

筆答試験

英語

試験時間 9:30～11:30

- 問題は3題ある。すべて解答すること。
- 各問題の解答には、それぞれ別々の解答用紙を用いること。1つの問題への解答が2枚にわたる場合は、1枚目の右下に「次ページに続く」、2枚目の左上に「1 ページ目からの続き」と大きく明記すること。
解答用紙の裏面は使用しないこと。
- すべての解答用紙の所定の欄に、受験番号（2 箇所）・氏名・問題番号（1，2，3）を記入すること。

英語	問題 1
----	------

以下の文章を読んで、設問（A）～（D）のすべてに解答せよ。

（著作権保護のため引用文は省略）

（次ページに続く）

(著作権保護のため引用文は省略)

(M. A. Schwartz, “The importance of stupidity in scientific research”, *Journal of Cell Science*, vol. 121, p. 1771, 2008 より抜粋、一部改変)

- (A) 下線部 (1) を英訳せよ。(博士課程の学生: Ph.D. students)
- (B) 下線部 (2) を和訳せよ。
- (C) 下線部 (3) を和訳せよ。
- (D) 下線部 (4) の「that fact」とは何であるか。本文に即して2行程度の日本語で説明せよ。

英語

問題 2

以下の文章を読んで、設問（A）～（C）のすべてに解答せよ。

（著作権保護のため引用文は省略）

（M. A. Nowak and R. M. May, “Virus Dynamics: Mathematical Principle of Immunology and Virology”, Oxford University Press, 2000 より抜粋、一部改変）

（A）下線部（1）について、著者らは「the living と the non-living の間」をどのように考えているか。本文の内容に即して 3 行程度の日本語で答えよ。

（B）下線部（2）を和訳せよ。

（C）ウイルスには 2 つの増殖のメカニズムがあることが述べられている。それらはどのようなものかについて、あわせて 3 行程度の英文で要約せよ。

英語	問題 3
----	------

以下の文章を読んで、設問（A）～（C）のすべてに解答せよ。

（著作権保護のため引用文は省略）

（Editorials, “Military work threatens science”, *Nature*, vol. 556, p. 273, 19 April 2018, corrected 2 July 2018 より抜粋、一部改変）

（次ページに続く）

defence: 防衛 (defense のイギリス英語綴り)

defence ministry's Acquisition, Technology and Logistics Agency: 防衛省の防衛
装備庁

the Science Council of Japan: 日本学術会議

the Astronomical Society of Japan: 日本天文学会

geopolitical: 地政学的な (地政学とは、国家の政治、軍事、経済等と地理的な環境
との関連に関する研究分野)

remit: 権限

- (A) 下線部 (1) の 「such a system」 とは何を指しているかを 2 行程度の英文で説明せよ。
- (B) 下線部 (2) を和訳せよ。ただし、文中の「such circumstances」 と「it」については、本文の内容に即して具体的に記すこと。
- (C) 下線部 (3) を和訳せよ。

筆答試問

一般基礎科目

試験時間 13:00～15:00

○ 問題は下表の通り 11 題ある。

これらのうちから 3 題を選択し解答すること。

ただし、生物学 1 題は必ず選択すること。

○ 各問題の中の小問(A)、(B)、・・・などの解答には、それぞれ別々の解答用紙を用いること。1 つの小問への解答が 2 枚にわたる場合は、1 枚目の右下に「次ページに続く」、2 枚目の左上に「1 ページ目からの続き」と大きく明記すること。

解答用紙の裏面は使用しないこと。

○ すべての解答用紙の所定の欄に、受験番号（2 箇所）、氏名、および選択した問題の番号を記入すること。選択した問題の番号は、1 ～ 11 の問題番号と、(A)、(B)などの小問の記号を、1-(A)のように記入すること。

○ とくに指定のない限り、解答は日本語または英語で記述すること。

科 目	問題番号
生物学	1
生物学	2
生物学	3
生物学	4
生物学	5
生物学	6
生物学	7
生物学	8
物理学	9
化学	10
数学	11

生物学

問題 1

(A)、(B) 2問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の文章を読んで、設問 (1) ～ (5) のすべてに答えよ。

細胞内で起こる多くの化学反応は、酵素によって触媒される。酵素は、化学反応の[ア]を低下させることにより、反応を加速させることができる。多くの酵素の主成分はタンパク質であり、その分子内に基質と結合する (a) 活性部位を持つ。この活性部位の構造が (b) 酵素の触媒活性にとって重要な働きをする。

タンパク質は20種類のアミノ酸が共有結合によりつながった物質である。これらのアミノ酸のうち、[イ]以外は光学異性体があるが、タンパク質に含まれるのは[ウ]型のみである。タンパク質の性質を詳細に調べるためには、生体組織や遺伝子組換え細菌などから、目的のタンパク質を大量に単離することが必要である。そして、(c) 目的のタンパク質を分離・精製するためにはクロマトグラフィーが多用される。クロマトグラフィーにはいくつかの種類があり、[エ]クロマトグラフィーは、目的のタンパク質と特異的に結合する充填剤を用いて分離を行う。また、(d) ゲル濾過クロマトグラフィーは、タンパク質の大きさによって分離を行う。

(1) [ア] ～ [エ] に適切な語句を入れよ。

(2) 下線部 (a) について、活性部位にアミノ酸以外の小分子や金属イオンを結合する酵素も存在する。そのような酵素の1つにカルボキシペプチダーゼがあり、亜鉛イオンを結合している。この酵素の触媒する反応について、亜鉛イオンの働きを含めて3行程度で答えよ。

(3) 下線部 (b) について、多くの酵素はその活性を示すのに最適な pH (至適 pH) を持ち、環境の pH が至適 pH から変化した場合、酵素活性は低下することが知られている。その理由を以下の2つの場合に分けて、それぞれ3行程度で説明せよ。

(i) 環境の pH が極端に酸性やアルカリ性に変化した場合

(ii) 環境の pH が至適 pH 付近で変化した場合

(次ページに続く)

- (4) 下線部 (c) について、クロマトグラフィーを用いてタンパク質の分画を行う場合、280 nm 付近の紫外光の吸収の大きさを指標にタンパク質が溶出した画分を区別することができる。この波長の紫外光を吸収できる芳香族アミノ酸をすべて答えよ。
- (5) 下線部 (d) について、ゲル濾過クロマトグラフィーがタンパク質の大きさによって分離を行うことができる原理を 5 行程度で説明せよ。

(次ページに続く)

(B) 以下の文章を読んで、設問 (1) ～ (5) のすべてに答えよ。

脂肪は、糖質と同様に生物にとって重要なエネルギー源である。脂肪の分解で生成される脂肪酸は、 β 酸化と呼ばれる反応によって [ア] に変換される。[ア] はグルコースを出発点とするエネルギー獲得経路でも生成される分子であり、これ以降の反応経路はグルコース代謝によるエネルギー産生と共通している。すなわち、^(a) クエン酸回路を介して、[ア] 由来の炭素原子が酸化される過程で [イ] や [ウ] などの活性運搬体がつくられ、酸化リン酸化による ATP 合成に利用される。クエン酸回路が 1 サイクルする間に最も多く生成される活性運搬体は [イ] である。

脂肪は、^(b) 脂肪滴として細胞に蓄えられ、必要に応じて活用される。^(c) ある種の脂肪細胞では、脂肪の酸化により生じるエネルギーの大半が、ATP 合成ではなく熱産生に利用されることが知られている。

(1) [ア] ～ [ウ] に適切な語句を入れよ。

(2) 下線部 (a) について、クエン酸回路は、様々な細胞内分子を合成するための前駆物質を供給する役割も持つ。クエン酸回路でつくられる代謝中間体のうち、以下の (i)、(ii) のアミノ酸に直接変換され得るものをそれぞれ答えよ。

(i) アスパラギン酸

(ii) グルタミン酸

(3) 下線部 (b) について、動物の脂肪細胞に蓄えられる脂肪滴の主成分の名称を答えよ。

(4) 下線部 (c) について、該当する細胞の名称を答えよ。また、この細胞で ATP 合成ではなく熱産生が優先的に行われる仕組みを 5 行程度で説明せよ。

(5) 細胞膜の主成分の 1 つであるリン脂質の炭化水素鎖尾部は脂肪酸に由来する。炭化水素鎖尾部の不飽和度は細胞膜の流動性に影響を与えることが知られている。どのような影響を与えるか、不飽和炭化水素鎖が取り得る構造的な特徴も合わせて 5 行程度で説明せよ。

生物学

問題 2

(A)、(B) 2 問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の文章を読んで、設問 (1) ～ (3) のすべてに答えよ。

細胞は分裂する前に (a) 遺伝子の本体である DNA を複製する。DNA の複製は、細菌や酵母では約 [ア] 塩基対からなる複製起点から開始する。複製起点には開始タンパク質が結合するための配列があり、[イ] に富んだ配列が存在することが多い。開始タンパク質が結合すると二重らせんが開き、DNA 分子中には Y 字形の [ウ] が 2 個形成される。(b) DNA 合成の段階へ移行すると、DNA ポリメラーゼは伸長中の DNA 鎖の 3' 末端に、鋳型鎖と塩基対を形成するヌクレオチドを付加していく。[ウ] の移動と同じ方向に連続的に合成される DNA 鎖を [エ]、逆方向に不連続に合成される DNA 鎖を [オ] とよぶ。[オ] で合成される短い DNA 断片は [カ] とよばれる。

- (1) [ア] ～ [カ] に適切な語句もしくは数字を入れよ。ただし、[ア]、[イ] にはそれぞれ以下から選んで入れよ。

ア : [10、100、1000、10000]

イ : [A と C、A と G、A と T、C と G、C と T、G と T]

- (2) 下線部 (a) について、グリフィス (Frederick Griffith) とアヴェリー (Oswald Avery) らは病原型の肺炎球菌 (S 株) と無毒化型の肺炎球菌 (R 株) を利用した実験により DNA が遺伝物質であることを示唆する結果を得た。この実験の内容を、以下の単語をすべて用いて 10 行程度で説明せよ。図を用いてもかまわない。ただし、図は行数に含まないものとする。

[マウス、S 株、R 株、形質転換、分解酵素]

- (3) 下線部 (b) について、DNA ポリメラーゼによるヌクレオチドの付加には鋳型鎖と塩基対を形成した核酸の 3' 末端を必要とするが、二重らせんを開いただけではそのような 3' 末端は存在しない。この問題はどのように解決されているか、2 行程度で説明せよ。

(次ページに続く)

(B) 以下の文章を読んで、設問 (1)、(2) 2 問ともに解答せよ。

「遺伝情報は DNA→mRNA→タンパク質の順に伝達される」というセントラルドグマの概念は、細菌などの原核生物と、動物や植物などの真核生物に共通する基本原理である。しかし、mRNA やタンパク質合成の量やタイミングを調節する分子機構には原核生物と真核生物で異なる点も多い。例えば、(a) 転写を担う RNA ポリメラーゼは原核生物には 1 種類しか存在しないのに対し、真核生物には RNA ポリメラーゼ I、II、III の 3 種類が存在する。また、タンパク質への翻訳は原核生物では mRNA への転写と共役して起こるのに対し、真核生物では mRNA が様々なプロセッシングを受けて成熟し、細胞質へと輸送された後に起こる。これとは対照的に、(b) 翻訳時にリボソーム内でポリペプチド鎖が伸長する際の基本的な分子機構は、原核生物と真核生物でよく似ている。

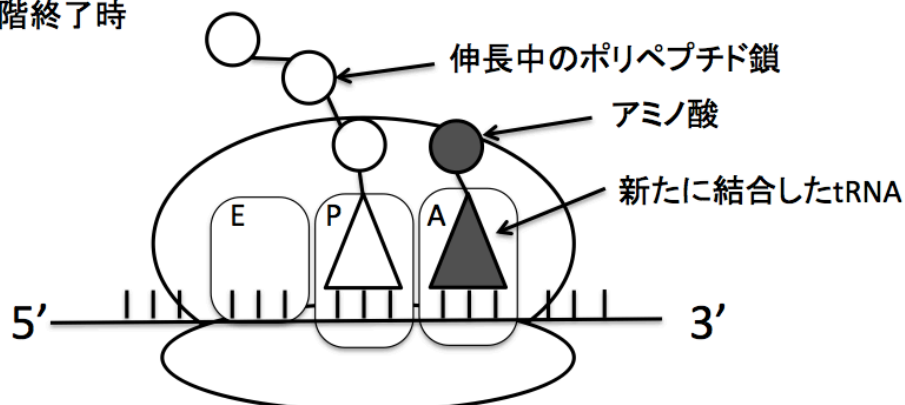
(1) 下線部 (a) 以外にも真核生物と原核生物の転写機構には違いがある。mRNA の転写機構の違いについて、以下の (i)、(ii) 2 つの観点からそれぞれ 3 行程度で記述せよ。

