなく DNA だと考えられるのか，その理由を記せ。

[Ⅱ]

①DNA は遺伝情報を担う物質であり、遺伝情報を親から子へ伝えるため、正確に複製される必要がある。DNA はヌクレオチドが鎖状に連なった構造からなり、2本のヌクレオチド鎖が互いに逆方向に並列して結合し、2本鎖のらせん構造を形成している。DNAの複製はそれぞれヌクレオチド鎖を鋳型として相補鎖を合成する②半保存的複製というしくみで行われる。

DNAの遺伝情報はDNAから転写によって mRNA へ、mRNA から翻訳によってタンパク質に伝達されることによって発現する。タンパク質への翻訳は、mRNA にリボソームが結合し、③tRNA によって運ばれてきたアミノ酸を mRNA の情報に従って順番に結合することで行われる。

翻訳されたタンパク質は適切に折りたたまれ、④立体的な構造をとることで、化学反応を触媒する酵素などとして固有の機能を発揮することができる。

問1 細胞中のすべての遺伝情報をゲノムと表現することがある。例えば、1つの精子には1ゲノム含まれていることになり、ヒトの1ゲノムは約 3.0×10^9 塩基対を含んでいる。DNAのA, C, G, Tの塩基の分子量をそれぞれ300, 270, 310, 290とし、ヒトゲノムDNAにAが30%含まれていたとすると、1ゲノム相当のDNAの分子量はいくらになるか有効数字2桁で答えよ。

問2 下線部②によって複製されたDNAは細胞分裂によって娘細胞へと受け継がれる。ヒトの培養細胞を8回細胞分裂させたあとの細胞集団において、元の細胞の第5染色体のDNAを含む細胞は最大で全体の何%となるか、有効数字3桁で答えよ。

問3 下線部③について、tRNAはmRNAの遺伝情報をどのように識別し、タンパク質のアミノ酸配列情報へと翻訳しているか説明せよ。

問4 図2はある遺伝子のmRNAの開始コドンを含む領域の塩基配列を示し

たものである。コドン表を利用し，mRNA から翻訳されるタンパク質の最初から 5 番目までのアミノ酸を順に示せ。

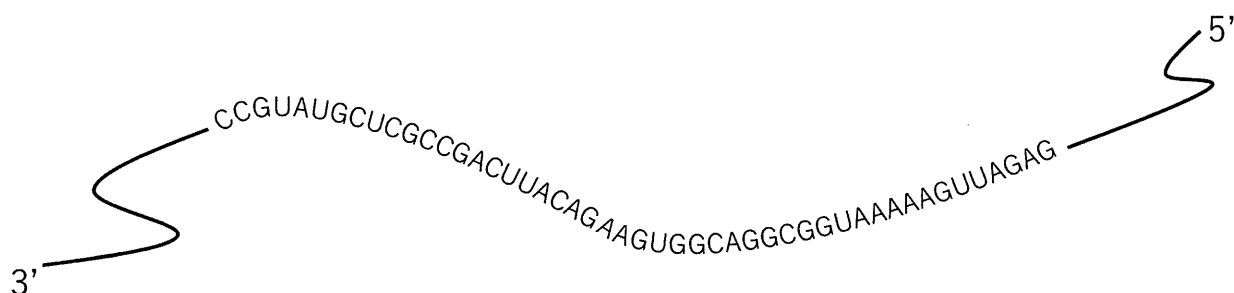


図 2

		コドンの2番目の塩基									
		U		C		A		G			
コドンの1番目の塩基	U	UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U	コドンの3番目の塩基
		UUC		UCC		UAC		UGC		C	
		UUA	ロイシン	UCA		UAA	終止コドン	UGA	終止コドン	A	
		UUG		UCG		UAG		UGG	トリプトファン	G	
	C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U	
		CUC		CCC		CAC		CGC		C	
		CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA		A	
		CUG		CCG		CAG		CGG		G	
	A	AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U	
		AUC		ACC		AAC		AGC		C	
		AUA	メチオニン (開始コドン)	ACA		AAA	リシン	AGA	アルギニン	A	
		AUG		ACG		AAG		AGG		G	
	G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U	
		GUC		GCC		GAC		GGC		C	
		GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA		A	
		GUG		GCG		GAG		GGG		G	

コドン表

問 5 下線部④について，タンパク質の二次構造の名称を一つあげ，その構造と構造形成に関わる結合について説明せよ。

[Ⅲ]

トマトの遺伝子 A を大腸菌で発現させて遺伝子 A 由来のタンパク質を大量に合成させる実験計画を以下の通りに立てた。

- ① トマトの葉から RNA を抽出する。
- ② 抽出した RNA から逆転写反応によって cDNA^{注1)} を合成する。
- ③ cDNA を鋳型に用い、PCR 法によって A 遺伝子の全長配列（開始コドンから終止コドンまで）を増幅する。この際に後でプラスミド（ベクター）^{注2)} に PCR 産物を組込むため、プライマーに制限酵素の認識配列（制限酵素によって切断される配列）を付加し、DNA 断片の両端のみが制限酵素で切断されるように設計する。PCR 法の反応条件は以下の通りで行う。

ステップ 1: 95℃ 10 秒

ステップ 2: 55℃ 20 秒

ステップ 3: 72℃ 1 分

ステップ 1～3 のサイクルを 30 回繰り返す

- ④ 制限酵素によって PCR 産物を切断する。
- ⑤ PCR 産物を切断したものと同一制限酵素でベクターを切断する。
- ⑥ DNA リガーゼにより④で調製した DNA 断片を⑤で調製したベクターに結合させる。
- ⑦ ⑥で反応させた DNA を大腸菌に形質転換し、抗生物質（アンピシリン）入りの培地で培養する。
- ⑧ 遺伝子 A が正しく組込まれたプラスミドをもつ大腸菌を選抜する。
- ⑨ 選抜した大腸菌を培養し、遺伝子 A の発現を誘導する。
- ⑩ 大腸菌からタンパク質を抽出し、電気泳動により分子量から目的タンパク質が合成されていることを確認する。

注1) mRNA をもとに、相補的な塩基配列をもつ DNA を試験管内で合成したもの。

注2) 大腸菌でのタンパク質発現用に設計されたもの。アンピシリン耐性遺伝

子を含む。

問 1. PCR 法の各ステップで起こることを，それぞれ 15 字以内で記せ。

ア. ステップ 1: 95℃ 10 秒

イ. ステップ 2: 55℃ 20 秒

ウ. ステップ 3: 72℃ 1 分

問 2. 下線部について，制限酵素の認識配列を付加するのはプライマーの 3' 端側か 5' 端側か答えよ。

問 3. ⑦で抗生物質入りの培地で培養する理由を 30 字以内で説明せよ。

問 4. A 遺伝子を PCR で増幅する際に鋳型としてゲノム DNA を用いると，PCR 産物は cDNA を鋳型にした場合よりも長かったが，大腸菌で発現したタンパク質は全長タンパク質よりも短く，不完全なものになってしまった。この理由を 55 字以内で説明せよ。

3

炭水化物、脂肪、タンパク質の分解に関する文章を読み、以下の問に答えよ。ただし、原子量はC=12、O=16、H=1として計算すること。

炭水化物、脂肪、タンパク質にはエネルギーが蓄えられており、これらが呼吸で分解されるときに放出されるエネルギーを利用してATPを合成する。図3は、①生体内での化学反応で、炭水化物、脂肪、タンパク質の分解過程を示したものである。

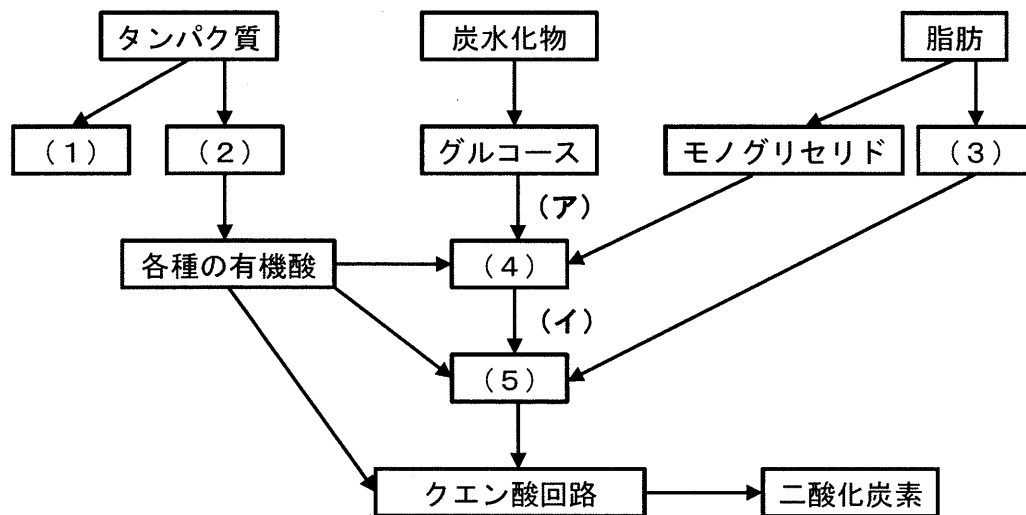


図3

問1 図中の(1)～(5)に入る最も適当な語句を記せ。

問2 下線部①にあるような生体内での化学反応全体を何というか記せ。また、これには異化と同化がある。これらについて簡潔に説明せよ。さらに、同化の代表例を1つ記せ。

問3 呼吸によりグルコースが異化された場合の反応式を記せ。

問4 グルコースは、十分な酸素の存在下で図のようにクエン酸回路を経て二酸化炭素が生じる。この条件下でグルコース 100 g から二酸化炭素

は何 g 生じるか求めよ。小数点第 1 位を四捨五入して記せ。

問 5 図中の (ア), (イ) の反応は細胞内のどこで行われているか記せ。

問 6 グルコース 1 mol を, 燃焼により完全に酸化・分解すると, 光と熱が発生しエネルギーが 2870 kJ 減少する。一方、呼吸によりグルコースが異化されると, 1711 kJ のエネルギーが熱として減少し, 残りのエネルギーは ATP の合成に用いられる。

そこで, 1 mol のグルコースから最大量の ATP が合成されたとして, 呼吸ではグルコースの持つエネルギーのうち何%が ATP に移し替えられるか。また, 1 mol の ATP が持つエネルギーは何 kJ であるか記せ。小数点第 2 位を四捨五入し記せ。

問 7 図 4 は, ATP の構造を模式的に示したものである。(ウ) ~ (カ) に該当する物質名は何か記せ。(カ) は糖を示している。また, (エ) どのような結合を何というか記せ。

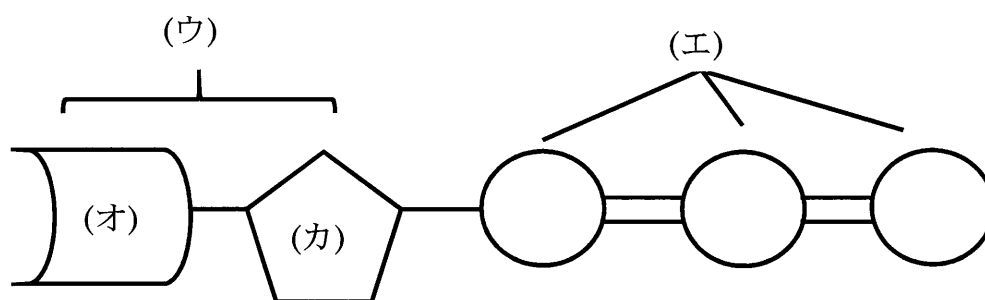


図 4

問 8 ATP が「エネルギーの通貨」とよばれる理由は何か。50 字以内で記せ。

問 9 図中の (1) は, 細胞にとって有害な物質である。ヒトなどの哺乳類では, 比較的毒性の少ない物質に変えられ体外に排出される。このはたらきを行っている器官は何か記せ。また, 比較的毒性の少ない物質名

を記すとともにその物質が生成される反応式を記せ。

問 10 脂肪の一種である $\text{C}_x\text{H}_{110}\text{O}_6$ が呼吸で完全に酸化分解されたとき，呼吸商は 0.70 であった。この脂肪の炭素数 x を求め，小数点以下を切り捨て整数で記せ。

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 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)	19 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 19 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. 解答に日本語での字数制限のある問題については、句読点も含むものとします。
8. 特に指示がない場合は、日本語で答えてください。
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 以下の英文を読み、質問に答えなさい。

Marieke Vervoort, who won a silver medal in the 400 meter event at the 2016 Rio games, recently disclosed that she likely would already have attempted suicide if she had not been able to legally plan to undergo euthanasia. Instead, she has gone on to become a medal-winning athlete.

Marieke Vervoort: マリー
ケ・フェルフルト,

euthanasia: 安楽死

She said at a recent press conference: I am more busy with Buddhism and feeling Zen. When I didn't have those papers, I would have committed suicide. I hope other countries like Brazil can talk about 1) it. It makes people live longer. It doesn't mean that when people sign the papers, they have to die two weeks later. I signed my papers in 2008. Look now, 2016 and I won the silver medal.

Vervoort's disclosure highlighted an interesting aspect of the moral and legal debate around euthanasia: whether anyone ought to have the right to request to be killed. It also helps to 2) dispel certain myths about how and why someone may choose euthanasia. 3) Regardless of whether or not euthanasia should be legal, arguments as to the morality of voluntary euthanasia primarily revolve around two questions: whether actively shortening or ending someone's life could ever be in their best interests, and to what extent we should respect the autonomy of an individual to make choices about their own life. Some prominent opponents of euthanasia argue that a person's life is inviolable and of value regardless of the level of disability, pain or suffering. This means that intentionally killing them can never be justified. Supporters of euthanasia reject this, claiming that it (4) imposes one person's views about the value of life on another. Instead, they prefer to consider quality of life, supporting the right of an individual to determine whether their own life still has value to them and to choose the time and manner of their own death accordingly.

inviolable: 不可侵の, 神聖
な

【 A 見出し 】

The reaction of opponents, however, is to question whether those seeking it are able to rationally make this choice. The thought is that anyone requesting euthanasia is likely to have their ability to make a rational judgement impaired by pain, emotional turmoil, depression or existential anguish. Alternatively, they may be unaware of the options available to them for effective care. ⁵⁾ On these grounds, the argument goes, euthanasia cannot be justified because the person requesting it cannot make a truly autonomous, rational judgement. This sort of view might hold for some cases – when a person is extremely near to death or suffering from impaired capacity – but it seems extremely unlikely that it could always be the case. The sort of pre-planning that Vervoort, who has a rare progressive muscle condition, has undertaken is a good indication that this challenge to the rational state of someone requesting euthanasia may be very wide of the mark. She signed her euthanasia papers in 2008 and appears to see it as a deeply positive thing.

existential: 存在に関する

Vervoort appears to be anything but incapable of rational judgement, and in her case, it was a protracted process to get the papers, too. She added at the press conference: It is really difficult to get those papers. You have to see different doctors for them to see that you have a progressive disease or a mental disease. You need three different signatures from doctors and to talk with a psychiatrist to see if it is really what you want.

protracted: 長引いた, 時間を要した

One of the crucial features of making a judgement in such a case is that not only is it an entirely voluntary and competent wish but that it also has a continuous or enduring basis – that it is not spur of the moment but rather a decision that has been deliberated and reflected upon. Vervoort's decision appears to be just that.

Taking control

We should also consider the reasons and circumstances behind Vervoort's decision. She has an incurable, degenerative condition that causes great pain. She knows that it will continue to develop in such a way as to incapacitate her, potentially leaving her incapable of ending her own life should she find that she wishes to do so. Many seeking euthanasia are in a similar situation.

degenerative: 変性性の、退行性の

Far from being a cutting short of her life, the option of euthanasia is, for Vervoort, a means of extending her life in such a way as to avoid the need for suicide while she is still capable of acting without assistance from another. At the same time, the safeguards in place through the formalized legal system in Belgium that permit euthanasia allow her to maintain the vitally important opportunity to rescind the request at any time and for any reason prior to it.

rescind: 取り消す

6) This should not encourage or suggest that individuals should seek euthanasia or to end their own life, but Vervoort's situation does illustrate how some people can be living an extremely full and successful life and yet still rationally want to choose euthanasia as a way to ensure that they maintain control.

(Adapted from "Marieke Vervoort – and how the right to euthanasia can help some people to live better" by Anthony Wrigley, Copyright©2016 The Conversation Media Group Ltd 一部改変)

問 1 下線部 1) の示すものを述べなさい。

問 2 下線部 2) と最も近い意味の単語は以下のどれか。

- ア ask
- イ correct
- ウ examine
- エ check out
- オ wipe away

問 3 下線部 3) を日本語に訳しなさい。

問 4 文中 (4) に最も当てはまる単語は以下のどれか。

- ア legally
- イ unfairly
- ウ modestly
- エ generally
- オ frequently

問 5 【 A 見出し 】に入る見出しに相応しい英単語 2 個を本文中より拾い上げなさい。

問 6 下線部 5) が示す内容を本文に即して述べなさい。

問 7 安楽死の権利を得るために Vervoort がしなければならなかったことを列挙しなさい。

問 8 下線部 6) を日本語に訳すとともに、それに対するあなたの考えを述べなさい。

2 以下の英文を読み、質問に答えなさい。

It might have been Stephen Colbert, John Oliver, Jimmy Kimmel, or any of the other sharp-tongued talk show hosts of late-night TV. In this instance, it was Samantha Bee, on her program *Full Frontal*, doing a stand-up routine about opposition to childhood vaccinations. “The anti-vax movement has been spreading faster than Legionnaires’ disease at the Playboy Mansion,” Bee declared, barely pausing for audience laughter. Claims that these vaccines are harmful rest on shoddy science, she said; the vaccines have been deemed safe by the World Health Organization and Centers for Disease Control and Prevention. “Who are you going to believe?” she asked. “Leading authorities on medical science, or 800 memes on your cousin’s Facebook page?”

anti-vax: anti-vaccination

Legionnaires’ disease: レジオネラ菌による感染症

memes: 非遺伝的な手段によって人から人へ渡されるアイデア

1) Joking about science can have serious effects, according to studies by communication scholars, us among them. Since 2013, Paul has conducted three studies of how satire can influence people’s beliefs about issues such as climate change, genetically modified foods, and vaccinations. We worked together on two of these studies, and with other colleagues Jessica recently tested whether late-night television can debunk misperceptions of vaccines. Our and others’ research has shown that if you want to interest people in science and shape their views on hot-button science issues, satirical humor can work better than a straitlaced approach.

satire: 風刺

debunk: 正体を暴露する

satirical: 風刺的な

straitlaced: 堅苦しい

We completed our research before the COVID-19 outbreak in the United States, but many of the insights might apply to satire addressing public health issues during the pandemic. And some of the comedians we mention—including John Oliver, Trevor Noah, and Samantha Bee—have featured a steady stream of coronavirus-related satire on their programs.

Many Americans pay little attention to science. Even people who regularly watch broadcast television news or cable news channels receive only scraps of science information in their media diet, because mainstream outlets devote so little airtime to the subject. On top of that, some Americans may regard science as intimidating and hard to understand, so they avoid the topic altogether.

media diet: スクリーンの
前にいる時間

intimidating: 威圧的な

Yet satirical humor can reach viewers who would never watch *NOVA* or read—well, *National Geographic*. Millions of people watch late-night television programs live, and videos of these shows get tens of millions of views on streaming services or YouTube. In 2016, when Paul, his colleague Barbara Ley, and the University of Delaware Center for Political Communication polled a nationally representative sample of Americans, nearly one in 10 said they learned about science from late-night television shows such as *The Late Show* and *Last Week Tonight*. This figure was even higher among young people.

NOVA: テレビの科学番組

Late-night television programs have mined laughs from science for decades. Even before Carl Sagan became known for the 1980 TV series *Cosmos*, he was a guest of comedian Johnny Carson, who spoofed the astronomer with an exaggerated pronunciation of “billion” (as in “100 billion galaxies”). Other scientists who’ve appeared on late-night programs include Neil deGrasse Tyson, Michio Kaku, and Jane Goodall.

It’s not hard to see why the relationship between satire and science would be symbiotic. Late-night hosts may occasionally poke fun at scientists, portraying them as oddballs working on obscure projects. Much more often, however, the hosts promote a positive image of science. Take Colbert, whose NASA-themed humor led the space agency to name a zero-gravity treadmill after him; or Kimmel, whose show features science demonstrations with exploding pumpkins and flying Ping-Pong balls. By making science entertaining to audience members with little knowledge of the topic,

symbiotic: 共生する

late-night television could be a gateway to science engagement.

2) But if these viewers do tune in to science topics, will their opinions change?

Our first experiment in 2013 tested how watching a clip from *The Daily Show* or *The Colbert Report* influenced audience members' beliefs about climate change. Viewers who saw Jon Stewart say that global warming is real came away more certain that climate change is happening. Colbert's show had a similar effect, even though some viewers misinterpreted his deadpan humor and mistook the host for a real climate change doubter.

deadpan humor: 表情を変えずに言うユーモア

In a 2015 follow-up study, we found that late-night humor can influence how viewers perceive climate science itself. This time, we tested the effects of a *Last Week Tonight* segment in which host John Oliver and guest Bill Nye hold a "statistically representative climate change debate" to illustrate the scientific consensus on the issue. Their "debate" shows Nye and 96 other scientists drowning out three global warming doubters. Watching this segment swayed study participants to see scientists as believing in human-caused climate change—which, in turn, bolstered participants' own certainty that global warming is happening. The effect was strongest among those least interested in science.

drowning out: (小さな音を) かき消す

Late-night humor may be particularly effective at debunking 3) scientific misconceptions because it avoids triggering the backlash that traditional science communication efforts can elicit. And late-night humor can spark science engagement as well. A national survey by researchers Lauren Feldman, Anthony Leiserowitz, and Edward Maibach found that 4) watching satirical comedy programs went hand in hand with paying more (A) to science stories. Furthermore, the researchers concluded that (B) shows had the biggest impact among the (C) educated viewers, thereby helping to narrow a gap in attention to (D).

Though late-night satirical humor can boost science interest and awareness, it has its limits. Science is complex, and conveying that complexity in a few minutes while cracking jokes can be a challenge.

At its best, late-night satire encourages viewers not only to follow science but also to think critically about it. An episode of *Last Week Tonight* made that point with a poke at how news outlets cover scientific studies. Host John Oliver warned against “thinking that science is à la carte and if you don’t like one study, don’t worry, another will be along soon.” He ridiculed media coverage of science that oversimplifies and sensationalizes findings, misuses statistics, and cherry-picks results. And he parodied such presentations with his own brand of “TODD talks”—for Trends, Observations, and Dangerous Drivel.

à la carte: アラカルト,
お好み料理

cherry-pick: つまみ食いす
る

5) The members of his audience may be laughing, but they seem to be learning as well.

(Adapted from “To challenge misguided beliefs about science, try satire” by Paul R. Brewer and Jeessica Mcknight, National Geographic. Copyright © 2015–2021 National Geographic Partners, LLC. All rights reserved 一部改変)

問 1. 下線部 1)の意味するところを本文に即して 120 字以内で説明しなさい。

問 2. 下線部 2)の質問に対して，本文中に示されている具体例をあげて答えなさい。

問 3. 下線部 3)が起こりうるテーマ（トピック）として，本文中に述べられている例をすべてあげなさい。

問 4. 下線部 4)の(A)～(D)に入る適切な英単語を本文中から選んで入れなさい。但し各々のカッコ内には英単語 1 個が入る。

問 5. 下線部 5)は，どのようなことを言っているのか。具体的に説明しなさい。

問 6. 本文に述べられている内容に合うものを下記から全て選びなさい。

- ア 深夜番組では，科学者を時に英雄のように称賛している。
- イ 1980 年以前は，深夜番組に出演する科学者は皆無であった。
- ウ 科学について深夜番組から学ぶと答えた人の割合は若者で高い。
- エ 深夜番組の影響で，科学の話題を積極的に語るアメリカ人が非常に増えている。
- オ 新型コロナウイルスに関する風刺を継続的に番組で取り上げているコメディアンがいる。

3 以下の英文を読み、質問に答えなさい。

Concerns about vaccine nationalism were escalating even before the United States announced on 31 July its largest deal to date with pharmaceutical companies to secure COVID-19 vaccines. Other countries—including China, India, the United Kingdom, and members of the European Union—are pursuing similar strategies. 1) To critics, this scramble to secure vaccine supplies is one of many decisions by governments that have failed to control spread of the virus, destroyed economic activity, and damaged international cooperation. Ineffective nationalistic policies appear to create a gap between science and politics that makes the pandemic worse and undermines what science and health diplomacy could achieve. In fact, vaccine nationalism reflects (A) in global health.

Historically, health diplomacy has struggled with global, equitable access to drugs and vaccines during serious disease events. Countries did not achieve this goal, for example, during the 2009 H1N1 influenza pandemic. International access typically happened only after developed countries secured pharmaceuticals for use at home, as happened with vaccines for smallpox and polio and drugs for HIV/AIDS. Developing countries, such as China and India, tried to 2) escape from this pattern by building their own pharmaceutical innovation and production capabilities. More recently, developing countries have asserted sovereignty over pathogenic samples. This approach conditions access to samples on the source country receiving benefits from research and development, including drugs and vaccines. This “viral sovereignty” strategy produced the (B) in the World Health Organization's Pandemic Influenza Preparedness Framework in 2011.

equitable: 公平な

smallpox: 天然痘

pharmaceutical: 医薬品の

With COVID-19, history is repeating itself. Countries with the resources to obtain vaccines have not subordinated their needs and capacities to the objective of global, equitable access. And the worldwide spread of the coronavirus eliminates leverage that viral sovereignty might have provided countries without such means. International and nongovernmental organizations launched an ad hoc effort—the COVID-19 Vaccines Global Access (COVAX) Facility—to achieve equitable access. But with no serious participation by major states so far, COVAX lacks (C). In keeping with the longstanding pattern of political behavior during pandemics, vaccines will eventually reach most populations, but only after powerful countries have protected themselves.

leverage: 影響力, てこの作用

Further, changes in domestic and global politics have made matters worse. Domestically, the extent to which governments have ignored science, denigrated health experts, supported quack remedies and policies, peddled disinformation, and botched social distancing and other nonpharmaceutical interventions has been astonishing. This travesty flows from the traction that populist, nationalist, antiglobalist, and authoritarian attitudes have gained around the world.

denigrate: 誹謗, 中傷する

quack: 騒々しい

botch: 損なう

travesty: 滑稽なこと, 茶番

Globally, (D) has returned to world affairs.³⁾ Geopolitical calculations have shaped national responses to COVID-19, with the United States and China treating the pandemic as another front in their rivalry for power and influence. National access to coronavirus vaccines has become a priority in power politics, especially as a means to recover from the economic damage at home, in export markets, and within regions of strategic importance in the balance of power.

These changes in politics have generated ferocious headwinds against global, equitable vaccine access—an objective only approached with great difficulty when political waters were less turbulent. Reorienting health policy and diplomacy will require (E) of political interests on infectious diseases.

headwinds: 逆風

turbulent: 激しい, 荒れ狂う

(Adapted from "Vaccine nationalism's politics" by David P. Fidler, Science, American Association for the Advancement of Science. Copyright © 2020 The Authors, some rights reserved; exclusive licensee American Association for the Advancement of Science. No claim to original U.S. Government Works. <http://www.sciencemag.org/about/science-licenses-journal-article-reuse> This is an article distributed under the terms of the Science Journals Default License. 一部改变)

問 1 下線部 1) を日本語に訳しなさい。

問 2 文中の (A) ～ (E) に入る語句はどれか。ア～オからそれぞれ選びなさい。ただし選択肢は、それぞれ1度ずつ使うこと。

- ア business as usual
- イ drastic reconstruction
- ウ game-changing support
- エ balance-of power politics
- オ virus-and-benefit sharing regime

問 3 下線部 2) の意味にあたる語句はどれか。ア～オから選びなさい。

- ア run out of
- イ stay out of
- ウ take out of
- エ give out of
- オ break out of

問 4 下線部 3) を日本語に訳しなさい。

問 5 COVID-19 の世界的流行で起こったことは何か。本文に述べられていることを下記から全て選びなさい。

- ア 政府が科学を無視して誤った情報を流すこと
- イ 人々が経済と健康の両方を重視するようになったこと
- ウ ワクチンへの国家的アクセスが政治の優先事項となったこと
- エ ワクチン共有に向けて、主要国間で協力関係が構築されたこと
- オ 米国、中国、インドなどが独自にワクチンを確保する動きを始めたこと
- カ 途上国は病原体サンプルを供給することで薬やワクチンを受け取ることができるようになったこと

4 以下の英文を読み、これと関連する図1, 図2を参照して質問に答えなさい。

By 2050, according to a new report from the Brien Holden Vision Institute in Australia, almost half the world will be nearsighted and require some form of corrective lens, up from a quarter of the global population in 2000. Conventional wisdom puts the blame for the rise in myopia on reading and staring at computer screens, but little evidence supports that hypothesis. Current thinking holds that people, especially children, spend too little time outside—a handful of studies show that lack of sunlight exposure from long periods indoors correlates with myopia.

nearsighted: 近視の

myopia: 近視

Either way, heredity clearly plays a smaller role than previously thought. “Myopia, once believed to be almost totally genetic, is in fact a socially determined disease,” says Ian Morgan, an ophthalmology researcher at the Australian National University. The finding suggests an intervention: a recent trial revealed that children who spent an extra 40 minutes outside each day for three years were less likely to become myopic than those who did not.

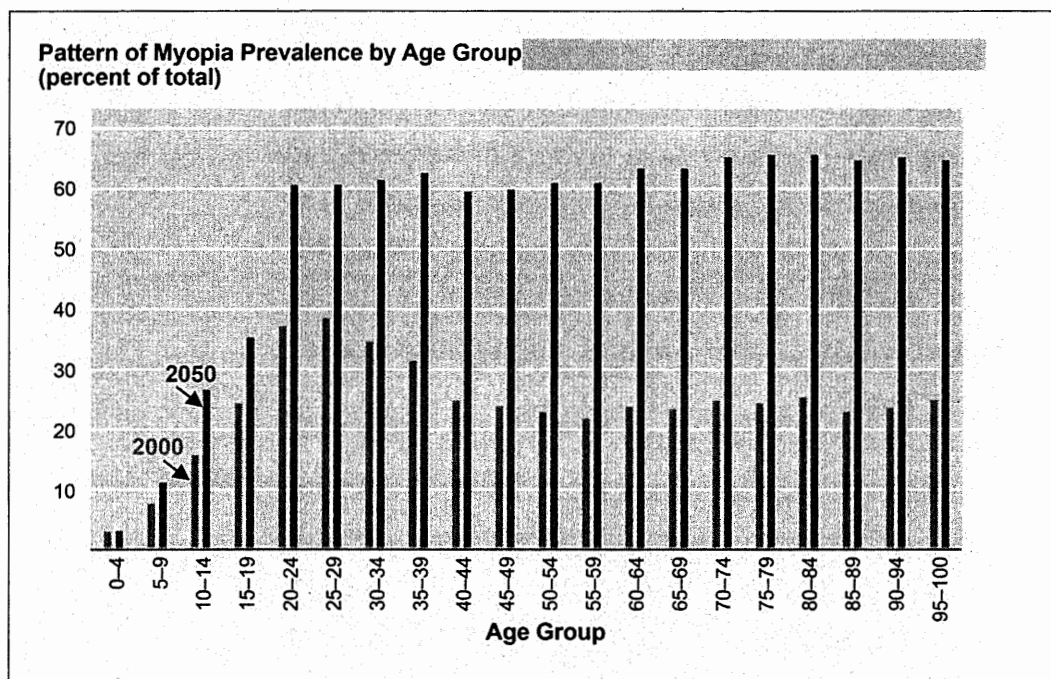
heredity: 遺伝

ophthalmology: 眼科の

(Reprinted from “Half the World Could Be Nearsighted” by Diana Kwon, Scientific American . Copyright © 2016 Diana Kwon. Graphic by Tiffany Farrant-Gonzalez. 一部改変)

問 1. 図 1 のグラフから読み取れることを 100 字以内で説明しなさい。

図 1



注) 図 1 の各 Age Group の向かって左側の棒グラフ (緑) は 2000 年の値を, 右側の棒グラフ (紫) は 2050 年の値を示している。

(Reprinted from "Half the World Could Be Nearsighted" by Diana Kwon, Scientific American .
Copyright ©2016 Diana Kwon. Graphic by Tiffany Farrant-Gonzalez. 一部改変)

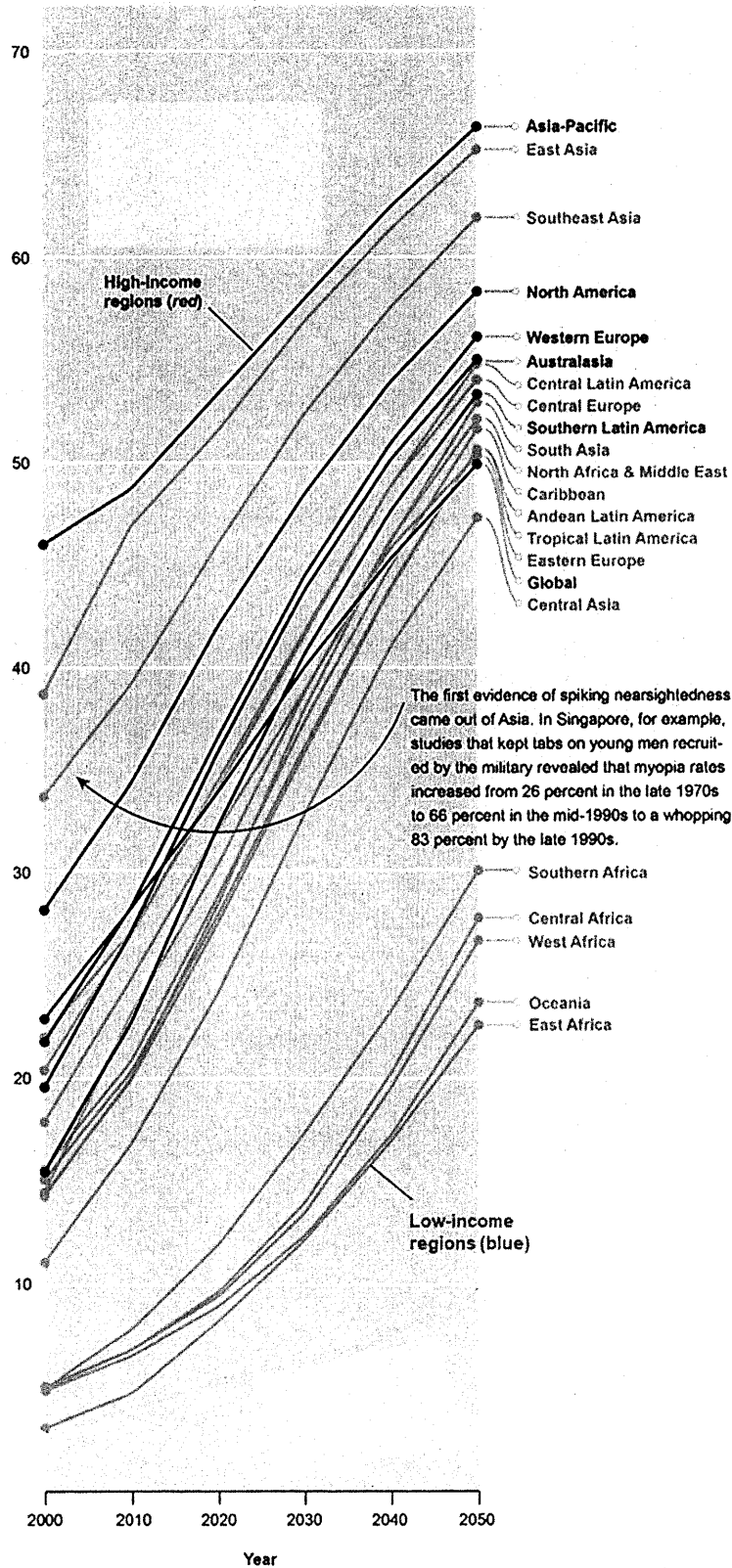
問 2. 近視の原因について, 本文ではどのように説明されているか。120 字以内で要約しなさい。但し, 以下の語句を必ず使用すること。

語句) コンピューター, 遺伝, 太陽光

問 3. 以下の英文は図 2 と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 (A) および (B) に適切な英単語 (各々5~15 語) を入れ, 英文を完成させなさい。

Countries with higher income (A), because people there (B).

Myopia Prevalence Is Projected to Continue Rising (percent of total population)



(Reprinted from "Half the World Could Be Nearsighted" by Diana Kwon, Scientific American . Copyright ©2016 Diana Kwon. Graphic by Tiffany Farrant-Gonzalez. 一部改变)

令和 3 年度東北大学
AO 入試（総合型選抜）Ⅲ期

筆記試験問題

令和 3 年 2 月 13 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)	18 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 18 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. 解答に日本語での字数制限のある問題については、句読点も含むものとします。
8. 特に指示がない場合は、日本語で答えてください。
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

以下の英文（１）および（２）を読み，質問に答えなさい。

【 英文（１） 】

High body-mass index (BMI) is an important risk factor for cardiovascular and kidney diseases, diabetes, some cancers, and musculoskeletal disorders. Concerns about the health and economic burden of increasing BMI have led to adiposity being included among the global non-communicable disease (NCD) targets, with a target of halting, by 2025, the rise in the prevalence of obesity at its 2010 level. Information on whether countries are on track to achieve this target is needed to support accountability towards the global NCD commitments.

cardiovascular:
心血管の
musculoskeletal
:筋骨格の
adiposity:肥満

prevalence:
有病率

Two previous studies estimated global trends in the prevalence of overweight and obesity. However, the largest health benefits of weight management are achieved by shifting the population distribution of BMI. The only global report on mean BMI, which characterizes distributional shifts, estimated trends to 2008, before the global target was agreed. ① Epidemiological studies have shown substantial risks in people with very high BMI—e.g., severe (≥ 35 kg/m²) or morbid (≥ 40 kg/m²) obesity. Being underweight is also associated with increased risk of morbidity and mortality and with adverse pregnancy outcomes. Very few analyses of trends in underweight, especially for men, and in severe and morbid obesity have been done. Finally, no information is available on the likelihood of individual countries or the world as a whole achieving the global obesity target.

epidemiological:
疫学的な

morbid: 病的な

Over the past four decades, we have transitioned from a world in which underweight prevalence was more than double that of obesity, to one in which more people are obese than underweight, both globally and in all regions except parts of sub-Saharan Africa and Asia. The rate of increase in BMI since 2000 has been slower than in the preceding decades in high-income countries, where adiposity became an explicit public health concern around this time, and in some middle-income countries. However, because the rate

of BMI increase has accelerated in some other regions, the global increase in BMI has not slowed down. ② If post-2000 trends continue, not only will the world not meet the global target for halting the increase in obesity, but also severe obesity will surpass underweight in women by 2025. Nonetheless, underweight remains a public health problem in south Asia and central and east Africa.

(Adapted from "Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants" by Elsevier, Under a Creative Commons 一部改变)

【 英文（2）及び 図 】

People in many developing nations are gaining weight at a rapid pace, ③ faster since 2000 than they did from 1975 to 2000. And although the rate of weight gain in many developed countries since 2000 is slower than it was prior, it has kept going up. When taken together, the two trends mean that “for much of the world, we are passing from an era of obesity into a new era of severe obesity,” says Majid Ezzati, lead scientist on a far-reaching study of 200 countries published recently in the *Lancet*. Researchers “are surprised by the extent of severe obesity,” he says. If the trajectory continues, Ezzati says, it will be virtually impossible to meet the World Health Organization's global goals of halting the rises in obesity and diabetes by 2025.

(Reproduced with permission. Copyright © 2016 SCIENTIFIC AMERICAN, a Division of Nature America, Inc. All rights reserved.一部改变)

問 1. 非感染性疾患に関してどのような目標が立てられているか、本文に即して説明しなさい。

問 2. 下線部①を参照し、身長 170 cm の人が **severe obesity** あるいは **morbid obesity** である時の体重はいくつ以上か、それぞれ書きなさい。

※ 但し、BMI は次のように定義されます。

BMI is defined as the body mass (kg) divided by the square of the body height (m).