(i) RNA ポリメラーゼを含む、転写開始に必要な因子

(ii) 染色体 DNA の構造

(2) 下線部 (b) について、ポリペプチド鎖の伸長は一連の段階的な反応が繰り返されて進行する。下にこの反応の第 1 段階終了時を模式図で示した。第 1 段階終了時、A 部位には mRNA のコドンに対応するアミノ酸を付加した tRNA が結合し、P 部位には伸長中のポリペプチド鎖と連結した tRNA が結合している。これ以降、伸長反応がどのように進むかをリボソームの E 部位、P 部位、A 部位と tRNA の位置関係を示しながら、段階を追って 10 行程度で説明せよ。図を用いても構わない。ただし図は行数に含まないものとする。

第1段階終了時



生物学

問題 3

(A)、(B) 2 問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の文章を読んで、設問 (1) ～ (4) のすべてに答えよ。

動物の有性生殖では、(a) 雄性および雌性配偶子の受精によって次世代がつくられる。配偶子は、減数分裂によって染色体数が半減した特殊な細胞で、染色体を 1 セットしかもたない一倍体である。減数分裂では、(b) 通常の細胞分裂と同じように、すべての染色体が倍加する。しかし、(c) 倍加した染色体がその後たどる経過は、通常の細胞分裂とは異なる。

半減した染色体数は受精によって復元される。ヒトでは多数の精子が射出され卵管膨大部に到達するが、最終的に受精に至るのは通常 1 個である。それは、最初に受精に成功した精子が卵の細胞質内に [ア] 波を引き起こすことで、他の精子が入り込むのを防ぐためである。

(1) [ア] に適切な語句を入れよ。

(2) 下線部 (a) に関わる以下の (i)、(ii) の用語についてそれぞれ 2 行程度で説明せよ。

(i) 不分離

(ii) 透明帯

(3) 下線部 (b) について、通常の細胞分裂と減数分裂第 1 分裂を染色体の挙動の違いがわかるように図示して 5 行程度で説明せよ。ただし、以下の単語を 2 つともを用いることとし、図は行数に含まないものとする。

[中期赤道面、二価染色体]

(4) 下線部 (c) に関連して、設問 (i)、(ii) 2 問とも解答せよ。

(i) ある動物が 10 対の染色体をもつとする。染色体の交差を無視すれば、この動物からは理論的に何通りの遺伝的に異なった配偶子が生じうるか答えよ。

(次ページに続く)

- (ii) 実際の動物では染色体の交差が起こり多様な配偶子が生み出される。交差の機構を図示して2行程度で説明せよ。ただし、以下の単語を2つとも用いることとし、図は行数に含まないものとする。

[シナプトネマ構造、キアズマ構造]

(次ページに続く)

(B) 以下の文章を読んで、設問 (1) ~ (3) のすべてに答えよ。

ヒトの体細胞は性染色体対を含む [ア] 対の染色体をもつ。性染色体以外の対となる相同染色体ではお互いの塩基配列がほぼ同一で、その違いはおおよそ [イ] %程度であると考えられている。_(a) 多くの生物でゲノム配列の解読がおこなわれているが、このような相同染色体間での塩基配列の違いが、解析の上での技術的な障害となりうるため、純系(pure line)または近交系 (inbred line)のゲノムを対象とすることも多い。_(b) 純系や近交系は、通常、近親交配を繰り返すことによって作成される。

(1) [ア]、[イ] に適切な数字を入れよ。[イ] は小数点以下1桁までの数字とする。

(2) 下線部 (a) に関連して、ヒト、線虫、出芽酵母、大腸菌の1倍体あたりのおおよそのゲノムサイズを次の表にまとめてある。[ウ] ~ [オ] に、適切な数字を表の下に示す選択肢から選んで入れよ。同じ選択肢を繰り返し使ってもよい。

生物名	1倍体あたりのおおよそのゲノムサイズ (塩基対の数)
ヒト (<i>Homo sapiens</i>)	$3 \times [\text{ウ}]$
線虫 (<i>Caenorhabditis elegans</i>)	$1 \times [\text{エ}]$
出芽酵母 (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	$1.3 \times [\text{オ}]$
大腸菌 (<i>Escherichia coli</i>)	4.6×10^6

[10^5 、 10^6 、 10^7 、 10^8 、 10^9 、 10^{10} 、 10^{11} 、 10^{12} 、 10^{13}]

(3) 下線部 (b) に関連して、ある雌雄同体の自家受精可能な動物で、自家受精を繰り返して近交系の作成を試みることにした。この近交系作成実験について、設問 (i) ~ (iii) すべてに解答せよ。

(i) 親にヘテロ接合の部位がN個あったとし、すべての部位が生存に有利でも不利でもなくかつ独立だと仮定すれば、1回の自家受精を経たあとに期待されるおおよそのヘテロ接合の部位の数を、Nを含む数式で答えよ。

(次ページに続く)

- (ii) 自然環境から得た個体のゲノムを解析したところ、遺伝子座Aはヘテロ接合であることがわかり、対立遺伝子のそれぞれをA 1およびA 2と名付けた。自家受精によって得た次世代のうち、正常に成熟した十分な数の個体を調べたところ、どの個体もA 1のホモ接合体かA 1およびA 2のヘテロ接合体であり、A 2のホモ接合体は見つからなかった。その理由としてどのようなことが考えられるか、2行程度で簡潔に説明せよ。
- (iii) (ii)と同様な実験を対立遺伝子B 1、B 2をもつ遺伝子座Bについてもおこなったところ、遺伝子座Aと同様に次世代ではB 1のホモ接合体かB 1およびB 2のヘテロ接合体でありB 2のホモ接合体は見つからなかった。これらの実験で使った個体とは別の1個体から得た卵と精子から始めて、自家受精を十分に繰り返したあとで、多数の個体のゲノム解析をおこなった。ほとんど全ての遺伝子座がホモ接合となっていたが、遺伝子座Aおよび遺伝子座Bはどの個体でもA 1およびA 2、B 1およびB 2のヘテロ接合であった。この2つの遺伝子座を含む染色体領域はごく短く、組み換えがおこなわれることは非常にまれであることが予測される。なぜ遺伝子座Aおよび遺伝子座Bがヘテロ接合のまま維持されと考えられるか。この系統における遺伝子A、Bが含まれる領域の染色体ごとの遺伝子型を推測し、8行程度で説明せよ。図を用いてもかまわない。ただし、図は行数に含まないものとする。

生物学

問題 4

(A)、(B) 2問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の文章を読んで、設問 (1) ～ (3) のすべてに答えよ。

細胞の中では多くのタンパク質が生合成されている。それぞれのタンパク質がその機能を発揮するためには、正しい細胞内区画に運ばれる必要がある。

- (1) 小胞体で生合成されたタンパク質Aは、小胞によって別の細胞内区画へと運ばれる。輸送小胞が目的の細胞小器官に融合する過程は2段階で行われる。両段階の違いが分かるようにそれぞれの機構を3行程度で説明せよ。図を用いてもかまわない。ただし、図は行数に含まないものとする。
- (2) タンパク質Bは小胞体で生合成された後、ゴルジ装置を経由して、エキソサイトーシスによって細胞外へと分泌される。エキソサイトーシスには、構成性エキソサイトーシスと調節性エキソサイトーシスの2つの様式がある。両者の役割の違いを5行程度で説明せよ。図を用いてもかまわない。ただし、図は行数に含まないものとする。
- (3) タンパク質Cは細胞膜に存在する受容体タンパク質で、リガンドなどの特異的分子と結合した直後に細胞膜から消失することが知られている。この現象に関して、以下の設問 (i)、(ii) 2問とも解答せよ。
 - (i) タンパク質Cがリガンドと結合した直後に細胞膜から消失する機序について、2行程度で説明せよ。
 - (ii) 細胞膜から消失したタンパク質Cのその後の挙動について、可能性を2つあげてそれぞれ2行程度で説明せよ。

(次ページに続く)

(B) 以下の文章を読んで、設問 (1) ～ (4) のすべてに答えよ。

光遺伝学 (optogenetics) とは、光感受性タンパク質を遺伝子工学の手法により特定の細胞に発現させ、その機能を特定の波長の光照射によって高い時間精度で操作する技術である。光遺伝学に主に用いられる光活性化タンパク質は、^(a) 光活性化非選択的陽イオンチャネル、^(b) 光活性化クロライドイオンポンプ、光活性化プロトンポンプなどの微生物型ロドプシンであるが、[ア] 型受容体である ^(c) 動物型ロドプシン が用いられることもある。これらのロドプシンは [イ] 回膜貫通ドメインを持ち、発色団として [ウ] を用いている。近年では、^(d) 受容体の三次元構造を調べてその構造に基づいて変異を導入し、受容体特性を変化させるなどの改良が盛んに行なわれている。

これらの光受容体を哺乳動物の神経細胞に発現させて光刺激を行うことで、遠方領域からの ^(e) シナプス入力 の同定など、光遺伝学は神経回路の機能解明に数多く利用されている。一方で、近年では光刺激により [エ] や [オ] を活性化させ、それぞれ環状 AMP と、イノシトールトリスリン酸およびジアシルグリセロールの産生を促進させるなど、細胞内シグナル伝達を光操作する方法や、光によって遺伝子発現操作やゲノム編集を行う方法の開発も進んでおり、その適用範囲は様々な組織、生物に広がりつつある。

(1) [ア] ～ [オ] に適切な語句もしくは数字を入れよ。

(2) 下線部 (a) ～ (c) について、設問 (i)、(ii) 2 問とも解答せよ。

(i) 下線部 (a) ～ (c) は、光によって刺激された後、それぞれ異なる機構で細胞の膜電位を変化させる。それぞれの機構について各 3 行程度で説明せよ。

(ii) 下線部 (a) ～ (c) のうち、膜電位変化に受動輸送に関わるものをすべてあげよ。

(3) 下線部 (d) について、一般にタンパク質の三次元構造を調べるために用いられている技術を 2 つあげよ。

(4) 下線部 (e) について、シナプスにおける神経伝達には興奮性と抑制性のものがある。そのうち興奮性シナプスについて、主な神経伝達物質を 2 つあげ、それらがシナプス後膜の膜電位を変化させる機序を 2 行程度で説明せよ。

生物学

問題 5

(A)、(B) のうち、1 問を選んで解答せよ（必ず 1 問だけを選ぶこと）。

(A) 設問（1）～（3）のすべてに答えよ。

（1）現生の無種子維管束植物は、(a) ヒカゲノカズラ類とシダ類の 2 つのクレードをつくる。これらの植物の祖先のなかには (b) 維管束や根、葉の進化によって、石炭紀には巨木になったものもあり、森林が形成された。化石の葉の気孔の数の計測や、プランクトンの化石の炭素同位体比の測定などから、過去の気候復元が行われ、(c) 石炭紀からペルム紀にかけては地球環境が劇的に変化したと推測されている。以下の設問（i）～（iv）すべてに答えよ。

（i）下線部（a）について、コケ植物、裸子植物、ヒカゲノカズラ類、シダ類、被子植物の進化的関係を表す系統樹を描け。なお、シャジクモ藻類を外群とすること。

（ii）下線部（a）について、ヒカゲノカズラ類とシダ類の形態的な違いを 2 行程度で説明せよ。

（iii）下線部（b）により、維管束植物は高く成長することが可能となった。背が高い植物が、背の低い植物よりも有利であると考えられる点を 1 つあげて、2 行程度で説明せよ。

（iv）下線部（c）について、このころどのような地球環境の変化が起きたと推測されているか、以下の単語をすべて用いて 2 行程度で説明せよ。
[二酸化炭素、気温、氷河]

（次ページに続く）

(2) 種子をもつ植物群は種子植物とよばれ、裸子植物と被子植物からなる。現生の裸子植物は、(a) ソテツ類、イチヨウ類、グネツム類、球果類の4つの分類群に分けられ、約800種が知られている。一方、(b) 被子植物は地球上で最も多様化した植物群であり、約25万種が知られている。以下の設問(i)、(ii)2問とも答えよ。

(i) 下線部(a)について、4つの分類群の中で、最も種数が多い分類群と、最も種数が少ない分類群をそれぞれ答えよ。

(ii) 下線部(b)について、被子植物の共有派生形質を3つ記せ。

(3) 分類学、系統学に関する以下の用語(i)～(viii)の中から3つを選び、それぞれについて3行程度で説明せよ(必ず3つだけを選ぶこと)。

- (i) 原生中心柱 (protostele)
- (ii) 二名法 (binominal nomenclature)
- (iii) 輪状種 (環状種) (ring species)
- (iv) 葉序 (phyllotaxis)
- (v) 網状進化 (reticulate evolution)
- (vi) ホロタイプ (holotype)
- (vii) 方形骨 (quadrate bone)
- (viii) 有羊膜類 (Amniota)

(次ページに続く)

(B) 以下の設問 (1) ～ (3) のすべてに答えよ。

- (1) (a) 哺乳類では様々な運動様式が見られる。歩行様式ではクマ類（食肉目）などの蹠行型、(b) イヌ類やネコ類（食肉目）などの指行型、偶蹄類（鯨偶蹄目）や奇蹄目などの蹄行型がある。また、皮膜を発達させることにより、コウモリ類（翼手目）が飛翔能力を獲得し、齧歯目、有袋上目、皮翼目では (c) 平行的に滑空が進化した。さらに四肢を鰭状に変化させて水中適応したものとして鯨類（鯨偶蹄目）やアシカ・アザラシ類（食肉目）などの (d) 3目が知られる。以下の設問 (i) ～ (iv) すべてに答えよ。

(i) 下線部 (a) について、哺乳類の四肢と胴の姿勢にみられる爬虫類との違いを3行程度で説明せよ。

(ii) 下線部 (b) について、2つの歩行様式をあわせて3行程度で説明せよ。

(iii) 下線部 (c) について、滑空適応した動物を以下から3つ選べ。

[ニホンムササビ、フクロモモンガ、ハネオツパイ、マレーヒヨケザル、スローロリス、ハネジネズミ]

(iv) 下線部 (d) について、もうひとつの目の名称を記せ。和名でも学名でもかまわない。

- (2) 動物地理学において、1876年に[ア]によって出版された『動物の地理的分布 (The geographical distribution of animals)』によって (a) 6つの動物地理区が提唱された。日本はこのうち旧北区と東洋区に属する。後の研究からその日本での境界線はトカラ構造海峡にあり、人名にちなんで[イ]線ともよばれている。一方で、いずれも旧北区である本州と北海道の間にも動物相の違いが認められ、本州のみに同属種が分布する例（ニホンザルなど）、(b) 本州と北海道でそれぞれに同属別種が分布する例などが知られている。また、(c) 本州では固有種が、北海道はユーラシア大陸東北部との共通種が多くみられる。このことから、動物地理学の境界線として津軽海峡はブラキストン線とよばれることがある。以下の設問 (i) ～ (iv) すべてに答えよ。

(i) [ア]、[イ]に適切な語句を入れよ。

(ii) 下線部 (a) について、旧北区と東洋区以外の4つの動物地理区をすべてあげよ。

(次ページに続く)

(iii) 下線部 (b) について、陸棲脊椎動物 2 種の組み合わせを 1 つあげよ。和名でも学名でもかまわない。

(iv) 下線部 (c) の原因について、以下の単語をすべて用いて 5 行程度で説明せよ。

[陸橋、更新世、最終氷期、海水準変動、分散、隔離、種分化]

(3) 分類学、系統学に関する以下の用語 (i) ~ (viii) の中から 3 つを選び、それぞれについて 3 行程度で説明せよ (必ず 3 つだけを選ぶこと)。

(i) 原生中心柱 (protostele)

(ii) 二名法 (binominal nomenclature)

(iii) 輪状種 (環状種) (ring species)

(iv) 葉序 (phyllotaxis)

(v) 網状進化 (reticulate evolution)

(vi) ホロタイプ (holotype)

(vii) 方形骨 (quadrate bone)

(viii) 有羊膜類 (Amniota)

生物学

問題 6

(A)、(B) 2 問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の文章を読んで、設問 (1) ～ (4) のすべてに答えよ。

ある仮想的なトカゲ (種 A とする) では、繁殖期になると雄の頭部側面が鮮やかな赤みを帯びる。このトカゲについて、以下の (i) ～ (iii) のことが実験的に明らかになっているとする。

(i) 鮮やかな赤色をしている雄ほど、雌に交尾相手として選ばれやすい。

(ii) 鮮やかな赤色をしている雄ほど、捕食者に発見されやすい。

(iii) 鮮やかな赤色をしている雄ほど、生存率が高い。

上記の (i) ～ (iii) のことから、雄の頭部側面の赤い色は [ア] 選択により進化したと考えられる。また、_(a) 雌が鮮やかな赤色の雄を好む理由は、アモツ・ザハヴィ (Amotz Zahavi) が提唱した [イ] の原理により説明することが可能である。

(1) [ア]、[イ] に適切な語句を入れよ。

(2) 下線部 (a) について、雌が鮮やかな赤色の雄を好む適応的な理由を、上記 (ii) および (iii) の内容を踏まえながら、5 行以内で説明せよ。

(3) 種 A の雄は、尾の背面が鮮やかな黄色をしている。しかし、雌が交尾相手として雄を選ぶ際には、この黄色の鮮やかさは影響しないとする。この場合、雄のみが鮮やかな黄色の尾を持つように進化した適応的な理由として考えられる仮説を 1 つあげ、2 行程度で答えよ。

(次ページに続く)

- (4) 種 A の雄は、黄色い尾を数秒にわたって継続的に左右にくねらせ続けるという「尾振り」ディスプレイを行う。ある 2 人の研究者が、このディスプレイの適応的機能を明らかにするための手がかりを得るために、大きさの異なる 2 個体の雄（それぞれ雄 α 、雄 β とする）を対象として、尾振りディスプレイを行う傾向を同時に 2 時間にわたって調べた。この際、2 人の研究者は以下のような異なる観察方法を用いた。

研究者 1：まず雄 α を目を離さずに継続して 5 分間観察し、ディスプレイを行うたびに尾を振っている時間の長さを記録した。次に雄 β を 5 分間継続して同様に観察、記録した。この交互の観察を 2 時間のあいだ繰り返して行い、尾を振った時間の長さの合計を 2 個体間で比較した。

研究者 2：まず雄 α を目を離さずに継続して 5 分間観察し、ディスプレイを行った回数を記録した。次に雄 β を 5 分間継続して観察して、同様の記録を行った。この交互の観察を 2 時間のあいだ繰り返して行い、ディスプレイを行った回数の合計を 2 個体間で比較した。

2 人の研究者の観察結果を比較したところ、研究者 1 では雄 β のほうが雄 α よりディスプレイを行う傾向があると結論し、一方、研究者 2 では雄 α のほうが雄 β よりディスプレイを行う傾向があると結論した。

このように 2 人が違った結論を出した理由としては、研究者間での行動観察の手法の違いが考えられる。これについて 5 行程度で具体的に説明せよ。

- (B) 動物行動学に関する以下の用語 (1) ~ (7) の中から 4 つ選び、それぞれについて 3 行程度で説明せよ (必ず 4 つだけを選ぶこと)。

- (1) 警戒行動 (vigilance behavior)
- (2) 3/4 仮説 (3/4 theory)
- (3) 命—ごちそう原理 (life-dinner principle)
- (4) 局所的資源競争 (local resource competition)
- (5) オペラント条件づけ (operant conditioning)
- (6) 先住効果 (residence effect)
- (7) 感覚便乗仮説 (sensory exploitation hypothesis)

生物学

問題 7

(A)、(B) 2 問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の文章を読んで、設問 (1) ～ (4) のすべてに答えよ。

同一地域に生育する同種の個体の集まりを〔 ア 〕とよび、その個体数の増加・減少率は多くの場合、個体の密度に依存する。_(a) 新たな生育地において、最初、個体数は増加するが、いつまでも増加し続けるわけではない。

- (1) 〔 ア 〕に適切な用語を入れよ。ただし、群れは正答としない。
- (2) 下線部 (a) について、「内的自然増加率」と「環境収容力」をそれぞれ 2 行程度で説明せよ。図を用いても構わない。ただし図は行数に含めない。
- (3) ある植物種 Z は、植物種 W に比べて、相対的に内的自然増加率が高い。同じ植生遷移系列初期において両種が優占種として出現する場合に、どちらの種がより早くに出現すると考えられるか。理由と合わせて 2 行程度で説明せよ。
- (4) 植生遷移において、遷移の初期以外ではどのような植物種が優占種となるかは、内的自然増加率や環境収容力によっては決まらない。植物のどのような性質が優占種となるための重要な要因か、2 つあげて、理由と合わせてそれぞれ 2 行程度で説明せよ。

(次ページに続く)

(B) 以下の文章を読んで、設問 (1) ~ (3) のすべてに答えよ。

アメリカ合衆国東部に生息する周期ゼミ (*Magicicada* 属) には、幼虫期が 17 年と昆虫の中で最も長いものが含まれる。地域ごとに 1 つの年級群 (同じ年に生まれた個体の集団) しか存在しないので、17 年ゼミは 17 年に一度しか成虫の発生を見ることができない。他の年には地中に幼虫が存在するだけである。しかし発生する年には、限られた期間に膨大な数の成虫が同時に羽化する。オスは鳴き声でメスを引きつけて交尾し、メスは木の枝に産卵する。ふ化した幼虫は地中に潜り、木の根から吸汁して成長する。

- (1) ある地域の 17 年ゼミの 1 種において、ある世代の成虫個体数が 60,000、次の世代の成虫個体数が 63,000 であったとする。性比が常に 1 : 1 で、メス 1 個体が 300 個の卵を産むとした場合、初めの世代のメスが産んだ卵が成虫となるまでの死亡率は何%か。ただし、成虫となったすべてのメスが同様に交尾・産卵したものとする。
- (2) 周期ゼミのような 1 回繁殖型の生物と、成熟してから複数年にわたり繰り返し繁殖する多回繁殖型の生物を比較した場合、繁殖期における個体内部でのエネルギー・栄養分配における最も大きな違いは何か。2 行程度で説明せよ。
- (3) 周期ゼミの成虫が同時に発生することの利点 (適応的意義) として考えられることを 2 つあげ、それぞれ 2 行程度で説明せよ。

生物学

問題 8

(A)、(B) 2 問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の文章を読んで、設問 (1) ～ (3) のすべてに答えよ。

人類を含め霊長類には、分散の仕方に性による偏りがみられる。初期人類は、雌雄どちらの性が出生地近くに留まる社会を形成していたのだろうか。この疑問に迫るのに大きく分けて以下のような 3 つのアプローチがあるが、その結果は必ずしも一致していない。

一つ目は現生のヒト以外の霊長類から迫るアプローチ。最もヒトに近縁のチンパンジーが父系の ^(a) 地縁的集団 を形成することは、初期人類が雌より雄が近くに留まる社会を形成していた可能性が高いことを示唆する。

二つ目は初期人類が営んでいたであろう生業形態を持つ現生の狩猟採集民から迫るアプローチ。婚姻後の居住形態が、夫方居住か妻方居住かが、重要な判断材料を提供してくれる。Marlowe (2004) による『スタンダード・クロスカルチュラル・サンプル』という民族誌データベースを用いた分析によれば、非狩猟採集民については夫方居住が 60 % を占めていたが、狩猟採集民では ^(b) 選択居住 が 43 % と最も高く夫方居住は 34 % に過ぎなかった。

三つ目は化石人類から迫るアプローチ。Copeland et al. (2011) は、南アフリカの同じ渓谷にある Swartkrans 洞窟、および Sterkfontein 洞窟において、一般に性的二型の認められることが多い永久歯を、パラントロプス・ロブストスのものと、アウストラロピテクス・アフリカヌスのものを採取し、それらに含まれるストロンチウムの同位体比*を調べた。そして、^(c) 洞窟周辺に生息する行動圏の小さな動物、および植物合わせて 170 種以上の同位体比と比較したところ、どちらの種においても大きなほうの歯の約 90 % が洞窟周辺の動植物の同位体比と似ていた。それに対して、小さいほうの歯ではおよそ半数しか似ていなかった。