問 3. 下線部②を日本語に訳しなさい。

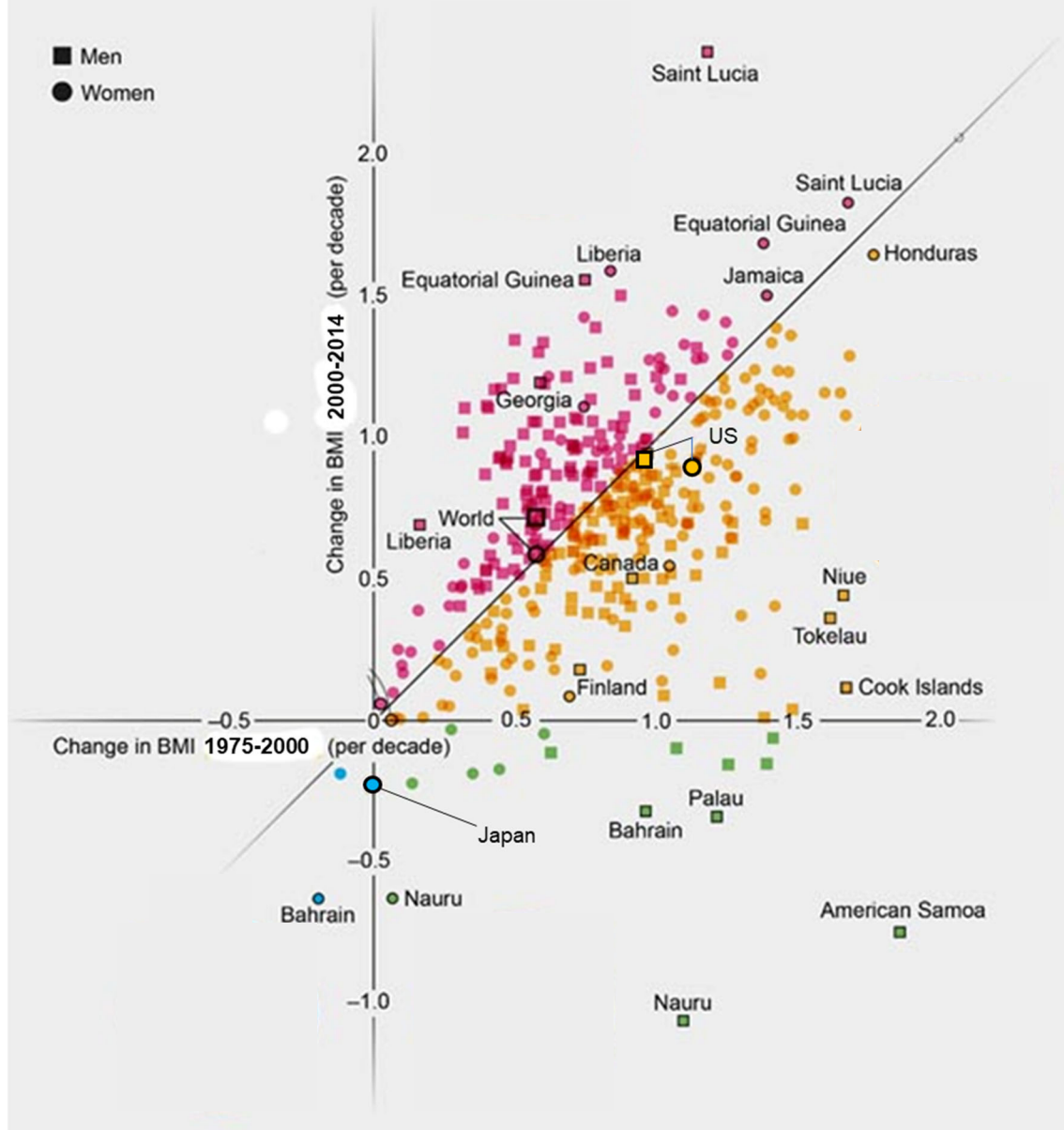
問 4. 次ページの図は年代による各国の BMI 変化を示している。下線部③は図の中のどの国を指しているか。例を 2 つ挙げなさい。

問 5. 図を参照して、1975 年から 2014 年のアメリカ人男性および日本人女性の体重変化の特徴について簡潔に説明しなさい。

問 6. 図の内容を端的に表すように、図中 [ア] の中に適切な英単語 15 個以内を入れ、文を完成させなさい。

It is surprising [ア] !

It is surprising [ア] !



(Reproduced with permission. Copyright © 2016 SCIENTIFIC AMERICAN, a Division of Nature America, Inc. All rights reserved.一部改変)

2 以下の英文を読み、質問に答えなさい。

Racism, climate denial, and coronavirus disease 2019 (COVID-19) are major crises standing in the way of a prosperous future for the United States, and resolution of all three could be enabled by science that is persistently ignored. In Ernest Hemingway's novel *The Sun Also Rises*, a character named Mike is asked how he went bankrupt. "Two ways," he answers. "Gradually, then suddenly." The resistance of U.S. policy to science has followed a similar path: It gradually built up over 40 years, beginning with the election of Ronald Reagan, but suddenly reached a tipping point in the chaos of 2020. Will the path to resolution also be gradual and then sudden, and if so, at what cost?

① A saying incorrectly attributed to Winston Churchill holds that Americans always do the right thing but only after all other possibilities have been exhausted. Whatever the source, the idea lives on because it resonates and is no more apparent than in the failure of the United States to aggressively deal with 400 years of racial injustice. Slavery ended, but only after a civil war and decades of delay. The civil rights movement created important positive change, but only after civil rights leaders Dr. Martin Luther King Jr. boxed in President Lyndon Johnson so that he had little choice but to champion legislation. Will people of color in the United States have to endure yet more violence from white supremacists before the next inflection toward racial justice?

supremacist:
至上主義者

As for confronting climate change, the prospects seem distant. Support for climate science has been steadily undermined by politicians catering to businesses dependent on fossil fuels and by religious conservatives suspicious of science because it argues for evolution. When California's Secretary for Natural Resources Wade Crowfoot challenged President Donald Trump on climate change, the president laughed and said, "I don't think science knows, actually." Perhaps Trump knew he was saying something untrue but that many Americans agree with. Will

wholesale environmental destruction have to occur before the United States does something about climate change?

When it comes to COVID-19, White House Chief of Staff Mark Meadows admitted, “We're not going to control the pandemic,” making clear that Trump's only strategy is to wait for therapeutics and vaccines to soften the blow. Although prospects for both look promising, we are months, if not a year, away from reasonable supplies of either. In the same interview, Meadows said that we would defeat the virus “because we're Americans.” Such nationalistic exceptionalism is embarrassing. The virus doesn't “know” who is an American. Must hundreds of thousands more people die before the United States recognizes that humility in the face of challenge is the way to save lives?

therapeutics:
治療法

Now that so many possibilities have been tried and exhausted, can science help push the country toward resolving these issues? Science must deal with the systemic racism that persists in our enterprise. There are scientifically sound measures that could promote greater racial justice in America, but the scientific community is in no position to advocate for racial justice if its own house is not in order, and that requires difficult soul-searching about the underrepresentation of racial and ethnic groups as well as norms and practices of science that are not inclusive. Scientists must continue to speak out. Skepticism of the peril of COVID-19 has brought forth the response of science in ways never before seen. Scientists must hold on to that voice once the world gets past the pandemic. The old ideal of keeping politics out of science has not served the United States well. And scientists must continue to do the best science. Eventually, society will ask for help. Let's make sure science has the goods when they do.

(From “Gradually, then suddenly” by H. Holden Thorp, Vol. 370, Issue 6517, pp. 639, Reprinted with permission from AAAS. Copyright © 2021 American Association for the Advancement of Science 一部改変)

問 1. 下線部①を日本語に訳しなさい。

問 2. **racism** について、アメリカでは、どのようなことが過去に起こってきたのか、要約しなさい。

問 3. **climate denial** と **coronavirus disease 2019 (COVID-19)** について、正しい解決に到達する前に、今後どのような事態が起こりうると筆者は懸念しているのか。それぞれについて 20 字以内で書きなさい。

問 4. 問題の解決に向かうための科学者の役割について、筆者はどのようなことを科学者に提言しているか要約しなさい。

問 5. 科学が政治に及ぼした影響や功罪について、あなたはどのように考えますか。**racism**、**climate denial**、**COVID-19** 以外の例を用いて 200 字以内で書きなさい。

3 以下の英文を読み、質問に答えなさい。

As the COVID-19 pandemic continues to spread around the world, efforts have—rightly so—focused on addressing immediate medical needs: slowing down viral transmission chains to reduce the number of cases, optimize health-systems capacity and prevent fatalities. Now, 4 months into the pandemic, and with the realization that the end of the crisis is nowhere near, a different dimension of public health emerges and requires urgent attention. That is the toll of the pandemic on people’s mental health and well-being.

viral:
ウイルスの

Studies of past outbreaks provide some insight into the detrimental effects of similar crises on population-wide mental health. The 2003 SARS epidemic was associated with a 30% increase in suicides in people over the age of 65; almost a third of healthcare workers reported probable emotional distress; and survivors were found to be at risk for post-traumatic stress disorder and depression. Mitigation strategies such as quarantine, although necessary to ①contain viral spread, have a negative psychological impact, such as causing post-traumatic stress symptoms, emotional disturbance, depression and insomnia. Job loss and financial struggles during global economic downturn—which are already happening with the current pandemic—have been associated with a long-lasting decline in mental health. The scale, pervasiveness and complexity of the stressors associated with the ongoing pandemic are (②) in recent times.

detrimental:
有害な

mitigation:
鎮静

insomnia:
不眠症

pervasiveness
: 浸透度

There is no accurate template for what is yet to come, but odds are that a surge in the prevalence of mental-health problem is on the horizon. In fact, a study of over a thousand healthcare workers who cared for patients with COVID-19 in China showed that a considerable proportion of participants reported symptoms of depression (50%), anxiety (45%), insomnia (34%) and distress (72%). The droves of people exposed to

prevalence:
有病率

drove: 集団

the frontlines of the pandemic, such as essential workers, people with underlying health issues, and patients with COVID-19 and their caregivers, as well as people with pre-existing mental-health conditions, have been rendered particularly vulnerable to poor mental-health outcomes. The pandemic undoubtedly has created almost universal psychological distress. A plan to address the problem and to prevent the long-term mental-health deterioration of segments of the population at most risk is paramount at this point in the COVID-19 response.

In March 2020, the World Health Organization released recommendations for safeguarding mental health, which are tailored to the individual person and are designed for immediate considerations. Similar guidelines have been issued by governmental agencies in the USA, the UK and other countries. However, much more needs to be done. A comprehensive assessment of the prevalence, severity and nature of COVID-19-related mental-health challenges, as well as the factors that contribute to risk and resilience, across the general public and especially in at-risk populations, will enable governments to plan for the inevitable wave of mental-health problems and dedicate the necessary resources for targeted interventions. Research initiatives tackling COVID-19 and mental health have tended to be small in scale and localized; however, this landscape is changing, and larger studies are now underway. A nationwide survey in China reported that about a third of respondents experienced psychological distress during the COVID-19 pandemic. Similar studies in the UK have also revealed increased feelings of anxiety and depression and widespread concerns about the effect of social isolation on well-being, both in the general population and among people with pre-existing mental-health conditions. A study by the National Institute of Mental Health was recently launched in the USA, in which participants are asked about mental-health symptoms and COVID-19-related stress in the form of a questionnaire every 2 weeks for up to 6 months. Global action to map the landscape

resilience:
耐性

and longitudinal effects of COVID-19 on mental health across the various stages of the pandemic must be initiated immediately.

longitudinal:
縦断的な

One approach to preempt an onslaught of mental-health problems on already overburdened healthcare systems could be to switch from individual-based approaches to population-wide screening aimed at identifying people at elevated risk. New innovations in digital health could be leveraged to assess mental-illness risk in large populations. For example, smartphone-based surveys, coupled with automated machine-learning analyses, have shown promise in identifying patients who are at risk for developing post-traumatic stress disorder. Digital phenotyping, which uses passively collected data to flag early signs of mental illness, is also gaining momentum. The development of ③both approaches, however, is still in its infancy, and rigorous testing of performance is needed before such initiatives can be rolled out at scale. A more immediate alternative would be to integrate psychiatric screening into primary care, using validated instruments such as the Patient Health Questionnaire depression scale (PHQ-9) and the Generalized Anxiety Disorder scale (GAD-7) to identify initial symptoms of depression and anxiety and to enable early, targeted intervention.

preempt an
onslaught:
先制対処する

leverage:
投入する

phenotyping:
表現型

Researchers specializing in psychology, psychiatry, behavioral and social science, and digital health, as well as healthcare providers, policymakers and other stakeholders, must work together and toward innovative and practical technologies to address the mental-health needs under the current pandemic condition. Collecting and analyzing large-scale, high-quality data has to be prioritized now so that tailored and effective mental-health services can be implemented to best mitigate the long-term mental-health consequences of the pandemic later.

mitigate:
やわらげる

④As the crisis caused by the COVID-19 pandemic shifts from acute to prolonged, attention must be paid to the potentially disastrous effects on population-wide mental health and emotional and social well-being. There will be no easy solution, but high-quality research, coupled with recent innovations in digital health, could enable health services to offer proactive and tailored mental-health care for those in need.

(Reprinted by permission from Springer Nature: Nature Medicine "Keep mental health in mind" Nat Med 26, 631, Copyright © 2020, Springer Nature America, Inc.一部改变)

問 1. 下線部①と最も近い意味の単語を以下より選び、記号で答えなさい。

- a) accept
- b) extend
- c) expand
- d) prevent
- e) maintain

問 2. (②) に入る最も適切な語を以下より選び、記号で答えなさい。

- a) changed
- b) expected
- c) universal
- d) unchanged
- e) unprecedented

問 3. 下線部③が示す内容を具体的に説明しなさい。

問 4. 下線部④を日本語に訳しなさい。

問 5. 本文に記載されている内容に合うものを全て選びなさい。

- a) 新型コロナウイルス患者の介護者は、精神面の不安定症状を呈し易いとされている。
- b) 基礎疾患がある人は新型コロナウイルスに罹患し易いことが知られているが、精神面の不安定症状を必ずしも呈し易いとは限らない。
- c) 新型コロナウイルスが心の健康へ及ぼす影響を研究する際は、グローバルな調査よりも地域を限定した調査の方が実用的で有用である。
- d) 新型コロナウイルスによる心の健康問題を解決するには、実用的なテクノロジー開発へ向けて研究者をはじめ多くの関係者が協力する必要がある。
- e) 新型コロナウイルスが心の健康へ及ぼす影響により、医療システムが過剰負担を受けることを回避するには、患者個々人への対応を基本とするアプローチが重要である。

問 6. メンタルヘルスケア以外で、あなたが知っている **tailored medicine** の具体的な事例を 200 字以内で書きなさい。

4 以下の英文を読み、質問に答えなさい。

As a third-year medical student rotating on the internal medicine team, I was to perform the history and physical. ① The verb “perform” here is apt, since I was at the point where such interactions felt stilted and artificial, and I could easily mangle them with all the grace of an understudy thrust in front of an audience for the first time. I was always aware of my audience: the patients, who I feared would see through my feigned competence, and the attendings and residents whose approval could be converted into favorable evaluations and grades, paving my way to an ideal residency and proving my worth as a doctor-to-be.

stilted:
大げさな
mangle:
ごまかす

feigned:
偽りの
resident:
研修医

I saw the patient for 5 days, as we attempted to solidify a diagnosis and get him home. Budgeting time with my other patients and mountains of foreign electronic data, I always felt rushed. Our conversations were short and businesslike, rarely derailing from pleasantries and the medical questions I was expected to ask: How’s your breathing today? Are you having pain? Are you having bowel movements? I often returned to his room in the afternoons, to check in and speak less formally, but carefully tiptoed around his likely prognosis, afraid that I might start a conversation I was ill prepared to finish. As data from his workup trickled in, I sought some medical interpretations and fretted over how to intelligently incorporate each development into my daily plans and presentations. When these efforts were well received, I glowed with validation; when they flopped, it could ruin my day — even though I knew that, since my team carefully revised them, such exercises had little impact on patient care. ② The reality that each piece of evidence, each talking point, was building the case for a real man’s death sentence seemed strangely peripheral.

solidify:
固める

derail:
脱線する
pleasantry:
社交辞令

prognosis:
予後
workup:
精密検査

flop:
失敗におわる

When we finally discharged him to follow up with an outpatient oncologist, he thanked me for my attention and told me I'd make a good doctor someday. Flushed with pleasure at his and my team's approval, I bade him a warm farewell. Four months later, struck suddenly with curiosity on a slow call day, I opened his chart to check on his progress. The alert — "patient deceased" — landed like a gut punch. He was dead. Why was I so stunned? Of course I had understood his prognosis, having consulted relevant articles and commented on them in my presentations, yet I hadn't emotionally processed the ramifications. Scrambling to stay afloat during those first few clinical months, with as much experience interviewing actors as real patients and often feeling like an imposter, I had not yet seen that medicine plays for keeps. I suddenly understood that I was like some myopic thespian acting out a wartime drama on a real battlefield — posturing to impress with elegant soliloquies, impeccable costume, and false bravado, while real patients suffered. My patient's death made it all real. I felt ashamed suddenly that I had let my trivial student concerns so dominate our interactions — how insignificant they now seemed in comparison.

outpatient
oncologist:
腫瘍外来医

ramification:
結果

imposter:
詐欺師
play for keeps:
真剣にやる
thespian:
悲劇役者

(Copyright (c) 2020 Massachusetts Medical Society. All rights reserved. 一部改変)

問 1. 下線部①の意味を本文に即して 140 字以内で説明しなさい。

問 2. 下線部②を本文に即して日本語に訳しなさい。

問 3. 本文で述べられている筆者の状況に合うものを全て選びなさい。

- a) 担当した患者から医者には向かないと言われた
- b) 担当した患者が死亡する場に立ち会って衝撃を受けた
- c) 担当した患者の病室を訪れて病気の予後を正確に話した
- d) 担当した患者の病気が重症で死期が近いことを知っていた
- e) 実習を通して患者や指導者からの評価が最も重要であることを学んだ
- f) 患者の死によってもっと知識を身につけるべきだということを学んだ

問 4. あなたは医学生として患者にどのように接しようと思っているか、50 語以内の英文で述べなさい。用いた単語数を最後に記しなさい。

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 日

志願学部／学科／ 専攻	試 験 時 間	ページ数
医 学 部 保 健 学 科 看 護 学 専 攻	9 : 30～10 : 30 (60 分)	5 ページ

注 意 事 項

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5ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
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。

1

以下の問いに答えよ。

- (1) $0 \leq \theta < \pi$ のとき、方程式 $\cos \theta + \cos 2\theta + \cos 3\theta = 0$ を満たす実数 θ の値をすべて求めよ。

- (2) 病気 A と診断された人は、病気 A のままか、病気 B、病気 C の順に悪化し、これら 3 つの段階のいずれかに診断されるものとする。

・病気 A だった人の 1 年後の段階は次の通りである。

60 % は病気 A のまま、30 % は病気 B に悪化、10 % は病気 C に悪化

・病気 B だった人の 1 年後の段階は次の通りである。

80 % は病気 B のまま、20 % は病気 C に悪化

・病気 C だった人の 1 年後の段階は病気 C のままである。

n は正の整数とする。病気 A の人が n 年後に病気 A、病気 B、病気 C の段階である確率をそれぞれ a_n , b_n , c_n とすると、 $a_1 = \frac{3}{5}$, $b_1 = \frac{3}{10}$, $c_1 = \frac{1}{10}$ となる。

このとき、 a_2 , b_2 , c_2 の値を求めよ。

- (3) a を正の実数とする。関数 $f(x) = 2x^3 - 3(a+2)x^2 + 12ax$ の $x \geq 0$ における最小値が 0 となるような a の値の範囲を求めよ。

2 四角形 ABCD において, $AB = 1$, $CD = 4$, $DA = 5$, $\angle ABC = 120^\circ$, $\angle ADC = 60^\circ$ である。対角線 AC, BD の交点を E とするとき, 以下の問いに答えよ。

(1) 辺 BC の長さを求めよ。

(2) $BE : ED$ を求めよ。

(3) $\triangle ABD$ の面積を S , $\triangle BCD$ の面積を T とするとき, $S : T$ を求めよ。

(4) $\overrightarrow{AC} = s\overrightarrow{AB} + t\overrightarrow{AD}$ を満たす実数 s, t の値を求めよ。

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 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

1 図 1 のように、左端が机上に固定され、もう一方の端におもり A を取り付けた弦が、コマ P、Q および滑車に支えられている。コマ P は振動数を変化させることができる振動源になっており、振動源の振動数を f_0 にしたところ、P Q 間には 3 個の腹を持つ定常波（定在波）が生じた。振動源の振動はコマ P に接する弦にのみ伝わり、P Q 間の弦の両端はいずれも固定端とみなしてよい。

次に、振動源の振動数を f_0 にしたまま、おもり A をおもり B に取り換えたところ、P Q 間には 2 個の腹を持つ定常波が生じた。さらに、おもり B を取り付けたまま、振動源の振動数を f_0 から f_1 に変化させたところ、P Q 間にはふたたび 3 個の腹を持つ定常波が生じた。

P Q 間の弦の長さを L として、以下の問 1、問 2 に答えよ。解答は、結果のみを解答用紙の所定の場所に記入せよ。

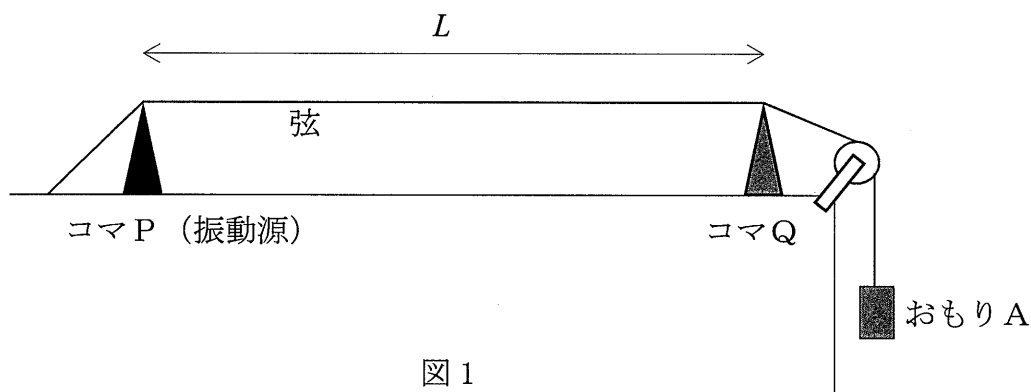


図 1

問 1 おもり A を取り付けて 3 個の腹を持つ定常波が生じたとき、弦を伝わる波の波長および速さを、それぞれ f_0 , L の中から必要なものを用いて表せ。

問 2 変化後の振動数 f_1 を f_0 を用いて表せ。

- 2 図 2 のように、直方体の箱内の水平な床に 2 つのばねが置いてあり、それらの左端と右端がそれぞれ向かい合う壁に取り付けられている。2 つのばねの間には質量 m の小球を取り付けられており、ばねはそれぞれ自然長の状態にある。2 つのばねは、いずれもばね定数が k で自然長も等しい。次に、図 3 のように、箱を 90° 回転させてばねが鉛直方向になるようにした。ばねが自然長の位置にあるときの小球の位置を原点として下向きに x 軸をとると、小球は x_1 の位置に静止した。次に、小球に力を加えて x_1 の位置から x_2 の位置まで押し下げた。箱を 90° 回転させた後それぞれのばねは鉛直方向を保っている。箱の内面はなめらかであり、小球の大きさおよび空気の抵抗は無視できるものとする。重力加速度の大きさを g として、以下の問 1～問 3 に答えよ。解答は、解答用紙の所定の場所に記入せよ。なお、問 1 および問 2 は結果のみを、問 3 は結果だけでなく結果を導くまでの過程も記せ。

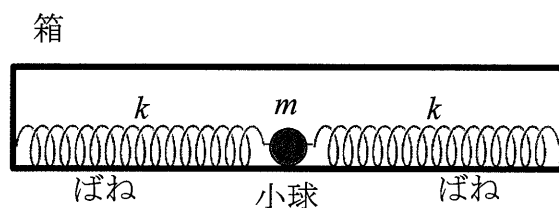


図 2

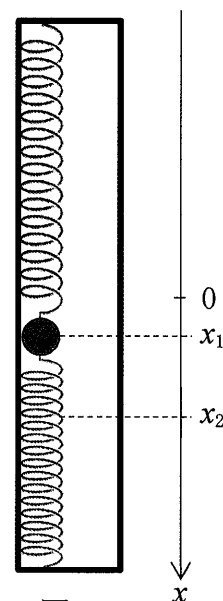


図 3

- 問 1 小球の位置 x_1 を、 m 、 k 、 g を用いて表せ。
- 問 2 小球の位置が x_1 から x_2 まで変化する間に小球に加えた力のする仕事を、 x_1 、 x_2 、 k を用いて表せ。
- 問 3 小球を押し下げる力を取り除いたところ、小球は x_2 の位置からしずかに上昇し始め、原点を通過してさらに上昇した。小球が原点を通過するときの速さ v を、 x_1 、 x_2 、 m 、 k を用いて表せ。

- 3 電圧 V の直流電源 1 つと抵抗値が r の抵抗が 4 個あり、図 4 のように、2 つのスイッチ S_1 と S_2 を介して回路を構成している。ただし、図 4 の破線で囲まれた部分の回路は抵抗 3 個と導線から構成されているが、図中には示されていない。 S_1 のみを閉じたときに回路の点 P を流れる電流の大きさを I とすると、 S_1 と S_2 を同時に閉じたときに点 P を流れる電流は $\frac{5}{3}I$ となった。導線の抵抗は無視できるものとして、以下の問 1 ～問 3 に答えよ。解答は、解答用紙の所定の場所に記入せよ。なお、問 1 および問 2 は結果のみを、問 3 は結果だけでなく結果を導くまでの過程も記せ。

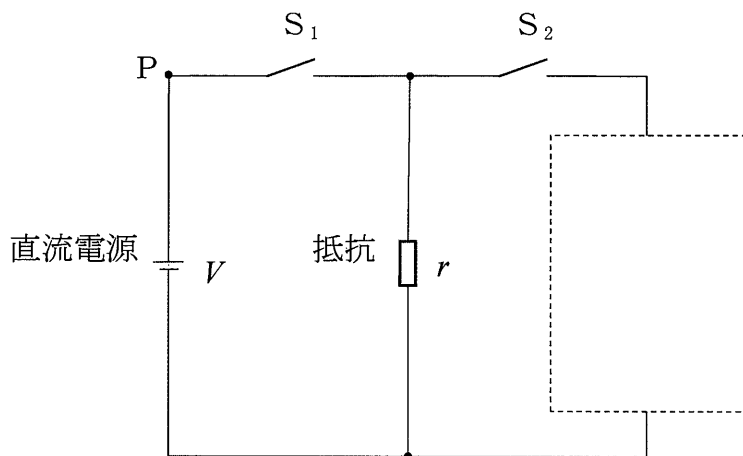



図 4

- 問 1 図 4 の破線で囲まれた部分の合成抵抗の抵抗値を r を用いて表せ。
- 問 2 破線内の回路を、導線と抵抗を表す記号  を組み合わせて図示せよ。解答は、解答用紙の破線の枠内に記せ。
- 問 3 S_1 と S_2 を同時に閉じたとき、回路中の 4 個の抵抗のうち、1 秒当たりの発熱量 Q がもっとも小さい抵抗について、 Q を、 V 、 r を用いて表せ。

- 4 図5のように、伸び縮みしない軽い糸の両端に質量 M の物体と質量 m のおもりを1個取り付け、糸をなめらかに回転する軽い滑車にかけた。物体をなめらかで水平な机の上に置き、おもりを静かにはなしたところ、物体は加速度の大きさが a の等加速度直線運動を始めた。次に、物体を元の位置に戻し、糸の下端に質量 m のおもりを1個追加して、上と同様に2個のおもりを静かにはなしたところ、物体は加速度の大きさが b の等加速度直線運動を始めた。 a と b の大きさの関係を下の枠内のように考えた。この考え方は正しいか、誤っているか、いずれかを選び、いずれの場合もその理由を説明せよ。ただし、空気の抵抗は無視できるものとし、物体と滑車の間の糸は常に水平を保っている。解答は、解答用紙の所定の場所に記入せよ。

おもり2個で引いた場合の加速度の大きさ b は、おもり1個で引いた場合の加速度の大きさ a の2倍になる。

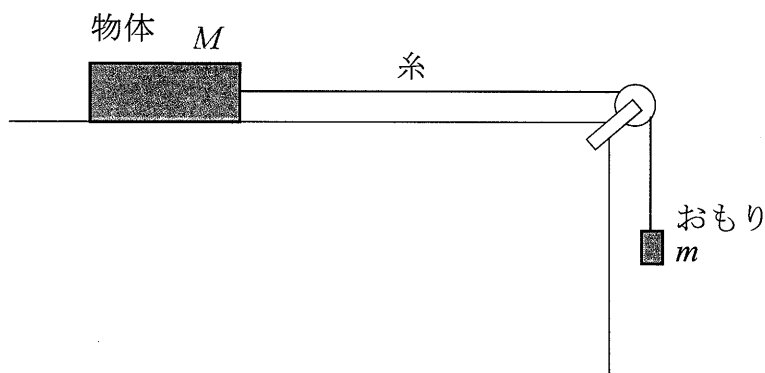


図5

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 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)	9 ページ

———このページは白紙———

———このページは白紙———

1 溶解度についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

飽和溶液において、溶媒 100 g あたりに溶質がどれだけ溶けているかを示す値を溶解度という。

下の図 1 は、水に対する硝酸カリウム KNO_3 の溶解度曲線を示す。このグラフの横軸は温度、縦軸は硝酸カリウム KNO_3 の溶解度である。

なお、硝酸カリウムの結晶の化学式は KNO_3 である。また、溶媒の水の蒸発は無視できるものとする。

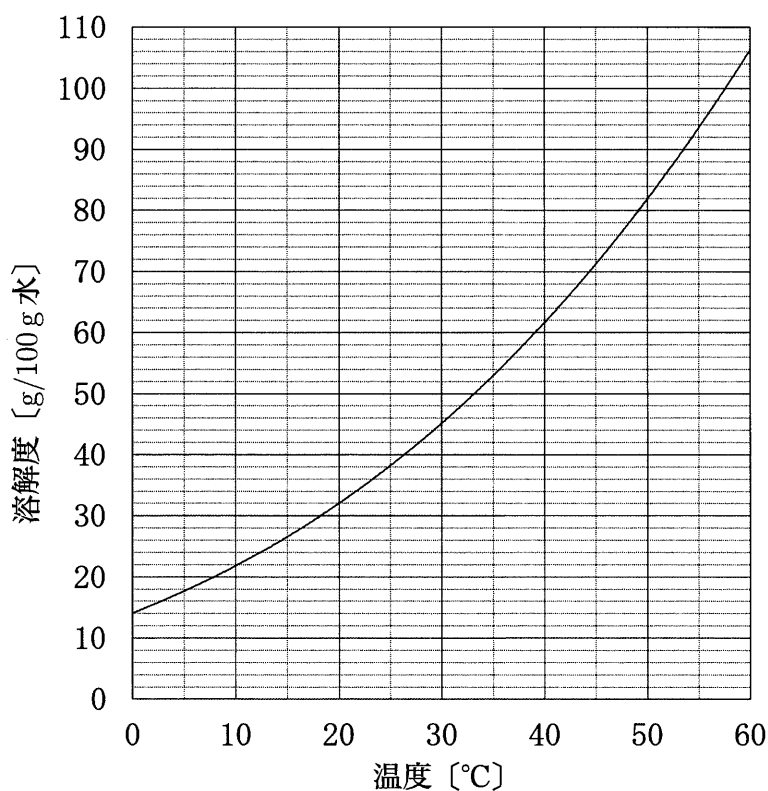


図 1: 硝酸カリウム KNO_3 の溶解度 [g/100 g 水]

- 問 1 60℃の硝酸カリウム水溶液がある。この溶液が飽和溶液であるときの質量パーセント濃度〔%〕を有効数字3桁で答えなさい。
- 問 2 50℃の水 200 g に、ある質量の硝酸カリウムの結晶を溶解させたところ、ちょうど飽和溶液となった。この飽和溶液を 20℃まで冷却し、十分に沈殿が生成した後、ろ過した。
- (a) 20℃まで冷却したときに析出した硝酸カリウムの結晶の質量〔g〕を有効数字3桁で答えなさい。
- (b) ろ液 20.0 g を取り出して、別のビーカーに移した。この溶液を溶液 A とする。溶液 A を温めて、その温度を 30℃とした。30℃とした溶液 A の質量パーセント濃度〔%〕を有効数字3桁で答えなさい。
- 問 3 20℃の硝酸カリウムの飽和溶液が 100 g ある。ここに硝酸カリウムの結晶 10.0 g を加えて加熱した。結晶がすべて溶解して飽和溶液となる温度〔℃〕を答えなさい。また、求め方も書きなさい。

- 2 育児用粉ミルクには銅イオンが含まれている。その量は、育児用粉ミルク 100 g あたり 0.32 mg である。育児用粉ミルクから調製したミルクに含まれている銅イオンの量についての以下の問いに答えなさい。

なお、必要ならば、次の値を用いなさい。

アボガドロ定数 $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

CuSO_4 の式量 160

H_2O の分子量 18

Cu の原子量 64

- 問 1 硫酸銅五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 100 g 中に含まれる銅イオン Cu^{2+} の物質量 [mol] を有効数字 3 桁で答えなさい。
- 問 2 硫酸銅五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 100 g 中に含まれる銅イオン Cu^{2+} の個数 [個] を有効数字 3 桁で答えなさい。
- 問 3 ミルクの作り方の説明には、「育児用粉ミルク 2.6 g を水に溶かして全量を 20 mL とする」と記載されている。いま、この説明に従い、育児用粉ミルクを用いて 120 mL のミルクを調製した。このミルクについて、次の (a), (b) に答えなさい。
- (a) この 120 mL のミルクに含まれている銅イオンと同量の銅イオンを含む硫酸銅五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の質量 [mg] を有効数字 2 桁で答えなさい。
- (b) この 120 mL のミルクに含まれている銅イオンのモル濃度 [mol/L] を有効数字 2 桁で答えなさい。

— このページは白紙 —

3 化学変化についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

エチレン C_2H_4 の構造式とエチレンの水素原子 H 1 個を塩素原子 Cl 1 個に置換した化合物であるモノクロロエチレンの構造式を、それぞれ次の図 2、図 3 に示す。

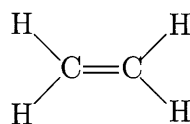


図 2: エチレン

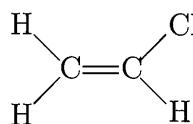


図 3: モノクロロエチレン

エチレンとモノクロロエチレンにそれぞれ水を反応させたとき、図 4、図 5 のように反応すると考えると、モノクロロエチレンに塩化水素 HCl を反応させたときには、図 6 のように反応が生じると予想される。

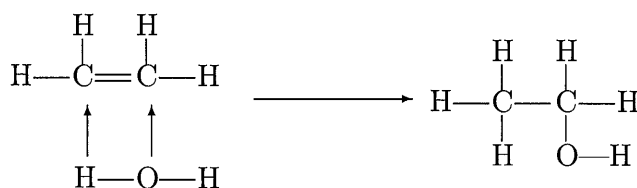


図 4: エチレンと水の反応

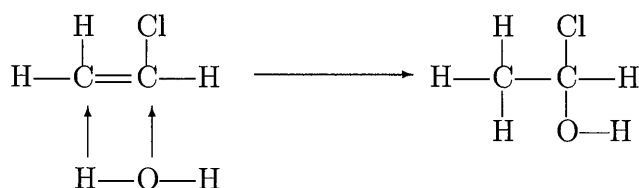


図 5: モノクロロエチレンと水の反応

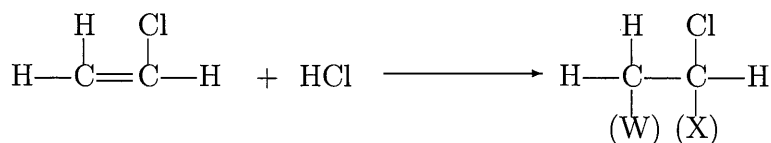


図 6: モノクロロエチレンと塩化水素の反応

また、プロペン $CH_2 = CH - CH_3$ に塩化水素 HCl を反応させたときには、図 7 のように反応が生じると予想される。

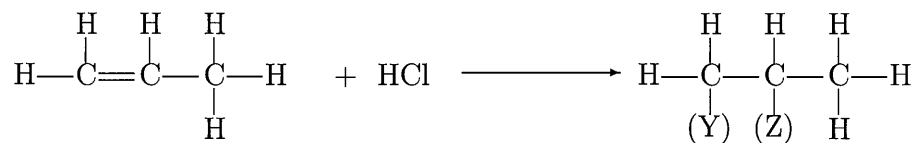


図 7: プロペンと塩化水素の反応

問 1 エチレンの電子式を書きなさい。

問 2 モノクロロエチレンを構成する水素原子の酸化数を解答欄 (a) に，塩素原子の酸化数を解答欄 (b) にそれぞれ記しなさい。

問 3 次に示す物質 (1) から (5) のうち，極性分子であるものをすべて選び，解答欄のその番号を○で囲みなさい。

- (1) エチレン $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ (2) モノクロロエチレン $\text{CH}_2 = \text{CHCl}$
 (3) エタン CH_4 (4) 二酸化炭素 CO_2
 (5) 水 H_2O

問 4 図 6 中の (W) と (X) に当てはまる原子を解答欄 (W) と (X) にそれぞれ書きなさい。
 また，なぜそのような構造となると予想したのか，その理由を説明しなさい。なお，わかりやすくするために図を描いても良い。

問 5 図 7 中の (Y) と (Z) に当てはまる原子を解答欄 (Y) と (Z) にそれぞれ書きなさい。

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 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)	11 ページ

———このページは白紙———

———このページは白紙———

解答に字数の指定がある場合には，字数には句読点，数字，アルファベット，および記号も1字として数えよ。

1

ヒトの血糖値はホルモンや自律神経系の働きによりほぼ一定の値に保たれている。図1は，ヒトの血糖値の調節しくみを図示したものであり，図中の(ア)～(エ)は器官または組織を示している。以下の問に答えよ。

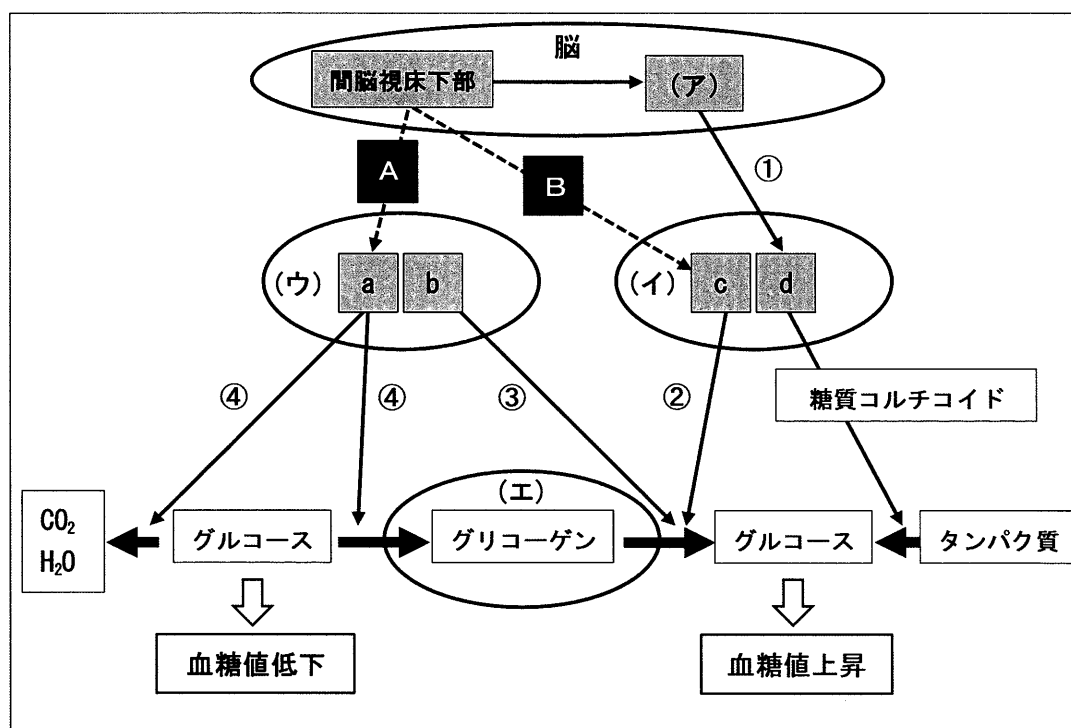


図1

問1 図1中の点線A，点線Bは神経を示している。それぞれの神経の名称とそれらの神経伝達物質名を記せ。

問2 図1中の(ア)，(イ)，(ウ)，(エ)の名称を記せ。

問3 図1中のa，b，c，dは，図中の(イ)と(ウ)の器官に存在する細胞名または組織名を示している。a，bには細胞名をc，dには組織名を記せ。

- 問 4 ①, ②, ③, ④は血糖値の上昇や低下に関与するホルモンである。それぞれの名称を記せ。
- 問 5 ②のホルモンによる血糖値上昇と糖質コルチコイドによる血糖値上昇のしくみの違いについて, 図 1 を参考に 70 字以内で説明せよ。
- 問 6 ホルモン④を器官(エ)の細胞に作用させると, あるタンパク質が細胞膜に多く存在するようになる。このタンパク質のはたらきはどのようなものであると考えられるか。20 字以内で記せ。
- 問 7 糖尿病のヒトにホルモン④を注射すると症状が改善したが, ホルモン④を飲ませても効果がなかった。その理由について記せ。
- 問 8 血液中の血糖は厳密に一定範囲の量に保たれている。この現象を示す用語を記せ。
- 問 9 数多くのホルモンが血液中に放出されて全身に運ばれるが, それぞれのホルモンは特定の器官の特定の細胞にのみ作用する。その理由を記せ。