* 動物のストロンチウム同位体比は、生息場所の地質や水質を反映しており、直接的には彼らの食物の同位体比を反映している。哺乳類ではストロンチウムは成長過程のエナメル質形成期に食物を通して歯に取り込まれる。

(1) 下線部 (a) について、チンパンジーが形成する地縁的集団とはどのようなものか、1 行程度で説明せよ。

(2) 下線部 (b) の選択居住とは、どのような居住形態を指すか、3 行程度で説明せよ。

(次ページに続く)

- (3) 下線部 (c) の結果から、初期人類は雌雄どちらの性が出生地近くに留まる社会であったらうと結論づけられるか、その理由とともに 5 行程度で説明せよ。

(B) 以下の文章を読んで、設問 (1) ～ (5) のすべてに答えよ。

2009 年に、[ア] に生きていた初期人類アルディピテクス・ラミダスの化石全身骨格が報告された。アルディという愛称のこの個体の _(a) 体重は約 50 kg、身長は約 120 cm で、その身体には _(b) 直立二足歩行をしていたと推測させる特徴と、樹上性であったと推測させる特徴が混在していた。手根や手指の関節が現生類人猿のそれらに比べ柔軟性に富むことから、アルディはナックルウォーキングをしていなかったと考えられている。アルディピテクス・ラミダスの犬歯は、アルディのもの以外にも多数見つかったが、それらのサイズはいずれも _(c) 現生大型類人猿のオスの犬歯に比べ小さく、変異の幅も現生大型類人猿に比べて小さかった。復元した頭蓋骨から、_(d) アルディの脳容量は 300～370 cm³ と見積もられている。

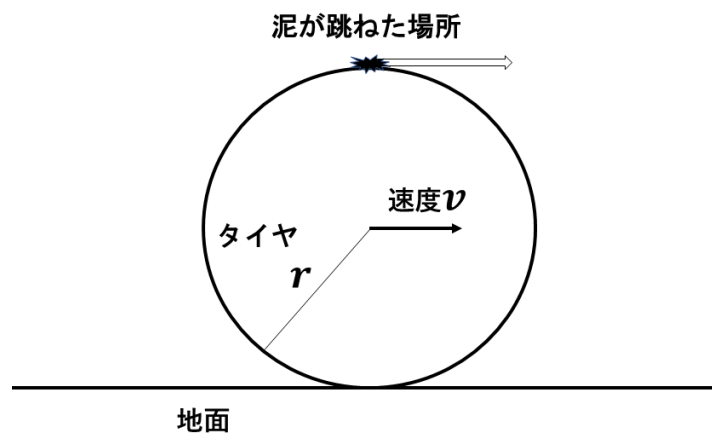
- (1) [ア] に入る地質年代を以下から 1 つ選べ (必ず 1 つだけを選ぶこと)。
[始新世、中新世、鮮新世、更新世、完新世]
- (2) 下線部 (a) について、アルディのボディマス指数 (Body Mass Index) を求めよ。ただし、小数点以下は四捨五入せよ。
- (3) 下線部 (b) について、直立二足歩行をしていたと推測させるものとして発見者らがあげた形質には、「比較的前方にある大後頭孔」と「S 字彎曲を示す脊柱」が含まれる。これら 2 つの形質が直立二足歩行と関係すると考えられる理由を、それぞれ 4 行程度で記せ。
- (4) 下線部 (c) について、発見されたアルディピテクス・ラミダスの犬歯に両性のものが含まれていたとすると、彼らはどのような性比の社会で暮らしていたと推測できるか。その理由を含めて 2 行以内で述べよ。
- (5) 下線部 (d) について、アルディの脳容量は平均的な成人の現代人と比べてどの程度の大きさであったか。以下の選択肢から最も近いものを 1 つ選び、その番号を記せ。
[(i) 1/2、(ii) 1/4、(iii) 1/6、(iv) 1/8、(v) 1/10]

物理学

問題 9

(A) ～ (C) 3問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。答えだけでなく計算過程が分かるように解答すること。

(A) 水平な地面の上を、半径 r のタイヤが道路に対して滑らずに転がっている。タイヤの中心が一定速度 v で進んでいるとき、タイヤの最高点から泥が跳ね、地面に着地した。泥が、跳ねた場所から着地するまでに進む水平距離はいくらか。また、この泥が落ちる途中でタイヤに触れないための条件を求めよ。ただし、泥の大きさ、空気抵抗は無視できるものとする。また、重力加速度を g とする。



(B) クーロンの法則によると、点電荷 q がそこから距離 r 離れた場所 P につくる電場 $\mathbf{E}$ は (MKSA 単位系を用いて)、

$$\mathbf{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{q}{r^2} \mathbf{r}_0$$

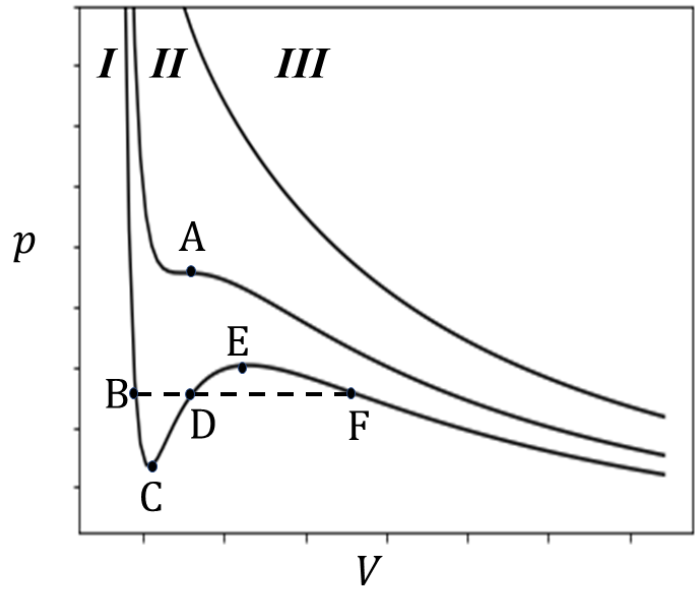
となる。ただしここで ϵ は媒質の誘電率、 $\mathbf{r}_0$ は点電荷の位置から P に向かう単位ベクトルである。いま、誘電率 ϵ の媒質中に、単位面積当たり σ の一様な面電荷をもつ (無限に続く) 平面があるとき、平面から距離 d の場所 P における電場 $\mathbf{E}$ の強さを求めよ。

(次ページに続く)

(C) ファンデルワールスの状態方程式は、

$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

と書ける。ここで、 p は圧力、 V は体積、 n はモル数、 R は気体定数、 T は絶対温度を、それぞれ表す。 a および b は分子に固有の定数である。右図の $I \sim III$ は、3つの温度における状態方程式の pV 曲線を表す。B、D、F は曲線 I 上の圧力一定の点を表す。以下の設問 (1) ~ (4) のすべてに答えよ。



- (1) a および b は分子のどのような性質を表すと解釈されるか、それぞれ 1 行で説明せよ。
- (2) 右図の曲線において、 I と III どちらのほうが高い温度に対応するか、そう判断する理由とともに、3 行程度で答えよ。
- (3) 右図の中で、以下の (i) ~ (iii) を表現する場所は点 A~F のどこか、それぞれ記号で答えよ。
 - (i) 臨界点
 - (ii) 臨界点から離れた熱平衡状態の一様液体
 - (iii) 臨界点から離れた熱平衡状態の一様気体
- (4) 臨界温度、臨界体積を求めよ。

化学

問題 1 0

(A) ～ (C) のすべてに解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の文章を読んで、設問 (1) ～ (3) のすべてに答えよ。

化学反応の反応速度定数 k は温度に依存する。アレニウスの式では、ある温度 T における k を以下のように表すことができる。

$$k = A \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) \quad (1)$$

ただし、 A は頻度因子、 E_a はアレニウスの活性化エネルギー、 R は気体定数、 T は絶対温度である。一方、絶対反応速度論では、 k を以下のように表すことができる。

$$k = \left(\frac{k_B T}{h}\right) \exp\left(-\frac{\Delta H^\ddagger}{RT}\right) \exp\left(\frac{\Delta S^\ddagger}{R}\right) \quad (2)$$

ただし、 k_B はボルツマン定数、 h はプランク定数、 $\Delta H^\ddagger$ は活性化エンタルピー、 $\Delta S^\ddagger$ は活性化エントロピーである。

- (1) 式(1)、式(2)それぞれについて、 k の自然対数 ($\ln k$) を定圧条件において温度で微分せよ。ただし、 E_a 、 A 、 $\Delta H^\ddagger$ 、 $\Delta S^\ddagger$ の温度依存性は無視してよいものとする。
- (2) 式(1)、式(2)、および (1) で導いた式から、 A と E_a を $\Delta H^\ddagger$ と $\Delta S^\ddagger$ を用いて表せ。
- (3) 二次反応における A の次元を記し、 A が反応系のどのような性質を表す値かを 2 行程度で説明せよ。

(次ページに続く)

(B) 設問 (1)、(2) 2 問とも答えよ。答えだけでなく、計算過程がわかるように解答すること。

(1) 塩化セシウム (CsCl) の結晶は、単位格子となる立方体の 8 つの頂点に Cl^- 、単位格子の中央に Cs^+ が配置した構造をもっている。 CsCl の単位格子一辺の長さを有効数字 2 桁で求めよ。また、塩化セシウムの密度 (g/cm^3) を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、 Cs^+ と Cl^- の半径をそれぞれ $1.69 \text{ \AA}$ 、 $1.81 \text{ \AA}$ 、 Cs^+ と Cl^- の原子量をそれぞれ 133、36、アボガドロ定数を 6.0×10^{23} とせよ。必要ならば、 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ 、 $\sqrt{5} = 2.24$ 、 $\sqrt{7} = 2.65$ を用いよ。

(2) 同じ波長の X 線を用いて得た NaCl 結晶と KCl 結晶の X 線回折パターンを比較した。 NaCl では、 $\{100\}$ 面からの反射が 6.00° に見られたのに対して、 KCl では対応する反射が 5.38° に見られた。 NaCl の単位格子の一辺の長さが $5.64 \text{ \AA}$ のとき、 KCl の単位格子の一辺の長さを有効数字 3 桁で求めよ。ただし、 θ が小さいとき、 $\sin \theta = \theta$ と近似してもよい。

(C) あるタンパク質は構造 A と構造 B の平衡混合物になっており、ある条件では構造 A と構造 B の濃度比が 9 : 1 であった。このタンパク質にある変異を加えたところ、構造 A と構造 B の自由エネルギーの差 (ΔG) が 2 倍になった。この変異タンパク質の同じ条件での構造 A と構造 B の濃度比を求めよ。

数学

問題 1 1

(A)、(B) 2 問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。
答えだけでなく計算過程がわかるように解答すること。

(A) 漸化式 $a_{n+2} = a_{n+1} + a_n$ と、初めの 2 項 $a_0 = 0, a_1 = 1$ で定義される数列 $\{a_n\}$ を考える。
このとき、以下の設問 (1) ~ (3) のすべてに解答せよ。

(1) a_n を第 10 項まで ($n = 2, \dots, 10$) 示せ。

(2) 隣り合う 2 項の比 a_{n+1}/a_n が $n \rightarrow \infty$ において一定値 λ に収束すると仮定し、その値 λ を求めよ。

(3) 以下の形式を用いて、数列 $\{a_n\}$ の一般項を求めよ。

$$a_{n+2} - \alpha a_{n+1} = \beta(a_{n+1} - \alpha a_n)$$

$$a_{n+2} - \beta a_{n+1} = \alpha(a_{n+1} - \beta a_n)$$

(次ページに続く)

(B) 以下の $u(t)$ 、 $v(t)$ の時間 t に関する微分方程式系を考える。ただし a 、 b 、 c 、 d 、 e はいずれも正の定数とする。

$$\frac{du}{dt} = a(b - v) - cu \quad (\text{B.1})$$

$$\frac{dv}{dt} = du - ev \quad (\text{B.2})$$

- (1) $du/dt = 0$, $dv/dt = 0$ を満たす点 (u^*, v^*) を求めよ。
- (2) (u, v) 平面上に $du/dt = 0$ を満たす線と、 $dv/dt = 0$ を満たす線を描き、これらの線で分割された各領域での (u, v) の時間変化の方向を図示せよ。また、 (u, v) の時間変化のおおよその軌跡を示せ。
- (3) (u^*, v^*) からのずれを $U := u - u^*$ 、 $V := v - v^*$ とおき、 (U, V) に関する線形化方程式を導け。さらに、点 (u^*, v^*) が a 、 b 、 c 、 d 、 e に依存せず安定であることを示せ。

筆答試問

専門科目(第一志望)

試験時間 9:00～10:30

- 分科問題番号対応表を参考にして、第一志望の分科の問題が入っていることを確認すること。誤った問題が入っている場合は、速やかに監督者に知らせること。
- 各問題中の小問(A)、(B)、・・・などの解答には、それぞれ別々の解答用紙を用いること。1つの小問への解答が2枚にわたる場合は、1枚目の右下に「次ページへ続く」、2枚目の左上に「1ページ目からの続き」と大きく明記すること。
解答用紙の裏面は使用しないこと。
- すべての解答用紙の所定の欄に、受験番号(2箇所)、氏名、および選択した問題の番号を記入すること。選択した問題の番号は、1～40の問題番号と(A)、(B)などの小問の記号を、1-(A)のように記入すること。
- とくに指定のない限り、解答は日本語または英語で記述すること。
- なお、第二志望の分科の問題は、第一志望の分科の試験終了後に配付する。第二志望分科の試験時間は、午前10時50分から12時20分である
(第一、第二志望が共通の問題を指定している場合は、第二志望分科の試験を受けずに第一志望の分科の試験終了後に退室すること)。

筆答試問

専門科目(第二志望)

試験時間 10:50～12:20

- 分科問題番号対応表を参考にして、第二志望の分科の問題が入っていることを確認すること。誤った問題が入っている場合は、速やかに監督者に知らせること。
- 各問題中の小問(A)、(B)、・・・などの解答には、それぞれ別々の解答用紙を用いること。1つの小問への解答が2枚にわたる場合は、1枚目の右下に「次ページへ続く」、2枚目の左上に「1ページ目からの続き」と大きく明記すること。
解答用紙の裏面は使用しないこと。
- すべての解答用紙の所定の欄に、受験番号(2箇所)、氏名、および選択した問題の番号を記入すること。選択した問題の番号は、1～40の問題番号と(A)、(B)などの小問の記号を、1-(A)のように記入すること。
- とくに指定のない限り、解答は日本語または英語で記述すること。

分科問題番号対応表

分科名（分科番号）	問題番号
自然人類学(1)	1
人類進化論(2)	2
動物系統学(3)	3
海洋生物学(4)	4
動物行動学(5)	5
動物生態学(6)	6
生態科学Ⅰ(7)	7
動物発生学(8)	8
環境応答遺伝子科学(9)	9
細胞情報制御学(10)	9
植物生理学(11)	11
形態統御学(12)	12
植物系統分類学(13)	13
植物分子細胞生物学(14)	14
植物分子遺伝学(15)	15
生態科学Ⅱ(16)	7
構造生理学(17)	17
理論生物物理学(18)	18
分子生体情報学(19)	19
*神経生物学(20)	20
ゲノム情報発現学(21)	21
分子発生学(22)	22
数理生命科学(23)	23
*形質発現学(24)	24
分子細胞生物学(25)	21
生体分子情報学(26)	26
理論分子生物学(27)	27
*脂質生体機能学(28)	28
進化形態(29)	29
系統発生(30)	30
社会生態(31)	31
思考言語(32)	32
認知学習(33)	33
高次脳機能(34)	34
統合脳システム(35)	35
ゲノム細胞(36)	36
感染症(37)	37
獣医学・動物福祉学(38)	38
保全遺伝学(39)	39
野生動物(40)	40

*今年度出題せず

問題

1

(A) ～ (C) 3問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の文章を読んで、設問 (1)、(2) 2問とも答えよ。

フィリピンのルソン島の洞窟から発見された約6万7千年前の人類化石が、2019年に「ホモ・ルゾネンシス」と命名・発表された。大臼歯が他の人類種に見られないほど小型であり、またアウストラロピテクス的に弯曲した足の指骨をもつ、などの特徴が報告されている。

- (1) このルソン島の化石人類を独立種としてホモ属に分類することが正しい場合、現在の一般的人類進化観に基づくホモ・ルゾネンシスはどのように進化したと考えるのが合理的か。また、なぜアウストラロピテクス的な足の指骨をもつと考えられるか。以下の語句をすべて用い、あわせて5行程度で述べよ。

[アフリカ、隔離、スンダランド、ホモ・エレクトス、種分化、適応]

- (2) 2007年にこの洞窟から最初の化石(中足骨)が発見された時、それはホモ・サピエンスの骨として報告された。当時、この人類をホモ・サピエンスとしたことは、人類進化の理解についてどのような意味をもったと考えられるか。以下の語句をすべて用い、5行程度で述べよ。

[出アフリカ、遺伝的多様性、現代人、6万年]

(B) 以下の文章を読んで、設問 (1)、(2) 2問とも答えよ。

むし歯の発生率(歯1本あたりの頻度)を発掘資料によって調べた研究では、縄文時代人で約10%、渡来系弥生人で約20%という報告がある。ただし縄文時代でも地域差があり、ある研究では、北海道で約2%、本州で約15%とされている。

- (1) このような時代差と地域差は、なぜ発生したと考えられるか。5行程度で述べよ。

- (2) むし歯の発生率を発掘資料から調査する際、結果に与えるバイアスを避けるために注意すべき点がある。特に重要な点を3つあげ、それぞれ1行程度で説明せよ。

(C) 形質人類学において関心がある研究分野と、その分野で特に興味を抱いている仮説を10行程度で述べよ。

問題

2

(A)、(B) 2問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 言語の進化に関する設問 (1)、(2) 2問とも答えよ。

(1) ロビン・ダンバー (Robin I. M. Dunbar) は、霊長類の集団サイズと知性の進化との関係において、ある言語起源仮説を提唱した。この仮説の概要を5行程度で説明せよ。

(2) ロバート・セイファース (Robert M. Seyfarth) らは、野外でのプレイバック実験 (音声再生実験) によって、ベルベットモンキーの警戒音声についてある発見をし、ヒトの言語の進化を考える上でも重要だと主張した。この発見の内容と重要性をあわせて5行程度で説明せよ。

(B) 霊長類の社会に関する設問 (1) ～ (3) のすべてに答えよ。

(1) ニホンザルとニシゴリラは、いずれも離合集散性が低くまとまりのよい社会集団を作る点で共通している。これら2種の社会集団の相違点を2つ、あわせて3行程度で説明せよ。

(2) 継承性がない社会集団とはどういうものか、具体的に例をあげて3行程度で説明せよ。

(3) 社会に継承性があることで可能となる現象の一つとして文化があげられる。動物の研究における文化の定義を2行程度で説明せよ。

問題

3

(A) ～ (C) 3問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の文章を読んで、設問 (1)、(2) 2問とも答えよ。

国際動物命名規約では種よりも低位の階級として^(a) 亜種のみを認めている。このことは、
(b) 国際動物命名規約では品種や変種を扱わないということの意味する。

(1) 下線部 (a) について、動物における亜種の定義を述べよ。その際には、亜種が認められている具体的な陸棲動物をあげ、その動物において亜種分類がなされている理由について、あわせて10行程度で述べよ。

(2) 下線部 (b) の是非について、あなたの意見をその理由とともに、5行程度で述べよ。

(B) 本州、四国、九州とその周辺島嶼に広く分布するある動物種において、伊豆諸島と大隅諸島に本土と異なる色彩変異型が知られ、これら2諸島のものが互いに類似した色彩をもつものとする。この分類群について、設問 (1)、(2) 2問とも答えよ。

(1) 色彩変異型が伊豆諸島と大隅諸島に隔離分布するパターンは、どのような動物地理学的背景で形成されたと考えられるか。2つ以上の仮説を、あわせて8行程度で説明せよ。

(2) (1) であげた仮説のいずれが妥当であるかを検証するにはどのように研究を行えばよいか、遺伝的変異、形態的変異、分布に着目した具体的な研究デザインを10行程度で説明せよ。

(C) 動物系統学の分野において最も関心がある研究テーマについて、対象動物の系統的位置や近縁分類群との関係を含めた先行研究に触れながら説明せよ。また、そのテーマにおける問題解決のための具体的な研究アプローチを説明せよ。あわせて解答用紙1枚以内で記述すること。

問題

4

(A) ～ (C) 3問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の設問 (1)、(2) 2問とも答えよ。

(1) 軟体動物門と節足動物門の体制の特徴について、それぞれ3行程度で説明せよ。
その際、それぞれの門を特徴づける語句を以下から3つずつ選び用いること。
[異規体節制、外套膜、付属肢、貝殻、歯舌、合体節]

(2) 軟体動物門と節足動物門は旧口動物である。旧口動物と新口動物の違いについて、
卵割様式、原腸陥入、幼生の特徴に着目し、あわせて6行程度で説明せよ。

(B) 以下の文章を読んで、設問 (1)、(2) 2問とも答えよ。

海産無脊椎動物では多くの広域分布種が知られており、その理由の一つとして、^(a) 海洋では陸上に比べて地理的種分化が起こりにくいことがあげられる。しかし、近年のDNA情報を用いた集団解析の結果、これらの種で隠蔽種を含む例も報告されるようになってきた。
^(b) このような解析では、ミトコンドリア遺伝子のCOI領域がよく用いられている。

(1) 下線部 (a) について、その理由を以下の用語をすべて用いて5行程度で説明せよ。
[地理的障壁、幼生期、海流、集団間の遺伝的交流]

(2) 下線部 (b) について、その理由を以下の用語をすべて用いて2行程度で説明せよ。
[ユニバーサルプライマー、進化速度、種間変異]

(C) 海産無脊椎動物では、成体と幼生で生息場所が異なるものが多い。その生態的意義を説明せよ。また、そのような動物(種でも、それより高次の分類群でもよい)を1つあげ、生活史の各段階でどのような場所に生息するか、幼生名も含めて答えよ。全体として5行程度にまとめること。

問題

5

(A)、(B) 2問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の文章を読んで、設問(1)～(4)のすべてに答えよ。あわせて解答用紙1枚以内で解答すること。

一般に擬態(mimicry)とは、生物が他のものに似た形質をもつことで適応度を上昇させる現象をいう。擬態には、捕食者に攻撃される確率を下げる防衛的擬態と、餌となる動物をだまして捕食効率を上げる攻撃的擬態が知られている。防衛的擬態はさらに、捕食者の関心をひかないようにしている〔ア〕擬態と、捕食者の注意をひくようにしている標識的擬態(警告的擬態、aposematic mimicry)に分けられる。標識的擬態には、^(a) 人名をつけた代表的な2つの型が知られている。

攻撃的擬態には次のような例がある。東南アジアに生息するハナカマキリの幼虫は、ランの花に酷似した外見で、葉の上で待ち伏せして訪花昆虫を捕食する。訪花昆虫には様々な種類がいるにも関わらず、^(b) 幼虫が捕獲した餌昆虫の80%がトウヨウミツバチであった。

(1) 〔ア〕に適切な用語を記し、〔ア〕擬態の実例を1つあげて説明せよ。

(2) 下線部(a)について、2つの型の名称を述べ、それぞれの実例を1つずつあげて説明せよ。

(3) 下線部(b)について、このハナカマキリの幼虫が、なぜこれほどまでトウヨウミツバチばかりを捕らえるかを説明する仮説を示し、それを検証するためにどのような実験や観察が必要かを述べよ。

(4) 擬態を「信号受信者が関心をもつ信号を発することによって、信号発信者が受信者を欺く現象」と定義する考えもある。この定義を用いた場合に擬態とみなされなくなる現象がある。その現象と理由を述べよ。

(B) 動物の行動の研究は、野外で実施される場合と飼育下で実施される場合とがある。ある動物において、ある特定の行動の機能を研究することを想定し、その機能を解明するための研究デザインを述べよ。その際に、その研究を、野外において実施する場合と、飼育下において実施する場合のそれぞれについて計画を立て、それぞれについて研究の計画段階や実験・観察段階において留意すべき点を述べよ。あわせて解答用紙1枚以内で解答すること。