2

以下に示した手順で、植物の体細胞分裂の観察を、光学顕微鏡を用いて行った。問 1 ～ 問 11 に答えよ。

[手順]

- (1) 2 ～ 3 cm 程度に発根したネギの根を用意した。
- (2) 95%エタノールと氷酢酸を 3 : 1 の体積比で混合した溶液に根を 5 分間浸した。
- (3) さらに、根を 3% (質量パーセント濃度) の塩酸に浸した。60℃で 3 ～ 4 分間程度保温し、全体が透明に近くなるまで処理した。
- (4) 根を水で十分に洗った後、スライドガラスに載せ、ろ紙で水をぬぐった後、先端から 2 ～ 3 mm を残してそれ以外を除去した。
- (5) 根の先端に酢酸オルセインを滴下し、5 分間放置し染色した。
- (6) カバーガラスをかけ、その上からろ紙をかぶせ、ずれないように押さえ、真上から強く押して細胞を一層に広げた。
- (7) 低倍率で検鏡し、細胞が重ならず広がっていて、正方形に近い形の細胞が集まっているところを見つけた。
- (8) 高倍率にし、いろいろな時期の分裂中の細胞を数えた。

問 1 光学顕微鏡の操作において、正しいものを①～⑥からすべて選べ。

- ① 対物レンズをつけてから接眼レンズをつける。
- ② 細胞の大きさを測定する際は、接眼マイクロメーターか対物マイクロメーターのどちらかを選んで用いる。
- ③ 対物マイクロメーターの 1 目盛は、100 nm である。
- ④ しぼりを開きすぎると、視野は明るくなるが、コントラストが低くなり、立体感がなくなる。
- ⑤ 焦点深度は、低倍率が深く高倍率が浅い。
- ⑥ 反射鏡は、通常低倍率で観察する時には凹面鏡を用い、高倍率のときに平面鏡を用いる。

- 問 2 なぜ根の先端部分が観察に適しているのか。その理由を記せ。
- 問 3 手順 (2) の操作は何というか。また、その操作を行う目的を記せ。
- 問 4 手順 (3) の操作は、細胞壁間を接着している化学物質を溶かし、細胞どうしを離れやすくするために行っている。この操作を何というか記せまた、細胞壁間を接着している化学物質は何か記せ。
- 問 5 手順 (4) のように余分な水を吸いとったほうが観察しやすいプレパラートが得られる。その理由を記せ。
- 問 6 分裂期の細胞をさがすには、手順 (7) にあるように正方形に近い形の細胞が集まっているところを観察するとよい。その理由を記せ。
- 問 7 細胞周期のうち、間期は、 G_1 期、S 期、 G_2 期に分けられる。それぞれの時期の特徴について、下の語群より適切な語句を選び 20 字以内で説明せよ。ただし、同じ語句を何度使用してもよい。
- <語群>

DNA	RNA	細胞	構成	複製	合成	分解	転写
鋳型	分裂	受精	ゲノム	核	準備		
- 問 8 体細胞分裂において、分裂期 (M 期) は前期、中期、後期、終期の四つに分けられる。それぞれの時期における染色体の変化や染色体の移動の特徴について、30 字以内で記せ。
- 問 9 動物細胞と植物細胞の体細胞分裂の過程における相違点を 2 つ、それぞれ 50 字以内で記せ。
- 問 10 動物の体細胞分裂において染色体が両極に分離するしくみの説明と

して適切なものをア～カからすべて選べ。

ア 動原体と中心体を結びつける微小管が長くなる。

イ 動原体と中心体を結びつける微小管が短くなる。

ウ 中心体どうしを結びつける微小管が長くなる。

エ 中心体どうしを結びつける微小管が短くなる。

オ 中心体が細胞膜から遠ざけられる。

カ 中心体が細胞膜に引きつけられる。

問 11 表 1 と図 2 は、操作 (8) の結果である。表 1 は、各期の細胞数を示した。また、図 2 は核当たりの DNA (相対値) とその細胞数を示した。細胞周期が 18 時間であるとき、分裂期 (M 期) に要する時間を求めよ。

また、表 1 および図 2 の結果から、 G_1 期と G_2 期に要する時間をそれぞれ求めよ。

ただし、答えは、四捨五入により小数点以下第 1 位まで答えよ。

表 1

	間期	前期	中期	後期	終期
細胞数	1138	60	16	11	15

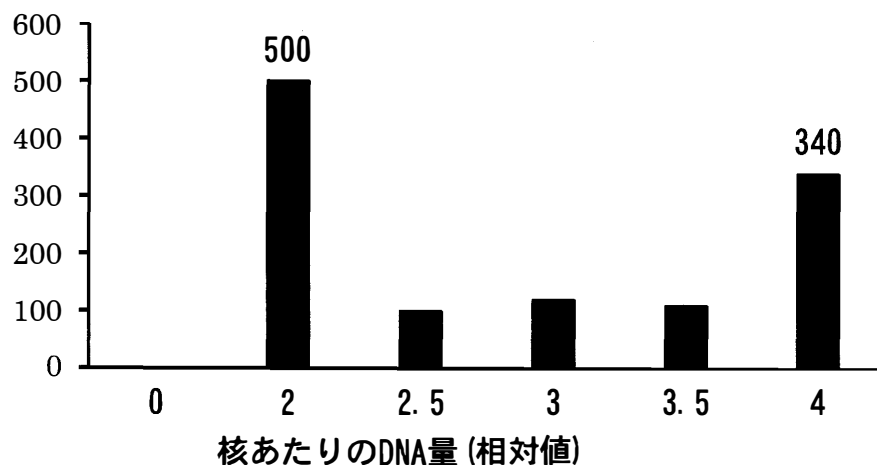


図 2

3 以下の問1～問7に答えよ。

ある場所の植生が時間とともに移り変わり、一定の方向性をもって変化していく現象を遷移（植生遷移）という。植生の遷移は、大きく(1) 一次遷移と(2) 二次遷移に分けられる。

遷移を進める重要な要因は土壌の発達である。土壌の発達とともに土壌中の①の量が増え、土壌中の粒子の間に水が保たれ易くなり、栄養塩類も増えていく。地表に届く光も遷移の進行を促す環境要因の一つである。

図3は、植物Aと植物Bについて、ある一定の条件下で光の強さと二酸化炭素の吸収速度の関係を示している。

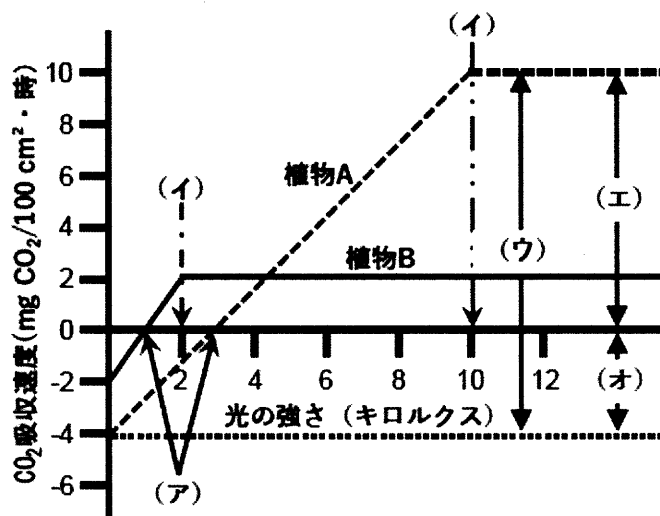


図 3

明るい草原にまず侵入する樹木は②である。②の森林ができると、地表に届く光が少なくなるので、②の芽生えが生育しにくい。しかし、林に③が侵入した場合、③の芽生えは生育できるので②が枯死すると③を主体とした林になる。

草原や耕地などの日当たりが良い環境でよく生育する植物を④という。図1の植物Aがそれにあたる。図1の植物Bは日陰の環境でよく生育する。このような植物を⑤という。④の性質をもつ②の芽生えや幼木は、日陰では⑥による物質生産を十分に行えず枯死しやすい。

明るい環境では、②は③に比べて葉の面積当たりのCO₂吸収速

度が高く成長も速いため、草原の植生の次に②林の植生に遷移することが多い。

遷移の後期に現れる種類の樹木を⑦という。やがて⑦を中心としたそれ以上は大きな変化を示さない⑧という状態になる。⑧であっても、台風などで森林が部分的に破壊されると、林内に光が差し込むようになる。このような場所を⑨と呼ぶ。

問 1 文中の①～⑨にあてはまる語句を記せ。

問 2 図 3 の (ア) と (イ) の点はそれぞれ何を表しているか記せ。また、植物 A の (ウ) ～ (オ) は何を表しているか記せ。

問 3 下線部 (1) の一次遷移とはどのような遷移か。30 字以内で記せ。また、一次遷移の初期に現れる植物を何というか記せ。

問 4 下線部 (2) の二次遷移のほうが一次遷移に比べ植生の回復が早い。その理由を記せ。

問 5 土壌が形成されて樹木が生育するようになると、その後の遷移の進行の最も大きな要因となるのは何か記せ。

問 6 ⑧は、世界中のどの地域でも森林になるわけではなく、例えば、日本と同じ温帯に属する中央アジアや北アメリカの内陸部は、草原の状態で安定している。このようになる理由を、次の文章に続けて 10 字以内で記せ。

「日本と比べて……………」

問 7 図 3 の植物 A の 100 cm^2 の葉 1 枚の CO_2 吸収速度は、光の強さ 10 キロルクスのとき、 $12\text{ (mgCO}_2\text{ / }100\text{ cm}^2\cdot\text{時)}$ であった。 100 cm^2 の葉 1 枚は 1 時間に何 mg の二酸化炭素を同化するか記せ。

なお, 光合成産物はグルコースであるとし, 原子量は $C = 12$, $O = 16$, $H = 1$ として計算すること。

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 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に答えなさい。

After her university closed in March, Jeannine Randall sat down to adapt her research plan for a pandemic. Her project to monitor tree swallows through the spring and summer with a team of three scientists would now require travelling to the nesting sites in separate vehicles, using individual work kits, staying 2 meters apart and, of course, disinfection regularly. When she realized hand disinfect was in short supply, she made her own batch using ethanol from her lab. Now, as the university resumes some services, she is putting the plan into action: counting eggs, waiting for hatchlings and watching the birds from dawn to sunset.

(1) “I think scientists are very well placed in some ways to come up with a procedure that makes sense and then follow it,” says Randall, an avian ecologist at the University of Northern British Columbia in Prince George, Canada.

In Italy, which was hit particularly hard early in the global pandemic, nearly 30% of roughly 90 respondents to the Nature poll said that they had returned to work, and another 18% reported having worked throughout lockdowns. Cell biologist Paolo Bernardi went into the University of Padua nearly every working day to manage a staff and teach his pathophysiology class over Zoom. His lab is at about 50% capacity. University guidelines for resuming work, in effect since 26 April, require distances of 1 metre between people in brief contact, or 2 metres for those in the same room for more than 15 minutes; masks are to be worn at all times and gloves are compulsory in the lab. Capacity is limited to three people to a room, conference rooms are closed and meetings must still take place through calls or video conference. Bernardi is comfortable with the (2) university’s balance of safety and flexibility. At the University of Groningen in the Netherlands, researchers have been asked to avoid working with hazardous chemicals when they can, to minimize the risk of spills that would require medical attention, says Jana Volaric, a synthetic organic chemist. But for her, the biggest impact is the decreased conference schedule. She had hoped to be networking in anticipation of being on the job market next year, and she says that meaningful interactions are harder to come by at online conferences.

(3) “This is the most disappointing part.”

Organic chemist Kirsty Anderson lost about four weeks of work when the University

of Auckland in New Zealand closed down along with the rest of the country. It reopened partially a few weeks ago, and instituted many of the restrictions seen in Europe. But it also required people who entered the building to mark their time of entry and location on time sheets, and maintain a distance of 2 metres between people at all times. With lift access restricted to one person at a time at first, she often climbed the seven flights of stairs to get to the lab. With more services opening in mid- May, the check-in database is now online.

She and her colleagues are taking odd- and even-hour rotations at their office desks to meet the university's spacing requirements. Shared instruments such as the nuclear magnetic resonance and mass-spectroscopy tools are run by designated operators to minimize contact — Anderson hands over samples, wiped before drop-off, and sends codes and instructions through a shared document. Winston Byblow, a neuroscientist at the University of Auckland who studies motor function after strokes, says ⁽⁴⁾ the government and university are united in their safety messaging and pandemic response. “Everyone is singing from the same song sheet,” he says.

(Republished with permission of Springer NatureBV, from Return to the lab: scientists face shiftwork, masks and distancing as coronavirus lockdowns ease, Nidhi Subbaraman, Volume 582, 2020; permission conveyed through CopyrightClearance Center, Inc. “一部改変”)

問1 下線部(1)を日本語に訳しなさい。

問2 下線部(2)で safety と flexibility が何を指すのか、具体例を用いながらそれぞれ 40 字程度（句読点を含む）で述べなさい。

問3 Jana Volaric 氏はなぜ下線部(3)のように発言したのか、述べなさい。

問4 下線部(4)のようになるにはどのような取り組みが必要か、本文を読んで 140 字程度（句読点を含む）でまとめなさい。

2 次の英文を読んで以下の問に答えなさい。

In recent years the notion has been growing that alternatives may be needed for (1) conventional meat production through livestock raised on a farm. This is generally based on concerns about sustainability, environmental burden and animal welfare. These concerns have grown due to further intensification of livestock herding and slaughtering, and on the other hand a predicted rapid increase in global meat consumption.

There are at least (2) three motivations to intensify the exploration of production alternatives to livestock meat production.

Due to an expanding world population and to increasing meat consumption in developing economies, it is predicted that meat consumption will double in the coming forty years. Although these predictions are associated with considerable uncertainty, the sheer magnitude of this alleged increase supports the assumption that demand will increase appreciably. At the same time it appears - also with margins of error - that the capacity of conventional meat production is close to its maximum. As a result, meat will become scarce, therefore more expensive and eventually a luxury food. This may then serve to aggravate the already unequal global distribution of food. Alternatively, many other techniques are being investigated to improve the efficiency of the entire supply chain of foods, such as decreasing post-harvest losses. In addition to these, efficient production of food and meat in particular will have a great impact.

Livestock meat production accounts for a considerable portion of greenhouse gas emission, land usage, water and energy consumption. Of the three major greenhouse gases specifically carbon dioxide, methane and nitrous oxide, the contribution of livestock to their total emission is 9%, 39% and 65% respectively. It has been noted that these numbers vary greatly per country and continent, depending on many factors, including the presence or absence of collateral damage by deforestation. It is clear however, that major improvements can be made in the environmental impact of meat production, either through conventional or other technologies. In a preliminary life cycle analysis Tuomisto and de Mattos (2011), calculated for instance that *in vitro* production of meat when using for instance cyanobacteria-produced

biomass as a nutrient source might reduce energy consumption and land usage by 99%, water usage by 90% and energy consumption by 40%. If realized, these reductions lead to a large reduction in greenhouse gas emission.

Another motivation for livestock alternatives is the concern about animal welfare. Public debate on animal welfare surfaces on a regular basis. Non-vegetarians decrease consumption of meat proportional with exposure to awareness campaigns of animal welfare through public media. The effects were rather small and pertained mostly to poultry and pork, not to beef, but at the same time the number of publications on animal welfare issues in livestock meat production rose gradually during the 1982–2008 observation period. Thus, public concern about animal welfare may affect consumer behavior thereby forcing the meat industry to continuously evaluate its practices in view of that concern.

One of the many alternatives under investigation is culturing meat based on stem cell technology. The idea of growing meat without livestock is not new. For instance, Winston Churchill in his book “Thoughts and adventures” (Churchill, 1932) wrote “.....⁽³⁾ Fifty years from now, we shall escape the absurdity of growing a whole chicken in order to eat the breast or wing, by growing these parts separately under a suitable liquid...”. Three technologies that have emerged over the last six decades make it possible to generate skeletal muscle and other mesenchymal tissues such as bone, cartilage, fat and fibrous tissue: stem cell isolation and identification, *ex vivo* cell culture, and tissue engineering. In fact, bio-artificial muscles (BAMs) produced from the skeletal muscle resident stem cells, a.k.a. satellite cell, have been generated for the last 15 years, mainly to serve as research tools or potential medical implants. These BAMs can already be regarded as a valuable source of animal proteins, but they are still far removed from an efficient and convincing meat mimic.

⁽⁴⁾ Similarity and efficiency are the two key requisites for a meat alternative to be accepted and industrialized. For a new meat substitute to be widely adopted, it needs to exactly mimic or even better, recreate conventional meat in all of its physical sensations, such as visual appearance, smell, texture and of course, taste. If such a product can be created, it will deserve the name “meat”, without any pejorative adjectives. Of these challenges, taste is arguably the

most difficult, especially since the more than 1000 water soluble and fat derived components may make up the species and perhaps strain specific taste of meat. A high efficiency, bioconversion rate, is the basis for a sustainable product that will be able to improve on the carbon footprint of livestock meat production and as a consequence will require less water, land and energy input per kg of meat. The low bioconversion rate of pigs and cattle of approximately 15% offers a wide margin for improvement. Nevertheless, the challenge to design an *in vitro* production process that is much more efficient will be formidable.

(Reprinted from *Meat Science*, Vol .92, Mark J.Post, Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects, Pages No.297-301, Copyright 2012, with permission from Elsevier. 一部改変)

- 問 1 下線部 (1) は何を指すのか, 20 字以内 (句読点を含む) で説明しなさい。
- 問 2 下線部 (2) は何を指すのか, 本文中に述べられている 3 点についてそれぞれ 40 字程度 (句読点を含む) で説明しなさい。
- 問 3 下線部 (3) を日本語に訳しなさい。
- 問 4 下線部 (4) で示されている similarity と efficiency は何を指すのか, 具体的な特徴をそれぞれ 40 字程度 (句読点を含む) で説明しなさい。

-----このページは白紙-----

3 次の英文を読んで以下の問に答えなさい。

Fathers play a crucial role in their children's socio-emotional and cognitive development. A reasonable intermediate *phenotype underlying this association is father's impact on infant brain. However, research on the association between father's caregiving and child brain biology is scarce, particularly during infancy. Thus, we used *magnetic resonance imaging (MRI) to investigate the relationship between observed father–infant interactions, specifically father's sensitivity, and regional brain volumes in a community sample of 3-to-6-month-old infants. We controlled for mother's sensitivity and examined the moderating role of infant communication on this relationship. MRI were acquired from infants during natural sleep. Higher levels of father's sensitivity were associated with smaller *cerebellar volumes in infants with high communication levels. In contrast, father's sensitivity was not associated with *subcortical grey matter volumes in the whole sample, and this was similar in infants with both high and low communication levels. This preliminary study provides the first evidence for an association between father-child interactions and variation in infant brain anatomy.

Overall, it is important to emphasize that our preliminary findings are correlational and do not indicate a causative link between early father's caregiving and infant brain volumes. Hence, (1) important associations remain unexplored. First, given the bidirectional associations between child temperament and parenting, it remains unknown whether an infant with a smaller cerebellum volume elicits more positive parenting from their father or vice versa. Second, we did not have repeated measures of brain volume; hence, it is unknown whether the directions of the relationships reported are dependent on developmental stage. Third, considering the cerebellum's sexually different developmental *trajectory, sex differences in the association between father's caregiving and cerebellar volumes also require investigation. Fourth, fathers play a unique and distinctive role in their children's lives and both the quality and amount of involvement fathers have with their children can influence development. Thus, in addition to the quality of care, the amount of contact the parent has with his/her child during *the postpartum period is another avenue for future research when linking father's caregiving to the

offspring brain.

Different aspects of father involvement could influence child development in different ways. Additionally, other features of father-child interactions such as, reflective capacity and empathy require future consideration. Father's *psychopathology and attachment history may also be important considerations as they are linked to early interactions and child psychosocial outcomes. Finally, father's stress may affect the brain development of his offspring, at least in part, by *epigenetic factors that are inherited via the sperm. Taken together, the field has quite some way to go and ⁽²⁾ further long term and larger-scale research is therefore, required to examine several of these possibilities, which our work cannot address.

(Adapted from "Father-infant interactions and infant regional brain volumes : A cross-sectional MRI study" by Elsevier, Under a Creative Commons license. 一部改変)

*phenotype : 表現型

* magnetic resonance imaging (MRI) : 磁気共鳴映像法 (強い磁気と微弱な電波によって体内などの様子を映像化する方法)

*cerebellar volumes : 小脳容量

*subcortical grey matter volumes : 皮質下灰白質容量

*trajectory : 曲線

*the postpartum period : 出産後の時期

*psychopathology : 精神病理学

*epigenetic：後成的な遺伝子機能変化

- 問1 筆者たちは、MRI（磁気共鳴映像法）を用いて、研究として何を明らかにしようとしたのか、40 字程度（句読点を含む）で述べなさい。
- 問2 下線部 (1) で示している、まだ解明されていないことは何か、本文中から 4 点簡潔に述べなさい。
- 問3 下線部 (2) で示している、筆者たちの研究で扱うことができなかった、子どもの脳の発達に影響する可能性がある父親側の要因について、本文中から 3 点あげなさい。

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 日

志願学部／学科／ 専攻	試 験 時 間	ページ数
医 学 部 保 健 学 科 放射線技術科学専攻 検 査 技 術 科 学 専 攻	9 : 30～10 : 50 (80 分)	6 ページ

注 意 事 項

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6ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
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。

1

以下の問いに答えよ。

- (1) $0 \leq \theta < \pi$ のとき、方程式 $\cos \theta + \cos 2\theta + \cos 3\theta = 0$ を満たす実数 θ の値をすべて求めよ。
- (2) a, b は実数とする。 $3 < a < b$ のとき $\frac{\log a}{a}$ と $\frac{\log b}{b}$ の大小を調べよ。ただし、対数は自然対数である。また、必要ならば、自然対数の底 e の値は、 $2.71\cdots$ であることを用いてもよい。
- (3) a を正の実数とする。関数 $f(x) = 2x^3 - 3(a+2)x^2 + 12ax$ の $x \geq 0$ における最小値が 0 となるような a の値の範囲を求めよ。

2 四角形 ABCD において, $AB = 1$, $CD = 4$, $DA = 5$, $\angle ABC = 120^\circ$, $\angle ADC = 60^\circ$ である。対角線 AC, BD の交点を E とするとき, 以下の問いに答えよ。

(1) 辺 BC の長さを求めよ。

(2) $BE : ED$ を求めよ。

(3) $\triangle ABD$ の面積を S , $\triangle BCD$ の面積を T とするとき, $S : T$ を求めよ。

(4) $\overrightarrow{AC} = s\overrightarrow{AB} + t\overrightarrow{AD}$ を満たす実数 s, t の値を求めよ。

3 病気 A と診断された人は、病気 A のままか、病気 B、病気 C の順に悪化し、これら 3 つの段階のいずれかに診断されるものとする。

・病気 A だった人の 1 年後の段階は次の通りである。

60 % は病気 A のまま、30 % は病気 B に悪化、10 % は病気 C に悪化

・病気 B だった人の 1 年後の段階は次の通りである。

80 % は病気 B のまま、20 % は病気 C に悪化

・病気 C だった人の 1 年後の段階は病気 C のままである。

n は正の整数とする。病気 A の人が n 年後に病気 A、病気 B、病気 C の段階である確率をそれぞれ a_n , b_n , c_n とすると、 $a_1 = \frac{3}{5}$, $b_1 = \frac{3}{10}$, $c_1 = \frac{1}{10}$ となる。

(1) a_{n+1} を a_n で、 b_{n+1} を a_n , b_n で、 c_{n+1} を a_n , b_n , c_n で表せ。

(2) $\{a_n\}$ の一般項 a_n を求めよ。

(3) $x_n = \left(\frac{5}{3}\right)^n b_n$ とおき、 $\{x_n\}$ の一般項 x_n を求め、 $\{b_n\}$ の一般項 b_n を求めよ。

(4) $\{c_n\}$ の一般項 c_n を求めよ。

令和 3 年度（2021 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>

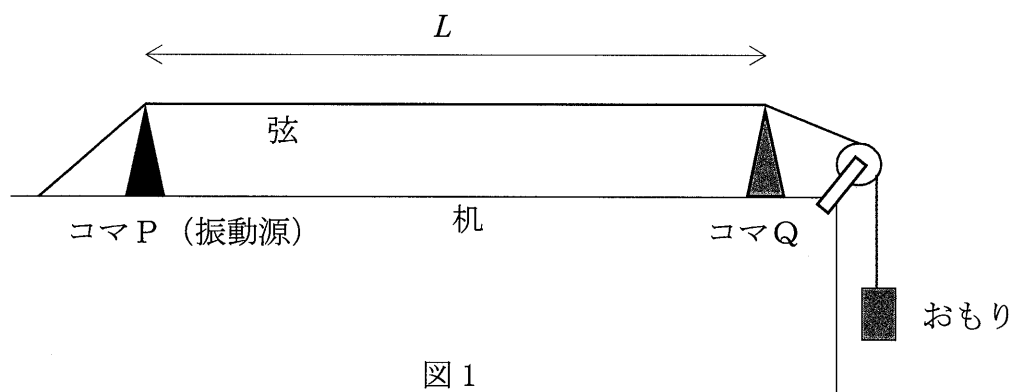
令和 2 年 11 月 7 日

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)	11 ページ

1 図 1 のように、左端が机上に固定され、もう一方の端におもりを取り付けた弦が、コマ P、Q および滑車に支えられている。コマ P は振動数を変化させることができる振動源になっており、振動源の振動数を f_0 にしたところ、PQ 間には 3 個の腹を持つ定常波（定在波）が生じた。振動源の振動はコマ P に接する弦にのみ伝わり、PQ 間の弦の両端はいずれも固定端とみなしてよい。

次に、振動源の振動数を f_1 に変化させたところ、PQ 間には 1 個の腹を持つ定常波が生じた。

弦は、密度が α の一様な材質からなり、半径が r_1 の円形の断面を持つ。PQ 間の弦の長さを L 、おもりが弦を引く力の大きさを S として、以下の問 1 ～問 3 に答えよ。解答は、解答用紙の所定の場所に記入せよ。なお、問 1 および問 2 は結果のみを、問 3 は結果だけでなく結果を導くまでの過程も記せ。



問1 3個の腹を持つ定常波が生じたとき、弦を伝わる波の波長と速さをそれぞれ f_0 , L の中から必要なものを用いて表せ。

問2 1個の腹を持つ定常波が生じたとき、 f_1 を、 L , S , r_1 , α を用いて表せ。

弦を伝わる波の速さ v は、 $v = \sqrt{\frac{S}{\rho}}$ で表されることを用いよ。ただし、 ρ は

単位長さ当たりの弦の質量を表す。

問3 次に、弦を太さの異なる別の弦に取り換えて、弦を引く力の大きさを S , 振動源の振動数を f_1 にしたところ、PQ間には n 個の腹を持つ定常波が生じた。取り換える前後の弦はいずれも、円形の断面を持ち、材質が一様で密度も等しい同じ素材でつくられている。取り換えた後の弦の半径を r_n とすると、 r_n を、 n , r_1 を用いて表せ。

- 2 起電力 V の電池 1 つと抵抗値が r の抵抗 R が 7 個ある。図 1 のように、2 つのスイッチ S_1 と S_2 を介して、電池といくつかの抵抗 R を組み合わせて回路を構成した。ただし、図 1 の破線で囲まれた部分の回路は、複数の抵抗 R と導線から構成されているが、図中には示されていない。 S_1 のみを閉じたときに回路の点 P を流れる電流の大きさを I とすると、 S_1 と S_2 を同時に閉じたときに点 P を流れる電流は $\frac{5}{3}I$ となった。電池の内部抵抗および導線の抵抗は無視できるものとして、以下の問 1 ～問 3 に答えよ。解答は、解答用紙の所定の場所に記入せよ。なお、問 1 および問 2 は結果のみを、問 3 は結果だけでなく結果を導くまでの過程も記せ。

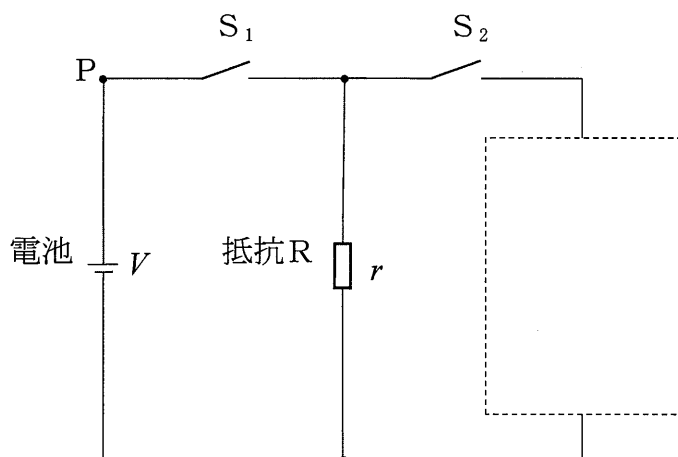
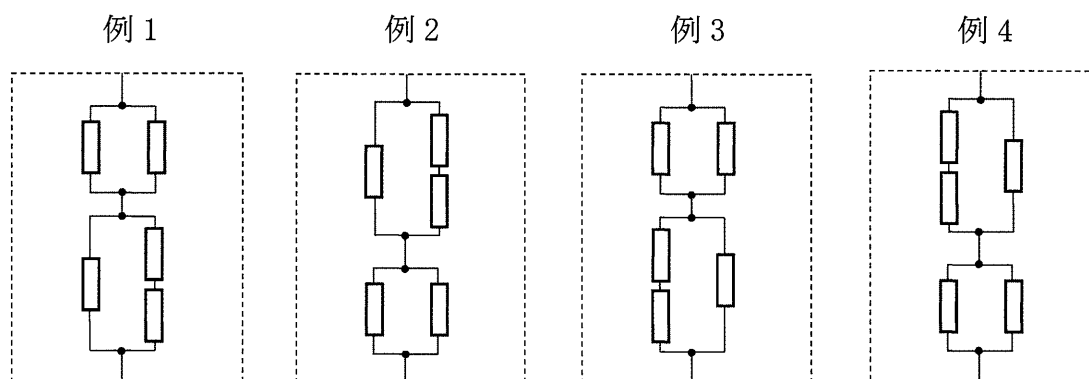


図 1

問1 図1の破線で囲まれた部分の合成抵抗の抵抗値を r を用いて表せ。

問2 図1の破線内の回路は、いくつかの抵抗 R を組み合わせて何とおりか考えられる。そのうち4とおりの回路図を、導線と抵抗を表す記号 $\text{—}\square\text{—}$ を組み合わせて図示せよ。それぞれの場合について、組み合わせることのできる抵抗 R の数は6個以内である。解答は、解答用紙のそれぞれの破線内に記せ。ただし、次の例1～例4のように、上下または左右を入れ替えた回路構成は同じものとみなす。



問3 図1の破線内の回路を構成するそれぞれの抵抗 R の単位時間当たりの発熱量を考える。考えられるすべての回路の中で単位時間当たりの発熱量 Q がもっとも大きい抵抗 R について、 Q を、 V , r を用いて表せ。

3

図1のように水平面と θ の傾きを持つなめらかな斜面の下端の点 P_0 から、水平と $\frac{\pi}{3}$ （単位はラジアン）の角をなす向きに速さ V_0 で小球を打ち出したところ、小球は最高点に達した後、斜面上の点 P_1 に衝突し斜面の上方に向かってはねかえった。小球は斜面と衝突してはずむ（バウンドする）のを何回か繰り返した後、バウンドがおさまって斜面に沿って運動するようになり、最終的に点 P_0 に戻ってきた。小球が n 回目に斜面に衝突する点を P_n 、小球の質量を m 、小球と斜面の間のはねかえり係数（反発係数）を e （ $0 < e < 1$ ）、重力加速度の大きさを g とする。図1のように、点 P_0 を原点として斜面に沿って上向きに x 軸を、斜面に垂直に y 軸をとる。 $0 < \theta < \frac{\pi}{3}$ とし、斜面は十分に長く、小球の大きさおよび空気の抵抗は無視できるものとして、以下の問1～問7に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。なお、問1～問4は結果のみを、問5～問7は結果だけでなく結果を導くまでの過程も記せ。

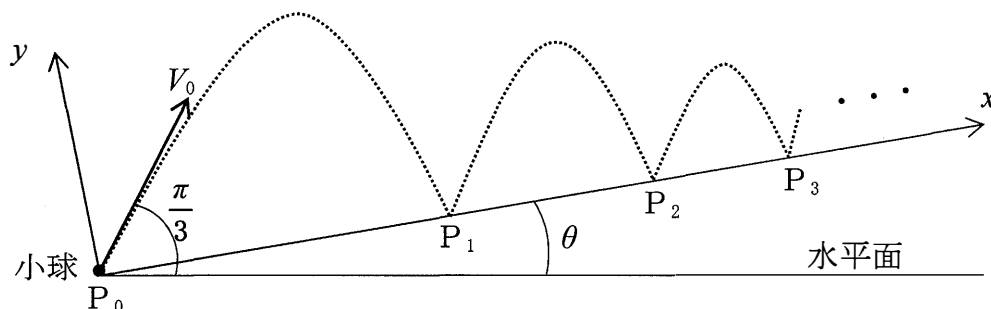


図1

〔I〕 小球が点 P_0 を離れる時刻を $t = 0$ とし、点 P_0 から点 P_1 に達するまでの小球の運動について考える。（図2）

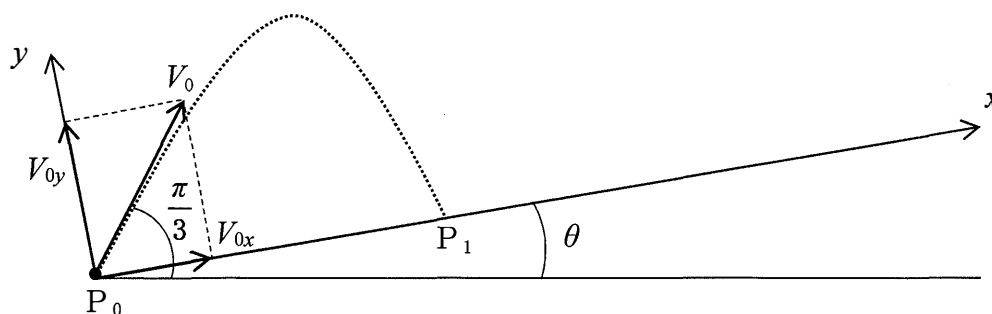


図2

問1 小球の運動を説明した次の文中の(①)～(④)および[⑤]～[⑧]に入る最も適当なものを、下の解答群の中からそれぞれ一つずつ選べ。同じものを何回選んでもよい。

小球の運動を x 軸方向の運動と y 軸方向の運動に分けて考えると、 x 軸方向の運動は、初速度が下の(1)式で表される V_{0x} で、加速度が(①)の(②)運動であり、 y 軸方向の運動は、初速度が下の(2)式で表される V_{0y} で、加速度が(③)の(④)運動である。

$$V_{0x} = \boxed{\text{⑤}} \times \sin\theta + \boxed{\text{⑥}} \times \cos\theta \quad (1)$$

$$V_{0y} = \boxed{\text{⑦}} \times \sin\theta + \boxed{\text{⑧}} \times \cos\theta \quad (2)$$

[解答群]

$$0, \quad \frac{V_0}{2}, \quad -\frac{V_0}{2}, \quad \frac{\sqrt{3}}{2}V_0, \quad -\frac{\sqrt{3}}{2}V_0,$$

$$g, \quad -g, \quad -g \sin\theta, \quad -g \cos\theta,$$

鉛直投げ下ろし、等速直線、等加速度直線、自由落下

問2 小球が x 軸から最も離れるとき、すなわち小球の y 座標が最大となるときの座標 y_1 を、 V_{0x} 、 V_{0y} 、 m 、 θ 、 g の中から必要なものを用いて表せ。

〔Ⅱ〕時刻 $t = 0$ に点 P_0 を離れた小球が最終的に点 P_0 に戻るまでの運動について考える。図 3 のように、 n 回目の衝突直後、小球は x 軸と α の角をなす向きに速さ v_n ではねかえった。小球が、 P_n から P_{n+1} まで、および P_{n+1} から P_{n+2} まで運動するのに要する時間をそれぞれ T_n 、 T_{n+1} とする。

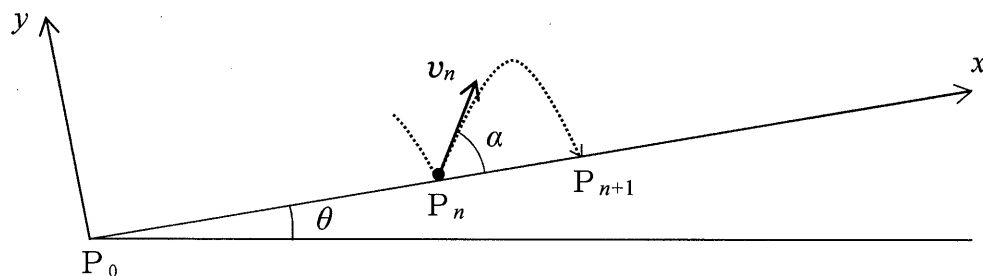


図 3

問 3 小球の x 軸方向の運動を考えると、はじめは x 軸の正の向きに運動していたが、時刻 t_R で折り返して負の向きに運動するようになった。 t_R を、 V_{0x} 、 m 、 θ 、 g 、 e の中から必要なものを用いて表せ。

問 4 小球が P_0 に戻る時の速さを V とする。 V を、 V_0 、 m 、 θ 、 g 、 e の中から必要なものを用いて表せ。

問 5 T_n および T_{n+1} を、それぞれ v_n 、 m 、 θ 、 g 、 e 、 α の中から必要なものを用いて表せ。また、 T_n および T_{n+1} の結果を用いて $\frac{T_{n+1}}{T_n}$ を、 v_n 、 m 、 θ 、 g 、 e 、 α の中から必要なものを用いて表せ。

問 6 小球が点 P_n に到達する時刻を t_n とする。 t_n を V_0 、 m 、 θ 、 g 、 e 、 n の中から必要なものを用いて表せ。次の関係式を用いてよい。

$$r \neq 1, k \text{ が正の整数のとき} \\ a + ar + ar^2 + ar^3 + \cdots + ar^{k-1} = a \frac{r^k - 1}{r - 1}$$

問7 はねかえり係数 e の大きさおよび斜面の傾き θ の大きさによって、小球の x 軸方向の運動は、バウンドがおさまってから折り返したり (図4)、折り返した後にバウンドがおさまったりする (図5)。 e がある値 e_0 よりも小さいとき、 $0 < \theta < \frac{\pi}{3}$ の範囲では、 θ の値によらず小球はバウンドがおさまってから折り返す。 e_0 の値を求めよ。

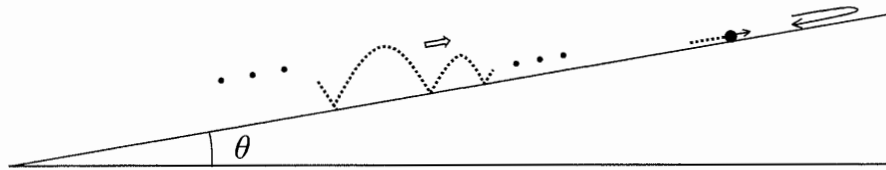


図4 バウンドがおさまってから折り返す場合

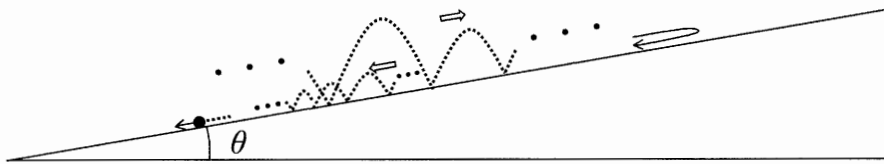


図5 折り返した後にバウンドがおさまる場合

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 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 酸と塩基の水溶液についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

一価の酸 HA の水溶液と一価の塩基 BOH の水溶液を混合した水溶液について考える。
混合後の酸 HA の濃度を C_a [mol/L]、塩基 BOH の濃度を C_b [mol/L] とし、混合後の
酸 HA の電離度を α 、塩基 BOH の電離度を β と表すと、混合後の溶液中では

$$[\text{HA}] = (1 - \alpha) \cdot C_a \quad (1)$$

$$[\text{A}^-] = \alpha \cdot C_a \quad (2)$$

$$[\text{BOH}] = (1 - \beta) \cdot C_b \quad (3)$$

$$[\text{B}^+] = \beta \cdot C_b \quad (4)$$

となる。また、酸 HA の電離定数（解離定数）を K_a 、塩基 BOH の電離定数を K_b 、水のイオン積を K_w とすると

$$K_a = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \quad (5)$$

$$K_b = \frac{[\text{B}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{BOH}]} \quad (6)$$

$$K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] \quad (7)$$

が成り立ち、これらの式を用いると、 α と β の間には次の関係があることがわかる。

$$\frac{1}{\beta} = \frac{\alpha \cdot K_w}{(1 - \alpha) \cdot K_a \cdot K_b} + 1 \quad (8)$$