問題

6

(A) ～ (C) 3問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の文章を読んで、設問 (1)、(2) 2問とも答えよ。

ある遺伝子座は対立遺伝子 A と a をもち、表現型に影響を与える。 A と a の遺伝子頻度を p と q とする (ただし、 $p + q = 1$)。 A は a に対して完全優性である。ある個体群においてこの遺伝子座の遺伝子型頻度はハーディ・ワインベルグ平衡にあったが、あるとき環境の変化が生じ、自然選択の結果、遺伝子型 aa の相対適応度が $1 - s$ となった (ただし、 $0 < s \leq 1$ で、他の遺伝子型の相対適応度は 1)。_(a) 世代を重ねたのち、個体群サイズが増大した。

(1) 環境変化の前と、自然選択を受けた後の、遺伝子型 AA 、 Aa 、 aa それぞれの頻度を答えよ。ただし、遺伝子型頻度の合計を 1 となるよう表すこと。

(2) 文章を踏まえ、下線部 (a) が生じた理由として考えられる仮説を 1 つ、 3 行程度で述べよ。

(B) 生物多様性の要素として、種多様性、遺伝的多様性、生態系多様性の 3 つがあげられる。これについて、設問 (1) ～ (3) のすべてに答えよ。

(1) 種 a 、 b 、 c が、群集 1 ではそれぞれ 2 、 4 、 8 個体観察され、群集 2 ではそれぞれ 4 、 4 、 6 個体観察された。個体数の均衡性を考慮した場合、どちらの群集の種多様性が高いといえるか。数値的な根拠を示して答えよ。

(2) 2 つの個体群における遺伝的多様性を比較する際に、複数の遺伝子座についての平均ヘテロ接合度の大小はどのような情報を与えるか、 2 行程度で説明せよ。

(3) 生態系の多様性を食物網や環境の空間構造の特性に関して評価する際に、何を定量的に調べればよいか。適切と考えられる測定項目を 2 つあげよ。

(C) 動物生態学の分野において、大学院で取り組みたいと考える研究課題を 1 つあげ、その研究課題に関するこれまでの知見、解決すべき問題点、検証仮説等について説明せよ。また、研究計画を具体的に記せ。解答用紙 1 枚以内で記すこと。

問題

7

(A) ～ (C) 3問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) トノサマバッタは、まれに極めて高い個体群密度に達し群生相へ相変異するが、やがて個体群密度が低下し孤独相へと戻る。以下の設問 (1)、(2) 2問とも答えよ。

(1) 下線部について、個体群密度の低下に寄与したと考えられる要因を2つあげ、それぞれについて2行程度で説明せよ。

(2) 生態系の種多様性が低い条件下でトノサマバッタの大発生が起こりやすいとする場合、考えられる理由を生態学的な観点から3行程度で説明せよ。

(B) 同所的に生息する2種が交雑することなく存続する場合は、何らかの生殖隔離が成立していることを示しており、それらの機構は交配前隔離と交配後隔離とに区別される。以下の設問 (1)、(2) 2問とも答えよ。

(1) 同所的に生育する植物の交配前隔離機構の例を1つあげ、3行程度で説明せよ。

(2) 交配後隔離はさらに、接合前隔離と接合後隔離とに区別される。接合後隔離機構の例を1つあげて2行程度で答えよ。

(C) 陸上の生態系はいくつかの生物群系（バイオーム）に区分されており、熱帯季節林、熱帯雨林、常緑広葉樹林、落葉広葉樹林、針葉樹林や高山帯などの生物群系が見られる。以下の設問 (1)、(2) 2問とも答えよ。

(1) 熱帯季節林と熱帯雨林の境界と、常緑広葉樹林と落葉広葉樹林の境界は、それぞれどのような気候要因によって決まっていると考えられるか。あわせて2行程度で説明せよ。

(2) 自然界には様々な生物が相互作用しながら生息している。地球規模での環境変動が生じ、生物群系を規定している気候の境界が移動したとき、生物間の関係にどのような影響があると考えられるか。生物により分散速度が異なることに着目して3行程度で説明せよ。

問題

8

(A)、(B) 2問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の文章を読んで、設問 (1) ～ (4) のすべてに答えよ。

脊椎動物の色素細胞 (melanocyte) は (a) 神経堤細胞 (neural crest cell) に由来し、表皮内に広く分布する。羊膜類では、メラニンを含む (b) 細胞内小器官であるメラノソーム (melanosome) が、色素細胞から表皮細胞 (メラニン産生能をもたない) へと輸送される。

ある研究者が、トリ胚の色素細胞の表皮内分布について、細胞核の位置を指標にして調べたところ、それらが (c) 均等に分布していることがわかった。色素細胞は複数の長い突起をもつことから、細胞の均等分布を可能にする仕組みとして、(d) 突起を用いて互いの距離を測っているという仮説が立てられた。

(1) 下線部 (a) について、神経堤細胞の特徴を 3 行程度で説明せよ。

(2) 下線部 (b) について、主に細胞膜の動態に注目して、細胞内小器官の細胞間輸送を可能にすると考えられる仕組みを 1 つあげて 3 行程度で説明せよ。図を用いてもかまわない。ただし、図は行数に含まない。

(3) 下線部 (c) について、色素細胞が表皮内で均等分布する生理学的意義を、5 行程度で説明せよ。

(4) 下線部 (d) について、この仮説を検証するための実験計画を立て、10 行程度で説明せよ。図を用いてもかまわない。ただし、図は行数に含まない。

(B) ある動物胚を観察したところ、細胞 A から組織 X が分化した。この分化に細胞間相互作用が必要かを検証したい。そして細胞間相互作用を必要とする場合には、それに関わる分子を同定したい。そのための実験計画を、具体的な動物種を示して、解答用紙 1 枚以内で説明せよ。図を用いてもかまわない。

問題

9

(A)、(B) 2問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の設問(1)～(6)から2問を選び、あわせて解答用紙1枚以内に解答せよ(必ず2問だけを選ぶこと)。

- (1) 細菌のDNAフォトリアーゼと似た一次構造をもち、植物では伸長成長の調節に関わる青色光受容体として働くタンパク質の名称と、動物におけるその機能を述べよ。
- (2) ある昆虫を 0°C から -30°C まで徐々に冷却した際に得られる凍結曲線を図示し(縦軸は体温、横軸は時間)、そのような曲線が得られる理由を説明せよ。ただし、この昆虫の過冷却点を -15°C とする。
- (3) DNA損傷を修復する塩基除去修復(BER)機構とヌクレオチド除去修復(NER)機構の相違点を述べよ。
- (4) 細胞は酸化ストレス防御のために多数の抗酸化酵素を持っている。それらのうち、スーパーオキシドディスムターゼ(SOD)とカタラーゼ(CAT)について具体的な役割を述べよ。
- (5) 細胞外から取りこまれるアミノ酸は、タンパク質を構成する以外にも様々な形で細胞の生存、増殖に関わっている。その具体例を1つあげ、説明せよ。
- (6) 放射線による生物作用は酸素の有無によって異なり、これを酸素効果と呼ぶ。酸素効果の機序について説明せよ。

(B) 生物は環境から受けるストレスに対抗するための機構を備えている。そのような機構を明らかにするための具体的な研究計画を、実験材料や実験手法を明示して、解答用紙1枚以内に記述せよ。

問題 1 1

(A) ～ (E) のうち、2 問を選んで解答せよ（必ず 2 問だけを選ぶこと）。解答は、2 問あわせて解答用紙 1 枚以内に記入せよ。解答に際して図を用いてもかまわない。

- (A) 植物が他の植物の陰に入った時に見られる避陰応答を説明せよ。また、この応答が起こる光条件とそこで働く光受容体について説明せよ。
- (B) 光で活性化されたフィトクロムが核内で遺伝子発現を制御する仕組みを説明せよ。
- (C) フィトクロムの暗反転（熱反転）とはどのような現象か、そしてそれが植物の温度応答にどのように関わるかを説明せよ。
- (D) シロイヌナズナのフォトトロピン phot1 と phot2 には共通する生理反応が多いが、各 phot 特異的な反応も存在する。phot1 または phot2 のどちらかに特異的な生理反応を 1 つあげ、その反応の分子メカニズムに関して知られていることを説明せよ。
- (E) 葉緑体から核へのレトログレードシグナル（逆行シグナル）に関わる生体分子を 1 つあげ、それがレトログレードシグナルに関わる実験的証拠と作用機構を概説せよ。

問題 1 2

(A)、(B) 2問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 概日時計システムに関する以下の(1)、(2)の用語について、それぞれ4行程度で説明せよ。

(1) 時計遺伝子

(2) 温度補償性

(B) 植物の花成などに見られる光周性反応において、生物は日長（夜の長さ）を測定しているとみなせる。生物時計を用いて日長（夜の長さ）を測定する仕組みについて、これまでに提唱されているモデルを2つあげて説明せよ。また、それぞれのモデルを検証する実験を、そのモデルを肯定的に説明できる結果とともに述べよ。解答は合わせて20行以内にまとめること。

問題 13

(A) ～ (D) のうち、3 問を選んで解答せよ (必ず 3 問だけを選ぶこと)。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 陸上植物の比較に関する以下の設問 (1) ～ (3) のすべてに答えよ。

- (1) コケ植物、シダ植物、被子植物の違いを形態形質の観点から説明せよ。ただし、「孢子嚢」という語を用い、4 行程度で答えること。
- (2) コケ植物、シダ植物、被子植物の違いを世代交代の観点から説明せよ。ただし、「配偶体」という語を用い、4 行程度で答えること。
- (3) 現存する次の括弧内の 4 植物 (コケ植物、シダ植物、双子葉植物、単子葉植物) について、記載された種数の多い順に左から並べよ。

(B) スウェーデンのリンネ (Carl von Linné, 1707-1778) は、_(a) 1735 年に発表した著作の中で、植物界に対して _(b) 階層構造をもつ独特の分類体系 を提唱したことでも有名である。

- (1) 下線部 (a) の著作名を答えよ。
- (2) 下線部 (b) について、リンネが植物界のもとで採用した 4 つの階層をすべて答えよ。
- (3) 下線部 (b) のリンネの分類体系について 5 行程度で説明せよ。

(C) 植物は、自家受粉や自家受精を妨げる仕組みを発達させていることがある。その仕組みについて 10 行程度で説明せよ。ただし、次の語句を全て用いること。

[異形花柱性、S 遺伝子座、自家不和合性、雌雄異熟]

(D) 陸上植物は長い進化の歴史の中で、複数回の倍数化 (polyploidization) を経験したことが知られている。倍数化に関する以下の設問 (1)、(2) 2 問とも解答せよ。

- (1) 同質倍数性 (autopolyploidy) と異質倍数性 (allopolyploidy) について、その違いが分かるようにあわせて 4 行程度で説明せよ。
- (2) 倍数化が生物多様性を高めるとしたら、どのようなメカニズムが考えられるか。種多様性と遺伝的多様性に関して、それぞれ 2 行程度で説明せよ。

問題 14

(A) ～ (C) 3問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の(1)、(2)について、それぞれ5行程度で説明せよ。なお、解答に際しては必要に応じて図を用いてもよい。ただし、図は行数に含まないものとする。

(1) 非対称分裂は2つの異なる細胞が生じる細胞分裂であり、細胞の多様性を生み出し、多細胞生物の発生の基本となっている。葉の表皮において、気孔を構成する孔辺細胞を生み出すための非対称分裂について、知られていることを説明せよ。

(2) アブラナ目の植物は、通称「カラシ油爆弾」と呼ばれる生体防御システムをもっている。ミロシン細胞はその防御システムの一部として機能する。ミロシン細胞が関与する生体防御のしくみについて、知られていることを説明せよ。

(B) 以下の(1)～(4)の4つの用語について、それぞれ3行程度で説明せよ。

(1) ストマジエン (stomagen)

(2) 液胞前区画 (prevacuolar compartment; PVC)

(3) 細胞内の相分離 (intracellular phase separation)

(4) ペプチドマスフィンガープリンティング (peptide mass fingerprinting; PMF)

(C) 大学院において植物分子細胞生物学分科で行いたいと考えている研究について、テーマを設定した上で、背景、目的、方法、期待される結果を解答用紙1枚以内に説明せよ。なお、必要に応じて図を用いてもよい。