なお、以下の問いを解くにあたり、次の値を用いなさい。

$$\text{水のイオン積 } K_w = 1.00 \times 10^{-14}$$

$$\text{酸 HA の電離定数 } K_a = 1.00 \times 10^{-5}$$

$$\text{塩基 BOH の電離定数 } K_b = 1.00 \times 10^{-2}$$

問 1 酸 HA の水溶液と塩基 BOH の水溶液を混合したところ、酸 HA の濃度が 0.900 mol/L 、塩基 BOH の濃度が 0.0600 mol/L となった。この溶液について、次の (a)、(b) に答えなさい。

(a) 水溶液中で電離平衡に達しているとき、もし、酸 HA の電離度 α の値が 0.500 であるならば、塩基 BOH の電離度 β の値はいくらとなるか、有効数字 3 桁で答えなさい。

(b) 水溶液中で電離平衡が成り立っているとき、酸 HA の電離度 α の値は 0.500 ではなかった。電離平衡に達しているときの酸 HA の電離度 α の値は、 0.500 よりも大きいのか、それとも小さいのかを答えなさい。また、そのように判断した理由も記しなさい。

問 2 濃度が $2C_a$ [mol/L] の酸 HA の水溶液 10.0 mL と濃度が $2C_b$ [mol/L] の塩基 BOH の水溶液 10.0 mL を混合したところ、平衡状態での酸 HA の電離度 α の値が 0.500 となった。なお、混合後の溶液の体積は 20.0 mL であった。

(a) このときの混合溶液における pH を有効数字 2 桁で答えなさい。

(b) 酸 HA の水溶液と塩基 BOH の水溶液について、その濃度の間には次の関係が成り立つ。

$$\frac{2C_a}{2C_b} = X \quad (9)$$

X の値を有効数字 3 桁で答えなさい。また、求め方も記しなさい。

2 溶解度についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

飽和溶液において、溶媒 100 g あたりに溶質がどれだけ溶けているかを示す値を溶解度という。

下の図 1 は、水に対する硝酸カリウム KNO_3 の溶解度曲線を示す。このグラフの横軸は温度、縦軸は硝酸カリウム KNO_3 の溶解度である。また、表 1 は、水溶液の温度と硫酸銅 CuSO_4 の溶解度の関係を示している。

なお、硝酸カリウムの結晶の化学式は KNO_3 ，硫酸銅五水和物の化学式は $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ である。また、溶媒の水の蒸発は無視できるものとする。

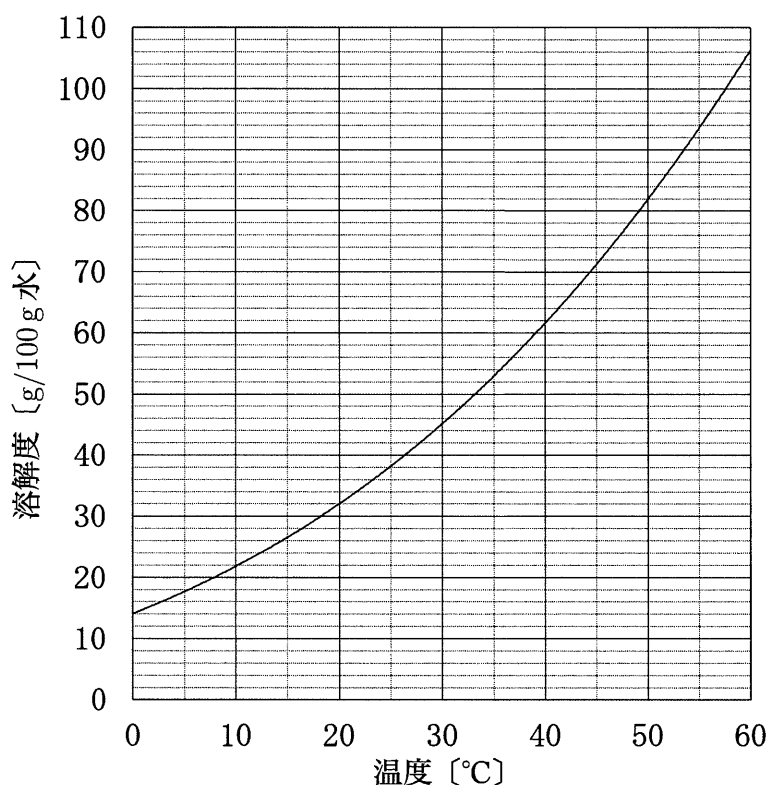


図 1: 硝酸カリウム KNO_3 の溶解度 [g/100 g 水]

表 1: 硫酸銅 CuSO_4 の溶解度 [g/100 g 水]

温度 [°C]	0	10	20	30	40	60	80	100
溶解度 [g/100 g 水]	23.1	27.5	32.0	37.8	44.6	61.8	83.8	114.0

- 問 1 60℃の硝酸カリウム水溶液がある。この溶液が飽和溶液であるときの質量パーセント濃度〔%〕を有効数字3桁で答えなさい。
- 問 2 50℃の水 200 g に、ある質量の硝酸カリウムの結晶を溶解させたところ、ちょうど飽和溶液となった。この飽和溶液を 20℃まで冷却したときに析出した硝酸カリウムの結晶の質量〔g〕を有効数字3桁で答えなさい。
- 問 3 20℃の硝酸カリウムの飽和溶液が 100 g ある。ここに硝酸カリウムの結晶 10.0 g を加えて加熱した。結晶がすべて溶解して飽和溶液となる温度〔℃〕を答えなさい。また、求め方も書きなさい。
- 問 4 60℃の硫酸銅飽和水溶液 100 g を 20℃まで冷却した。十分に沈殿が生成した後、ろ過した。この操作について、次の (a)、(b) に答えなさい。なお、 CuSO_4 の式量を 160、 H_2O の分子量を 18 とする。
- (a) 20℃まで冷却したときに沈殿する硫酸銅五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の質量〔g〕を有効数字2桁で答えなさい。
- (b) ろ液 20.0 g を取り出して、別のビーカーに移した。この溶液を溶液 A とする。溶液 A を温めて、その温度を 30℃とした。30℃とした溶液 A の質量パーセント濃度〔%〕を有効数字3桁で答えなさい。

3 化学変化についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

エチレン C_2H_4 の構造式とエチレンの水素原子 H 1 個を塩素原子 Cl 1 個に置換した化合物であるモノクロロエチレンの構造式を、それぞれ次の図 2、図 3 に示す。

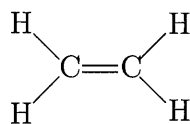


図 2: エチレン

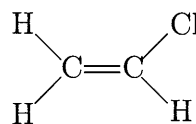


図 3: モノクロロエチレン

エチレンとモノクロロエチレンにそれぞれ水を反応させたとき、図 4、図 5 のように反応すると考えると、モノクロロエチレンに塩化水素 HCl を反応させたときには、図 6 のように反応が生じると予想される。

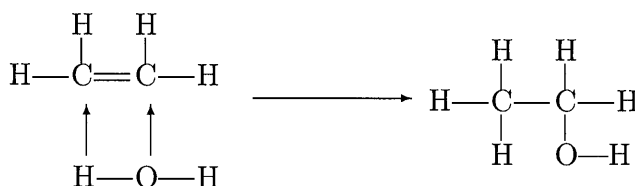


図 4: エチレンと水の反応

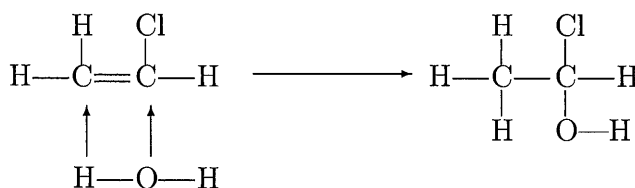


図 5: モノクロロエチレンと水の反応

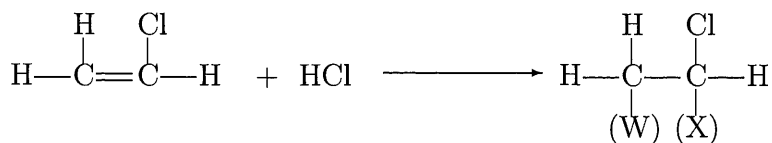


図 6: モノクロロエチレンと塩化水素の反応

また、プロペン $CH_2 = CH - CH_3$ に塩化水素 HCl を反応させたときには、図 7 のように反応が生じると予想される。

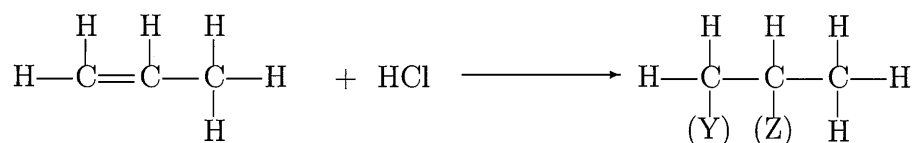


図 7: プロペンと塩化水素の反応

問 1 エチレンの電子式を書きなさい。

問 2 モノクロロエチレンを構成する水素原子の酸化数を解答欄 (a) に, 塩素原子の酸化数を解答欄 (b) にそれぞれ記しなさい。

問 3 次に示す物質 (1) から (5) のうち, 極性分子であるものをすべて選び, 解答欄のその番号を○で囲みなさい。

- (1) エチレン $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ (2) モノクロロエチレン $\text{CH}_2 = \text{CHCl}$
 (3) エタン CH_4 (4) 二酸化炭素 CO_2
 (5) 水 H_2O

問 4 図 6 中の (W) と (X) に当てはまる原子を解答欄 (W) と (X) にそれぞれ書きなさい。また, なぜそのような構造となると予想したのか, その理由を説明しなさい。なお, わかりやすくするために図を描いても良い。

問 5 図 7 中の (Y) と (Z) に当てはまる原子を解答欄 (Y) と (Z) にそれぞれ書きなさい。

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 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)	16 ページ

———このページは白紙———

———このページは白紙———

解答に字数の指定がある場合には、字数には句読点、数字、アルファベット、および記号も1字として数えよ。

1

ヒトの血糖値はホルモンや自律神経系の働きによりほぼ一定の値に保たれている。図1は、ヒトの血糖値の調節しくみを図示したものであり、図中の(ア)～(エ)は器官または組織を示している。以下の問に答えよ。

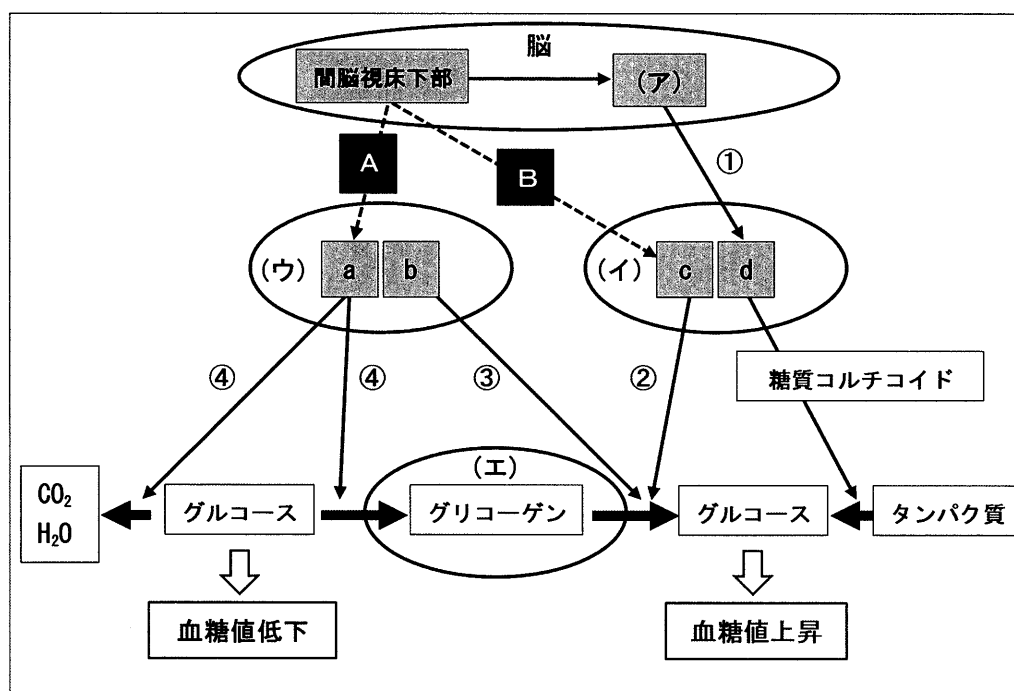


図1

問1 図1中の点線A，点線Bは神経を示している。それぞれの神経の名称とそれらの神経伝達物質名を記せ。

問2 図1中の(ア)，(イ)，(ウ)，(エ)の名称を記せ。

問3 図1中のa，b，c，dは，図中の(イ)と(ウ)の器官に存在する細胞名または組織名を示している。a，bには細胞名をc，dには組織名を記せ。

- 問 4 ①, ②, ③, ④は血糖値の上昇や低下に関与するホルモンである。それぞれの名称を記せ。
- 問 5 ②のホルモンによる血糖値上昇と糖質コルチコイドによる血糖値上昇のしくみの違いについて, 図 1 を参考に 70 字以内で説明せよ。
- 問 6 ホルモン④を器官 (エ) の細胞に作用させると, あるタンパク質が細胞膜に多く存在するようになる。このタンパク質のはたらきはどのようなものであると考えられるか。20 字以内で記せ。
- 問 7 糖尿病のヒトにホルモン④を注射すると症状が改善したが, ホルモン④を飲ませても効果がなかった。その理由について記せ。
- 問 8 血液中の血糖は厳密に一定範囲の量に保たれている。この現象を示す用語を記せ。
- 問 9 数多くのホルモンが血液中に放出されて全身に運ばれるが, それぞれのホルモンは特定の器官の特定の細胞にのみ作用する。その理由を記せ。

2 次の〔Ⅰ〕，〔Ⅱ〕，〔Ⅲ〕の文章を読み，以下の問に答えよ。

〔Ⅰ〕

メンデルと同時期に活躍した医師，ミーシャーは，核と細胞質に含まれるタンパク質について研究しているとき，①患者の膿からリン酸を多量にもつ高分子酸性物質を発見し，ヌクレイン（核酸）と名付けた。この物質は，タンパク質とは明らかに異なる物質であった（1869 年）。

遺伝子は核酸か，あるいはタンパク質か。この疑問に答えるためには，遺伝子の候補となる物質を実験生物に与え，その生物の遺伝的な性質の変化を検出できるような新しい実験系が必要であり，このような実験系として微生物が用いられた。

肺炎を引き起こす肺炎双球菌（肺炎連鎖球菌）には S 型菌と R 型菌がある。多糖類の鞘をもつ S 型菌をマウスに注射するとマウスは肺炎を発病して死んだが，S 型菌を加熱殺菌して注射した場合は発病しなかった。R 型菌は発病しなかった。グリフィスは 1928 年に R 型菌と加熱殺菌した S 型菌を混ぜてマウスに接種すると，マウスは肺炎を起こし死亡した。マウスの体内より S 型菌が分離されることをはじめて見出し，R 型菌が S 型菌に変わるという意味で形質転換と名付けた。ドーソンらは，1931 年に，マウスの代わりに②寒天培地でも同様の現象が起こることを明らかにした。

1944 年に，エイブリーらは③S 型菌の抽出物を 4 等分し，それぞれにタンパク質，RNA，DNA または多糖類を特異的に分解する酵素を加え，どの酵素を入れた場合に形質転換が起らなくなるか調べる実験を行った。遺伝子の本体についての重要な実験であったが，当時は，遺伝子に関する研究の中心はタンパク質であり，エイブリーらの研究は重視されなかった。

遺伝子の本体については，ハーシーとチェイスの実験によって終止符がうたれた（1952 年）。彼らは，大腸菌に感染して増えるバクテリオファージ（T₂ ファージ）に着目した。T₂ ファージは頭部に DNA があり，頭部の殻と尾部はタンパク質からできている。彼らは，T₂ ファージの DNA とタンパク質に別々の目印をつけ，どちらが T₂ ファージの増殖に関係しているかを調べた。

ハーシーとチェイスの実験の概略は次のようになる。

- [実験 1] T₂ ファージを放射性同位体である ³⁵S で標識した。
- [実験 2] T₂ ファージを放射性同位体である ³²P で標識した。
- [実験 3] 実験 1 の ³⁵S で標識した T₂ ファージを大腸菌浮遊液とまぜ、5 分後に混合液を遠心分離して大腸菌を沈殿させ、この沈殿物を培養液に再び浮遊させ、④激しくかくはんして大腸菌の付着物を振り落とした後、浮遊液を遠心分離し、沈殿物と上澄み液とに分けそれぞれの放射能を測定した。
- [実験 4] 実験 2 の ³²P で標識した T₂ ファージをもちいて、実験 3 と同様な操作を行った。その結果、放射能は沈殿物で大きかったが、⑤上澄み液中ではわずかであった。
- [実験 5] 実験 3 と実験 4 の沈殿物それぞれ別々に培養液に浮遊させ培養したところ、T₂ ファージの増殖が両方に認められたが、T₂ ファージに放射能が検出されたのは実験 4 の沈殿物の培養浮遊液だけであった。

問 1 下線部①の核酸は膿に含まれていた「血球」に由来していた。その「血球」は何か記せ。また、その理由を記せ。

問 2 下線部②にあるように、R 型生菌と S 型死菌を混ぜて寒天培地で培養するとどのような結果になるか、次のア～オの中から選び記号で記せ。

- ア. R 型菌のみ増殖する。
- イ. S 型菌のみ増殖する。
- ウ. 多数の R 型菌の中に S 型菌が出現する。
- エ. S 型菌の毒素によって R 型菌が死滅する。
- オ. R 型と S 型の間間的な菌が出現する。

問 3 下線部③の実験では、どのような実験結果が予想されるか。30 字以内で記せ。

問 4 下線部④について、振り落とす目的の付着物は何か記せ。

問 5 下線部⑤について放射能がわずかに認められたのは何によると考えられるか記せ。

問 6 ハーシーとチェイスの実験で ^{32}P を使用する目的を記せ。

問 7 [実験 1]～[実験 5]から、なぜ遺伝子の本体がタンパク質ではなく DNA だと考えられるのか、その理由を記せ。

[Ⅱ]

①DNA は遺伝情報を担う物質であり、遺伝情報を親から子へ伝えるため、正確に複製される必要がある。DNA はヌクレオチドが鎖状に連なった構造からなり、2本のヌクレオチド鎖が互いに逆方向に並列して結合し、2本鎖のらせん構造を形成している。DNAの複製はそれぞれヌクレオチド鎖を鋳型として相補鎖を合成する②半保存的複製というしくみで行われる。

DNAの遺伝情報はDNAから転写によって mRNA へ、mRNA から翻訳によってタンパク質に伝達されることによって発現する。タンパク質への翻訳は、mRNA にリボソームが結合し、③tRNA によって運ばれてきたアミノ酸を mRNA の情報に従って順番に結合することで行われる。

翻訳されたタンパク質は適切に折りたたまれ、④立体的な構造をとることで、化学反応を触媒する酵素などとして固有の機能を発揮することができる。

問1 細胞中のすべての遺伝情報をゲノムと表現することがある。例えば、1つの精子には1ゲノム含まれていることになり、ヒトの1ゲノムは約 3.0×10^9 塩基対を含んでいる。DNAのA, C, G, Tの塩基の分子量をそれぞれ300, 270, 310, 290とし、ヒトゲノムDNAにAが30%含まれていたとすると、1ゲノム相当のDNAの分子量はいくらになるか有効数字2桁で答えよ。

問2 下線部②によって複製されたDNAは細胞分裂によって娘細胞へと受け継がれる。ヒトの培養細胞を8回細胞分裂させたあとの細胞集団において、元の細胞の第5染色体のDNAを含む細胞は最大で全体の何%となるか、有効数字3桁で答えよ。

問3 下線部③について、tRNAはmRNAの遺伝情報をどのように識別し、タンパク質のアミノ酸配列情報へと翻訳しているか説明せよ。

問4 図2はある遺伝子の mRNA の開始コドンを含む領域の塩基配列を示し

たものである。コドン表を利用し、mRNA から翻訳されるタンパク質の最初から 5 番目までのアミノ酸を順に示せ。

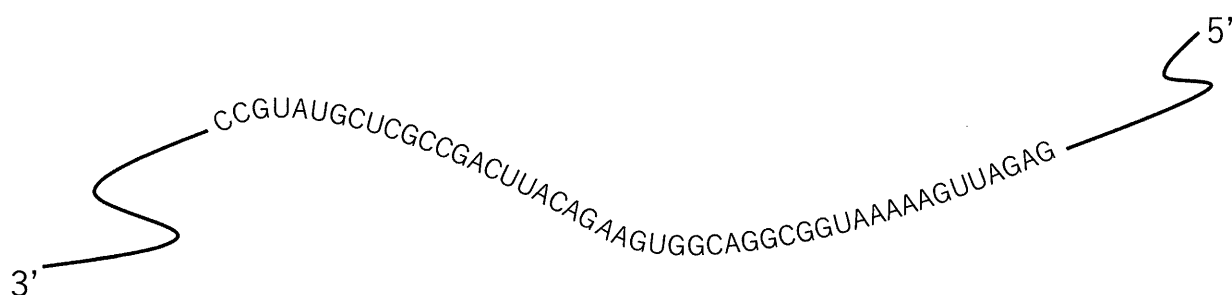


図 2

		コドンの2番目の塩基									
		U		C		A		G			
コドンの1番目の塩基	U	UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U	コドンの3番目の塩基
		UUC		UCC		UAC		UGC		C	
		UUA	ロイシン	UCA		UAA	終止コドン	UGA	終止コドン	A	
		UUG		UCG		UAG		UGG	トリプトファン	G	
	C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U	
		CUC		CCC		CAC		CGC		C	
		CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA		A	
		CUG		CCG		CAG		CGG		G	
	A	AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U	
		AUC		ACC		AAC		AGC		C	
		AUA	メチオニン (開始コドン)	ACA		AAA	リシン	AGA	アルギニン	A	
		AUG		ACG		AAG		AGG		G	
	G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U	
		GUC		GCC		GAC		GGC		C	
		GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA		A	
		GUG		GCG		GAG		GGG		G	

コドン表

問 5 下線部④について，タンパク質の二次構造の名称を一つあげ，その構造と構造形成に関わる結合について説明せよ。

[Ⅲ]

トマトの遺伝子 A を大腸菌で発現させて遺伝子 A 由来のタンパク質を大量に合成させる実験計画を以下の通りに立てた。

- ① トマトの葉から RNA を抽出する。
- ② 抽出した RNA から逆転写反応によって cDNA^{注1)} を合成する。
- ③ cDNA を鋳型に使い、PCR 法によって A 遺伝子の全長配列（開始コドンから終止コドンまで）を増幅する。この際に後でプラスミド（ベクター）^{注2)} に PCR 産物を組込むため、プライマーに制限酵素の認識配列（制限酵素によって切断される配列）を付加し、DNA 断片の両端のみが制限酵素で切断されるように設計する。PCR 法の反応条件は以下の通りで行う。

ステップ 1: 95℃ 10 秒

ステップ 2: 55℃ 20 秒

ステップ 3: 72℃ 1 分

ステップ 1～3 のサイクルを 30 回繰り返す

- ④ 制限酵素によって PCR 産物を切断する。
- ⑤ PCR 産物を切断したものと同一制限酵素でベクターを切断する。
- ⑥ DNA リガーゼにより④で調製した DNA 断片を⑤で調製したベクターに結合させる。
- ⑦ ⑥で反応させた DNA を大腸菌に形質転換し、抗生物質（アンピシリン）入りの培地で培養する。
- ⑧ 遺伝子 A が正しく組込まれたプラスミドをもつ大腸菌を選抜する。
- ⑨ 選抜した大腸菌を培養し、遺伝子 A の発現を誘導する。
- ⑩ 大腸菌からタンパク質を抽出し、電気泳動により分子量から目的タンパク質が合成されていることを確認する。

注1) mRNA をもとに、相補的な塩基配列をもつ DNA を試験管内で合成したもの。

注2) 大腸菌でのタンパク質発現用に設計されたもの。アンピシリン耐性遺伝

子を含む。

問 1. PCR 法の各ステップで起こることを，それぞれ 15 字以内で記せ。

ア. ステップ 1: 95℃ 10 秒

イ. ステップ 2: 55℃ 20 秒

ウ. ステップ 3: 72℃ 1 分

問 2. 下線部について，制限酵素の認識配列を付加するのはプライマーの 3' 端側か 5' 端側か答えよ。

問 3. ⑦で抗生物質入りの培地で培養する理由を 30 字以内で説明せよ。

問 4. A 遺伝子を PCR で増幅する際に鋳型としてゲノム DNA を用いると，PCR 産物は cDNA を鋳型にした場合よりも長かったが，大腸菌で発現したタンパク質は全長タンパク質よりも短く，不完全なものになってしまった。この理由を 55 字以内で説明せよ。

3

炭水化物、脂肪、タンパク質の分解に関する文章を読み、以下の問に答えよ。ただし、原子量はC=12、O=16、H=1として計算すること。

炭水化物、脂肪、タンパク質にはエネルギーが蓄えられており、これらが呼吸で分解されるときに放出されるエネルギーを利用してATPを合成する。図3は、①生体内での化学反応で、炭水化物、脂肪、タンパク質の分解過程を示したものである。

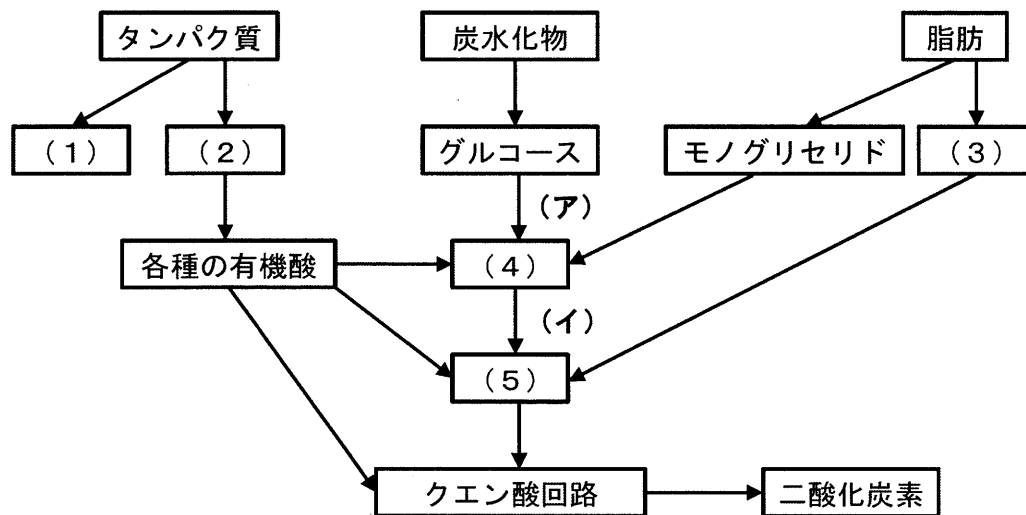


図3

問1 図中の(1)～(5)に入る最も適当な語句を記せ。

問2 下線部①にあるような生体内での化学反応全体を何というか記せ。また、これには異化と同化がある。これらについて簡潔に説明せよ。さらに、同化の代表例を1つ記せ。

問3 呼吸によりグルコースが異化された場合の反応式を記せ。

問4 グルコースは、十分な酸素の存在下で図のようにクエン酸回路を経て二酸化炭素が生じる。この条件下でグルコース 100 g から二酸化炭素

は何 g 生じるか求めよ。小数点第 1 位を四捨五入して記せ。

問 5 図中の (ア), (イ) の反応は細胞内のどこで行われているか記せ。

問 6 グルコース 1 mol を, 燃焼により完全に酸化・分解すると, 光と熱が発生しエネルギーが 2870 kJ 減少する。一方、呼吸によりグルコースが異化されると, 1711 kJ のエネルギーが熱として減少し, 残りのエネルギーは ATP の合成に用いられる。

そこで, 1 mol のグルコースから最大量の ATP が合成されたとして, 呼吸ではグルコースの持つエネルギーのうち何%が ATP に移し替えられるか。また, 1 mol の ATP が持つエネルギーは何 kJ であるか記せ。小数点第 2 位を四捨五入し記せ。

問 7 図 4 は, ATP の構造を模式的に示したものである。(ウ) ~ (カ) に該当する物質名は何か記せ。(カ) は糖を示している。また, (エ) どのような結合を何というか記せ。

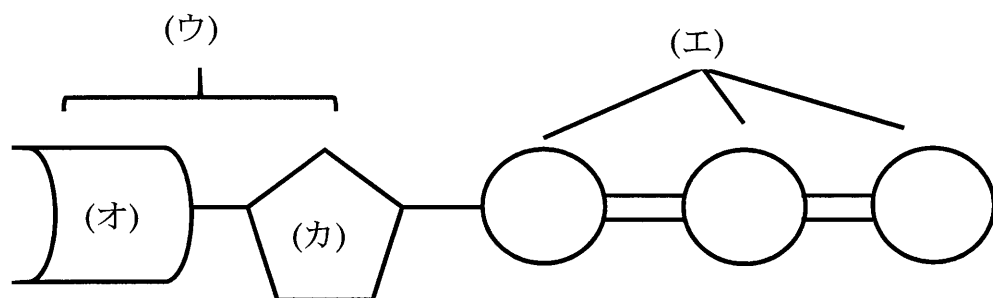


図 4

問 8 ATP が「エネルギーの通貨」とよばれる理由は何か。50 字以内で記せ。

問 9 図中の (1) は, 細胞にとって有害な物質である。ヒトなどの哺乳類では, 比較的毒性の少ない物質に変えられ体外に排出される。このはたらきを行っている器官は何か記せ。また, 比較的毒性の少ない物質名

を記すとともにその物質が生成される反応式を記せ。

問 10 脂肪の一種である $\text{C}_x\text{H}_{110}\text{O}_6$ が呼吸で完全に酸化分解されたとき，呼吸商は 0.70 であった。この脂肪の炭素数 x を求め，小数点以下を切り捨て整数で記せ。

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 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に答えなさい。

After her university closed in March, Jeannine Randall sat down to adapt her research plan for a pandemic. Her project to monitor tree swallows through the spring and summer with a team of three scientists would now require travelling to the nesting sites in separate vehicles, using individual work kits, staying 2 meters apart and, of course, disinfection regularly. When she realized hand disinfectant was in short supply, she made her own batch using ethanol from her lab. Now, as the university resumes some services, she is putting the plan into action: counting eggs, waiting for hatchlings and watching the birds from dawn to sunset.

(1) “I think scientists are very well placed in some ways to come up with a procedure that makes sense and then follow it,” says Randall, an avian ecologist at the University of Northern British Columbia in Prince George, Canada.

In Italy, which was hit particularly hard early in the global pandemic, nearly 30% of roughly 90 respondents to the Nature poll said that they had returned to work, and another 18% reported having worked throughout lockdowns. Cell biologist Paolo Bernardi went into the University of Padua nearly every working day to manage a staff and teach his pathophysiology class over Zoom. His lab is at about 50% capacity. University guidelines for resuming work, in effect since 26 April, require distances of 1 metre between people in brief contact, or 2 metres for those in the same room for more than 15 minutes; masks are to be worn at all times and gloves are compulsory in the lab. Capacity is limited to three people to a room, conference rooms are closed and meetings must still take place through calls or video conference. Bernardi is comfortable with the (2) university’s balance of safety and flexibility. At the University of Groningen in the Netherlands, researchers have been asked to avoid working with hazardous chemicals when they can, to minimize the risk of spills that would require medical attention, says Jana Volaric, a synthetic organic chemist. But for her, the biggest impact is the decreased conference schedule. She had hoped to be networking in anticipation of being on the job market next year, and she says that meaningful interactions are harder to come by at online conferences.

(3) “This is the most disappointing part.”

Organic chemist Kirsty Anderson lost about four weeks of work when the University

of Auckland in New Zealand closed down along with the rest of the country. It reopened partially a few weeks ago, and instituted many of the restrictions seen in Europe. But it also required people who entered the building to mark their time of entry and location on time sheets, and maintain a distance of 2 metres between people at all times. With lift access restricted to one person at a time at first, she often climbed the seven flights of stairs to get to the lab. With more services opening in mid- May, the check-in database is now online.

She and her colleagues are taking odd- and even-hour rotations at their office desks to meet the university's spacing requirements. Shared instruments such as the nuclear magnetic resonance and mass-spectroscopy tools are run by designated operators to minimize contact — Anderson hands over samples, wiped before drop-off, and sends codes and instructions through a shared document. Winston Byblow, a neuroscientist at the University of Auckland who studies motor function after strokes, says ⁽⁴⁾ the government and university are united in their safety messaging and pandemic response. “Everyone is singing from the same song sheet,” he says.

(Republished with permission of Springer NatureBV, from Return to the lab: scientists face shiftwork, masks and distancing as coronavirus lockdowns ease, Nidhi Subbaraman, Volume 582, 2020; permission conveyed through CopyrightClearance Center, Inc. “一部改変”)

問1 下線部(1)を日本語に訳しなさい。

問2 下線部(2)で safety と flexibility が何を指すのか、具体例を用いながらそれぞれ 40 字程度（句読点を含む）で述べなさい。

問3 Jana Volaric 氏はなぜ下線部(3)のように発言したのか、述べなさい。

問4 下線部(4)のようになるにはどのような取り組みが必要か、本文を読んで 140 字程度（句読点を含む）でまとめなさい。

2 次の英文を読んで以下の問に答えなさい。

In recent years the notion has been growing that alternatives may be needed for (1) conventional meat production through livestock raised on a farm. This is generally based on concerns about sustainability, environmental burden and animal welfare. These concerns have grown due to further intensification of livestock herding and slaughtering, and on the other hand a predicted rapid increase in global meat consumption.

There are at least (2) three motivations to intensify the exploration of production alternatives to livestock meat production.

Due to an expanding world population and to increasing meat consumption in developing economies, it is predicted that meat consumption will double in the coming forty years. Although these predictions are associated with considerable uncertainty, the sheer magnitude of this alleged increase supports the assumption that demand will increase appreciably. At the same time it appears - also with margins of error - that the capacity of conventional meat production is close to its maximum. As a result, meat will become scarce, therefore more expensive and eventually a luxury food. This may then serve to aggravate the already unequal global distribution of food. Alternatively, many other techniques are being investigated to improve the efficiency of the entire supply chain of foods, such as decreasing post-harvest losses. In addition to these, efficient production of food and meat in particular will have a great impact.

Livestock meat production accounts for a considerable portion of greenhouse gas emission, land usage, water and energy consumption. Of the three major greenhouse gases specifically carbon dioxide, methane and nitrous oxide, the contribution of livestock to their total emission is 9%, 39% and 65% respectively. It has been noted that these numbers vary greatly per country and continent, depending on many factors, including the presence or absence of collateral damage by deforestation. It is clear however, that major improvements can be made in the environmental impact of meat production, either through conventional or other technologies. In a preliminary life cycle analysis Tuomisto and de Mattos (2011), calculated for instance that *in vitro* production of meat when using for instance cyanobacteria-produced

biomass as a nutrient source might reduce energy consumption and land usage by 99%, water usage by 90% and energy consumption by 40%. If realized, these reductions lead to a large reduction in greenhouse gas emission.

Another motivation for livestock alternatives is the concern about animal welfare. Public debate on animal welfare surfaces on a regular basis. Non-vegetarians decrease consumption of meat proportional with exposure to awareness campaigns of animal welfare through public media. The effects were rather small and pertained mostly to poultry and pork, not to beef, but at the same time the number of publications on animal welfare issues in livestock meat production rose gradually during the 1982–2008 observation period. Thus, public concern about animal welfare may affect consumer behavior thereby forcing the meat industry to continuously evaluate its practices in view of that concern.

One of the many alternatives under investigation is culturing meat based on stem cell technology. The idea of growing meat without livestock is not new. For instance, Winston Churchill in his book “Thoughts and adventures” (Churchill, 1932) wrote “.....⁽³⁾ Fifty years from now, we shall escape the absurdity of growing a whole chicken in order to eat the breast or wing, by growing these parts separately under a suitable liquid...”. Three technologies that have emerged over the last six decades make it possible to generate skeletal muscle and other mesenchymal tissues such as bone, cartilage, fat and fibrous tissue: stem cell isolation and identification, *ex vivo* cell culture, and tissue engineering. In fact, bio-artificial muscles (BAMs) produced from the skeletal muscle resident stem cells, a.k.a. satellite cell, have been generated for the last 15 years, mainly to serve as research tools or potential medical implants. These BAMs can already be regarded as a valuable source of animal proteins, but they are still far removed from an efficient and convincing meat mimic.

⁽⁴⁾ Similarity and efficiency are the two key requisites for a meat alternative to be accepted and industrialized. For a new meat substitute to be widely adopted, it needs to exactly mimic or even better, recreate conventional meat in all of its physical sensations, such as visual appearance, smell, texture and of course, taste. If such a product can be created, it will deserve the name “meat”, without any pejorative adjectives. Of these challenges, taste is arguably the

most difficult, especially since the more than 1000 water soluble and fat derived components may make up the species and perhaps strain specific taste of meat. A high efficiency, bioconversion rate, is the basis for a sustainable product that will be able to improve on the carbon footprint of livestock meat production and as a consequence will require less water, land and energy input per kg of meat. The low bioconversion rate of pigs and cattle of approximately 15% offers a wide margin for improvement. Nevertheless, the challenge to design an *in vitro* production process that is much more efficient will be formidable.

(Reprinted from *Meat Science*, Vol .92, Mark J.Post, Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects, Pages No.297-301, Copyright 2012, with permission from Elsevier. 一部改変)

- 問 1 下線部 (1) は何を指すのか, 20 字以内 (句読点を含む) で説明しなさい。
- 問 2 下線部 (2) は何を指すのか, 本文中に述べられている 3 点についてそれぞれ 40 字程度 (句読点を含む) で説明しなさい。
- 問 3 下線部 (3) を日本語に訳しなさい。
- 問 4 下線部 (4) で示されている similarity と efficiency は何を指すのか, 具体的な特徴をそれぞれ 40 字程度 (句読点を含む) で説明しなさい。

-----このページは白紙-----

3 次の英文を読んで以下の問に答えなさい。

Fathers play a crucial role in their children's socio-emotional and cognitive development. A reasonable intermediate *phenotype underlying this association is father's impact on infant brain. However, research on the association between father's caregiving and child brain biology is scarce, particularly during infancy. Thus, we used *magnetic resonance imaging (MRI) to investigate the relationship between observed father–infant interactions, specifically father's sensitivity, and regional brain volumes in a community sample of 3-to-6-month-old infants. We controlled for mother's sensitivity and examined the moderating role of infant communication on this relationship. MRI were acquired from infants during natural sleep. Higher levels of father's sensitivity were associated with smaller *cerebellar volumes in infants with high communication levels. In contrast, father's sensitivity was not associated with *subcortical grey matter volumes in the whole sample, and this was similar in infants with both high and low communication levels. This preliminary study provides the first evidence for an association between father-child interactions and variation in infant brain anatomy.

Overall, it is important to emphasize that our preliminary findings are correlational and do not indicate a causative link between early father's caregiving and infant brain volumes. Hence, (1) important associations remain unexplored. First, given the bidirectional associations between child temperament and parenting, it remains unknown whether an infant with a smaller cerebellum volume elicits more positive parenting from their father or vice versa. Second, we did not have repeated measures of brain volume; hence, it is unknown whether the directions of the relationships reported are dependent on developmental stage. Third, considering the cerebellum's sexually different developmental *trajectory, sex differences in the association between father's caregiving and cerebellar volumes also require investigation. Fourth, fathers play a unique and distinctive role in their children's lives and both the quality and amount of involvement fathers have with their children can influence development. Thus, in addition to the quality of care, the amount of contact the parent has with his/her child during *the postpartum period is another avenue for future research when linking father's caregiving to the

offspring brain.

Different aspects of father involvement could influence child development in different ways. Additionally, other features of father-child interactions such as, reflective capacity and empathy require future consideration. Father's *psychopathology and attachment history may also be important considerations as they are linked to early interactions and child psychosocial outcomes. Finally, father's stress may affect the brain development of his offspring, at least in part, by *epigenetic factors that are inherited via the sperm. Taken together, the field has quite some way to go and ⁽²⁾ further long term and larger-scale research is therefore, required to examine several of these possibilities, which our work cannot address.

(Adapted from "Father-infant interactions and infant regional brain volumes : A cross-sectional MRI study" by Elsevier, Under a Creative Commons license. 一部改変)

*phenotype : 表現型

* magnetic resonance imaging (MRI) : 磁気共鳴映像法 (強い磁気と微弱な電波によって体内などの様子を映像化する方法)

*cerebellar volumes : 小脳容量

*subcortical grey matter volumes : 皮質下灰白質容量

*trajectory : 曲線

*the postpartum period : 出産後の時期

*psychopathology : 精神病理学

*epigenetic：後成的な遺伝子機能変化

- 問1 筆者たちは、MRI（磁気共鳴映像法）を用いて、研究として何を明らかにしようとしたのか、40 字程度（句読点を含む）で述べなさい。
- 問2 下線部 (1) で示している、まだ解明されていないことは何か、本文中から 4 点簡潔に述べなさい。
- 問3 下線部 (2) で示している、筆者たちの研究で扱うことができなかった、子どもの脳の発達に影響する可能性がある父親側の要因について、本文中から 3 点あげなさい。

東北大学医学部保健学科
令和３年度（２０２１年度）
ＡＯ入試（総合型選抜）Ⅲ期 筆記試験
（試験時間 １１：００～１２：００ （６０分））

注 意 事 項

- １．試験開始の合図があるまで、この問題冊子、解答用紙、下書き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（１枚）、下書き用紙（１枚）がすべてあることを確認すること。なお、問題冊子のページの脱落、印刷不鮮明の箇所及び解答用紙の汚れなどがあった場合には、手を挙げて監督者に申し出ること。
- ３．解答は、必ず黒鉛筆（シャープペンシルも可）で記入し、ボールペン・万年筆などを使用してはいけない。
- ４．最初に、解答用紙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．下書き用紙は使用しなくとも構わない。
- ７．試験終了後、解答用紙、問題冊子、下書き用紙の順番に重ねて机の上に置くこと。解答用紙、問題冊子、下書き用紙を持ち帰ってはいけない。

— このページは白紙 —

— このページは白紙 —

次の年齢ステレオタイプ (age stereotypes) に関する英文を読み, 特に指示のある場合を除いて日本語で設問に答えなさい。なお, 年齢ステレオタイプについては, 以下の説明を参考にすること。

年齢ステレオタイプ (age stereotypes) : 特に高齢者に対する肯定的・否定的な先入観や思い込み, 固定観念。 (例) 高齢者は物知りである, 高齢者は頑固である

Stereotype *Embodiment Theory

Most of the early research on the impact of age stereotypes focused on how they influenced younger individual's behaviors toward older individuals rather than how they impacted older individuals themselves. Since then, there has been considerable work done to prove ①this latter relationship. However, there lacked a theory to explain how age stereotypes could influence the health of older adults. To fill this gap, ②Stereotype Embodiment Theory (SET) was developed.

The proposition of SET is that age stereotypes can, and do, impact older individuals' health, recognizing that both negative and positive age stereotypes have an influence on health and disease processes that occur with aging. SET suggests that the influence of age stereotypes on health-related outcomes appears via two key directional mechanisms: first, through a top-down direction, such that age stereotypes are incorporated from the culture to influence the individual (i.e., from society to self); second, through a developmental approach that occurs over time, such that age stereotypes are incorporated over an individual's life span (i.e., from young childhood to old age). SET draws on an amount of evidence, including numerous experimental laboratory and long-term studies that demonstrate age stereotypes' influence on health and disease as well as the aging process.

Age Stereotypes' Influence on Cognition and Mental Health

The connection between *cognition and age stereotypes was first examined experimentally by Levy. In her study, 90 people, aged 60 years or greater, came into a laboratory to take part in a study that involved a *subliminal *priming experiment that flashed either positive or negative age stereotype words at a speed that was sufficient for participants to be aware of the word's general location on the computer screen, but not enough time for participants to perceive the word and be aware of its meaning. The participants who were *implicitly primed with negative age stereotypes had worsened memory, whereas those primed with the positive age stereotypes had improved memory. This study demonstrated that age stereotypes can impact older individuals' cognitive performance and that this process can occur implicitly. The finding that age stereotypes

can impact older individuals' cognition has been also showed by Hess and his colleagues. Their study found a strong effect in support of the relationship between negative age stereotypes and worsened memory performance among older adults. However, ③these effects extend beyond the walls of the laboratory and are shown to have long-term outcomes. Levy, Zonderman, Slade, and Ferrucci found that, compared to older adults with more positive age stereotypes, those with more negative age stereotypes had worse *recall memory over a 38-year time period. This effect was greater among participants who indicated that the negative age stereotype was directly relevant to themselves.

Regarding mental health, Levy, Pilver, and Pietrzak explored the relationship between age stereotypes and mental health, specifically *suicidal ideation, anxiety, and posttraumatic stress disorder (PTSD). The older adults who fully accepted negative age stereotypes were more likely to report experiencing all three untoward mental health conditions. However, those who were more resistant to negative age stereotypes had lower *prevalence rates. Another recent study found that age stereotypes and expectations regarding aging are associated with loneliness in later life. Among adults older than 50 years, Pikhartova, Bowling, and Victor found that those who believed old age was a time of loneliness were 1.5 times more likely to report feelings of loneliness over time (i.e., lacking companionship as well as social exclusion and isolation), compared to those who did not support this statement. In addition, those who reported that they expected to get lonelier with age were 2.4 times more likely to report these same loneliness outcomes over time, again compared to those who did not have this aging expectation. Also *pertinent to mental health, age stereotypes influence older adults' will to live. In the implicit age stereotype priming experimental studies, older participants who were exposed to negative age stereotype primes were more likely to refuse life-prolonging treatment compared to those who were exposed to positive age stereotype primes.

Age Stereotypes Can Operate Unconsciously

Most of the earlier studies examining age stereotypes focused on *explicit conscious beliefs. However, age stereotypes operate below the level of conscious awareness as a function of automatic information processing. Studies that investigate the automaticity of age stereotypes use implicit techniques. One prominent technique is the Implicit Associations Test (IAT). ④The age-IAT assesses the strength of associations between *young* and *old* concepts and evaluates how relatively *good* or *bad* they are. The association strength is determined by the time between being exposed to a concept object (e.g., photo of an older or younger face) and the evaluation of it, such that a greater strength is indicated by less time. Multiple studies using the age-IAT show strong young-

good and old-bad pairings that indicate an implicit preference for younger adults and an implicit negative bias against older adults. One again, ⑤these findings are true for both younger and older adults.

(Reprinted from "Handbook of Theories of Aging" by Kennedy, Brian K., Morrow-Howell, Nancy, Smith, Jacqui. Rights managed by Springer Publishing Company, Inc. Copyright©2016 Springer Publishing Company 一部改変)

注: embodiment: 内在化

cognition: 認知機能

subliminal: 意識下の, 潜在意識の

prime: 刺激する, 刺激

implicitly: 潜在的に, 暗黙のうちに

recall: 想起, 再生

suicidal ideation: 自殺念慮 (自殺願望)

prevalence rate(s): 有病率

pertinent: 関連のある, 関係のある

explicit: 顕在の

(1) 下線部①は何を指しているか, 説明しなさい。

(2) 下線部②の Stereotype Embodiment Theory における, 年齢ステレオタイプが健康に影響を及ぼす2つのメカニズムについて, 本文に即して説明しなさい。

(3) 下線部③について, these effects が指す内容を明らかにして説明しなさい。

(4) 筆者は age stereotypes と mental health の関係についてどのようなことを述べているか, 100 字程度で述べなさい。

(5) 下線部④The age-IAT はどのような実験か, 計測方法も含めて説明しなさい。

- (6) 下線部⑤はどのようなことを意味しているか、本文に即して説明しなさい。
- (7) What do you think about the idea that most age stereotypes of old people are negative? 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.
- (8) 医療従事者の年齢ステレオタイプは医療にどのような影響を及ぼすか、あなたの考えを 100 字程度で説明しなさい。

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 日

志願学部	試 験 時 間	ページ数
歯 学 部	9 : 30～10 : 50 (80 分)	6 ページ

注 意 事 項

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6ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
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。

1 以下の問いに答えよ。

(1) $0 \leq \theta < \pi$ のとき、方程式 $\cos \theta + \cos 2\theta + \cos 3\theta = 0$ を満たす実数 θ の値をすべて求めよ。

(2) a, b は実数とする。 $3 < a < b$ のとき $\frac{\log a}{a}$ と $\frac{\log b}{b}$ の大小を調べよ。ただし、対数は自然対数である。また、必要ならば、自然対数の底 e の値は、 $2.71\cdots$ であることを用いてもよい。

(3) 実数 t が $0 \leq t \leq 1$ の範囲を動くとき、直線 $y = (2t - 2)x - t^2 - 1$ の通過する領域を xy 平面に図示せよ。

2 四角形 ABCD において, $AB = 1$, $CD = 4$, $DA = 5$, $\angle ABC = 120^\circ$, $\angle ADC = 60^\circ$ である。対角線 AC, BD の交点を E とするとき, 以下の問いに答えよ。

(1) 辺 BC の長さを求めよ。

(2) $BE : ED$ を求めよ。

(3) $\triangle ABD$ の面積を S , $\triangle BCD$ の面積を T とするとき, $S : T$ を求めよ。

(4) $\overrightarrow{AC} = s\overrightarrow{AB} + t\overrightarrow{AD}$ を満たす実数 s, t の値を求めよ。

3

歯肉炎と診断された歯は、歯肉炎のまま、歯周炎、自然脱落（歯が抜け落ちること）の順に悪化し、これら 3 つの段階のいずれかに診断されるものとする。

・歯肉炎だった歯の 1 年後の段階は次の通りである。

60 % は歯肉炎のまま、30 % は歯周炎に悪化、10 % は脱落

・歯周炎だった歯の 1 年後の段階は次の通りである。

80 % は歯周炎のまま、20 % は脱落

・自然脱落した歯は脱落のままである。

n は正の整数とする。歯肉炎だった歯が n 年後に歯肉炎、歯周炎、脱落した段階、である確率をそれぞれ a_n , b_n , c_n とすると、 $a_1 = \frac{3}{5}$, $b_1 = \frac{3}{10}$, $c_1 = \frac{1}{10}$ となる。

(1) a_{n+1} を a_n で、 b_{n+1} を a_n , b_n で、 c_{n+1} を a_n , b_n , c_n で表せ。

(2) $\{a_n\}$ の一般項 a_n を求めよ。

(3) $x_n = \left(\frac{5}{3}\right)^n b_n$ とおき、 $\{x_n\}$ の一般項 x_n を求め、 $\{b_n\}$ の一般項 b_n を求めよ。

(4) $\{c_n\}$ の一般項 c_n を求めよ。

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 日

志願学部	試 験 時 間	ページ数
歯 学 部	13 : 00～14 : 20 (80 分)	11 ページ

1 図 1 のように、左端が机上に固定され、もう一方の端におもりを取り付けた弦が、コマ P、Q および滑車に支えられている。コマ P は振動数を変化させることができる振動源になっており、振動源の振動数を f_0 にしたところ、P Q 間には 3 個の腹を持つ定常波（定在波）が生じた。振動源の振動はコマ P に接する弦にのみ伝わり、P Q 間の弦の両端はいずれも固定端とみなしてよい。

次に、振動源の振動数を f_1 に変化させたところ、P Q 間には 1 個の腹を持つ定常波が生じた。

弦は、密度が α の一様な材質からなり、半径が r_1 の円形の断面を持つ。P Q 間の弦の長さを L 、おもりが弦を引く力の大きさを S として、以下の問 1 ～問 3 に答えよ。解答は、解答用紙の所定の場所に記入せよ。なお、問 1 および問 2 は結果のみを、問 3 は結果だけでなく結果を導くまでの過程も記せ。

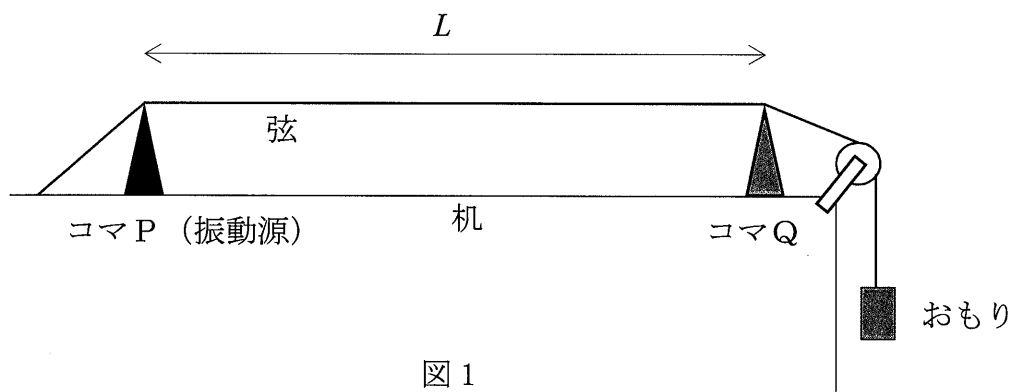


図 1

問1 3個の腹を持つ定常波が生じたとき、弦を伝わる波の波長と速さをそれぞれ f_0 , L の中から必要なものを用いて表せ。

問2 1個の腹を持つ定常波が生じたとき、 f_1 を、 L , S , r_1 , α を用いて表せ。

弦を伝わる波の速さ v は、 $v = \sqrt{\frac{S}{\rho}}$ で表されることを用いよ。ただし、 ρ は

単位長さ当たりの弦の質量を表す。

問3 次に、弦を太さの異なる別の弦に取り換えて、弦を引く力の大きさを S , 振動源の振動数を f_1 にしたところ、PQ間には n 個の腹を持つ定常波が生じた。取り換える前後の弦はいずれも、円形の断面を持ち、材質が一様で密度も等しい同じ素材でつくられている。取り換えた後の弦の半径を r_n とすると、 r_n を、 n , r_1 を用いて表せ。

- 2 起電力 V の電池 1 つと抵抗値が r の抵抗 R が 7 個ある。図 1 のように、2 つのスイッチ S_1 と S_2 を介して、電池といくつかの抵抗 R を組み合わせて回路を構成した。ただし、図 1 の破線で囲まれた部分の回路は、複数の抵抗 R と導線から構成されているが、図中には示されていない。 S_1 のみを閉じたときに回路の点 P を流れる電流の大きさを I とすると、 S_1 と S_2 を同時に閉じたときに点 P を流れる電流は $\frac{5}{3}I$ となった。電池の内部抵抗および導線の抵抗は無視できるものとして、以下の問 1 ～問 3 に答えよ。解答は、解答用紙の所定の場所に記入せよ。なお、問 1 および問 2 は結果のみを、問 3 は結果だけでなく結果を導くまでの過程も記せ。

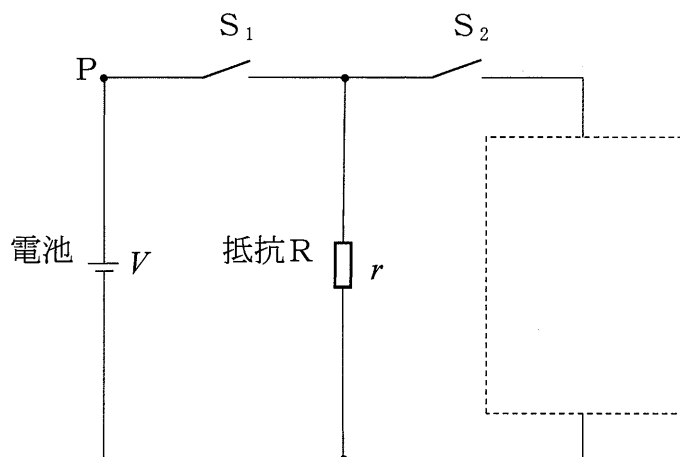
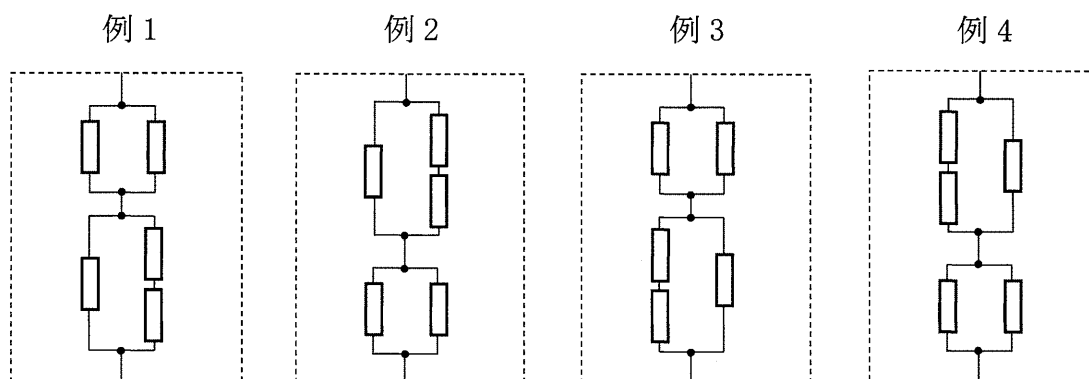


図 1

問1 図1の破線で囲まれた部分の合成抵抗の抵抗値を r を用いて表せ。

問2 図1の破線内の回路は、いくつかの抵抗 R を組み合わせて何とおりか考えられる。そのうち4とおりの回路図を、導線と抵抗を表す記号 $\text{—}\square\text{—}$ を組み合わせて図示せよ。それぞれの場合について、組み合わせることのできる抵抗 R の数は6個以内である。解答は、解答用紙のそれぞれの破線内に記せ。ただし、次の例1～例4のように、上下または左右を入れ替えた回路構成は同じものとみなす。



問3 図1の破線内の回路を構成するそれぞれの抵抗 R の単位時間当たりの発熱量を考える。考えられるすべての回路の中で単位時間当たりの発熱量 Q がもっとも大きい抵抗 R について、 Q を、 V , r を用いて表せ。

- 3 図1のように水平面と θ の傾きを持つなめらかな斜面の下端の点 P_0 から、水平と $\frac{\pi}{3}$ （単位はラジアン）の角をなす向きに速さ V_0 で小球を打ち出したところ、小球は最高点に達した後、斜面上の点 P_1 に衝突し斜面の上方に向かってはねかえった。小球は斜面と衝突してはずむ（バウンドする）のを何回か繰り返した後、バウンドがおさまって斜面に沿って運動するようになり、最終的に点 P_0 に戻ってきた。小球が n 回目に斜面に衝突する点を P_n 、小球の質量を m 、小球と斜面の間のはねかえり係数（反発係数）を e （ $0 < e < 1$ ）、重力加速度の大きさを g とする。図1のように、点 P_0 を原点として斜面に沿って上向きに x 軸を、斜面に垂直に y 軸をとる。 $0 < \theta < \frac{\pi}{3}$ とし、斜面は十分に長く、小球の大きさおよび空気の抵抗は無視できるものとして、以下の問1～問7に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。なお、問1～問4は結果のみを、問5～問7は結果だけでなく結果を導くまでの過程も記せ。

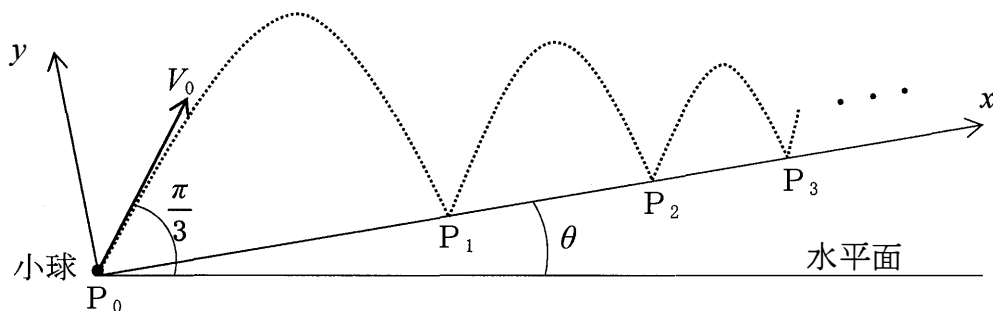


図1

- 〔I〕 小球が点 P_0 を離れる時刻を $t = 0$ とし、点 P_0 から点 P_1 に達するまでの小球の運動について考える。（図2）

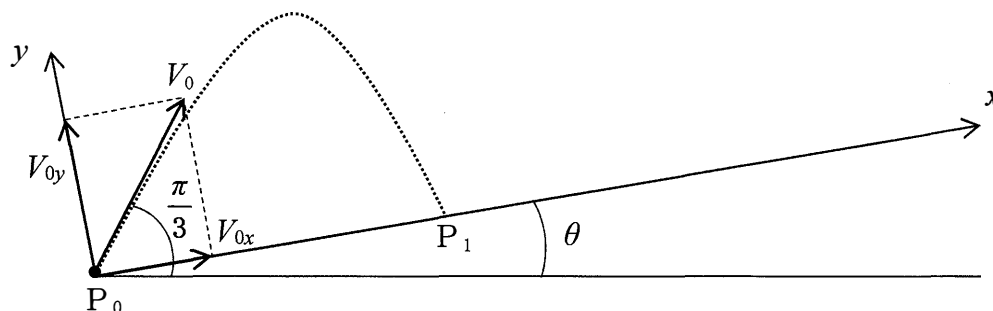


図2

問1 小球の運動を説明した次の文中の(①)～(④)および ⑤～⑧に入る最も適当なものを、下の解答群の中からそれぞれ一つずつ選べ。同じものを何回選んでもよい。

小球の運動を x 軸方向の運動と y 軸方向の運動に分けて考えると、 x 軸方向の運動は、初速度が下の(1)式で表される V_{0x} で、加速度が(①)の(②)運動であり、 y 軸方向の運動は、初速度が下の(2)式で表される V_{0y} で、加速度が(③)の(④)運動である。

$$V_{0x} = \text{⑤} \times \sin\theta + \text{⑥} \times \cos\theta \quad (1)$$

$$V_{0y} = \text{⑦} \times \sin\theta + \text{⑧} \times \cos\theta \quad (2)$$

[解答群]

$$0, \quad \frac{V_0}{2}, \quad -\frac{V_0}{2}, \quad \frac{\sqrt{3}}{2}V_0, \quad -\frac{\sqrt{3}}{2}V_0,$$

$$g, \quad -g, \quad -g \sin\theta, \quad -g \cos\theta,$$

鉛直投げ下ろし, 等速直線, 等加速度直線, 自由落下

問2 小球が x 軸から最も離れるとき、すなわち小球の y 座標が最大となるときの座標 y_1 を、 V_{0x} 、 V_{0y} 、 m 、 θ 、 g の中から必要なものを用いて表せ。

〔Ⅱ〕時刻 $t = 0$ に点 P_0 を離れた小球が最終的に点 P_0 に戻るまでの運動について考える。図 3 のように、 n 回目の衝突直後、小球は x 軸と α の角をなす向きに速さ v_n ではねかえった。小球が、 P_n から P_{n+1} まで、および P_{n+1} から P_{n+2} まで運動するのに要する時間をそれぞれ T_n 、 T_{n+1} とする。

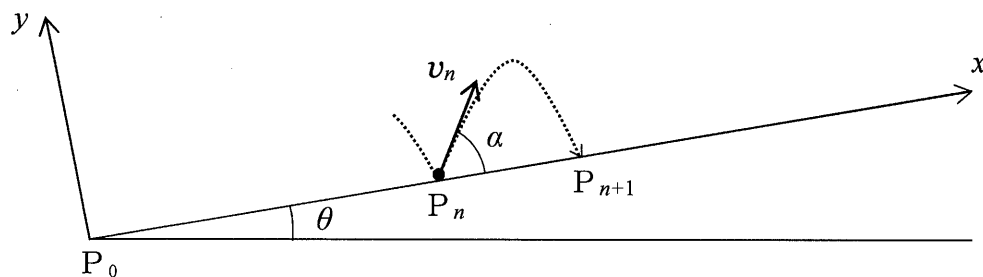


図 3

問 3 小球の x 軸方向の運動を考えると、はじめは x 軸の正の向きに運動していたが、時刻 t_R で折り返して負の向きに運動するようになった。 t_R を、 V_{0x} 、 m 、 θ 、 g 、 e の中から必要なものを用いて表せ。

問 4 小球が P_0 に戻る時の速さを V とする。 V を、 V_0 、 m 、 θ 、 g 、 e の中から必要なものを用いて表せ。

問 5 T_n および T_{n+1} を、それぞれ v_n 、 m 、 θ 、 g 、 e 、 α の中から必要なものを用いて表せ。また、 T_n および T_{n+1} の結果を用いて $\frac{T_{n+1}}{T_n}$ を、 v_n 、 m 、 θ 、 g 、 e 、 α の中から必要なものを用いて表せ。

問 6 小球が点 P_n に到達する時刻を t_n とする。 t_n を V_0 、 m 、 θ 、 g 、 e 、 n の中から必要なものを用いて表せ。次の関係式を用いてよい。

$$r \neq 1, k \text{ が正の整数のとき} \\ a + ar + ar^2 + ar^3 + \cdots + ar^{k-1} = a \frac{r^k - 1}{r - 1}$$

問7 はねかえり係数 e の大きさおよび斜面の傾き θ の大きさによって、小球の x 軸方向の運動は、バウンドがおさまってから折り返したり (図4)、折り返した後にバウンドがおさまったりする (図5)。 e がある値 e_0 よりも小さいとき、 $0 < \theta < \frac{\pi}{3}$ の範囲では、 θ の値によらず小球はバウンドがおさまってから折り返す。 e_0 の値を求めよ。

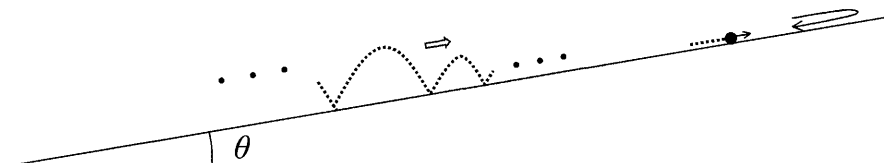


図4 バウンドがおさまってから折り返す場合

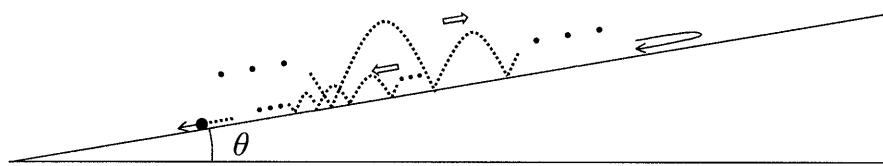


図5 折り返した後にバウンドがおさまる場合

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 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

———このページは白紙———

———このページは白紙———

1 酸と塩基の水溶液についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

一価の酸 HA の水溶液と一価の塩基 BOH の水溶液を混合した水溶液について考える。
混合後の酸 HA の濃度を C_a [mol/L]、塩基 BOH の濃度を C_b [mol/L] とし、混合後の
酸 HA の電離度を α 、塩基 BOH の電離度を β と表すと、混合後の溶液中では

$$[\text{HA}] = (1 - \alpha) \cdot C_a \quad (1)$$

$$[\text{A}^-] = \alpha \cdot C_a \quad (2)$$

$$[\text{BOH}] = (1 - \beta) \cdot C_b \quad (3)$$

$$[\text{B}^+] = \beta \cdot C_b \quad (4)$$

となる。また、酸 HA の電離定数（解離定数）を K_a 、塩基 BOH の電離定数を K_b 、水のイオン積を K_w とすると

$$K_a = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \quad (5)$$

$$K_b = \frac{[\text{B}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{BOH}]} \quad (6)$$

$$K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] \quad (7)$$

が成り立ち、これらの式を用いると、 α と β の間には次の関係があることがわかる。

$$\frac{1}{\beta} = \frac{\alpha \cdot K_w}{(1 - \alpha) \cdot K_a \cdot K_b} + 1 \quad (8)$$

なお、以下の問いを解くにあたり、次の値を用いなさい。

$$\text{水のイオン積 } K_w = 1.00 \times 10^{-14}$$

$$\text{酸 HA の電離定数 } K_a = 1.00 \times 10^{-5}$$

$$\text{塩基 BOH の電離定数 } K_b = 1.00 \times 10^{-2}$$

問 1 酸 HA の水溶液と塩基 BOH の水溶液を混合したところ、酸 HA の濃度が 0.900 mol/L 、塩基 BOH の濃度が 0.0600 mol/L となった。この溶液について、次の (a)、(b) に答えなさい。

(a) 水溶液中で電離平衡に達しているとき、もし、酸 HA の電離度 α の値が 0.500 であるならば、塩基 BOH の電離度 β の値はいくらとなるか、有効数字 3 桁で答えなさい。

(b) 水溶液中で電離平衡が成り立っているとき、酸 HA の電離度 α の値は 0.500 ではなかった。電離平衡に達しているときの酸 HA の電離度 α の値は、 0.500 よりも大きいのか、それとも小さいのかを答えなさい。また、そのように判断した理由も記しなさい。

問 2 濃度が $2C_a$ [mol/L] の酸 HA の水溶液 10.0 mL と濃度が $2C_b$ [mol/L] の塩基 BOH の水溶液 10.0 mL を混合したところ、平衡状態での酸 HA の電離度 α の値が 0.500 となった。なお、混合後の溶液の体積は 20.0 mL であった。

(a) このときの混合溶液における pH を有効数字 2 桁で答えなさい。

(b) 酸 HA の水溶液と塩基 BOH の水溶液について、その濃度の間には次の関係が成り立つ。

$$\frac{2C_a}{2C_b} = X \quad (9)$$

X の値を有効数字 3 桁で答えなさい。また、求め方も記しなさい。

- 2 アルコールとアルデヒドの性質を調べる以下の実験1から4をおこなった。実験操作をよく読み、以下の問いに答えなさい。

実験1

乾いた試験管にエタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ を 2 mL 入れ、ここに米粒大の金属ナトリウム Na を加えた。

実験2

- (1) 乾いた試験管にエタノールを 1 mL 入れ、ここにヨウ素 I_2 を小さじ 2 杯入れ、 $60^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$ の湯に試験管を浸して温めながら、ガラス棒でかき混ぜてヨウ素を溶解させた。
- (2) 5 分ほどしたところで、この試験管に 6 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を 1 mL 加え、さらによく混ぜた。

実験3

- (1) 乾いた試験管にメタノール CH_3OH を 3 mL 入れ、 50°C の湯にこの試験管を浸して温めた。
- (2) 図1のように、らせん状の銅線をガスバーナーで赤くなるまで加熱した。
- (3) 図1のように、銅線を熱いうちに試験管の中に数回、出し入れした。このとき、銅線がメタノールの液に浸らないように注意した。

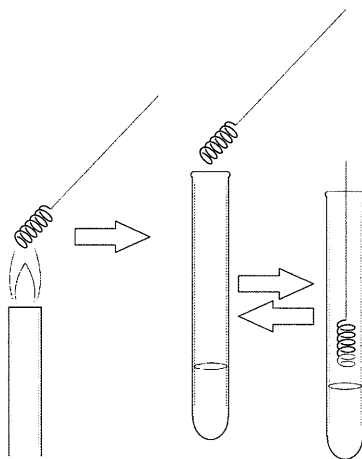


図1: 熱した銅線を用いた実験

実験 4

- (1) 乾燥したきれいな試験管に 0.1 mol/L の硝酸銀 AgNO_3 水溶液 2 ml を入れた。
- (2) この試験管に 0.5 mol/L のアンモニア水を加えた。最初、褐色の沈殿が生じるが、さらに少しずつ加えてよく振り混ぜると、沈殿が消えて透明となった。
- (3) 透明となった溶液に 2 mol/L のホルムアルデヒド HCHO 水溶液を 1～2 滴加え、この試験管を 45～50 °C の湯につけて温めた。

問 1 実験 1 で生じた化学変化を表す化学反応式を答えなさい。

問 2 実験 2 の (2) において観察されることを書きなさい。

問 3 実験 3 における (1) の操作の目的を答えなさい。

問 4 実験 3 の (3) において生じた化学変化を表す化学反応式を答えなさい。

問 5 実験 3 の (3) で、銅線をメタノールの液に浸してはいけない理由を答えなさい。

問 6 実験 4 の (2) で、褐色の沈殿が生じるときのイオン反応式を答えなさい。

問 7 実験 4 の (2) で、褐色の沈殿が消失するときのイオン反応式を答えなさい。

問 8 実験 4 の (3) において観察されることを書きなさい。

問 9 実験 4 の (3) はホルムアルデヒドのある性質を確認する実験である。この実験で確認するホルムアルデヒドの性質を表す用語を答えなさい。

3 溶解度についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

飽和溶液において、溶媒 100 g あたりに溶質がどれだけ溶けているかを示す値を溶解度という。

下の図 2 は、水に対する硝酸カリウム KNO_3 の溶解度曲線を示す。このグラフの横軸は温度、縦軸は硝酸カリウム KNO_3 の溶解度である。また、表 1 は、水溶液の温度と硫酸銅 CuSO_4 の溶解度の関係を示している。

なお、硝酸カリウムの結晶の化学式は KNO_3 ，硫酸銅五水和物の化学式は $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ である。また、溶媒の水の蒸発は無視できるものとする。

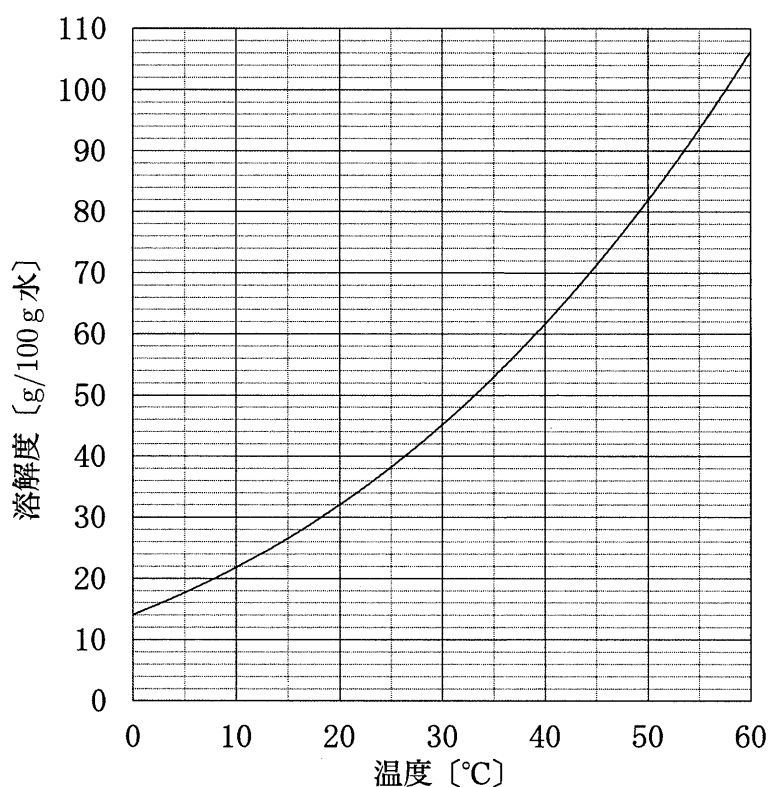


図 2: 硝酸カリウム KNO_3 の溶解度 [g/100 g 水]

表 1: 硫酸銅 CuSO_4 の溶解度 [g/100 g 水]

温度 [°C]	0	10	20	30	40	60	80	100
溶解度 [g/100 g 水]	23.1	27.5	32.0	37.8	44.6	61.8	83.8	114.0

- 問 1 60℃の硝酸カリウム水溶液がある。この溶液が飽和溶液であるときの質量パーセント濃度〔%〕を有効数字3桁で答えなさい。
- 問 2 50℃の水 200 g に、ある質量の硝酸カリウムの結晶を溶解させたところ、ちょうど飽和溶液となった。この飽和溶液を 20℃まで冷却したときに析出した硝酸カリウムの結晶の質量〔g〕を有効数字3桁で答えなさい。
- 問 3 20℃の硝酸カリウムの飽和溶液が 100 g ある。ここに硝酸カリウムの結晶 10.0 g を加えて加熱した。結晶がすべて溶解して飽和溶液となる温度〔℃〕を答えなさい。また、求め方も書きなさい。
- 問 4 60℃の硫酸銅飽和水溶液 100 g を 20℃まで冷却した。十分に沈殿が生成した後、ろ過した。この操作について、次の (a)、(b) に答えなさい。なお、 CuSO_4 の式量を 160、 H_2O の分子量を 18 とする。
- (a) 20℃まで冷却したときに沈殿する硫酸銅五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の質量〔g〕を有効数字2桁で答えなさい。
- (b) ろ液 20.0 g を取り出して、別のビーカーに移した。この溶液を溶液 A とする。溶液 A を温めて、その温度を 30℃とした。30℃とした溶液 A の質量パーセント濃度〔%〕を有効数字3桁で答えなさい。

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 日

志願学部	試 験 時 間	ページ数
歯 学 部	13 : 00～14 : 20 (80 分)	16 ページ

——このページは白紙——

——このページは白紙——

解答に字数の指定がある場合には、字数には句読点、数字、アルファベット、および記号も1字として数えよ。

1

ヒトの血糖値はホルモンや自律神経系の働きによりほぼ一定の値に保たれている。図1は、ヒトの血糖値の調節しくみを図示したものであり、図中の(ア)～(エ)は器官または組織を示している。以下の問に答えよ。

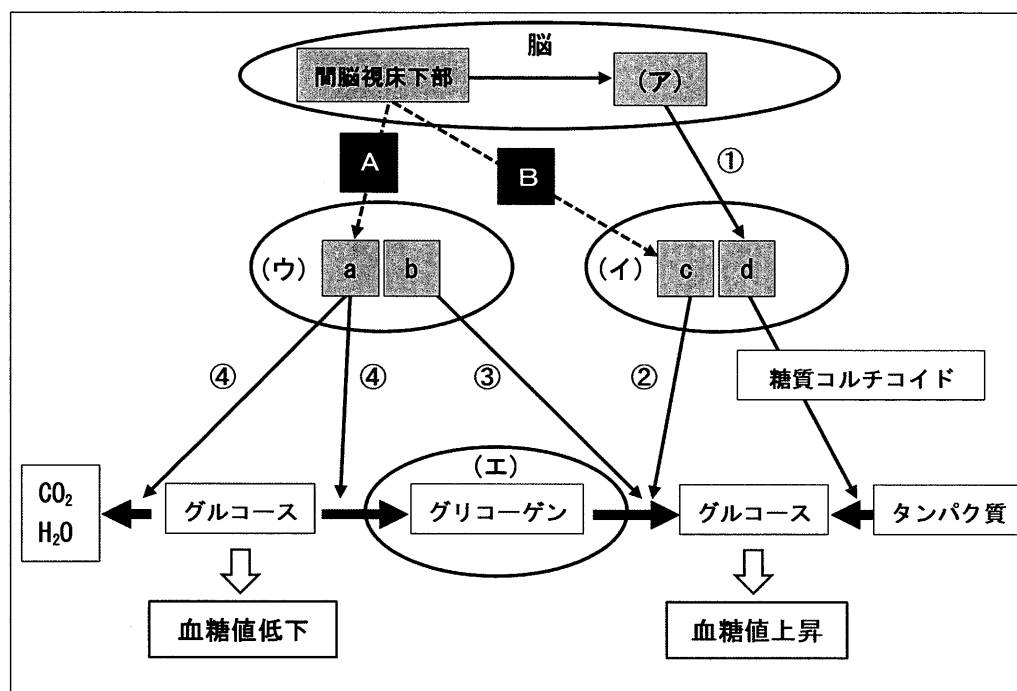


図1

問1 図1中の点線A，点線Bは神経を示している。それぞれの神経の名称とそれらの神経伝達物質名を記せ。

問2 図1中の(ア)，(イ)，(ウ)，(エ)の名称を記せ。

問3 図1中のa，b，c，dは，図中の(イ)と(ウ)の器官に存在する細胞名または組織名を示している。a，bには細胞名をc，dには組織名を記せ。

- 問 4 ①, ②, ③, ④は血糖値の上昇や低下に関与するホルモンである。それぞれの名称を記せ。
- 問 5 ②のホルモンによる血糖値上昇と糖質コルチコイドによる血糖値上昇のしくみの違いについて, 図 1 を参考に 70 字以内で説明せよ。
- 問 6 ホルモン④を器官(エ)の細胞に作用させると, あるタンパク質が細胞膜に多く存在するようになる。このタンパク質のはたらきはどのようなものであると考えられるか。20 字以内で記せ。
- 問 7 糖尿病のヒトにホルモン④を注射すると症状が改善したが, ホルモン④を飲ませて効果がなかった。その理由について記せ。
- 問 8 血液中の血糖は厳密に一定範囲の量に保たれている。この現象を示す用語を記せ。
- 問 9 数多くのホルモンが血液中に放出されて全身に運ばれるが, それぞれのホルモンは特定の器官の特定の細胞にのみ作用する。その理由を記せ。

2 次の〔Ⅰ〕，〔Ⅱ〕，〔Ⅲ〕の文章を読み，以下の問に答えよ。

〔Ⅰ〕

メンデルと同時期に活躍した医師，ミーシャーは，核と細胞質に含まれるタンパク質について研究しているとき，①患者の膿^{うみ}からリン酸を多量にもつ高分子酸性物質を発見し，ヌクレイン（核酸）と名付けた。この物質は，タンパク質とは明らかに異なる物質であった（1869 年）。