問題 15

(A) ～ (C) 3問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 葉緑体チラコイド膜を介したプロトン駆動力の生理機能とプロトン駆動力の形成を調節する仕組みについて、あわせて10行程度で説明せよ。

(B) 葉緑体における遺伝子発現の制御について、核コードの調節因子の寄与を含めて10行程度で説明せよ。

(C) 植物生理学に関する以下の用語(1)～(7)から4つを選び、それぞれについて3行程度で説明せよ(必ず4つだけ選ぶこと)。

- (1) クロロフィル *b* (chlorophyll *b*)
- (2) ステート遷移 (state transition)
- (3) P680
- (4) エチオプラスト (etioplast)
- (5) フェレドキシン (ferredoxin)
- (6) プラスチド DNA の逆位反復配列 (inverted repeat of plastid DNA)
- (7) TIC/TOC 複合体 (TIC/TOC complex)

問題 17

(A)、(B) 2問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の文章を読んで、設問(1)、(2) 2問とも答えよ。

ヒドロキシ基やアミノ基は、水分子と反応し容易に水素原子を交換する。ポリペプチド鎖のアミド基も、このような「交換性」を示すことが知られている。このような水素交換の速度を定量する方法として、例えば、タンパク質を重水 ($^2\text{H}_2\text{O}$) に溶解し、重水素のアミド基への取込速度を $^1\text{H-NMR}$ や質量分析法で調べる方法がある。

(1) フォールドしたタンパク質の主鎖アミド基の場合、存在する領域によって水素交換の速度が大きく異なることがある。その原因としてどのようなことが考えられるか。3行程度で述べよ。

(2) 水素交換反応を利用してタンパク質のフォールディング過程（どの領域から構造形成が始まるか）を調べる方法を考え、10行程度で説明せよ。なお、アミド基の水素交換は、低 pH 条件において無視できるほど遅くなることを利用してもよい。また、図を用いてもよいが図は行数には含まない。

(B) 分光学的な手法を用いてタンパク質の構造変化や会合状態の変化を調べる方法を1つあげ、その原理と実験方法をあわせて10行程度で述べよ。図を用いてもよいが図は行数には含まない。

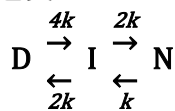
問題 18

(A)、(B) のうちから 1 問を選んで解答せよ (必ず 1 問だけを選ぶこと)。

(A) 以下の設問 (1)、(2) 2 問とも答えよ。

(1) 次の文章を読み、設問 (i) ~ (iv) のすべてに答えよ。

あるタンパク質が変性状態 D、中間状態 I、天然状態 N の 3 状態をとり、状態間の遷移速度が



である。ここで、矢印の添え字は遷移の速度定数を表す。また、タンパク質の総濃度を C_{tot} とおく。

(i) 3 状態が化学平衡のとき、各々の平衡濃度 $[D]_{eq}$ 、 $[I]_{eq}$ 、 $[N]_{eq}$ を求めよ。

(ii) $x(t) = [D](t) - [D]_{eq}$ は時間について 2 階の微分方程式を満たす。この微分方程式を求めよ。ここで、 $[D](t)$ は、時刻 t における D の濃度を表す。

(iii) この微分方程式に $x(t) = \exp(\lambda t)$ を代入し、 λ が満たすべき 2 次方程式を求めよ。

(iv) 時刻 0 において $[D](0) = C_{tot}$ 、 $[I](0) = 0$ 、 $[N](0) = 0$ のとき、 $[D](t)$ を求めよ。

(2) ある転写因子 x は、それ自体の遺伝子発現のリプレッサーである。その発現抑制は協同性係数 (ヒル係数) 2 のヒルの式で表せるものとする。また、濃度に比例する分解速度をもつものとする。この転写因子の濃度 $[x]$ の時間微分の式を書け。必要なパラメータを各自で定義し、その意味をそれぞれ 1 行で説明せよ。

(B) 以下の設問 (1)、(2) 2 問とも解答せよ。それぞれの答えを別の解答用紙に記入すること。なお、各設問において図を用いてもかまわない。ただし、図は行数には含まないものとする。

(1) ヒトの遺伝子 A とメダカの遺伝子 B はともに受容体型チロシンキナーゼをコードしている。A と B がオーソログな関係なのかパラログな関係なのかを解明したい。どのような配列解析を行えばよいか、15 ~ 20 行で述べよ。

(2) 化石や剥製などから DNA を抽出し、その塩基配列を解読することが可能な場合がある。このような古代 DNA の配列情報を用いて研究を行うとしたら、あなたはどのような生物を対象とするか。具体的な生物の名称をあげ、その研究の目的および解析方法について 15 ~ 20 行で説明せよ。

問題 19

(A)、(B) 2問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の文章を読んで、設問 (1) ~ (3) のすべてに答えよ。

レチナールを発色団とする色素タンパク質（レチナールタンパク質）は、脊椎動物から微生物まで、さまざまな生物に存在する。発色団である全トランス型レチナール（微生物型）、あるいは 11 シス型レチナール（動物型）は、シッフ塩基結合を介してリジン残基に結合している。

- (1) 可視光を吸収するレチナールタンパク質のシッフ塩基結合部はプロトン化していることが知られている。プロトン化レチナールシッフ塩基の気相中での吸収極大波長（610 nm）と、それぞれのレチナールタンパク質の吸収極大波長との差を波数（ cm^{-1} ）で表したものをオプシシフトとよぶ。ウシロドプシン（吸収極大波長 = 500 nm）のオプシシフトを有効数字2桁で求めよ。
- (2) オプシシフトは、プロトン化シッフ塩基の対イオンによる短波長シフトと、発色団の β イオノン環付近の極性残基（OH 基）による長波長シフトからなる。これらの短波長シフトと長波長シフトのメカニズムを、あわせて10行以内で説明せよ。図を用いてもかまわない。ただし、図は行数に含まないものとする。
- (3) 対イオンは、レチナールタンパク質の吸収極大波長の調節だけでなく、生理機能にも重要である。脊椎動物ロドプシンの G タンパク質活性化、およびバクテリオロドプシンのプロトン輸送における対イオンの役割を、あわせて10行以内で述べよ。

(B) 以下の文章を読んで、設問 (1)、(2) 2問とも答えよ。

動物の視細胞は、外界からの光刺激を神経応答に変換する感覚細胞である。ヒトとマウスでは、同じ哺乳類に属しながら、網膜における視細胞の分布やそこで機能する分子が異なることが知られている。

- (1) ヒトとマウスでは、視細胞で機能する視物質の種類が異なる。どのように異なるのか、また、その違いが生じた進化的背景を、あわせて8行程度で説明せよ。
- (2) ヒトとマウスでは、網膜における視細胞の分布パターンが異なる。どのように異なるのか、網膜の形態的違いや視細胞で機能する視物質の違いを含めて8行程度で説明せよ。

問題 2 1

(A)、(B) 2問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の設問 (1) ～ (3) のすべてに答えよ。

(1) 小胞体で生合成されるタンパク質には、分泌タンパク質などの (a) 可溶性タンパク質や、膜タンパク質がある。膜タンパク質は、(b) 膜貫通領域に加えて、小胞体内腔領域や (c) 細胞質領域をもつ場合がある。下線部 (a) ～ (c) に生じたアミノ酸変異等によってタンパク質の構造に異常をきたした場合、どのようにしてこれらの異常が認識されてタンパク質が分解されるのかについて、それぞれ5行程度で説明せよ。それぞれの違いと共通点が分かるように記述すること。現在活発に研究が進められている分野なので、解答には個々の分子の正確な名称は必ずしも必要としない。図を用いてもかまわない。ただし、図は行数に含まないものとする。

(2) 培養細胞などに小胞体ストレスを誘導する場合、阻害剤などの化学物質を使うことが多いが、生体内では様々な生理的、あるいは病的な条件下で小胞体ストレスが生じている。どのような例があるか、2つの例をあげて、小胞体ストレスが生じる機序について、それぞれ2行程度で説明せよ。図を用いてもかまわない。ただし、図は行数に含まないものとする。

(3) 小胞体の正常な機能の発現・維持に ATP 加水分解のエネルギーが利用されている。どのような分子がどのような目的で ATP のエネルギーを利用しているか、3つの分子をあげて、それぞれ3行程度で説明せよ。

(B) あなたは希望する分科に入学後、どのような研究をしたいと考えているか、解答用紙1枚以内で記述せよ。なお、分科番号21と25両方を第1志望、第2志望として受験する場合は、第1志望の分科についてのみ記述すること。

問題 22

(A) ～ (C) のうち、2 問を選んで解答せよ（必ず 2 問だけを選ぶこと）。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の文章を読んで、設問（１）、（２）２問とも解答せよ。図を用いてもかまわない。ただし図は行数に含まないものとする。

カイメン（ふつうカイメン綱）は、体細胞性全能性幹細胞（アーキオサイト）と襟細胞（特殊な分化細胞）という２つの細胞種からなる幹細胞システムをもつことが、電子顕微鏡などを用いた研究および^(a) 遺伝子発現解析などから示唆された。

（１）下線部（a）について、カイメンの襟細胞が全能性をもつことを示唆した解析結果を５行程度で説明せよ。

（２）襟細胞の幹細胞以外の働きを５行程度で説明せよ。カイメン体内でどのような組織を形成しどのような働きを担っているか、特徴的な細胞形態も記述すること。

(B) 以下の文章を読んで、設問（１）、（２）２問とも解答せよ。図を用いてもかまわない。ただし図は行数に含まないものとする。

カイメンの骨格は、長さ数百マイクロメートル程度の微細な骨格要素（骨片）が非常に多数、つなげられた構造である。^(b) 骨片は骨片形成細胞により産生され、Transport 細胞が集団で骨片を運搬し、骨片の先端が持ち上げられて柱のように建てられ、またはつなげられて柱と梁構造の骨格が次第に構築される。

（１）下線部（b）の骨片形成過程について、知るところを８行程度で記述せよ。骨片の構造と骨片形成に関与する分子についても記述すること。

（２）カイメンの可塑的な成長に合わせ、その時その時の体の外側近くに骨片を建て・つなげることを実現する骨片骨格形成の仕組みを、特に鍵となる２つのステップを明記して５行程度で記述せよ。

(C) あなたは入学後、カイメンを用いてどのような研究をしたいと考えているか、解答用紙１枚以内で記述せよ。

問題 23

(A)、(B) 2問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の文章を読んで、設問 (1)、(2) 2問とも答えよ。

反応拡散方程式系において、反応項の安定な平衡状態の一様分布が、拡散項により不安定化し、周期的構造が生まれることを拡散不安定性、もしくはチューリング不安定性と呼ぶ。以下の2変数反応拡散方程式を考える。

$$\frac{\partial u}{\partial t} = D_u \Delta u + f(u, v) \quad (1.1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = D_v \Delta v + g(u, v) \quad (1.2)$$

このシステムがもつ平衡状態 (u^*, v^*) が拡散不安定性を示す条件は、反応項の偏微分係数、 $f_u := (\partial f / \partial u)_{(u^*, v^*)}$ 、 $f_v := (\partial f / \partial v)_{(u^*, v^*)}$ 、 $g_u := (\partial g / \partial u)_{(u^*, v^*)}$ 、 $g_v := (\partial g / \partial v)_{(u^*, v^*)}$ および拡散係数の比 $D := D_v / D_u$ を用いて、以下の4つの不等式で与えられる。ただし $D > 1$ とする。

$$f_u + g_v < 0 \quad (2.1)$$

$$f_u g_v - f_v g_u > 0 \quad (2.2)$$

$$D f_u + g_v > 0 \quad (2.3)$$

$$(D f_u + g_v)^2 - 4 D (f_u g_v - f_v g_u) > 0 \quad (2.4)$$

(1) これらの条件を満たす反応項の偏微分係数 f_u 、 f_v 、 g_u 、 g_v の符号（正負）の組み合わせが、2通りしか存在しないことを、(2.1)～(2.4)を用いて示せ。(2.1)～(2.4)の全てを用いるとは限らない。

(2) (1) で得られた2通りの符号の組み合わせについて、 u と v に働く制御様式を図で示し、拡散不安定性を示しうる反応の特徴を10行程度で説明せよ。ただし図は行数に含まない。

(B) あなたは数理生命科学分科に入学した後、どのようなテーマで何を明らかにしたいか。解答用紙1ページ以内で説明せよ。

問題 26

(A)、(B) 2問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の文章を読んで、設問(1)、(2) 2問とも答えよ。