遺伝子は核酸か，あるいはタンパク質か。この疑問に答えるためには，遺伝子の候補となる物質を実験生物に与え，その生物の遺伝的な性質の変化を検出できるような新しい実験系が必要であり，このような実験系として微生物が用いられた。

肺炎を引き起こす肺炎双球菌（肺炎連鎖球菌）には S 型菌と R 型菌がある。多糖類の鞘をもつ S 型菌をマウスに注射するとマウスは肺炎を発病して死んだが，S 型菌を加熱殺菌して注射した場合は発病しなかった。R 型菌は発病しなかった。グリフィスは 1928 年に R 型菌と加熱殺菌した S 型菌を混ぜてマウスに接種すると，マウスは肺炎を起こし死亡した。マウスの体内より S 型菌が分離されることをはじめて見出し，R 型菌が S 型菌に変わるという意味で形質転換と名付けた。ドーソンらは，1931 年に，マウスの代わりに②寒天培地でも同様の現象が起こることを明らかにした。

1944 年に，エイブリーらは③S 型菌の抽出物を 4 等分し，それぞれにタンパク質，RNA，DNA または多糖類を特異的に分解する酵素を加え，どの酵素を入れた場合に形質転換が起らなくなるか調べる実験を行った。遺伝子の本体についての重要な実験であったが，当時は，遺伝子に関する研究の中心はタンパク質であり，エイブリーらの研究は重視されなかった。

遺伝子の本体については，ハーシーとチェイスの実験によって終止符がうたれた（1952 年）。彼らは，大腸菌に感染して増えるバクテリオファージ（T₂ ファージ）に着目した。T₂ ファージは頭部に DNA があり，頭部の殻と尾部はタンパク質からできている。彼らは，T₂ ファージの DNA とタンパク質に別々の目印をつけ，どちらが T₂ ファージの増殖に関係しているかを調べた。

ハーシーとチェイスの実験の概略は次のようになる。

- [実験 1] T₂ ファージを放射性同位体である ³⁵S で標識した。
- [実験 2] T₂ ファージを放射性同位体である ³²P で標識した。
- [実験 3] 実験 1 の ³⁵S で標識した T₂ ファージを大腸菌浮遊液とまぜ、5 分後に混合液を遠心分離して大腸菌を沈殿させ、この沈殿物を培養液に再び浮遊させ、④激しくかくはんして大腸菌の付着物を振り落とした後、浮遊液を遠心分離し、沈殿物と上澄み液とに分けそれぞれの放射能を測定した。
- [実験 4] 実験 2 の ³²P で標識した T₂ ファージをもちいて、実験 3 と同様な操作を行った。その結果、放射能は沈殿物で大きかったが、⑤上澄み液中ではわずかであった。
- [実験 5] 実験 3 と実験 4 の沈殿物それぞれ別々に培養液に浮遊させ培養したところ、T₂ ファージの増殖が両方に認められたが、T₂ ファージに放射能が検出されたのは実験 4 の沈殿物の培養浮遊液だけであった。

問 1 下線部①の核酸は膿に含まれていた「血球」に由来していた。その「血球」は何か記せ。また、その理由を記せ。

問 2 下線部②にあるように、R 型生菌と S 型死菌を混ぜて寒天培地で培養するとどのような結果になるか、次のア～オの中から選び記号で記せ。

- ア. R 型菌のみ増殖する。
- イ. S 型菌のみ増殖する。
- ウ. 多数の R 型菌の中に S 型菌が出現する。
- エ. S 型菌の毒素によって R 型菌が死滅する。
- オ. R 型と S 型の間間的な菌が出現する。

問 3 下線部③の実験では、どのような実験結果が予想されるか。30 字以内で記せ。

問 4 下線部④について、振り落とす目的の付着物は何か記せ。

問 5 下線部⑤について放射能がわずかに認められたのは何によると考えられるか記せ。

問 6 ハーシーとチェイスの実験で ^{32}P を使用する目的を記せ。

問 7 [実験 1]～[実験 5]から、なぜ遺伝子の本体がタンパク質ではなく DNA だと考えられるのか、その理由を記せ。

[Ⅱ]

①DNA は遺伝情報を担う物質であり、遺伝情報を親から子へ伝えるため、正確に複製される必要がある。DNA はヌクレオチドが鎖状に連なった構造からなり、2本のヌクレオチド鎖が互いに逆方向に並列して結合し、2本鎖のらせん構造を形成している。DNAの複製はそれぞれヌクレオチド鎖を鋳型として相補鎖を合成する②半保存的複製というしくみで行われる。

DNAの遺伝情報はDNAから転写によって mRNA へ、mRNA から翻訳によってタンパク質に伝達されることによって発現する。タンパク質への翻訳は、mRNA にリボソームが結合し、③tRNAによって運ばれてきたアミノ酸を mRNA の情報に従って順番に結合することで行われる。

翻訳されたタンパク質は適切に折りたたまれ、④立体的な構造をとることで、化学反応を触媒する酵素などとして固有の機能を発揮することができる。

問1 細胞中のすべての遺伝情報をゲノムと表現することがある。例えば、1つの精子には1ゲノム含まれていることになり、ヒトの1ゲノムは約 3.0×10^9 塩基対を含んでいる。DNAのA, C, G, Tの塩基の分子量をそれぞれ300, 270, 310, 290とし、ヒトゲノムDNAにAが30%含まれていたとすると、1ゲノム相当のDNAの分子量はいくらになるか有効数字2桁で答えよ。

問2 下線部②によって複製されたDNAは細胞分裂によって娘細胞へと受け継がれる。ヒトの培養細胞を8回細胞分裂させたあとの細胞集団において、元の細胞の第5染色体のDNAを含む細胞は最大で全体の何%となるか、有効数字3桁で答えよ。

問3 下線部③について、tRNAはmRNAの遺伝情報をどのように識別し、タンパク質のアミノ酸配列情報へと翻訳しているか説明せよ。

問4 図2はある遺伝子のmRNAの開始コドンを含む領域の塩基配列を示し

たものである。コドン表を利用し，mRNA から翻訳されるタンパク質の最初から5 番目までのアミノ酸を順に示せ。

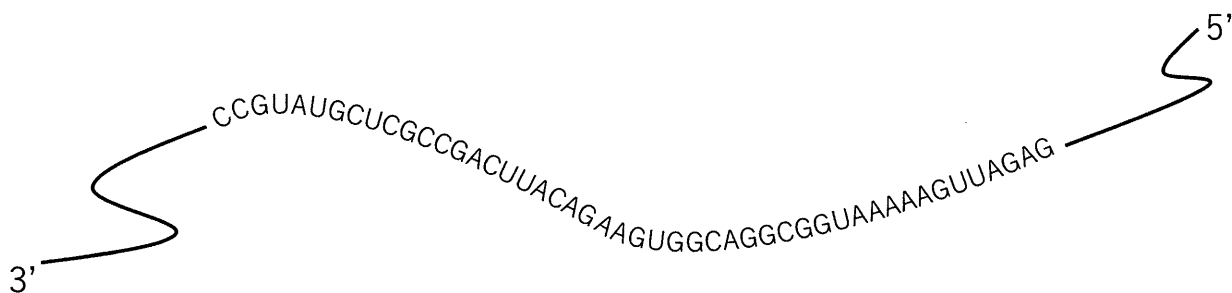


図 2

		コドンの2番目の塩基									
		U		C		A		G			
コドンの1番目の塩基	U	UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U	コドンの3番目の塩基
		UUC		UCC		UAC		UGC		C	
		UUA	ロイシン	UCA		UAA	終止コドン	UGA	終止コドン	A	
		UUG		UCG		UAG		UGG		G	
	C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U	
		CUC		CCC		CAC		CGC		C	
		CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA		A	
		CUG		CCG		CAG		CGG		G	
	A	AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U	
		AUC		ACC		AAC		AGC		C	
		AUA		ACA		AAA	リシン	AGA	アルギニン	A	
		AUG	メチオニン (開始コドン)	ACG		AAG		AGG		G	
	G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U	
		GUC		GCC		GAC		GGC		C	
		GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA		A	
		GUG		GCG		GAG		GGG		G	

コドン表

問 5 下線部④について，タンパク質の二次構造の名称を一つあげ，その構造と構造形成に関わる結合について説明せよ。

[Ⅲ]

トマトの遺伝子 A を大腸菌で発現させて遺伝子 A 由来のタンパク質を大量に合成させる実験計画を以下の通りに立てた。

- ① トマトの葉から RNA を抽出する。
- ② 抽出した RNA から逆転写反応によって cDNA^{注1)} を合成する。
- ③ cDNA を鋳型に使い、PCR 法によって A 遺伝子の全長配列（開始コドンから終止コドンまで）を増幅する。この際に後でプラスミド（ベクター）^{注2)} に PCR 産物を組込むため、プライマーに制限酵素の認識配列（制限酵素によって切断される配列）を付加し、DNA 断片の両端のみが制限酵素で切断されるように設計する。PCR 法の反応条件は以下の通りで行う。

ステップ 1: 95℃ 10 秒

ステップ 2: 55℃ 20 秒

ステップ 3: 72℃ 1 分

ステップ 1～3 のサイクルを 30 回繰り返す

- ④ 制限酵素によって PCR 産物を切断する。
- ⑤ PCR 産物を切断したものと同一制限酵素でベクターを切断する。
- ⑥ DNA リガーゼにより④で調製した DNA 断片を⑤で調製したベクターに結合させる。
- ⑦ ⑥で反応させた DNA を大腸菌に形質転換し、抗生物質（アンピシリン）入りの培地で培養する。
- ⑧ 遺伝子 A が正しく組込まれたプラスミドをもつ大腸菌を選抜する。
- ⑨ 選抜した大腸菌を培養し、遺伝子 A の発現を誘導する。
- ⑩ 大腸菌からタンパク質を抽出し、電気泳動により分子量から目的タンパク質が合成されていることを確認する。

注1) mRNA をもとに、相補的な塩基配列をもつ DNA を試験管内で合成したもの。

注2) 大腸菌でのタンパク質発現用に設計されたもの。アンピシリン耐性遺伝

子を含む。

問 1. PCR 法の各ステップで起こることを，それぞれ 15 字以内で記せ。

ア. ステップ 1: 95℃ 10 秒

イ. ステップ 2: 55℃ 20 秒

ウ. ステップ 3: 72℃ 1 分

問 2. 下線部について，制限酵素の認識配列を付加するのはプライマーの 3' 端側か 5' 端側か答えよ。

問 3. ⑦で抗生物質入りの培地で培養する理由を 30 字以内で説明せよ。

問 4. A 遺伝子を PCR で増幅する際に鋳型としてゲノム DNA を用いると，PCR 産物は cDNA を鋳型にした場合よりも長かったが，大腸菌で発現したタンパク質は全長タンパク質よりも短く，不完全なものになってしまった。この理由を 55 字以内で説明せよ。

3

炭水化物、脂肪、タンパク質の分解に関する文章を読み、以下の問に答えよ。ただし、原子量はC=12、O=16、H=1として計算すること。

炭水化物、脂肪、タンパク質にはエネルギーが蓄えられており、これらが呼吸で分解されるときに放出されるエネルギーを利用してATPを合成する。図3は、①生体内での化学反応で、炭水化物、脂肪、タンパク質の分解過程を示したものである。

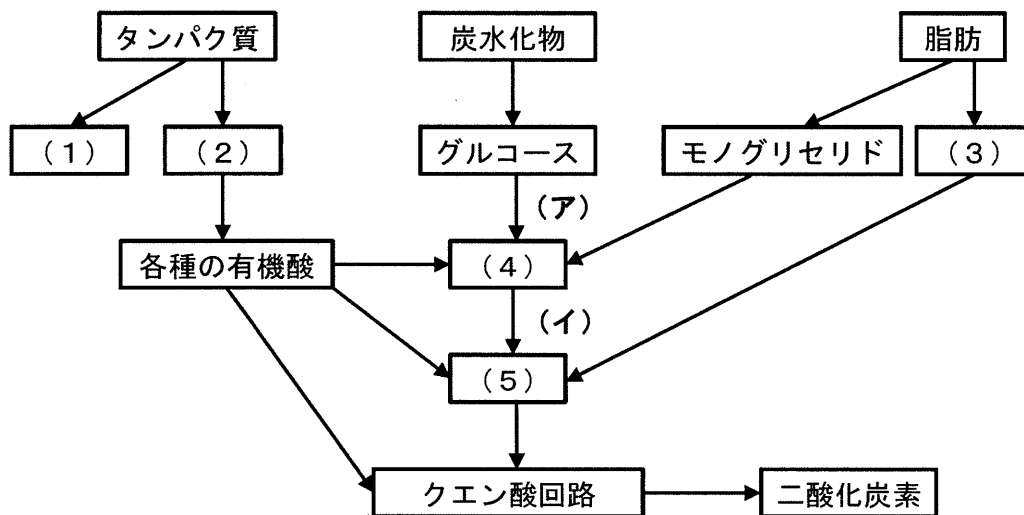


図3

問1 図中の(1)～(5)に入る最も適当な語句を記せ。

問2 下線部①にあるような生体内での化学反応全体を何というか記せ。また、これには異化と同化がある。これらについて簡潔に説明せよ。さらに、同化の代表例を1つ記せ。

問3 呼吸によりグルコースが異化された場合の反応式を記せ。

問4 グルコースは、十分な酸素の存在下で図のようにクエン酸回路を経て二酸化炭素が生じる。この条件下でグルコース 100 g から二酸化炭素

は何 g 生じるか求めよ。小数点第 1 位を四捨五入して記せ。

問 5 図中の (ア), (イ) の反応は細胞内のどこで行われているか記せ。

問 6 グルコース 1 mol を, 燃焼により完全に酸化・分解すると, 光と熱が発生しエネルギーが 2870 kJ 減少する。一方、呼吸によりグルコースが異化されると, 1711 kJ のエネルギーが熱として減少し, 残りのエネルギーは ATP の合成に用いられる。

そこで, 1 mol のグルコースから最大量の ATP が合成されたとして, 呼吸ではグルコースの持つエネルギーのうち何%が ATP に移し替えられるか。また, 1 mol の ATP が持つエネルギーは何 kJ であるか記せ。小数点第 2 位を四捨五入し記せ。

問 7 図 4 は, ATP の構造を模式的に示したものである。(ウ) ~ (カ) に該当する物質名は何か記せ。(カ) は糖を示している。また, (エ) どのような結合を何というか記せ。

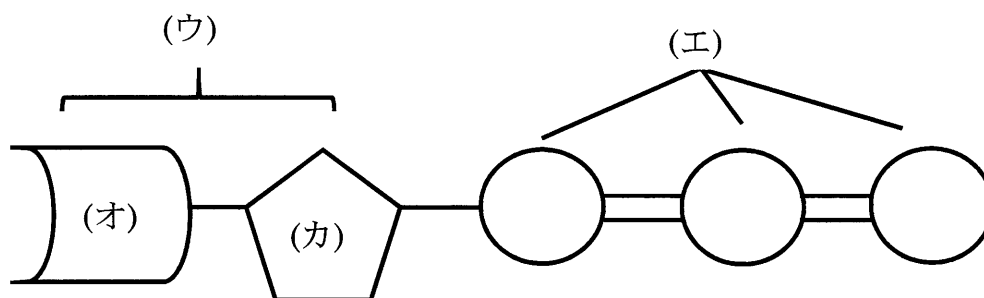


図 4

問 8 ATP が「エネルギーの通貨」とよばれる理由は何か。50 字以内で記せ。

問 9 図中の (1) は, 細胞にとって有害な物質である。ヒトなどの哺乳類では, 比較的毒性の少ない物質に変えられ体外に排出される。このはたらきを行っている器官は何か記せ。また, 比較的毒性の少ない物質名

を記すとともその物質が生成される反応式を記せ。

問 10 脂肪の一種である $\text{C}_x\text{H}_{110}\text{O}_6$ が呼吸で完全に酸化分解されたとき、呼吸商は 0.70 であった。この脂肪の炭素数 x を求め、小数点以下を切り捨て整数で記せ。

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 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に答えなさい。

After her university closed in March, Jeannine Randall sat down to adapt her research plan for a pandemic. Her project to monitor tree swallows through the spring and summer with a team of three scientists would now require travelling to the nesting sites in separate vehicles, using individual work kits, staying 2 meters apart and, of course, disinfection regularly. When she realized hand disinfectant was in short supply, she made her own batch using ethanol from her lab. Now, as the university resumes some services, she is putting the plan into action: counting eggs, waiting for hatchlings and watching the birds from dawn to sunset.

(1) “I think scientists are very well placed in some ways to come up with a procedure that makes sense and then follow it,” says Randall, an avian ecologist at the University of Northern British Columbia in Prince George, Canada.

In Italy, which was hit particularly hard early in the global pandemic, nearly 30% of roughly 90 respondents to the Nature poll said that they had returned to work, and another 18% reported having worked throughout lockdowns. Cell biologist Paolo Bernardi went into the University of Padua nearly every working day to manage a staff and teach his pathophysiology class over Zoom. His lab is at about 50% capacity. University guidelines for resuming work, in effect since 26 April, require distances of 1 metre between people in brief contact, or 2 metres for those in the same room for more than 15 minutes; masks are to be worn at all times and gloves are compulsory in the lab. Capacity is limited to three people to a room, conference rooms are closed and meetings must still take place through calls or video conference. Bernardi is comfortable with the (2) university’s balance of safety and flexibility. At the University of Groningen in the Netherlands, researchers have been asked to avoid working with hazardous chemicals when they can, to minimize the risk of spills that would require medical attention, says Jana Volaric, a synthetic organic chemist. But for her, the biggest impact is the decreased conference schedule. She had hoped to be networking in anticipation of being on the job market next year, and she says that meaningful interactions are harder to come by at online conferences.

(3) “This is the most disappointing part.”

Organic chemist Kirsty Anderson lost about four weeks of work when the University

of Auckland in New Zealand closed down along with the rest of the country. It reopened partially a few weeks ago, and instituted many of the restrictions seen in Europe. But it also required people who entered the building to mark their time of entry and location on time sheets, and maintain a distance of 2 metres between people at all times. With lift access restricted to one person at a time at first, she often climbed the seven flights of stairs to get to the lab. With more services opening in mid- May, the check-in database is now online.

She and her colleagues are taking odd- and even-hour rotations at their office desks to meet the university's spacing requirements. Shared instruments such as the nuclear magnetic resonance and mass-spectroscopy tools are run by designated operators to minimize contact — Anderson hands over samples, wiped before drop-off, and sends codes and instructions through a shared document. Winston Byblow, a neuroscientist at the University of Auckland who studies motor function after strokes, says ⁽⁴⁾ the government and university are united in their safety messaging and pandemic response. “Everyone is singing from the same song sheet,” he says.

(Republished with permission of Springer NatureBV, from Return to the lab: scientists face shiftwork, masks and distancing as coronavirus lockdowns ease, Nidhi Subbaraman, Volume 582, 2020; permission conveyed through CopyrightClearance Center, Inc. “一部改変”)

問1 下線部(1)を日本語に訳しなさい。

問2 下線部(2)で safety と flexibility が何を指すのか、具体例を用いながらそれぞれ 40 字程度（句読点を含む）で述べなさい。

問3 Jana Volaric 氏はなぜ下線部(3)のように発言したのか、述べなさい。

問4 下線部(4)のようになるにはどのような取り組みが必要か、本文を読んで 140 字程度（句読点を含む）でまとめなさい。

2 次の英文を読んで以下の問に答えなさい。

In recent years the notion has been growing that alternatives may be needed for (1) conventional meat production through livestock raised on a farm. This is generally based on concerns about sustainability, environmental burden and animal welfare. These concerns have grown due to further intensification of livestock herding and slaughtering, and on the other hand a predicted rapid increase in global meat consumption.

There are at least (2) three motivations to intensify the exploration of production alternatives to livestock meat production.

Due to an expanding world population and to increasing meat consumption in developing economies, it is predicted that meat consumption will double in the coming forty years. Although these predictions are associated with considerable uncertainty, the sheer magnitude of this alleged increase supports the assumption that demand will increase appreciably. At the same time it appears - also with margins of error - that the capacity of conventional meat production is close to its maximum. As a result, meat will become scarce, therefore more expensive and eventually a luxury food. This may then serve to aggravate the already unequal global distribution of food. Alternatively, many other techniques are being investigated to improve the efficiency of the entire supply chain of foods, such as decreasing post-harvest losses. In addition to these, efficient production of food and meat in particular will have a great impact.

Livestock meat production accounts for a considerable portion of greenhouse gas emission, land usage, water and energy consumption. Of the three major greenhouse gases specifically carbon dioxide, methane and nitrous oxide, the contribution of livestock to their total emission is 9%, 39% and 65% respectively. It has been noted that these numbers vary greatly per country and continent, depending on many factors, including the presence or absence of collateral damage by deforestation. It is clear however, that major improvements can be made in the environmental impact of meat production, either through conventional or other technologies. In a preliminary life cycle analysis Tuomisto and de Mattos (2011), calculated for instance that *in vitro* production of meat when using for instance cyanobacteria-produced

biomass as a nutrient source might reduce energy consumption and land usage by 99%, water usage by 90% and energy consumption by 40%. If realized, these reductions lead to a large reduction in greenhouse gas emission.

Another motivation for livestock alternatives is the concern about animal welfare. Public debate on animal welfare surfaces on a regular basis. Non-vegetarians decrease consumption of meat proportional with exposure to awareness campaigns of animal welfare through public media. The effects were rather small and pertained mostly to poultry and pork, not to beef, but at the same time the number of publications on animal welfare issues in livestock meat production rose gradually during the 1982–2008 observation period. Thus, public concern about animal welfare may affect consumer behavior thereby forcing the meat industry to continuously evaluate its practices in view of that concern.

One of the many alternatives under investigation is culturing meat based on stem cell technology. The idea of growing meat without livestock is not new. For instance, Winston Churchill in his book “Thoughts and adventures” (Churchill, 1932) wrote “.....⁽³⁾ Fifty years from now, we shall escape the absurdity of growing a whole chicken in order to eat the breast or wing, by growing these parts separately under a suitable liquid...”. Three technologies that have emerged over the last six decades make it possible to generate skeletal muscle and other mesenchymal tissues such as bone, cartilage, fat and fibrous tissue: stem cell isolation and identification, *ex vivo* cell culture, and tissue engineering. In fact, bio-artificial muscles (BAMs) produced from the skeletal muscle resident stem cells, a.k.a. satellite cell, have been generated for the last 15 years, mainly to serve as research tools or potential medical implants. These BAMs can already be regarded as a valuable source of animal proteins, but they are still far removed from an efficient and convincing meat mimic.

⁽⁴⁾ Similarity and efficiency are the two key requisites for a meat alternative to be accepted and industrialized. For a new meat substitute to be widely adopted, it needs to exactly mimic or even better, recreate conventional meat in all of its physical sensations, such as visual appearance, smell, texture and of course, taste. If such a product can be created, it will deserve the name “meat”, without any pejorative adjectives. Of these challenges, taste is arguably the

most difficult, especially since the more than 1000 water soluble and fat derived components may make up the species and perhaps strain specific taste of meat. A high efficiency, bioconversion rate, is the basis for a sustainable product that will be able to improve on the carbon footprint of livestock meat production and as a consequence will require less water, land and energy input per kg of meat. The low bioconversion rate of pigs and cattle of approximately 15% offers a wide margin for improvement. Nevertheless, the challenge to design an *in vitro* production process that is much more efficient will be formidable.

(Reprinted from *Meat Science*, Vol .92, Mark J.Post, Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects, Pages No.297-301, Copyright 2012, with permission from Elsevier. 一部改変)

- 問 1 下線部 (1) は何を指すのか, 20 字以内 (句読点を含む) で説明しなさい。
- 問 2 下線部 (2) は何を指すのか, 本文中に述べられている 3 点についてそれぞれ 40 字程度 (句読点を含む) で説明しなさい。
- 問 3 下線部 (3) を日本語に訳しなさい。
- 問 4 下線部 (4) で示されている similarity と efficiency は何を指すのか, 具体的な特徴をそれぞれ 40 字程度 (句読点を含む) で説明しなさい。

-----このページは白紙-----

3 次の英文を読んで以下の問に答えなさい。

Fathers play a crucial role in their children's socio-emotional and cognitive development. A reasonable intermediate *phenotype underlying this association is father's impact on infant brain. However, research on the association between father's caregiving and child brain biology is scarce, particularly during infancy. Thus, we used *magnetic resonance imaging (MRI) to investigate the relationship between observed father–infant interactions, specifically father's sensitivity, and regional brain volumes in a community sample of 3-to-6-month-old infants. We controlled for mother's sensitivity and examined the moderating role of infant communication on this relationship. MRI were acquired from infants during natural sleep. Higher levels of father's sensitivity were associated with smaller *cerebellar volumes in infants with high communication levels. In contrast, father's sensitivity was not associated with *subcortical grey matter volumes in the whole sample, and this was similar in infants with both high and low communication levels. This preliminary study provides the first evidence for an association between father-child interactions and variation in infant brain anatomy.

Overall, it is important to emphasize that our preliminary findings are correlational and do not indicate a causative link between early father's caregiving and infant brain volumes. Hence, (1) important associations remain unexplored. First, given the bidirectional associations between child temperament and parenting, it remains unknown whether an infant with a smaller cerebellum volume elicits more positive parenting from their father or vice versa. Second, we did not have repeated measures of brain volume; hence, it is unknown whether the directions of the relationships reported are dependent on developmental stage. Third, considering the cerebellum's sexually different developmental *trajectory, sex differences in the association between father's caregiving and cerebellar volumes also require investigation. Fourth, fathers play a unique and distinctive role in their children's lives and both the quality and amount of involvement fathers have with their children can influence development. Thus, in addition to the quality of care, the amount of contact the parent has with his/her child during *the postpartum period is another avenue for future research when linking father's caregiving to the

offspring brain.

Different aspects of father involvement could influence child development in different ways. Additionally, other features of father-child interactions such as, reflective capacity and empathy require future consideration. Father's *psychopathology and attachment history may also be important considerations as they are linked to early interactions and child psychosocial outcomes. Finally, father's stress may affect the brain development of his offspring, at least in part, by *epigenetic factors that are inherited via the sperm. Taken together, the field has quite some way to go and ⁽²⁾ further long term and larger-scale research is therefore, required to examine several of these possibilities, which our work cannot address.

(Adapted from "Father-infant interactions and infant regional brain volumes : A cross-sectional MRI study" by Elsevier, Under a Creative Commons license. 一部改変)

*phenotype : 表現型

* magnetic resonance imaging (MRI) : 磁気共鳴映像法 (強い磁気と微弱な電波によって体内などの様子を映像化する方法)

*cerebellar volumes : 小脳容量

*subcortical grey matter volumes : 皮質下灰白質容量

*trajectory : 曲線

*the postpartum period : 出産後の時期

*psychopathology : 精神病理学

*epigenetic：後成的な遺伝子機能変化

- 問 1 筆者たちは、MRI（磁気共鳴映像法）を用いて、研究として何を明らかにしようとしたのか、40 字程度（句読点を含む）で述べなさい。
- 問 2 下線部 (1) で示している、まだ解明されていないことは何か、本文中から 4 点簡潔に述べなさい。
- 問 3 下線部 (2) で示している、筆者たちの研究で扱うことができなかった、子どもの脳の発達に影響する可能性がある父親側の要因について、本文中から 3 点あげなさい。

令和3年度（2021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。

The growing increase of the world population has led *FAO to take into account new food sources that are able to “feed” the planet and are able to be more sustainable in terms of water and soil exploitation and of pollution. Based on these assumptions, insects seem to be a possible alternative. However, this practice has not been discovered recently, in fact the testimonies on *entomophagy date back very far and there are still a lot of countries where the main meal is represented by insects. The introduction of insects as a new food on our table has certainly come to a cultural historical moment in which food culture traditions have long been overcome with the arrival of globalization, with the spread of dishes, such as sushi or kebab, until *IARC's statement that the meat preserved or cooked in certain ways can be *carcinogenic. In fact, during the year 2015, the decision by the IARC to include red meat and processed red meat respectively in group 1 and 1 A of carcinogenic substances for humans, resulted in a collapse not only of the food market, but also of consumer confidence. Above all, in Italy, A) this statement has put into question the myth of the Mediterranean diet, which has always been one of the most complete and healthy diets in the world, where meat plays a very important role. Obviously, this innovation has led to search for new food solutions that could be equally nutritious. If the Western world is able to overcome its taboos, entomophagy may be a source of revenue both in economic and environmental terms, which should not be underestimated. However, it is necessary to break down the cultural wall so that entomophagy can reach our dishes, but with the right reasons and the right explanations this could be possible.

The motivations that have led the Western world to seek new sources of sustainability both for the Western and the developing countries are many: the most important is perhaps the growing increase in the number of inhabitants of our planet and consequently, the steady increase in the search for food that can at least meet the entire world population in terms of survival; this is the reason behind B) the other reasons, since the intensive increase in agriculture and livestock has led to an increasing increase in pollution, greenhouse effect, of the soil exploitation, of energy and of water thus further worsening the present conditions of the earth. For these reasons, the search for new, more environmentally friendly sources has become necessary not only in countries where food is not always enough for the entire population, but also in the industrialized world. In this way insects are a possible alternative to not underestimate and study to try to figure out how to make the most of their potential. The positive aspects of insects can be summarized as follows: They are a great source of protein; They transform the *substrate from organic waste into high quality proteins; They require much less water and much less soil to be bred; They produce much less greenhouse gases than conventional cattle; They have high *nutritional conversion efficiency. In addition, insects could also be a possible alternative to traditional feed used to date for animal consumption. However, it is extremely important to define the *hygiene of these foods both in terms of food safety and nutritional value, in order to evaluate the possibility of their consumption and their marketing.

The great interest in insects is due primarily to their great nutritional properties, in fact insects have been a highly-nourished source of nutrition that obviously can vary depending on the substrate from which they feed, the species and the stage of transformation and how to cook. Caloric content was estimated around 293–762 kilocalories per 100 g of dry matter. Also the protein content is very

high at about 7–48 g/100 g of weight in fresh insects. Also, they are very rich in fat. Insects are also rich in mineral salts and vitamins. Given this assumption, it is of supreme importance to consider not only the positive aspects that insects can make, both to our supply and to the sustainability of the environment, but also to the dangers that can result from human insect consumption. It is therefore necessary to effectively verify how safe and healthy they are, in order to avoid any possible risks that may lead to illnesses, *toxoinfections, and food-borne infections for the consumer.

In addition, the insect breeding methods and the subsequent stages of killing, preparation, preservation and packaging that precede consumption are also important, in order to avoid the risk of cross contamination or of poor conservation methods of the product that could expose the farmer to dangers of infection while carrying out his work. It is considered that there are the possible microbiological, chemical and physical risks arising from the consumption of eatable insects and any allergies that can cause to the consumer, although to date the data on () (ア) () (イ) () (ウ) () insects hygienically safe are not many.

(Reprinted from Encyclopedia of Food Security and Sustainability, Monica Gallo, Pages 294-299, 2019, with permission from Elsevier. 一部改変)

注

FAO (Food and Agriculture Organization) : 国際連合食料農業機関

entomophagy : 昆虫食

IARC (International Agency for Research on Cancer) : 国際がん研究機関

carcinogenic : 発がん性

substrate : 基質

nutritional : 栄養上の

hygiene : 衛生

toxoinfections : 毒感染症

- 問1 下線部 A) を, 「this statement」が指す内容がわかるように和訳しなさい.
- 問2 下線部 B) の「the other reasons」が指す内容を日本語で説明しなさい.
- 問3 本文中に述べられている, 食用昆虫の6つの良い面について, それぞれ簡潔に日本語で説明しなさい.
- 問4 下線部 C) を和訳しなさい.
- 問5 下線部 D) 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.
- ① that / ② from / ③ concerning / ④ may / ⑤ of contamination / ⑥ the risks /
⑦ arise
- 問6 本文中に述べられた, 昆虫食の有効性あるいは危険性についてどちらかを例に挙げながら, 昆虫食の是非についてあなたの考えを述べなさい (日本語 300 字以内, 句読点を含む).

令和3年度（2021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、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 】

関数 $f(x)$ は x の 3 次関数であり，その増減表は次のとおりである．ただし， A, B は実数であり， $A < B$ とする．以下の問に答えよ．

x	0	...	$\frac{2}{3}$	...	1
$f'(x)$	0	—	0	+	
$f(x)$	B	↘	A	↗	B

問 1 (a) $F(x)$ を x の 1 次式とすると， $f(x) = x(x-1)F(x) + B$ と表せることを示せ．

(b) $f(x)$ を求めよ．

問 2 p を正の実数とし， $G(x) = \frac{f(x) - f(p)}{x - p}$ とする．以下の問に答えよ．

(a) $p = \frac{2}{3}$ のとき， $p < x \leq 1$ であるすべての x について $G(x) \leq G(1)$ であることを示せ．

(b) $p < x \leq \frac{2}{3}$ であるすべての x について $G(x) \leq G\left(\frac{2}{3}\right)$ となる p の最小値を求めよ．

【 問題Ⅱ 】

xy 平面上の零ベクトルではない2つのベクトル $\vec{a} = (a_1, a_2)$, $\vec{b} = (b_1, b_2)$ について、次の 1), 2), 3) の条件を考える.

- 1) $x\vec{a} + y\vec{b} = \vec{0}$ を満たす実数 x, y は、 $x = y = 0$ 以外にはない.
- 2) $a_1b_2 - a_2b_1 \neq 0$ である.
- 3) $\vec{a} \cdot \vec{c} = 0$ かつ $\vec{b} \cdot \vec{c} \neq 0$ を満たすベクトル \vec{c} が存在する.

ここで、 $\vec{c} \neq \vec{0}$ であり、 $\vec{a} \cdot \vec{c}$, $\vec{b} \cdot \vec{c}$ は内積を表すとして、以下の問に答えよ.

問1 ベクトル \vec{a} と \vec{b} が平行ではない場合、条件 2) の関係式が成り立つことを示せ.

問2 条件 1) が成り立つとき、条件 2) が成り立つことを対偶を用いて証明したい. 以下の問に答えよ.

(a) $a_1b_2 - a_2b_1 = 0$ かつ $a_1a_2 \neq 0$ の場合について、条件 1) が成り立たないことを証明せよ. ただし、計算の過程で $\frac{b_1}{a_1} = \frac{b_2}{a_2} = t$ とおいてよい.

(b) $a_1b_2 - a_2b_1 = 0$ かつ $a_1a_2 = 0$ の場合について、条件 1) が成り立たないことを証明せよ.

問3 条件 2) が成り立つとき、条件 3) が成り立つことを証明せよ. ただし、 $\vec{c} = (c_1, c_2)$ として計算せよ.

令和3年度（2021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 】

断面が長方形の均質な長棒を水に浮かべる．図 1 および図 2 に示すように，長棒の重心 O を含む鉛直断面 $ABCD$ の頂点の一つに軽い糸をつけて鉛直上方に引く． AO の長さを L ， $\angle AOD$ の角度を θ （ただし， $\theta \neq 90^\circ$ ）とする．長棒の体積を V ，水の密度を ρ_0 ，重力加速度の大きさを g とするとき，以下の問に答えよ．

問 1 図 1 に示すように，頂点 A につけた糸を鉛直上方に引いたとき，棒の半分が水面下に沈み，その断面の対角線 BD が水面と一致する状態でつりあった．長棒の密度を ρ_1 ，長棒の浮力を F ，糸の張力を T とするとき，次の (a) から (e) に答えよ．

- (a) 鉛直方向の力のつりあいの式を T ， F ， V ， ρ_1 ， g を用いて表せ．
- (b) 長棒の浮力 F の式を V ， ρ_0 ， ρ_1 ， g のうち必要なものを用いて表せ．
- (c) (a) および (b) の結果を用いて張力 T を V ， ρ_0 ， ρ_1 ， g を用いて表せ．
- (d) 長棒の重心 O のまわりの力のモーメントがつりあうことを用いて， T を F で表せ．ここで，浮力は水面下の物体の重心に働くものとみなし，三角形の重心は辺の midpoint から向かい合う頂点に引いた直線の $1/3$ の位置にあるものとする．
- (e) 長棒の密度 ρ_1 を ρ_0 で表せ．

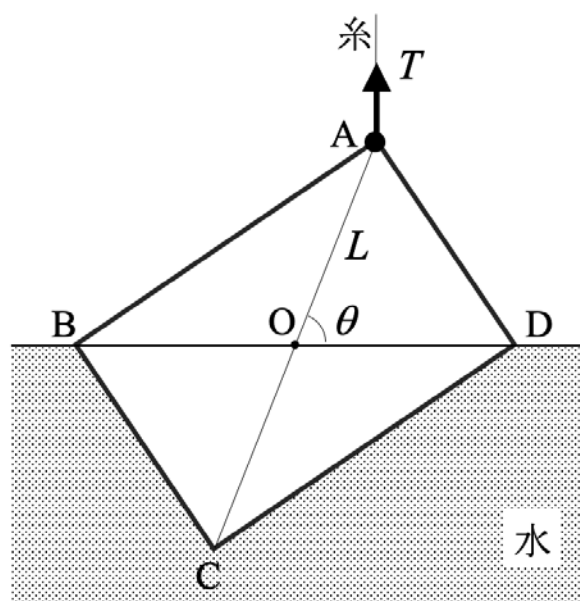


図 1

問2 問1と形状が同じで密度が異なる長棒を水に浮かせ、図2に示すように、軽い糸を頂点Dにつけて鉛直上方に引いたところ、長棒の断面の対角線BDが水面と一致する状態でつりあった。長棒の密度を ρ_2 、長棒の浮力を F' 、糸の張力を T' とすると、次の(a)、(b)に答えよ。

(a) 重心Oのまわりの力のモーメントがつりあう条件を式で示せ。

(b) 長棒の密度 ρ_2 を ρ_0 と θ を用いて表せ。

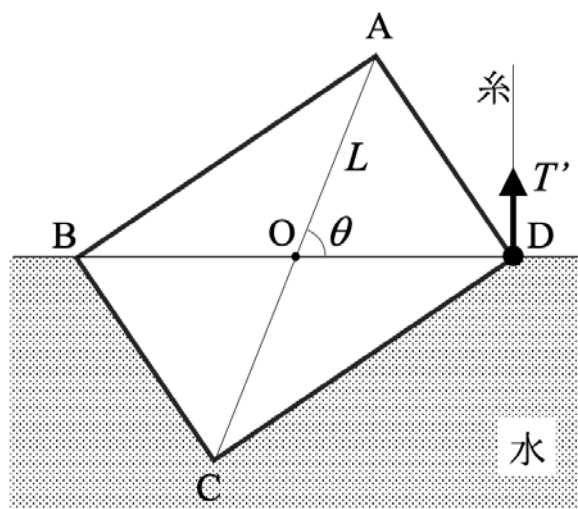


図2

【 問題 II 】

図 1 に示すように、理想気体により低温側の熱を高温側に排出するシステムを考える．低温側では気体が①温度 T_L で等温膨張しながら 1 モルあたり Q_L (> 0) の熱量を吸収し、その気体は②断熱圧縮され、高温側に送られる．高温側では、気体が③温度 T_H で等温圧縮されながら 1 モルあたり Q_H (< 0) の熱量を放出し、その後④断熱膨張して低温側に戻る．この排熱システムが図 2 の P - V 図に示すように気体の 4 つの状態 $a(V_a, T_H)$, $b(V_b, T_H)$, $c(V_c, T_L)$, $d(V_d, T_L)$ からなる熱サイクルで表せるとき、以下の問に答えよ．ただし、 P , V , T はそれぞれ圧力、体積、温度を表す．また、気体定数は R , 比熱比は γ であり、断熱変化においては、 $PV^\gamma = \text{一定}$ が成り立つものとする．

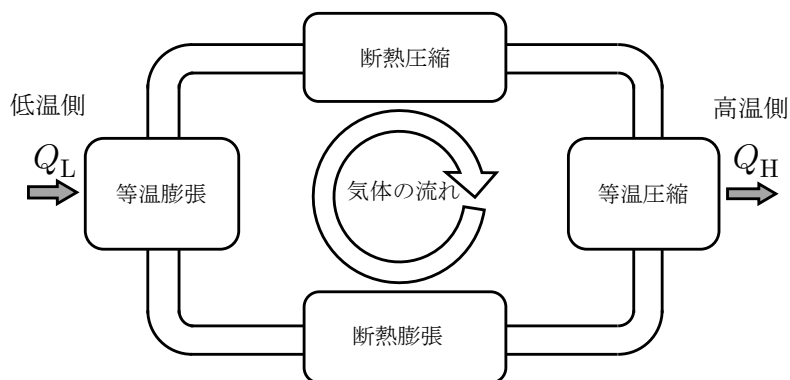


図 1

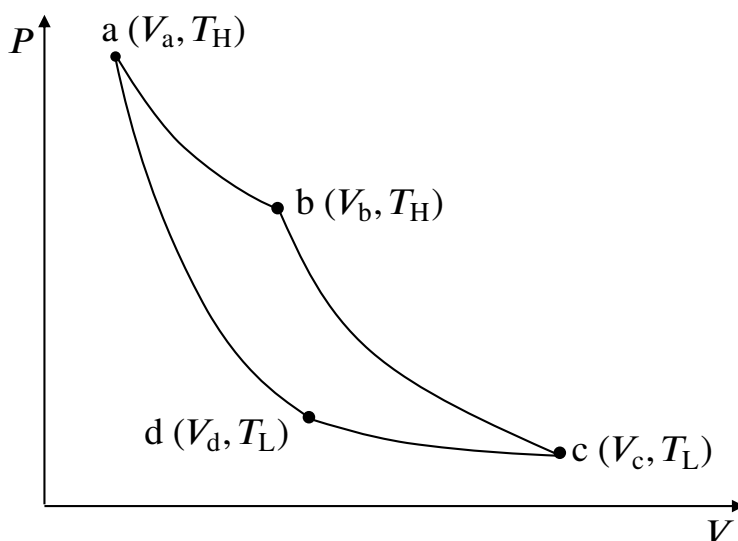


図 2

- 問 1 下線部①～④の状態変化は図 2 の熱サイクル中のどの変化になるか. 以下の 8 つの状態変化からそれぞれ選べ.
状態変化: $a \rightarrow b$, $b \rightarrow c$, $c \rightarrow d$, $d \rightarrow a$, $a \rightarrow d$, $d \rightarrow c$, $c \rightarrow b$, $b \rightarrow a$
- 問 2 比熱比 γ は定圧モル比熱 C_p と定積モル比熱 C_v を用いて $\gamma = C_p / C_v$ と定義される. このとき, 定積モル比熱 C_v を比熱比 γ と気体定数 R を用いて表せ.
- 問 3 断熱変化②によって気体がされる 1 モルあたりの仕事を求めよ.
- 問 4 1 サイクルの間で気体がする 1 モルあたりの正味の仕事を求めよ.
- 問 5 体積比 V_b / V_c を温度比 T_H / T_L を用いて表せ.
- 問 6 温度 T において体積が V_1 から V_2 まで等温変化する理想気体は, 1 モルあたり $Q = RT \log(V_2 / V_1)$ の熱量を吸収する. $Q_L / T_L = -Q_H / T_H$ となることを示せ.
- 問 7 低温側の吸熱量 Q_L と問 4 で求めた正味の仕事 W の比 Q_L / W を, 温度比 T_H / T_L を用いて表せ.

令和3年度（2021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。ただし、有効数字は2桁とする。

A) 二酸化炭素は赤外線を吸収し地表を暖める効果（温室効果）があり、地球温暖化の要因の一つと考えられている。そのため、地球温暖化を抑制する方法の一つとして、太陽光や水力、風力といった、再生可能であり、また二酸化炭素の排出が少ないエネルギー源を利用することが求められている。ただし、これら再生可能エネルギーは時間や季節によって変化することから、それから生み出される電気エネルギーを蓄電池（二次電池）に貯蔵し、必要な時に活用することも必要となる。

蓄電池として小型、軽量、高電圧であるリチウムイオン電池は、1991年に日本の企業が実用化に成功して以来、携帯電話、ノート型パソコン、電動化自動車などに幅広く用いられている。代表的なリチウムイオン電池は、（ア）極に LiCoO_2 、（イ）極に B) 黒鉛 を使用する（図1）。リチウムイオン電池の充電時には（ア）極の C) LiCoO_2 が、 Li^+ の脱離にともない CoO_2 に変化する。

（イ）極では D) Li^+ が黒鉛の層間に入り Li になる。電解液には炭酸ジメチルなどの有機溶媒に LiPF_6 などの塩を溶解したものを使用する。なお、リチウムは（ウ）金属であり、常温の水と激しく反応して水素と（エ）を生じるため、水との接触は避けなければならない。

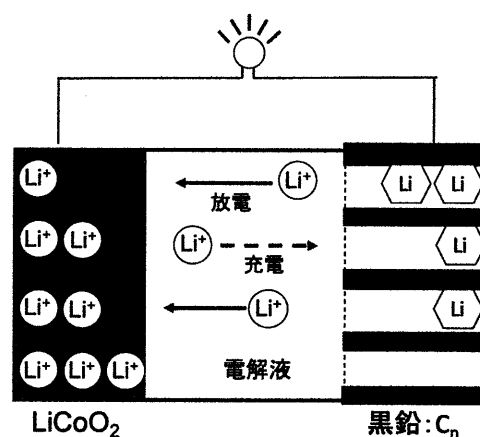


図1 リチウムイオン電池の概略図

問1 文中の空欄（ア）から（エ）に入るもっとも適切な語句もしくは化学式を書け。

問2 下線 A) に関連して、この物質を検出する方法として、石灰水に通気し白濁するか否か確認する方法がある。この反応式を書け。

問3 下線 A) に関連して、気体状態の二酸化炭素は実在気体であることから、理想気体と異なるふるまいをする。そのことに関する設問(a)および(b)に答えよ。

(a) $0.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.0 \times 10^7\text{ Pa}$ の 1.0 mol の二酸化炭素の体積 V_{CO_2} [L] を測定したところ、 $5.7 \times 10^{-2}\text{ L}$ であった。同じ温度、同じ圧力、同じ物質量の理想気体の体積を V_0 [L] であるとする、 V_{CO_2} の値は V_0 の値と同じではない。実在気体の体積について、理想気体からのずれは指標 $Z = V_{\text{CO}_2}/V_0$ で示される。気体定数 $R = 8.3 \times 10^3\text{ Pa} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ として V_0 を算出し Z を求めよ。また、 Z がその値となった理由を、分子間力という言葉を用いて説明せよ。

(b) 圧力 p を 1.0×10^7 Pa よりゼロに近づけていくと Z は次の式で表される.

$$\lim_{p \rightarrow 0} Z = (\text{オ}) \quad (1)$$

空欄 (オ) に当てはまる値を, 次の選択肢 1)~3) から選び, 数字で答えよ.

- 1) 0
- 2) 1
- 3) ∞

問 4 下線 B) の黒鉛について, その特徴を次の言葉すべてを用いて 50 字程度で説明せよ.

平面層状構造, 同素体, 電気, 熱

問 5 下線 C) に関連して, 以下の設問 (a) ~ (c) に答えよ.

(a) LiCoO_2 の Co の酸化数を答えよ.

(b) CoO_2 の Co の酸化数を答えよ.

(c) 充電時に (ア) 極で生じる反応が酸化反応か還元反応か答えよ.

問 6 黒鉛の組成式を C_n (n は任意の整数), Li が入った黒鉛の組成式を LiC_n として, 下線部 D) で説明された (イ) 極での反応を, 電子 e^- を用いた反応式で示せ.

【 問題Ⅱ 】

次の文章を読み、以下の問に答えよ．ただし、原子量は H 1.00, C 12.0, O 16.0 として計算せよ．

身のまわりの高分子を見てみると、天然高分子と合成高分子に分類される．天然高分子では、炭水化物やタンパク質があげられ、これらは油脂とともに人間が栄養を補給するために重要な食物として機能している．炭水化物は、単糖，オリゴ糖，デンプンなどいずれも一般式 $C_mH_{2n}O_n$ で表される．体内で代謝されると、A)水，二酸化炭素，熱または他のエネルギーに変換される．タンパク質は、B)アミノ酸が重合したものである．体内に摂取されたタンパク質は、酵素で加水分解され、種々のアミノ酸として吸収されたのち、体内でタンパク質として再合成される．

合成高分子では、合成樹脂（プラスチック）があげられる．プラスチックは、熱や圧力を加えると成形・加工ができ、軽量である．近年では、燃料の節約のため、船舶・車両・航空機などの輸送機関において金属に代わって使用されることが多くなっている．限りある石油資源の有効利用や環境問題から、現在、いくつかのプラスチックには以下の 1 から 6 の識別マークがつけられ回収されている．

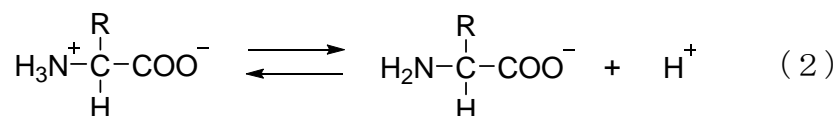
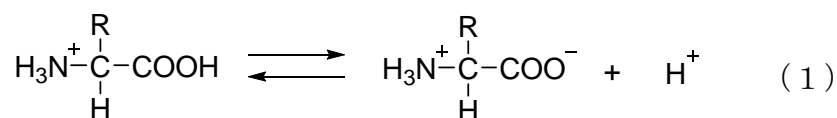


問 1 下線部 A)について、二酸化炭素と水（液体）の生成熱はそれぞれ 394 kJ/mol, 286 kJ/mol である．燃焼熱測定の実験を行ったところ、グルコース $C_6H_{12}O_6$ 9.00 g を燃焼すると、140.5 kJ の熱を発生することがわかった．

- (a) 二酸化炭素，水（液体）の生成に関する熱化学方程式を書け．
- (b) グルコースの燃焼熱を表す熱化学方程式を書け．ただし、燃焼熱は有効数字 3 桁で求めよ．
- (c) グルコースの生成熱を有効数字 3 桁で求めよ．

問 2 下線部 B)について、アミノ酸は分子内に酸と塩基の両方の性質をもつ．そのため、水溶液中では式（1）と（2）のような電離平衡を示す．陽イオン A^+ ，分子内に正と負の両方の電荷をもつ双性イオン A^\pm ，陰イオン A^- が平衡状態であり，pH の変化によって組成が変化する．正の電荷と負の電荷がつりあい，全体として電荷が 0 になるときの pH の値を等電点という．水溶液に電極を差し込み、適切な直流電圧をか

けると、アミノ酸分子は帯電状態に応じて電極のいずれかに移動する。



- (a) 平衡状態におけるアミノ酸分子の陽イオン，双性イオン，陰イオンの濃度，および水素イオン濃度を，それぞれ $[\text{A}^+]$ ， $[\text{A}^\pm]$ ， $[\text{A}^-]$ ， $[\text{H}^+]$ として，式(1)と(2)の電離定数 K_1 と K_2 を表す式を書け。
- (b) 等電点での全体の電離定数 $K = K_1 \times K_2$ を水素イオン濃度で表す式を書け。
- (c) あるアミノ酸分子の K_1 と K_2 はそれぞれ $4.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ と $2.5 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$ であった。等電点でのpHを小数点第1位まで求めよ。また，等電点よりpHを高くし，水溶液に図1のように直流電圧をかけたとき，アミノ酸分子はどのようなふるまいを示すか答えよ。

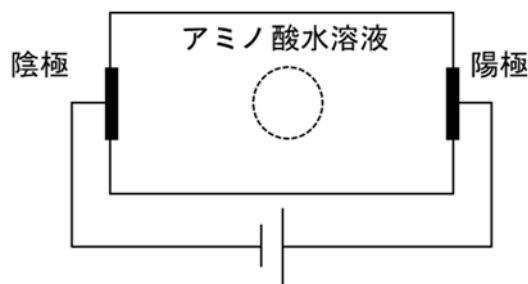
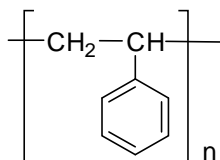


図 1

- 問 3 識別マーク 6 のプラスチックの構造式は以下で表される。平均分子量を測定したところ， 5.20×10^4 であった。重合度 n を整数で求めよ。ただし，末端の構造は考慮しなくてよいものとする。



- 問 4 識別マーク 1, 3 のプラスチックの名称と構造式を書け。

- 問 5 識別マーク 5 の原料は，プロピレン $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ という化合物である。この化合物に臭化水素を付加した場合，おもに得られる化合物の名前と構造式を書け。

令和3年度（2021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。

次の英文を読んで以下の設問に答えなさい。

According to Mayer-Schonberger and Cukier's influential characterization, "big data" is about three fundamental changes to the scientific method:

Bigness. In "normal science", collecting data is expensive as requires design and performance of experiments. Hence it uses Statistics to estimate the size of data required to achieve significant results, and uses sampling and estimation methods to obtain them. In contrast, Data Science now has "the ability to analyze vast amounts of data about a topic rather than being forced to settle for smaller sets". The effects of this is that statistical sampling and estimation become unnecessary, and that models with very large numbers of parameters can be fitted to data without testing for or worrying about over-fitting. It is sometimes possible to work with all of the data rather than any sample from it. This has arisen for several interconnected technological reasons over the past decade. (ア) has fallen in price, allowing more data to be collected. For example, rather than employing people to count cars in traffic surveys, we can now cheaply use large networks of traffic cameras. It is possible to buy web-cams for a few pounds now rather than hundreds or thousands of pounds. Often the most expensive part of a sensor nowadays is the metal enclosure to keep it waterproof. (イ) has fallen in price, allowing more data to be processed. This includes both statistical analysis of large data sets, as well as enabling sensor data to be processed into database entries in the first place. For example, *ANPR algorithms have been known for decades but can now run cheaply on processors inside traffic cameras in a network. The *Raspberry Pi and *Arduino are examples of cheap computing boards which can be built into sensors' boxes for less than 100 pounds. (ウ) has fallen in price. Most computer owners now have terabytes of storage space available, which was previously only available to large companies. (エ) has increased. The internet has moved from being a static collection of web pages to an interactive space where organizations routinely publish and update raw data sets which anyone can access. Internet speeds have increased and the cost of *bandwidth has fallen to enable anyone to download large data sets easily. Internet-based hosting allows home users to store and process data remotely ("in the cloud") for a few pounds.

Messiness. "A willingness to embrace data's real-world messiness rather than privilege accuracy". Statistics, Database design, and Artificial Intelligence have historically focused on working with well-defined and structured "clean" data. Often, Data Science algorithms will run directly on raw, unprocessed data files directly downloaded from some public provider, and bypass the classical architecture of database design and *insertion altogether. Data Science works with whatever data is available, to make it as large as possible. Usually this will be data collected for some other purpose. Because data is so cheap nowadays, we can simply make use of very large collections of noisy data and average out over the noise, rather than have to carefully design and collect clean data. For example, rather than design samples of manual vehicle counting locations and strict manual protocols for classifying the vehicle types, we make use of a city's existing large network of ANPR sensor data.

Every ANPR detection and vehicle type classification is noisy but there is so much of it that it no longer matters. A) Data Science tends to emphasize quantity over quality, and the reuse of whatever second-hand data it can find. Often this means that the data scientist has to do more work in “adding revision” or pre-processing one or more data sets into a usable format.

**Correlation*. “A growing respect for correlation rather than a continuing quest for ambiguous *causation”. In “classical” science and statistics, careful distinctions are made between causation and correlation. Causation is a difficult philosophical concept, though has recently been given solid statistical foundations. Causation can typically only be assumed from a system when cause is put into the system. This occurs in controlled scientific experiments, where the experimenter forces some variable to take a value and records the result. In contrast, Data Science is a passive activity, which analyses only data which already exists and has not been caused by the data scientist. Hence, Data Science deals with correlations rather than causation. This means working with “black box” parametric models rather than with productive theory-driven models. B) Data scientists argue that the predictions generated by black boxes are often better than those of theory-driven models which is all that matters.

Data Science here means the use and re-use of data collected passively rather than via the causal experiments used in regular “science”. Causation inference has recently (from the early 2000s) become well understood within the framework of *Bayesian networks. We now know that, contrary to the claims of some earlier statisticians and educators, it is possible to infer causation and not just correlation using statistics, but (except for a few special cases) only if the data itself has first been caused in some way by the experimenter. For example, to learn whether mobile phone use causes car crashes, it is necessary to cause some drivers to use their phones and others not to use them, and observe the results, rather than just observing a set of drivers’ phone and crash behaviors. Without this kind of experimental control, it would be possible for *confounding factors such as personality to cause both phone use and crashes, and thus only possible to infer their correlation. Data Science is thus unambiguously defined and cleanly distinguished from regular “science” as science without (オ). This concept corresponds to “correlation” above. While data scientists could collect their own data, they typically work with existing data collected from various sources such as previous experiments, the internet, company databases and government records. This practicality gives rise, incidentally, to the “messiness” above, and sets the character for much of practical Data Science’s data preparation or adding revision activities.

(Reprinted from “A Self-Study Guide with Computer Exercises” by Charles Fox. Rights managed by Springer Nature Switzerland AG, Inc. Copyright© 2018 Springer Nature Switzerland AG 一部改変)

注

ANPR (automatic number plate recognition) : ナンバープレートを自動認識して自動車交通を計測するシステム

Raspberry Pi : 英国で開発された, 簡素で安価なシングルボードコンピュータ

Arduino : イタリアで開発された, 簡素で安価なシングルボードコンピュータ

bandwidth : 情報通信に利用される周波数の範囲

insertion : あらかじめ用意されたデータベースの項目に合わせて, データを挿入すること

correlation : 相関関係

causation : 因果関係

Bayesian networks : 変数とその間の関係をネットワークとして表現して分析するベイズ統計学の手法

confounding factors : 交絡要因. 着目する 2 つの変数の双方に影響を及ぼす要因のこと. これが存在するとき, 直接的な因果関係がない変数間に相関関係が発生する可能性がある.

問 1 空欄 (ア) ~ (エ) のそれぞれに入る語句として最も適当なものを, 以下の選択肢から選び, 番号で答えなさい.

- ① Computation power ② Data connectivity ③ Data reliability ④ Data storage
⑤ Electric power ⑥ Engineers' labor ⑦ Sensor technology

問 2 下線部 A) のように考えられる理由を, 日本語 100 字程度で答えなさい.

問 3 下線部 B) を, 「those」が示す内容がわかるように, 日本語に訳しなさい.

問 4 空欄 (オ) に入る語句として最も適当なものを, 以下の選択肢から選び, 番号で答えなさい.

- ① black box ② causation ③ computation ④ database

問 5 次の文章 (1) ~ (5) について, 最終 (第 5) パラグラフの内容に一致するものには○を, 一致しないものには×を, 解答欄に記入しなさい.

- (1) データ科学は, 通常の科学における受動的な実験から得られる大量のデータを, 利用または再利用することを意味する.
(2) 実験において, 実験者が自分自身を対象にとったデータを最初に使えば, 相関関係だけでなく, 因果関係を推察することが可能になる.
(3) 携帯電話の使用と衝突事故との因果関係を調べるには, 携帯電話を使用中に衝突事故を起こしたドライバーのデータを分析するだけでは不十分である.
(4) 実験的な統制をしないことで, 個人の性格などの要因が携帯電話使用と衝突事故発生の双方に与える影響を, 明確に分離して推察できるようになる.
(5) データ科学の特徴の 1 つである乱雑さは, 既存の様々なデータを利用することによって生じる.

問 6 本文で述べられた標準的な科学との比較をふまえ, Big Data や Data Science の問題点とその解決の方向性に関するあなたの考えを述べなさい (日本語 300 字以内, 句読点を含む).

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 日

志願学部	試 験 時 間	ページ数
農 学 部	9 : 30～10 : 50 (80 分)	6 ページ

注 意 事 項

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 6 ページあります。ページの脱落、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出てください。ホチキスは外さないでください。
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。

1 以下の問いに答えよ。

(1) $0 \leq \theta < \pi$ のとき、方程式 $\cos \theta + \cos 2\theta + \cos 3\theta = 0$ を満たす実数 θ の値をすべて求めよ。

(2) a, b は実数とする。 $3 < a < b$ のとき $\frac{\log a}{a}$ と $\frac{\log b}{b}$ の大小を調べよ。ただし、対数は自然対数である。また、必要ならば、自然対数の底 e の値は、 $2.71\cdots$ であることを用いてもよい。

(3) 実数 t が $0 \leq t \leq 1$ の範囲を動くとき、直線 $y = (2t - 2)x - t^2 - 1$ の通過する領域を xy 平面に図示せよ。

2 四角形 ABCD において, $AB = 1$, $CD = 4$, $DA = 5$, $\angle ABC = 120^\circ$, $\angle ADC = 60^\circ$ である。対角線 AC, BD の交点を E とするとき, 以下の問いに答えよ。

(1) 辺 BC の長さを求めよ。

(2) $BE : ED$ を求めよ。

(3) $\triangle ABD$ の面積を S , $\triangle BCD$ の面積を T とするとき, $S : T$ を求めよ。

(4) $\overrightarrow{AC} = s\overrightarrow{AB} + t\overrightarrow{AD}$ を満たす実数 s, t の値を求めよ。

3 病気 A と診断された人は、病気 A のままか、病気 B、病気 C の順に悪化し、これら 3 つの段階のいずれかに診断されるものとする。

・病気 A だった人の 1 年後の段階は次の通りである。

60 % は病気 A のまま、30 % は病気 B に悪化、10 % は病気 C に悪化

・病気 B だった人の 1 年後の段階は次の通りである。

80 % は病気 B のまま、20 % は病気 C に悪化

・病気 C だった人の 1 年後の段階は病気 C のままである。

n は正の整数とする。病気 A の人が n 年後に病気 A、病気 B、病気 C の段階である確率をそれぞれ a_n , b_n , c_n とすると、 $a_1 = \frac{3}{5}$, $b_1 = \frac{3}{10}$, $c_1 = \frac{1}{10}$ となる。

(1) a_{n+1} を a_n で、 b_{n+1} を a_n , b_n で、 c_{n+1} を a_n , b_n , c_n で表せ。

(2) $\{a_n\}$ の一般項 a_n を求めよ。

(3) $x_n = \left(\frac{5}{3}\right)^n b_n$ とおき、 $\{x_n\}$ の一般項 x_n を求め、 $\{b_n\}$ の一般項 b_n を求めよ。

(4) $\{c_n\}$ の一般項 c_n を求めよ。

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 日

志願学部	試 験 時 間	ページ数
農 学 部	13 : 00～14 : 20 (80 分)	11 ページ

1 図 1 のように、左端が机の上に固定され、もう一方の端におもりを取り付けた弦が、コマ P、Q および滑車に支えられている。コマ P は振動数を変化させることができる振動源になっており、振動源の振動数を f_0 にしたところ、P Q 間には 3 個の腹を持つ定常波（定在波）が生じた。振動源の振動はコマ P に接する弦にのみ伝わり、P Q 間の弦の両端はいずれも固定端とみなしてよい。

次に、振動源の振動数を f_1 に変化させたところ、P Q 間には 1 個の腹を持つ定常波が生じた。

弦は、密度が α の一様な材質からなり、半径が r_1 の円形の断面を持つ。P Q 間の弦の長さを L 、おもりが弦を引く力の大きさを S として、以下の問 1 ～問 3 に答えよ。解答は、解答用紙の所定の場所に記入せよ。なお、問 1 および問 2 は結果のみを、問 3 は結果だけでなく結果を導くまでの過程も記せ。

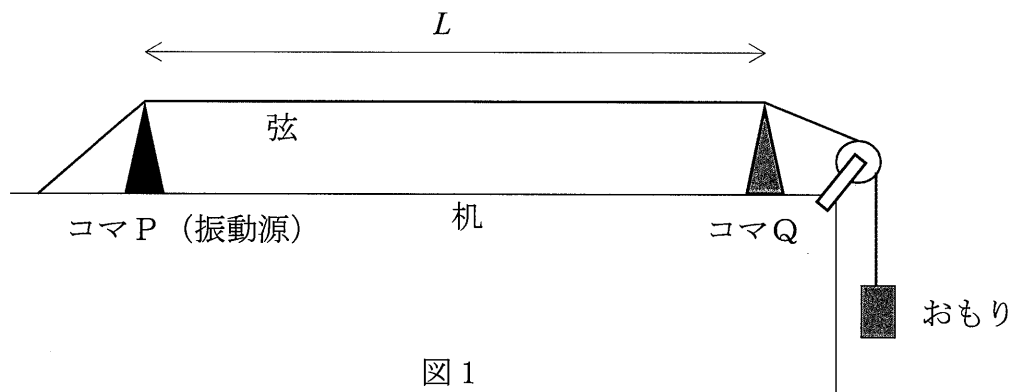


図 1

問1 3個の腹を持つ定常波が生じたとき、弦を伝わる波の波長と速さをそれぞれ f_0 , L の中から必要なものを用いて表せ。

問2 1個の腹を持つ定常波が生じたとき、 f_1 を、 L , S , r_1 , α を用いて表せ。

弦を伝わる波の速さ v は、 $v = \sqrt{\frac{S}{\rho}}$ で表されることを用いよ。ただし、 ρ は

単位長さ当たりの弦の質量を表す。

問3 次に、弦を太さの異なる別の弦に取り換えて、弦を引く力の大きさを S , 振動源の振動数を f_1 にしたところ、P Q間には n 個の腹を持つ定常波が生じた。取り換える前後の弦はいずれも、円形の断面を持ち、材質が一様で密度も等しい同じ素材でつくられている。取り換えた後の弦の半径を r_n とすると、 r_n を、 n , r_1 を用いて表せ。

- 2 起電力 V の電池 1 つと抵抗値が r の抵抗 R が 7 個ある。図 1 のように、2 つのスイッチ S_1 と S_2 を介して、電池といくつかの抵抗 R を組み合わせて回路を構成した。ただし、図 1 の破線で囲まれた部分の回路は、複数の抵抗 R と導線から構成されているが、図中には示されていない。 S_1 のみを閉じたときに回路の点 P を流れる電流の大きさを I とすると、 S_1 と S_2 を同時に閉じたときに点 P を流れる電流は $\frac{5}{3}I$ となった。電池の内部抵抗および導線の抵抗は無視できるものとして、以下の問 1 ～問 3 に答えよ。解答は、解答用紙の所定の場所に記入せよ。なお、問 1 および問 2 は結果のみを、問 3 は結果だけでなく結果を導くまでの過程も記せ。

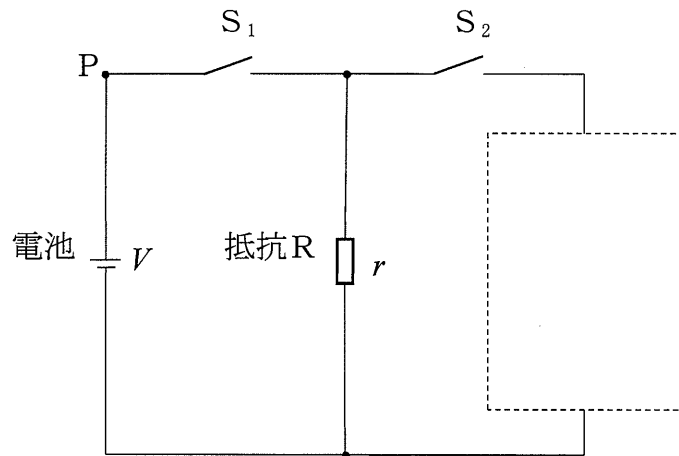
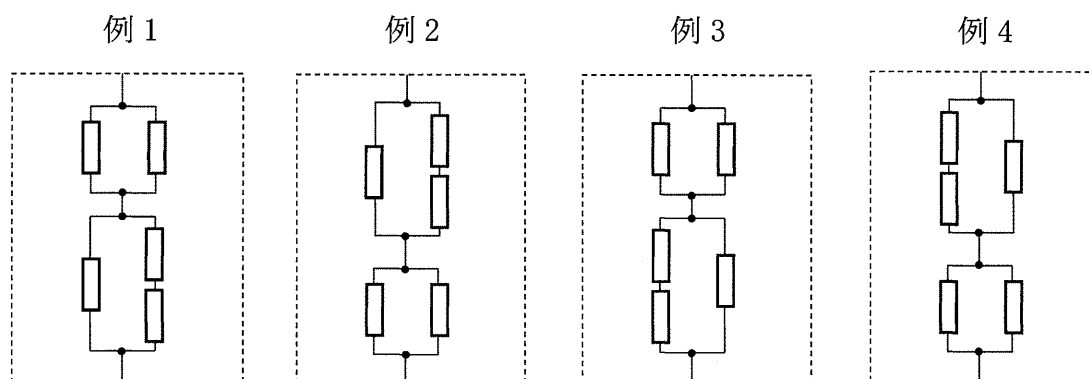


図 1

問1 図1の破線で囲まれた部分の合成抵抗の抵抗値を r を用いて表せ。

問2 図1の破線内の回路は、いくつかの抵抗 R を組み合わせて何とおりか考えられる。そのうち4とおりの回路図を、導線と抵抗を表す記号 $\text{—}\square\text{—}$ を組み合わせて図示せよ。それぞれの場合について、組み合わせることのできる抵抗 R の数は6個以内である。解答は、解答用紙のそれぞれの破線内に記せ。ただし、次の例1～例4のように、上下または左右を入れ替えた回路構成は同じものとみなす。



問3 図1の破線内の回路を構成するそれぞれの抵抗 R の単位時間当たりの発熱量を考える。考えられるすべての回路の中で単位時間当たりの発熱量 Q がもっとも大きい抵抗 R について、 Q を、 V , r を用いて表せ。

- 3 図1のように水平面と θ の傾きを持つなめらかな斜面の下端の点 P_0 から、水平と $\frac{\pi}{3}$ （単位はラジアン）の角をなす向きに速さ V_0 で小球を打ち出したところ、小球は最高点に達した後、斜面上の点 P_1 に衝突し斜面の上方に向かってはねかえった。小球は斜面と衝突してはずむ（バウンドする）のを何回か繰り返した後、バウンドがおさまって斜面に沿って運動するようになり、最終的に点 P_0 に戻ってきた。小球が n 回目に斜面に衝突する点を P_n 、小球の質量を m 、小球と斜面の間のはねかえり係数（反発係数）を e （ $0 < e < 1$ ）、重力加速度の大きさを g とする。図1のように、点 P_0 を原点として斜面に沿って上向きに x 軸を、斜面に垂直に y 軸をとる。 $0 < \theta < \frac{\pi}{3}$ とし、斜面は十分に長く、小球の大きさおよび空気の抵抗は無視できるものとして、以下の問1～問7に答えよ。解答は解答用紙の所定の場所に記入せよ。なお、問1～問4は結果のみを、問5～問7は結果だけでなく結果を導くまでの過程も記せ。

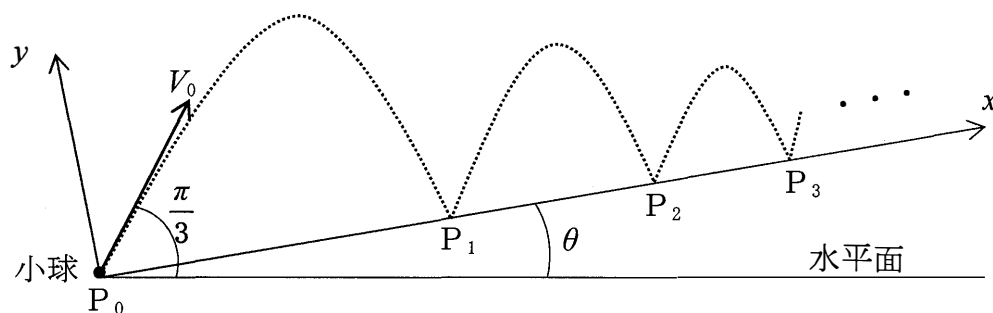


図1

- 〔I〕 小球が点 P_0 を離れる時刻を $t = 0$ とし、点 P_0 から点 P_1 に達するまでの小球の運動について考える。（図2）

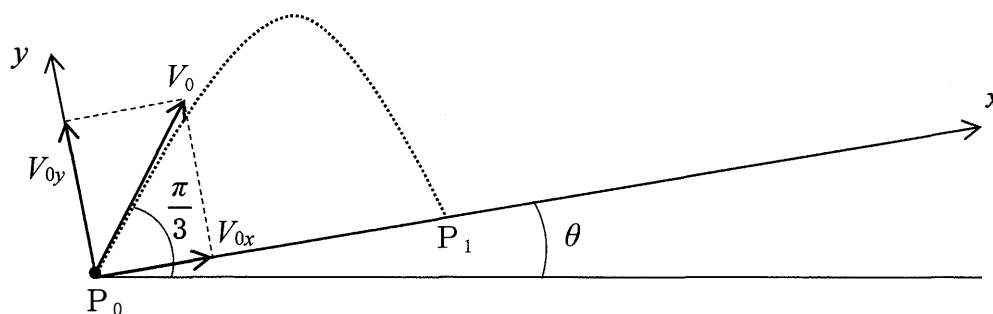


図2

問1 小球の運動を説明した次の文中の(①)～(④)および⑤～⑧に入る最も適当なものを、下の解答群の中からそれぞれ一つずつ選べ。同じものを何回選んでもよい。

小球の運動を x 軸方向の運動と y 軸方向の運動に分けて考えると、 x 軸方向の運動は、初速度が下の(1)式で表される V_{0x} で、加速度が(①)の(②)運動であり、 y 軸方向の運動は、初速度が下の(2)式で表される V_{0y} で、加速度が(③)の(④)運動である。

$$V_{0x} = \text{⑤} \times \sin\theta + \text{⑥} \times \cos\theta \quad (1)$$

$$V_{0y} = \text{⑦} \times \sin\theta + \text{⑧} \times \cos\theta \quad (2)$$

[解答群]

$$0, \quad \frac{V_0}{2}, \quad -\frac{V_0}{2}, \quad \frac{\sqrt{3}}{2}V_0, \quad -\frac{\sqrt{3}}{2}V_0,$$

$$g, \quad -g, \quad -g \sin\theta, \quad -g \cos\theta,$$

鉛直投げ下ろし、等速直線、等加速度直線、自由落下

問2 小球が x 軸から最も離れるとき、すなわち小球の y 座標が最大となるときの座標 y_1 を、 V_{0x} 、 V_{0y} 、 m 、 θ 、 g の中から必要なものを用いて表せ。

〔Ⅱ〕時刻 $t = 0$ に点 P_0 を離れた小球が最終的に点 P_0 に戻るまでの運動について考える。図 3 のように、 n 回目の衝突直後、小球は x 軸と α の角をなす向きに速さ v_n ではねかえった。小球が、 P_n から P_{n+1} まで、および P_{n+1} から P_{n+2} まで運動するのに要する時間をそれぞれ T_n 、 T_{n+1} とする。

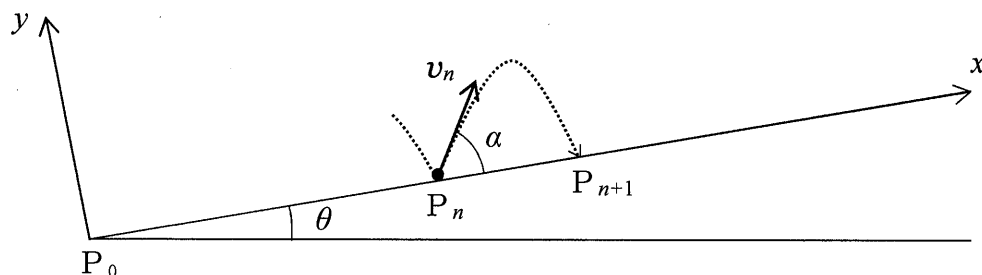


図 3

問 3 小球の x 軸方向の運動を考えると、はじめは x 軸の正の向きに運動していたが、時刻 t_R で折り返して負の向きに運動するようになった。 t_R を、 V_{0x} 、 m 、 θ 、 g 、 e の中から必要なものを用いて表せ。

問 4 小球が P_0 に戻るときの速さを V とする。 V を、 V_0 、 m 、 θ 、 g 、 e の中から必要なものを用いて表せ。

問 5 T_n および T_{n+1} を、それぞれ v_n 、 m 、 θ 、 g 、 e 、 α の中から必要なものを用いて表せ。また、 T_n および T_{n+1} の結果を用いて $\frac{T_{n+1}}{T_n}$ を、 v_n 、 m 、 θ 、 g 、 e 、 α の中から必要なものを用いて表せ。

問 6 小球が点 P_n に到達する時刻を t_n とする。 t_n を V_0 、 m 、 θ 、 g 、 e 、 n の中から必要なものを用いて表せ。次の関係式を用いてよい。

$$r \neq 1, k \text{ が正の整数のとき} \\ a + ar + ar^2 + ar^3 + \cdots + ar^{k-1} = a \frac{r^k - 1}{r - 1}$$

問7 はねかえり係数 e の大きさおよび斜面の傾き θ の大きさによって、小球の x 軸方向の運動は、バウンドがおさまってから折り返したり (図4)、折り返した後にバウンドがおさまったりする (図5)。 e がある値 e_0 よりも小さいとき、 $0 < \theta < \frac{\pi}{3}$ の範囲では、 θ の値によらず小球はバウンドがおさまってから折り返す。 e_0 の値を求めよ。

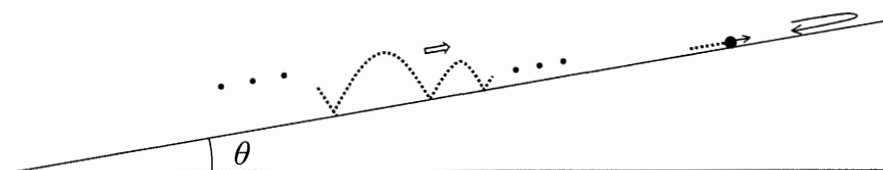


図4 バウンドがおさまってから折り返す場合

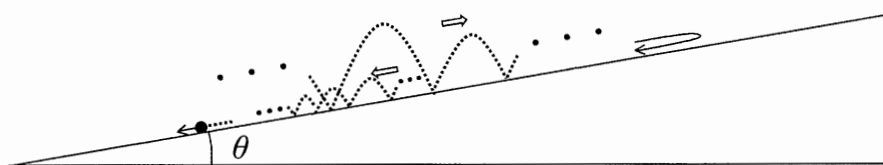


図5 折り返した後にバウンドがおさまる場合

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 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 アルコールとアルデヒドの性質を調べる以下の実験1から4をおこなった。実験操作をよく読み、以下の問いに答えなさい。

実験1

乾いた試験管にエタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ を 2 mL 入れ、ここに米粒大の金属ナトリウム Na を加えた。

実験2

- (1) 乾いた試験管にエタノールを 1 mL 入れ、ここにヨウ素 I_2 を小さじ 2 杯入れ、 $60^\circ\text{C}\sim 70^\circ\text{C}$ の湯に試験管を浸して温めながら、ガラス棒でかき混ぜてヨウ素を溶解させた。
- (2) 5 分ほどしたところで、この試験管に 6 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を 1 mL 加え、さらによく混ぜた。

実験3

- (1) 乾いた試験管にメタノール CH_3OH を 3 mL 入れ、 50°C の湯にこの試験管を浸して温めた。
- (2) 図1のように、らせん状の銅線をガスバーナーで赤くなるまで加熱した。
- (3) 図1のように、銅線を熱いうちに試験管の中に数回、出し入れした。このとき、銅線がメタノールの液に浸らないように注意した。

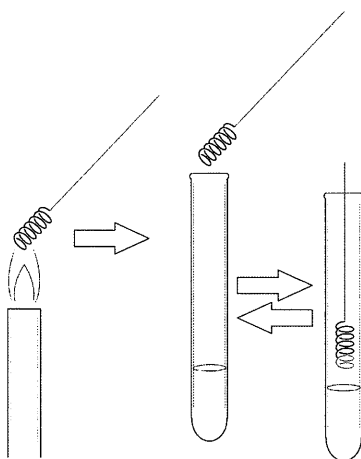


図1: 熱した銅線を用いた実験

実験 4

- (1) 乾燥したきれいな試験管に 0.1 mol/L の硝酸銀 AgNO_3 水溶液 2 ml を入れた。
- (2) この試験管に 0.5 mol/L のアンモニア水を加えた。最初、褐色の沈殿が生じるが、さらに少しずつ加えてよく振り混ぜると、沈殿が消えて透明となった。
- (3) 透明となった溶液に 2 mol/L のホルムアルデヒド HCHO 水溶液を 1～2 滴加え、この試験管を 45～50 °C の湯につけて温めた。

問 1 実験 1 で生じた化学変化を表す化学反応式を答えなさい。

問 2 実験 2 の (2) において観察されることを書きなさい。

問 3 実験 3 における (1) の操作の目的を答えなさい。

問 4 実験 3 の (3) において生じた化学変化を表す化学反応式を答えなさい。

問 5 実験 3 の (3) で、銅線をメタノールの液に浸してはいけない理由を答えなさい。

問 6 実験 4 の (2) で、褐色の沈殿が生じるときのイオン反応式を答えなさい。

問 7 実験 4 の (2) で、褐色の沈殿が消失するときのイオン反応式を答えなさい。

問 8 実験 4 の (3) において観察されることを書きなさい。

問 9 実験 4 の (3) はホルムアルデヒドのある性質を確認する実験である。この実験で確認するホルムアルデヒドの性質を表す用語を答えなさい。

2 溶解度についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

飽和溶液において、溶媒 100 g あたりに溶質がどれだけ溶けているかを示す値を溶解度という。

下の図 2 は、水に対する硝酸カリウム KNO_3 の溶解度曲線を示す。このグラフの横軸は温度、縦軸は硝酸カリウム KNO_3 の溶解度である。また、表 1 は、水溶液の温度と硫酸銅 CuSO_4 の溶解度の関係を示している。

なお、硝酸カリウムの結晶の化学式は KNO_3 、硫酸銅五水和物の化学式は $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ である。また、溶媒の水の蒸発は無視できるものとする。

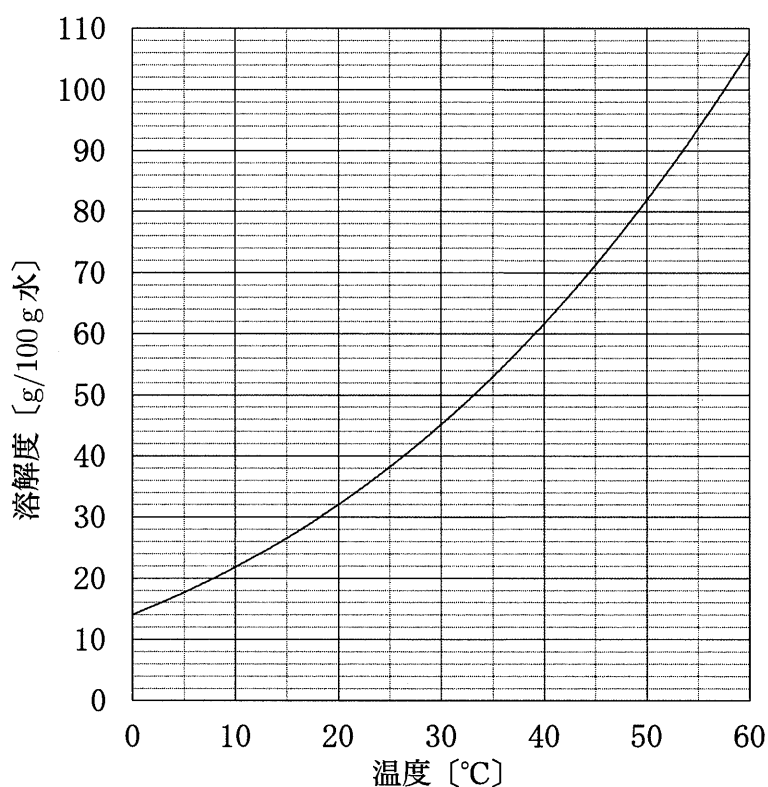


図 2: 硝酸カリウム KNO_3 の溶解度 [g/100 g 水]

表 1: 硫酸銅 CuSO_4 の溶解度 [g/100 g 水]

温度 [°C]	0	10	20	30	40	60	80	100
溶解度 [g/100 g 水]	23.1	27.5	32.0	37.8	44.6	61.8	83.8	114.0

- 問 1 60℃の硝酸カリウム水溶液がある。この溶液が飽和溶液であるときの質量パーセント濃度〔%〕を有効数字3桁で答えなさい。
- 問 2 50℃の水 200 g に、ある質量の硝酸カリウムの結晶を溶解させたところ、ちょうど飽和溶液となった。この飽和溶液を 20℃まで冷却したときに析出した硝酸カリウムの結晶の質量〔g〕を有効数字3桁で答えなさい。
- 問 3 20℃の硝酸カリウムの飽和溶液が 100 g ある。ここに硝酸カリウムの結晶 10.0 g を加えて加熱した。結晶がすべて溶解して飽和溶液となる温度〔℃〕を答えなさい。また、求め方も書きなさい。
- 問 4 60℃の硫酸銅飽和水溶液 100 g を 20℃まで冷却した。十分に沈殿が生成した後、ろ過した。この操作について、次の (a), (b) に答えなさい。なお、 CuSO_4 の式量を 160、 H_2O の分子量を 18 とする。
- (a) 20℃まで冷却したときに沈殿する硫酸銅五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の質量〔g〕を有効数字2桁で答えなさい。
- (b) ろ液 20.0 g を取り出して、別のビーカーに移した。この溶液を溶液 A とする。溶液 A を温めて、その温度を 30℃とした。30℃とした溶液 A の質量パーセント濃度〔%〕を有効数字3桁で答えなさい。

- 3 絶対温度を測定する実験についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。
なお、必要ならば、次の原子量の値を用いなさい。

H 1.0 C 12 N 14 O 16

図3のような装置と水素ガスを用いて、セルシウス温度〔℃〕での0℃が絶対温度〔K〕でいくらとなるのかを測定した。なお、実験の間の大気圧は一定で、変化しなかった。

(実験)

- (1) 図3に示した装置を用いて、温度を変えたときの気体の体積を測定した。水に浸っている容器には水素ガスが封入されている。また、この容器には細いガラス管が取り付けられていて、その中の自由に動くマーカーの位置から気体の体積がわかるようになっている。
- (2) この容器を温度 t 〔℃〕の水に入れ、十分な時間放置した。
- (3) 内部まで温度が均一になったときにマーカーの位置から気体の体積を読み取った。なお、このとき、容器内の圧力は大気圧に等しくなっている。

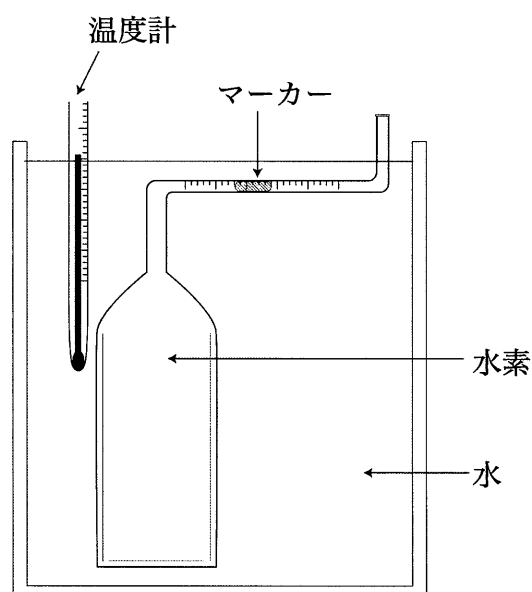


図 3: 気体の体積測定

(測定の原理)

気体が理想気体の状態方程式に従うならば、気体の圧力 P 、体積 V 、物質質量 n 、気体定数 R 、絶対温度 T と表すと

$$P \cdot V = \boxed{\text{ア}} \quad (1)$$

が成り立つ。

いま、絶対温度〔K〕における 1 K の差がセルシウス温度〔℃〕における 1℃の差と同じとする。気体の圧力が P 〔Pa〕、物質質量が n 〔mol〕と一定であるとき、気体の温度を Δt 〔K〕変化させ、温度を $(T + \Delta t)$ 〔K〕すなわち $(t + \Delta t)$ 〔℃〕としたとき、体積が V 〔L〕から $(V + \Delta V)$ 〔L〕に変化したならば

$$P \cdot (V + \Delta V) = \boxed{\text{イ}} \quad (2)$$

となる。

ここで、式(1)と式(2)から

$$P \cdot \Delta V = \boxed{\text{ウ}} \quad (3)$$

が導かれ、 t [°C] にあたる絶対温度 T [K] は次式で表される。

$$T = V \cdot \boxed{\text{エ}} \quad (4)$$

(実験結果)

測定した結果を次の表に示す。

表 2: 温度と体積の関係

温度 [°C]	8	20	32	44	52	60
体積 [mL]	80.9	84.3	87.6	91.3	93.8	95.7

- 問 1 原理を説明した文中の空欄 $\boxed{\text{ア}}$ から $\boxed{\text{エ}}$ に適する式を書きなさい。
- 問 2 実験結果を解答欄にプロットし、温度と体積の関係を表す直線を記入して、グラフを完成しなさい。なお、横軸に温度 [°C] を、縦軸に体積 [mL] を取り、横軸の目盛りは 0 から、縦軸の目盛りは 75.0 より始めなさい。
- 問 3 グラフより 0°C における気体の体積を求めて解答欄 (a) に、また、70°C における気体の体積を求めて解答欄 (b) に、それぞれ、少数点第一位まで書きなさい。
- 問 4 測定の原理に基づき、実験より得られた 0°C と 70°C における気体の体積を用いて、0°C にあたる絶対温度 [K] を求め、整数で答えなさい。
- 問 5 実験結果から、体積 V [L] を絶対温度 T [K] で表す関係式を求め、答えなさい。なお、係数等は有効数字 3 桁で示しなさい。
- 問 6 実験で使用する気体を水素ガスの代わりに窒素ガスや一酸化炭素ガスを用いて絶対温度を測定した。測定の結果から推定した絶対 0 度 (0 K) に当たるセルシウス温度 [°C] の値を 3 つの気体について比較したとき、どのようなになると予想されるか、その理由とともに答えなさい。

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 日

志願学部	試 験 時 間	ページ数
農 学 部	13 : 00～14 : 20 (80 分)	16 ページ

——このページは白紙——

——このページは白紙——

解答に字数の指定がある場合には，字数には句読点，数字，アルファベット，および記号も1字として数えよ。

1

ヒトの血糖値はホルモンや自律神経系の働きによりほぼ一定の値に保たれている。図1は，ヒトの血糖値の調節しくみを図示したものであり，図中の(ア)～(エ)は器官または組織を示している。以下の問に答えよ。

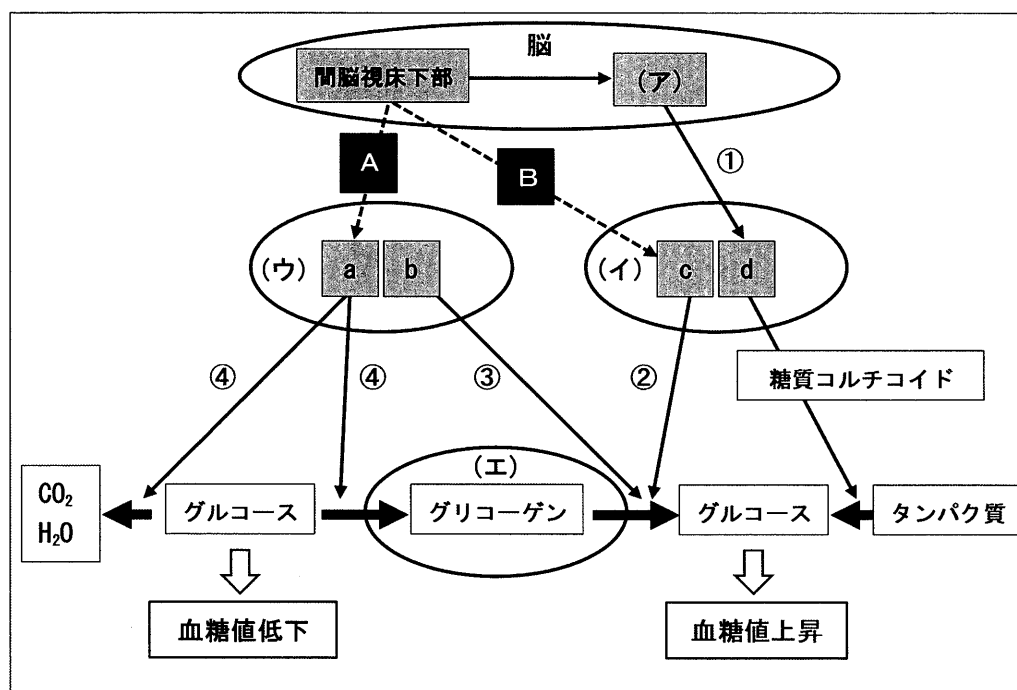


図1

問1 図1中の点線A，点線Bは神経を示している。それぞれの神経の名称とそれらの神経伝達物質名を記せ。

問2 図1中の(ア)，(イ)，(ウ)，(エ)の名称を記せ。

問3 図1中のa，b，c，dは，図中の(イ)と(ウ)の器官に存在する細胞名または組織名を示している。a，bには細胞名をc，dには組織名を記せ。

- 問 4 ①, ②, ③, ④は血糖値の上昇や低下に関与するホルモンである。それぞれの名称を記せ。
- 問 5 ②のホルモンによる血糖値上昇と糖質コルチコイドによる血糖値上昇のしくみの違いについて, 図 1 を参考に 70 字以内で説明せよ。
- 問 6 ホルモン④を器官(エ)の細胞に作用させると, あるタンパク質が細胞膜に多く存在するようになる。このタンパク質のはたらきはどのようなものであると考えられるか。20 字以内で記せ。
- 問 7 糖尿病のヒトにホルモン④を注射すると症状が改善したが, ホルモン④を飲ませて効果なかった。その理由について記せ。
- 問 8 血液中の血糖は厳密に一定範囲の量に保たれている。この現象を示す用語を記せ。
- 問 9 数多くのホルモンが血液中に放出されて全身に運ばれるが, それぞれのホルモンは特定の器官の特定の細胞にのみ作用する。その理由を記せ。

2 次の〔Ⅰ〕，〔Ⅱ〕，〔Ⅲ〕の文章を読み，以下の問に答えよ。

〔Ⅰ〕

メンデルと同時期に活躍した医師，ミーシャーは，核と細胞質に含まれるタンパク質について研究しているとき，①患者の膿からリン酸を多量にもつ高分子酸性物質を発見し，ヌクレイン（核酸）と名付けた。この物質は，タンパク質とは明らかに異なる物質であった（1869 年）。

遺伝子は核酸か，あるいはタンパク質か。この疑問に答えるためには，遺伝子の候補となる物質を実験生物に与え，その生物の遺伝的な性質の変化を検出できるような新しい実験系が必要であり，このような実験系として微生物が用いられた。

肺炎を引き起こす肺炎双球菌（肺炎連鎖球菌）には S 型菌と R 型菌がある。多糖類の鞘をもつ S 型菌をマウスに注射するとマウスは肺炎を発病して死んだが，S 型菌を加熱殺菌して注射した場合は発病しなかった。R 型菌は発病しなかった。グリフィスは 1928 年に R 型菌と加熱殺菌した S 型菌を混ぜてマウスに接種すると，マウスは肺炎を起こし死亡した。マウスの体内より S 型菌が分離されることをはじめて見出し，R 型菌が S 型菌に変わるという意味で形質転換と名付けた。ドーソンらは，1931 年に，マウスの代わりに②寒天培地でも同様の現象が起こることを明らかにした。

1944 年に，エイブリーらは③S 型菌の抽出物を 4 等分し，それぞれにタンパク質，RNA，DNA または多糖類を特異的に分解する酵素を加え，どの酵素を入れた場合に形質転換が起らなくなるか調べる実験を行った。遺伝子の本体についての重要な実験であったが，当時は，遺伝子に関する研究の中心はタンパク質であり，エイブリーらの研究は重視されなかった。

遺伝子の本体については，ハーシーとチェイスの実験によって終止符がうたれた（1952 年）。彼らは，大腸菌に感染して増えるバクテリオファージ（T₂ ファージ）に着目した。T₂ ファージは頭部に DNA があり，頭部の殻と尾部はタンパク質からできている。彼らは，T₂ ファージの DNA とタンパク質に別々の目印をつけ，どちらが T₂ ファージの増殖に関係しているかを調べた。

ハーシーとチェイスの実験の概略は次のようになる。

- [実験 1] T₂ ファージを放射性同位体である ³⁵S で標識した。
- [実験 2] T₂ ファージを放射性同位体である ³²P で標識した。
- [実験 3] 実験 1 の ³⁵S で標識した T₂ ファージを大腸菌浮遊液とまぜ、5 分後に混合液を遠心分離して大腸菌を沈殿させ、この沈殿物を培養液に再び浮遊させ、④激しくかくはんして大腸菌の付着物を振り落とした後、浮遊液を遠心分離し、沈殿物と上澄み液とに分けそれぞれの放射能を測定した。
- [実験 4] 実験 2 の ³²P で標識した T₂ ファージをもちいて、実験 3 と同様な操作を行った。その結果、放射能は沈殿物で大きかったが、⑤上澄み液中ではわずかであった。
- [実験 5] 実験 3 と実験 4 の沈殿物それぞれ別々に培養液に浮遊させ培養したところ、T₂ ファージの増殖が両方に認められたが、T₂ ファージに放射能が検出されたのは実験 4 の沈殿物の培養浮遊液だけであった。

問 1 下線部①の核酸は膿に含まれていた「血球」に由来していた。その「血球」は何か記せ。また、その理由を記せ。

問 2 下線部②にあるように、R 型生菌と S 型死菌を混ぜて寒天培地で培養するとどのような結果になるか、次のア～オの中から選び記号で記せ。

- ア. R 型菌のみ増殖する。
- イ. S 型菌のみ増殖する。
- ウ. 多数の R 型菌の中に S 型菌が出現する。
- エ. S 型菌の毒素によって R 型菌が死滅する。
- オ. R 型と S 型の間間的な菌が出現する。

問 3 下線部③の実験では、どのような実験結果が予想されるか。30 字以内で記せ。

問 4 下線部④について、振り落とす目的の付着物は何か記せ。

問 5 下線部⑤について放射能がわずかに認められたのは何によると考えられるか記せ。

問 6 ハーシーとチェイスの実験で ^{32}P を使用する目的を記せ。

問 7 [実験 1]～[実験 5]から、なぜ遺伝子の本体がタンパク質ではなく DNA だと考えられるのか、その理由を記せ。

[II]

①DNA は遺伝情報を担う物質であり、遺伝情報を親から子へ伝えるため、正確に複製される必要がある。DNA はヌクレオチドが鎖状に連なった構造からなり、2本のヌクレオチド鎖が互いに逆方向に並列して結合し、2本鎖のらせん構造を形成している。DNAの複製はそれぞれヌクレオチド鎖を鋳型として相補鎖を合成する②半保存的複製というしくみで行われる。

DNAの遺伝情報はDNAから転写によって mRNA へ、mRNA から翻訳によってタンパク質に伝達されることによって発現する。タンパク質への翻訳は、mRNA にリボソームが結合し、③tRNA によって運ばれてきたアミノ酸を mRNA の情報に従って順番に結合することで行われる。

翻訳されたタンパク質は適切に折りたたまれ、④立体的な構造をとることで、化学反応を触媒する酵素などとして固有の機能を発揮することができる。

問1 細胞中のすべての遺伝情報をゲノムと表現することがある。例えば、1つの精子には1ゲノム含まれていることになり、ヒトの1ゲノムは約 3.0×10^9 塩基対を含んでいる。DNAのA, C, G, Tの塩基の分子量をそれぞれ300, 270, 310, 290とし、ヒトゲノムDNAにAが30%含まれていたとすると、1ゲノム相当のDNAの分子量はいくらになるか有効数字2桁で答えよ。

問2 下線部②によって複製されたDNAは細胞分裂によって娘細胞へと受け継がれる。ヒトの培養細胞を8回細胞分裂させたあとの細胞集団において、元の細胞の第5染色体のDNAを含む細胞は最大で全体の何%となるか、有効数字3桁で答えよ。

問3 下線部③について、tRNAはmRNAの遺伝情報をどのように識別し、タンパク質のアミノ酸配列情報へと翻訳しているか説明せよ。

問4 図2はある遺伝子のmRNAの開始コドンを含む領域の塩基配列を示し

たものである。コドン表を利用し、mRNA から翻訳されるタンパク質の最初から 5 番目までのアミノ酸を順に示せ。

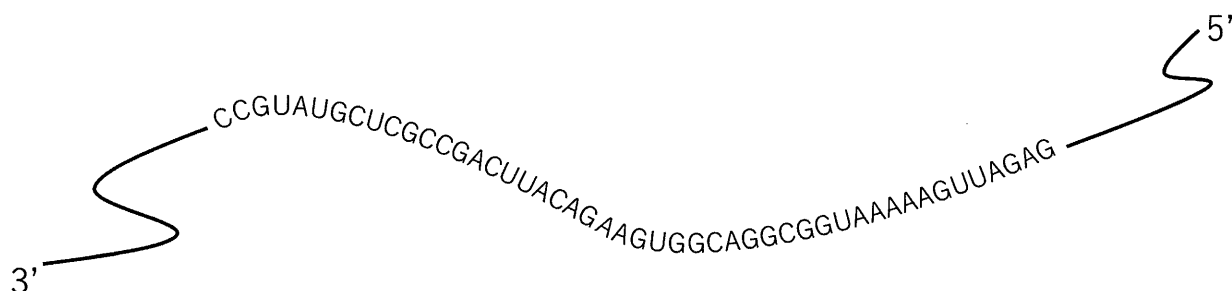


図 2

		コドンの2番目の塩基									
		U		C		A		G			
コドンの1番目の塩基	U	UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U	コドンの3番目の塩基
		UUC		UCC		UAC		UGC		C	
		UUA	ロイシン	UCA		UAA	終止コドン	UGA	終止コドン	A	
		UUG		UCG		UAG		UGG	トリプトファン	G	
	C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U	
		CUC		CCC		CAC		CGC		C	
		CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA		A	
		CUG		CCG		CAG		CGG		G	
	A	AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U	
		AUC		ACC		AAC		AGC		C	
		AUA		ACA		AAA	リシン	AGA	アルギニン	A	
		AUG	メチオニン (開始コドン)	ACG		AAG		AGG		G	
	G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U	
		GUC		GCC		GAC		GGC		C	
		GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA		A	
		GUG		GCG		GAG		GGG		G	

コドン表

問 5 下線部④について，タンパク質の二次構造の名称を一つあげ，その構造と構造形成に関わる結合について説明せよ。

[Ⅲ]

トマトの遺伝子 A を大腸菌で発現させて遺伝子 A 由来のタンパク質を大量に合成させる実験計画を以下の通りに立てた。

- ① トマトの葉から RNA を抽出する。
- ② 抽出した RNA から逆転写反応によって cDNA^{注1)} を合成する。
- ③ cDNA を鋳型に使い, PCR 法によって A 遺伝子の全長配列 (開始コドンから終止コドンまで) を増幅する。この際に後でプラスミド (ベクター)^{注2)} に PCR 産物を組込むため, プライマーに制限酵素の認識配列 (制限酵素によって切断される配列) を付加し, DNA 断片の両端のみが制限酵素で切断されるように設計する。 PCR 法の反応条件は以下の通りで行う。

ステップ 1: 95℃ 10 秒

ステップ 2: 55℃ 20 秒

ステップ 3: 72℃ 1 分

ステップ 1~3 のサイクルを 30 回繰り返す

- ④ 制限酵素によって PCR 産物を切断する。
- ⑤ PCR 産物を切断したものと同一制限酵素でベクターを切断する。
- ⑥ DNA リガーゼにより④で調製した DNA 断片を⑤で調製したベクターに結合させる。
- ⑦ ⑥で反応させた DNA を大腸菌に形質転換し, 抗生物質 (アンピシリン) 入りの培地で培養する。
- ⑧ 遺伝子 A が正しく組込まれたプラスミドをもつ大腸菌を選抜する。
- ⑨ 選抜した大腸菌を培養し, 遺伝子 A の発現を誘導する。
- ⑩ 大腸菌からタンパク質を抽出し, 電気泳動により分子量から目的タンパク質が合成されていることを確認する。

注1) mRNA をもとに, 相補的な塩基配列をもつ DNA を試験管内で合成したもの。

注2) 大腸菌でのタンパク質発現用に設計されたもの。アンピシリン耐性遺伝

子を含む。

問 1. PCR 法の各ステップで起こることを，それぞれ 15 字以内で記せ。

ア. ステップ 1: 95℃ 10 秒

イ. ステップ 2: 55℃ 20 秒

ウ. ステップ 3: 72℃ 1 分

問 2. 下線部について，制限酵素の認識配列を付加するのはプライマーの 3' 端側か 5' 端側か答えよ。

問 3. ⑦で抗生物質入りの培地で培養する理由を 30 字以内で説明せよ。

問 4. A 遺伝子を PCR で増幅する際に鋳型としてゲノム DNA を用いると，PCR 産物は cDNA を鋳型にした場合よりも長かったが，大腸菌で発現したタンパク質は全長タンパク質よりも短く，不完全なものになってしまった。この理由を 55 字以内で説明せよ。

3

炭水化物、脂肪、タンパク質の分解に関する文章を読み、以下の問に答えよ。ただし、原子量はC=12、O=16、H=1として計算すること。

炭水化物、脂肪、タンパク質にはエネルギーが蓄えられており、これらが呼吸で分解されるときに放出されるエネルギーを利用してATPを合成する。図3は、①生体内での化学反応で、炭水化物、脂肪、タンパク質の分解過程を示したものである。

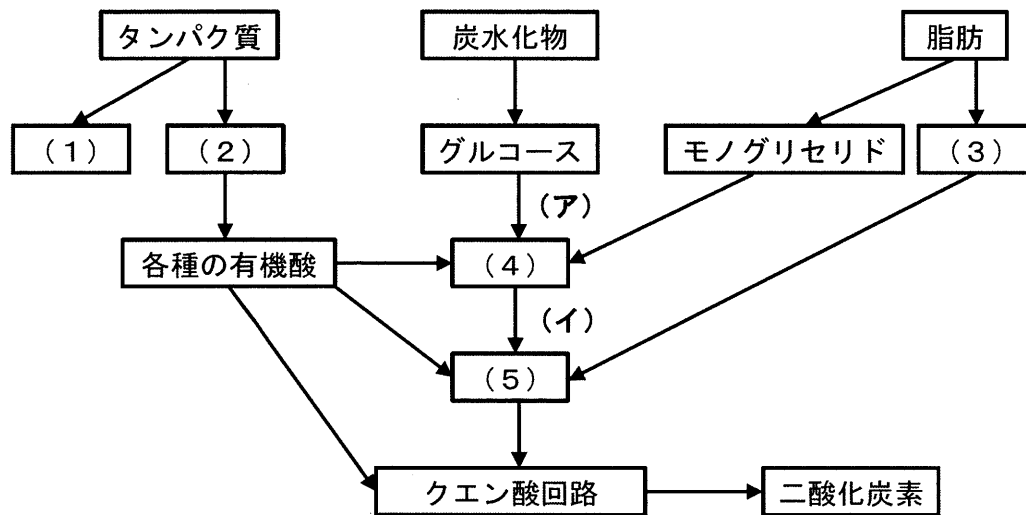


図3

問1 図中の(1)～(5)に入る最も適当な語句を記せ。

問2 下線部①にあるような生体内での化学反応全体を何というか記せ。また、これには異化と同化がある。これらについて簡潔に説明せよ。さらに、同化の代表例を1つ記せ。

問3 呼吸によりグルコースが異化された場合の反応式を記せ。

問4 グルコースは、十分な酸素の存在下で図のようにクエン酸回路を経て二酸化炭素が生じる。この条件下でグルコース 100 g から二酸化炭素

は何 g 生じるか求めよ。小数点第 1 位を四捨五入して記せ。

問 5 図中の (ア), (イ) の反応は細胞内のどこで行われているか記せ。

問 6 グルコース 1 mol を, 燃焼により完全に酸化・分解すると, 光と熱が発生しエネルギーが 2870 kJ 減少する。一方, 呼吸によりグルコースが異化されると, 1711 kJ のエネルギーが熱として減少し, 残りのエネルギーは ATP の合成に用いられる。

そこで, 1 mol のグルコースから最大量の ATP が合成されたとして, 呼吸ではグルコースの持つエネルギーのうち何%が ATP に移し替えられるか。また, 1 mol の ATP が持つエネルギーは何 kJ であるか記せ。小数点第 2 位を四捨五入し記せ。

問 7 図 4 は, ATP の構造を模式的に示したものである。(ウ) ~ (カ) に該当する物質名は何か記せ。(カ) は糖を示している。また, (エ) どのような結合を何というか記せ。

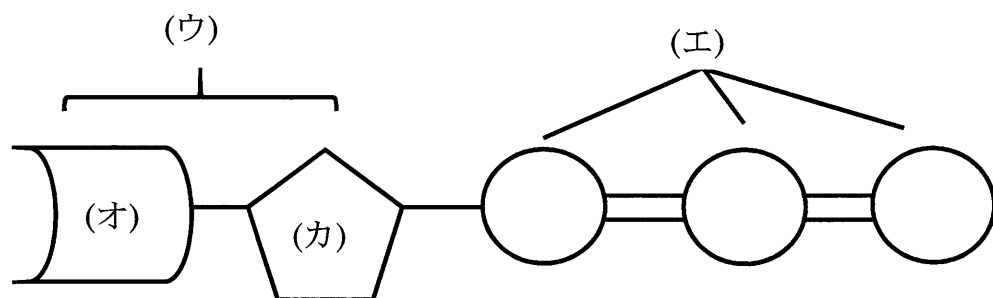


図 4

問 8 ATP が「エネルギーの通貨」とよばれる理由は何か。50 字以内で記せ。

問 9 図中の (1) は, 細胞にとって有害な物質である。ヒトなどの哺乳類では, 比較的毒性の少ない物質に変えられ体外に排出される。このはたらきを行っている器官は何か記せ。また, 比較的毒性の少ない物質名

を記すとともにその物質が生成される反応式を記せ。

問 10 脂肪の一種である $\text{C}_x\text{H}_{110}\text{O}_6$ が呼吸で完全に酸化分解されたとき，呼吸商は 0.70 であった。この脂肪の炭素数 x を求め，小数点以下を切り捨て整数で記せ。

令和 3 年度（2021 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 2 年 11 月 7 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に答えなさい。

After her university closed in March, Jeannine Randall sat down to adapt her research plan for a pandemic. Her project to monitor tree swallows through the spring and summer with a team of three scientists would now require travelling to the nesting sites in separate vehicles, using individual work kits, staying 2 meters apart and, of course, disinfection regularly. When she realized hand disinfectant was in short supply, she made her own batch using ethanol from her lab. Now, as the university resumes some services, she is putting the plan into action: counting eggs, waiting for hatchlings and watching the birds from dawn to sunset.

(1) “I think scientists are very well placed in some ways to come up with a procedure that makes sense and then follow it,” says Randall, an avian ecologist at the University of Northern British Columbia in Prince George, Canada.

In Italy, which was hit particularly hard early in the global pandemic, nearly 30% of roughly 90 respondents to the Nature poll said that they had returned to work, and another 18% reported having worked throughout lockdowns. Cell biologist Paolo Bernardi went into the University of Padua nearly every working day to manage a staff and teach his pathophysiology class over Zoom. His lab is at about 50% capacity. University guidelines for resuming work, in effect since 26 April, require distances of 1 metre between people in brief contact, or 2 metres for those in the same room for more than 15 minutes; masks are to be worn at all times and gloves are compulsory in the lab. Capacity is limited to three people to a room, conference rooms are closed and meetings must still take place through calls or video conference. Bernardi is comfortable with the (2) university’s balance of safety and flexibility. At the University of Groningen in the Netherlands, researchers have been asked to avoid working with hazardous chemicals when they can, to minimize the risk of spills that would require medical attention, says Jana Volaric, a synthetic organic chemist. But for her, the biggest impact is the decreased conference schedule. She had hoped to be networking in anticipation of being on the job market next year, and she says that meaningful interactions are harder to come by at online conferences.

(3) “This is the most disappointing part.”

Organic chemist Kirsty Anderson lost about four weeks of work when the University

of Auckland in New Zealand closed down along with the rest of the country. It reopened partially a few weeks ago, and instituted many of the restrictions seen in Europe. But it also required people who entered the building to mark their time of entry and location on time sheets, and maintain a distance of 2 metres between people at all times. With lift access restricted to one person at a time at first, she often climbed the seven flights of stairs to get to the lab. With more services opening in mid- May, the check-in database is now online.

She and her colleagues are taking odd- and even-hour rotations at their office desks to meet the university's spacing requirements. Shared instruments such as the nuclear magnetic resonance and mass-spectroscopy tools are run by designated operators to minimize contact — Anderson hands over samples, wiped before drop-off, and sends codes and instructions through a shared document. Winston Byblow, a neuroscientist at the University of Auckland who studies motor function after strokes, says ⁽⁴⁾ the government and university are united in their safety messaging and pandemic response. “Everyone is singing from the same song sheet,” he says.

(Republished with permission of Springer NatureBV, from Return to the lab: scientists face shiftwork, masks and distancing as coronavirus lockdowns ease, Nidhi Subbaraman, Volume 582, 2020; permission conveyed through CopyrightClearance Center, Inc. “一部改変”)

問1 下線部(1)を日本語に訳しなさい。

問2 下線部(2)で safety と flexibility が何を指すのか、具体例を用いながらそれぞれ 40 字程度（句読点を含む）で述べなさい。

問3 Jana Volaric 氏はなぜ下線部(3)のように発言したのか、述べなさい。

問4 下線部(4)のようになるにはどのような取り組みが必要か、本文を読んで 140 字程度（句読点を含む）でまとめなさい。

2 次の英文を読んで以下の問に答えなさい。

In recent years the notion has been growing that alternatives may be needed for (1) conventional meat production through livestock raised on a farm. This is generally based on concerns about sustainability, environmental burden and animal welfare. These concerns have grown due to further intensification of livestock herding and slaughtering, and on the other hand a predicted rapid increase in global meat consumption.

There are at least (2) three motivations to intensify the exploration of production alternatives to livestock meat production.

Due to an expanding world population and to increasing meat consumption in developing economies, it is predicted that meat consumption will double in the coming forty years. Although these predictions are associated with considerable uncertainty, the sheer magnitude of this alleged increase supports the assumption that demand will increase appreciably. At the same time it appears - also with margins of error - that the capacity of conventional meat production is close to its maximum. As a result, meat will become scarce, therefore more expensive and eventually a luxury food. This may then serve to aggravate the already unequal global distribution of food. Alternatively, many other techniques are being investigated to improve the efficiency of the entire supply chain of foods, such as decreasing post-harvest losses. In addition to these, efficient production of food and meat in particular will have a great impact.

Livestock meat production accounts for a considerable portion of greenhouse gas emission, land usage, water and energy consumption. Of the three major greenhouse gases specifically carbon dioxide, methane and nitrous oxide, the contribution of livestock to their total emission is 9%, 39% and 65% respectively. It has been noted that these numbers vary greatly per country and continent, depending on many factors, including the presence or absence of collateral damage by deforestation. It is clear however, that major improvements can be made in the environmental impact of meat production, either through conventional or other technologies. In a preliminary life cycle analysis Tuomisto and de Mattos (2011), calculated for instance that *in vitro* production of meat when using for instance cyanobacteria-produced

biomass as a nutrient source might reduce energy consumption and land usage by 99%, water usage by 90% and energy consumption by 40%. If realized, these reductions lead to a large reduction in greenhouse gas emission.

Another motivation for livestock alternatives is the concern about animal welfare. Public debate on animal welfare surfaces on a regular basis. Non-vegetarians decrease consumption of meat proportional with exposure to awareness campaigns of animal welfare through public media. The effects were rather small and pertained mostly to poultry and pork, not to beef, but at the same time the number of publications on animal welfare issues in livestock meat production rose gradually during the 1982–2008 observation period. Thus, public concern about animal welfare may affect consumer behavior thereby forcing the meat industry to continuously evaluate its practices in view of that concern.

One of the many alternatives under investigation is culturing meat based on stem cell technology. The idea of growing meat without livestock is not new. For instance, Winston Churchill in his book “Thoughts and adventures” (Churchill, 1932) wrote “.....⁽³⁾ Fifty years from now, we shall escape the absurdity of growing a whole chicken in order to eat the breast or wing, by growing these parts separately under a suitable liquid...”. Three technologies that have emerged over the last six decades make it possible to generate skeletal muscle and other mesenchymal tissues such as bone, cartilage, fat and fibrous tissue: stem cell isolation and identification, *ex vivo* cell culture, and tissue engineering. In fact, bio-artificial muscles (BAMs) produced from the skeletal muscle resident stem cells, a.k.a. satellite cell, have been generated for the last 15 years, mainly to serve as research tools or potential medical implants. These BAMs can already be regarded as a valuable source of animal proteins, but they are still far removed from an efficient and convincing meat mimic.

⁽⁴⁾ Similarity and efficiency are the two key requisites for a meat alternative to be accepted and industrialized. For a new meat substitute to be widely adopted, it needs to exactly mimic or even better, recreate conventional meat in all of its physical sensations, such as visual appearance, smell, texture and of course, taste. If such a product can be created, it will deserve the name “meat”, without any pejorative adjectives. Of these challenges, taste is arguably the

most difficult, especially since the more than 1000 water soluble and fat derived components may make up the species and perhaps strain specific taste of meat. A high efficiency, bioconversion rate, is the basis for a sustainable product that will be able to improve on the carbon footprint of livestock meat production and as a consequence will require less water, land and energy input per kg of meat. The low bioconversion rate of pigs and cattle of approximately 15% offers a wide margin for improvement. Nevertheless, the challenge to design an *in vitro* production process that is much more efficient will be formidable.

(Reprinted from *Meat Science*, Vol .92, Mark J.Post, Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects, Pages No.297-301, Copyright 2012, with permission from Elsevier. 一部改変)

- 問 1 下線部 (1) は何を指すのか, 20 字以内 (句読点を含む) で説明しなさい。
- 問 2 下線部 (2) は何を指すのか, 本文中に述べられている 3 点についてそれぞれ 40 字程度 (句読点を含む) で説明しなさい。
- 問 3 下線部 (3) を日本語に訳しなさい。
- 問 4 下線部 (4) で示されている similarity と efficiency は何を指すのか, 具体的な特徴をそれぞれ 40 字程度 (句読点を含む) で説明しなさい。

-----このページは白紙-----

3 次の英文を読んで以下の問に答えなさい。

Fathers play a crucial role in their children's socio-emotional and cognitive development. A reasonable intermediate *phenotype underlying this association is father's impact on infant brain. However, research on the association between father's caregiving and child brain biology is scarce, particularly during infancy. Thus, we used *magnetic resonance imaging (MRI) to investigate the relationship between observed father–infant interactions, specifically father's sensitivity, and regional brain volumes in a community sample of 3-to-6-month-old infants. We controlled for mother's sensitivity and examined the moderating role of infant communication on this relationship. MRI were acquired from infants during natural sleep. Higher levels of father's sensitivity were associated with smaller *cerebellar volumes in infants with high communication levels. In contrast, father's sensitivity was not associated with *subcortical grey matter volumes in the whole sample, and this was similar in infants with both high and low communication levels. This preliminary study provides the first evidence for an association between father-child interactions and variation in infant brain anatomy.

Overall, it is important to emphasize that our preliminary findings are correlational and do not indicate a causative link between early father's caregiving and infant brain volumes. Hence, (1) important associations remain unexplored. First, given the bidirectional associations between child temperament and parenting, it remains unknown whether an infant with a smaller cerebellum volume elicits more positive parenting from their father or vice versa. Second, we did not have repeated measures of brain volume; hence, it is unknown whether the directions of the relationships reported are dependent on developmental stage. Third, considering the cerebellum's sexually different developmental *trajectory, sex differences in the association between father's caregiving and cerebellar volumes also require investigation. Fourth, fathers play a unique and distinctive role in their children's lives and both the quality and amount of involvement fathers have with their children can influence development. Thus, in addition to the quality of care, the amount of contact the parent has with his/her child during *the postpartum period is another avenue for future research when linking father's caregiving to the

offspring brain.

Different aspects of father involvement could influence child development in different ways. Additionally, other features of father-child interactions such as, reflective capacity and empathy require future consideration. Father's *psychopathology and attachment history may also be important considerations as they are linked to early interactions and child psychosocial outcomes. Finally, father's stress may affect the brain development of his offspring, at least in part, by *epigenetic factors that are inherited via the sperm. Taken together, the field has quite some way to go and ⁽²⁾ further long term and larger-scale research is therefore, required to examine several of these possibilities, which our work cannot address.

(Adapted from "Father-infant interactions and infant regional brain volumes : A cross-sectional MRI study" by Elsevier, Under a Creative Commons license. 一部改変)

*phenotype : 表現型

* magnetic resonance imaging (MRI) : 磁気共鳴映像法 (強い磁気と微弱な電波によって体内などの様子を映像化する方法)

*cerebellar volumes : 小脳容量

*subcortical grey matter volumes : 皮質下灰白質容量

*trajectory : 曲線

*the postpartum period : 出産後の時期

*psychopathology : 精神病理学

*epigenetic：後成的な遺伝子機能変化

- 問 1 筆者たちは、MRI（磁気共鳴映像法）を用いて、研究として何を明らかにしようとしたのか、40 字程度（句読点を含む）で述べなさい。
- 問 2 下線部 (1) で示している、まだ解明されていないことは何か、本文中から 4 点簡潔に述べなさい。
- 問 3 下線部 (2) で示している、筆者たちの研究で扱うことができなかった、子どもの脳の発達に影響する可能性がある父親側の要因について、本文中から 3 点あげなさい。



東北大学

令和3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2年11月21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3年度東北大学農学部 AO入試Ⅱ期 小作文問題

SDGs (Sustainable Development Goals, 持続可能な開発目標)の17の目標の中に、第2の目標「飢餓をゼロに」があります。この目標達成に向けて、「食料」、「健康」、「環境」の3つの視点から取り組むべき活動や研究について、あなたの考えを述べてください。

(800字程度)



東北大学

令和3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3年2月13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

農林水産業では、自然災害による大きな被害が相次いでいます。この問題に対して、農学分野としてどのような研究を行うべきだと思いますか。あなたの考えを述べてください。



東北大学

令和3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3年2月13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

今後の世界人口は2050年には90億人を突破することが予測されており、いかにこの増加する人口を有限の地球資源で支えるかが食料生産の観点で大きな課題となっています。このグローバルな食料問題に対処するために、どのような方策が考えられるか、あなたの考えを述べてください。