シロイヌナズナにおいて低温処理で誘導的に蓄積する分子機能未知のタンパク質Xについてその生理学的役割を調べるため、カリフラワーモザイクウイルスの35Sプロモーターの制御下でタンパク質Xを発現する組換え遺伝子を作製し、野生型シロイヌナズナに導入した。得られた複数の形質転換個体からそれぞれ導入遺伝子の挿入をホモ接合体としてもつ形質転換体株を樹立し、それらの低温処理後の生存率を野生型株のものと比較した。その結果、(a) 10株中8株で有意な生存率の上昇が見られた。この実験結果をもとに、(b) タンパク質Xは植物の低温耐性に寄与するという作業仮説を立てた。

(1) 下線部(a)について、低温処理後の生存率に対する導入遺伝子の影響が形質転換株の間で異なる原因として考えられることを5行程度で説明せよ。

(2) 下線部(b)について、この作業仮説を検証するための実験計画を立て、作業仮説が正しい場合に想定される実験結果とともにあわせて10行程度で説明せよ。

(B) 植物細胞形態形成の分子制御機構を研究するうえで、根毛を用いる利点を3つあげ、あわせて10行程度で説明せよ。図を用いてもかまわない。ただし、図は行数に含まないものとする。

問題 27

(A) ～ (C) のすべての設問に解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 属Aの細菌種 a と、属Bの細菌種 b は、配列の類似した遺伝子をもっている。進化の過程において、この遺伝子が種 a に至る系統と種 b に至る系統の間で水平伝播したことが強く疑われている。水平伝播の可能性を検討し、その伝播の方向を推定するには、どのような解析を行ったらよいか 15 行以内で説明せよ。図を用いてもかまわない。ただし、図は行数に含まないものとする。

(B) 設問 (1)、(2) 2 問とも解答せよ。

(1) 以下の (a) ～ (h) の用語に対して最も関連性の高い名称・略号を [] 内からそれぞれ 2 つずつ選べ。

(a) ホモロジーサーチ、(b) データベース、(c) マルチプルアライメント、
(d) 系統樹作成、(e) マッピング、(f) アセンブラ、(g) 遺伝子予測、
(h) ビニング (binning)

[MUSCLE、FastTree、IDBA-UD、BLAST、metaSPAdes、Bowtie、EuGene、KEGG、MaxBin2、RAxML、BWA、MAFFT、Pfam、GeneMarkS、MetaBAT2、GHOSTX]

(2) 複数サンプルから得られたメタゲノムデータの解析手順を、(1) の (a) ～ (h) の用語を全て用いて 10 ～ 20 行で説明せよ。サンプルの由来や解析目的については自由な発想で設定してよい。

(C) あなたは理論分子生物学分科に入学した後、どのような研究テーマで何を明らかにしたいか。解答用紙 1 ページ以内で説明せよ。

問題 29

(A)、(B) 2問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の文章を読んで、設問 (1) ~ (3) のすべてに答えよ。

ヒトが二足歩行をする際、下肢は股関節から下で振子のように前後に動く(簡略化のため、ここでは膝関節や足関節の動きは考えない)。ただし、質量が無視できる紐の先に錘がついている振子とは異なり、下肢は股関節から足先まですべて質量を持つ部分から成る。そのため、下肢の振子運動は、下肢長の約 $2/3$ 倍の長さを持つ振子と同程度の周期を持つことになる。自然な速さで歩く時、歩行周期は下肢の振子周期に近くなる。

- (1) 自然な速さで歩く場合、下肢がそのままの形状で n 倍の長さになると歩行速度はおよそ何倍になると考えられるか。ただし、股関節以外の関節の動きは無く、下肢は振子様に動くものとする。なお、振子の周期 T は、紐の長さを l 、重力加速度を g とした時、 $T = 2\pi\sqrt{l/g}$ として求められる。
- (2) 歩行速度を上げるための一つの方法は、歩行の周期を短くすることである。しかし、周期を短くするために下肢を単純に短くすると、歩幅が短くなってしまう。下肢の長さを変えないで振子の周期を短くするには、下肢はどのような形状となればよいか。2行程度で説明せよ。
- (3) 体重が同じである場合、肢が長い動物の方が、同じ距離を少ないエネルギー消費量で歩くことができる。その理由を2行程度で述べよ。

(B) 以下の語句 (1) ~ (8) の中から5つを選び、それぞれについて2行以内で説明せよ (必ず5つだけを選ぶこと)。

- | | |
|---------------------|--------------------------------------|
| (1) kipunji monkey | (2) vomeronasal organ |
| (3) sublingua | (4) <i>Sahelanthropus tchadensis</i> |
| (5) lambdoid suture | (6) prognathism |
| (7) Isthmus of Kra | (8) schizodactyly |

問題 30

(A)、(B) 2問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の組になった用語(1)～(10)の中から5つを選び、それぞれの用語を3行以内で説明せよ(必ず5つだけを選ぶこと)。

- (1) 地中海とテチス海 (Mediterranean Sea and Tethys Sea)
- (2) 放散虫と有孔虫 (Radiolaria and Foraminifera)
- (3) トリゴニッドとタロニッド (trigonid and talonid)
- (4) 尺骨と橈骨 (ulna and radius)
- (5) ドリオピテクスとプリオピテクス (*Dryopithecus* and *Pliopithecus*)
- (6) 鼻腔と副鼻腔 (nasal cavity and paranasal cavity)
- (7) 歯のエナメル質と象牙質 (enamel and dentin)
- (8) 環椎と軸椎 (atlas and axis)
- (9) 早熟と過形成 (progenesis and hypermorphosis)
- (10) 暦年齢と生理学的年齢 (chronological age and physiological age)

(B) 以下の文章を読んで、設問(1)、(2) 2問とも答えよ。なお必要に応じて図を使用してもかまわない。ただし図は行数には含まない。

初期霊長類を定義する特徴としては、眼窩軸の収斂と手足の把握能力が重要視されている。

- (1) 眼窩軸の収斂と手足の把握能力を示すような形態的特徴とは何か、それぞれ3行程度で説明せよ。
- (2) 眼窩軸の収斂と手足の把握能力の適応的な意味を、それぞれ5行以内で説明せよ。

問題 3 1

(A)、(B) 2問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 霊長類の親子関係について、以下の設問(1)～(3)のすべてについて、それぞれ5行程度で答えよ。

- (1) ニホンザルでは、同じ母親から生まれた姉妹間では妹の方が順位が高くなるという「末子優位の原則」がある。これは母親のとるどのような行動の影響によるものと考えられるか、母親が得る利益の観点から説明せよ。また、このような傾向は野生下よりも餌づけされたニホンザルでよりはっきりと見られているが、その理由を説明せよ。
- (2) チンパンジーなどで、離乳期にさしかかった一定の期間、授乳を拒否しようとする母親に対して、子供が抵抗してかんしゃくを起こす行動が見られる。なぜそのような行動が見られるのか、母子それぞれの利益の観点から説明せよ。
- (3) 複数の雌雄からなる集団をつくるチンパンジーでは、オスは子の育児には関与しない。一方ヒトの祖先では、同様に複数の雌雄からなる集団をつくりつつも、オスは特定の子のところに食物を運ぶようになったという説が提唱されている。この説が正しい場合、ヒトのオスがなぜそのような行動を進化させたと考えられるのかを説明せよ。また、それとともに進化したと考えられるメスの性生理の特徴を説明せよ。

(B) 霊長類の採食に関して、以下の設問(1)～(3)のすべてについて、それぞれ5行程度で答えよ。

- (1) 霊長類が、植物を採食することで、植物にどのような影響を与えるか、正の影響と負の影響の両方の観点から説明せよ。
- (2) 霊長類にとっての主要食物である葉と果実(果肉)は、それぞれどのような特徴をもつか、化学成分に着目して説明せよ。
- (3) ニホンザル以外に、果実資源を利用する、日本の森林性の脊椎動物を2つあげ、ニホンザルの果実資源の利用がそれらの動物とどのように異なるのか、あわせて論じよ。

問題 3 2

(A)、(B) 2問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の設問 (1)、(2) 2問とも解答せよ。それぞれ5行程度で答えよ。

- (1) ヒトを含む動物の「社会的学習 (social learning)」のプロセスは3つのタイプに分類される (Thorpe, 1956)。それぞれの名称と特徴について述べよ。
- (2) 「視点取得 (perspective-taking)」について説明し、霊長類において視点取得の能力を調べる実験例を記述せよ。

(B) 以下の文章を読み、設問 (1) ~ (3) のすべてに解答せよ。

(著作権保護のため引用文は省略)

(Beran, M. et al. (2013). *Animal Behaviour*, 85, pp. 987-988 より抜粋、一部改変)

- (1) 下線部 (a) について以下の設問 (i)、(ii) 2問とも答えよ。
 - (i) 下線部 (a) を本文の内容に沿って3行程度で説明せよ。
 - (ii) relative quantity judgments だけではなく、absolute quantity judgments も存在する。具体的にはどのようなものか、3行程度で説明せよ。
- (2) [ア] に入る心理物理学の法則の名称を答えよ。また、その法則について5行程度で説明せよ。
- (3) 下線部 (b) を和訳せよ。

問題 33

(A)、(B)のうち、1問を選んで解答せよ（必ず1問だけを選ぶこと）。

(A) 言語の本質的特徴の一つに象徴性（symbolization）が挙げられる。以下の設問（1）～（3）のすべてに答えよ。

- （1）象徴性の成立には、刺激等価性（stimulus equivalence）の必要性を主張する研究者が存在する。反射律（reflexivity）、推移律（transitivity）、対称律（symmetry）を説明しながら、刺激等価性の定義を7行程度で説明せよ。
- （2）コドモのサルが他個体に攻撃されて悲鳴を発した場合、その悲鳴を聞いた母親サルはコドモへの援助ために攻撃者に対し反抗を開始することがある。このように、悲鳴の高い情報伝達性の一方で、悲鳴には記号的な要素が乏しいと考えられる。その理由について、（1）の説明を考慮しながら、7行程度で説明せよ。
- （3）ヒト以外の動物では、刺激等価性の成立が困難であることが知られている。困難な要素について言及しながら、（2）の現象とヒト言語の象徴の相違点について、7行程度で説明せよ。

(B) うつ病（大うつ病性障害）は、気分の落込みや精神運動遅滞など一連の症状を呈する精神障害である。以下の設問（1）～（3）のすべてに答えよ。

- （1）うつ病では、睡眠困難や生活リズムの乱れなどの症状もみられる。このことに関連があると推測される脳領域と、その脳領域が担う機能を7行程度で説明せよ。
- （2）うつ病の治療に選択的セロトニン取込み阻害剤（SSRI）が用いられる。セロトニンのシナプス放出過程に基づいて、中枢神経系でのSSRIの作用機序、ならびに、そこから推測される、うつ病でのセロトニンの変化を7行程度で説明せよ。模式図を用いてもかまわない。ただし、図は行数に含まない。
- （3）セロトニンはトリプトファンから合成されるが、トリプトファン自体は体内では生成されない。このことを踏まえて、うつ病にセロトニンの変化が関わっているかどうかを検証したい。どのような実験を行えばよいか、7行程度で説明せよ。

問題 34

(A)、(B) 2問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の(1)～(4)の語句について、それぞれ4行程度で説明せよ。

- (1) 前帯状皮質 (anterior cingulate cortex)
- (2) くも膜下出血 (subarachnoid hemorrhage)
- (3) 情動二要因説 (two-factor theory of emotion)
- (4) 共同注意 (joint attention)

(B) 以下の設問(1)、(2) 2問とも解答せよ。

- (1) 一般的な神経細胞における活動電位の発生機序を以下の単語をすべて用いて15行程度で説明せよ。

[静止膜電位、 Na^+K^+ ポンプ、ナトリウムイオン、カリウムイオン]

- (2) 神経科学研究によく用いられるサル類としてニホンザルやコモンマーモセットがある。それぞれの種について、実験動物としての利点と欠点を挙げ、どのような研究に向いているのか15行程度で論ぜよ。

問題 35

語句（A）～（F）のすべてについて、それぞれ5行程度で説明せよ。また、（A）～（C）の答えをあわせて解答用紙1枚、（D）～（F）の答えをあわせて解答用紙1枚に記入せよ。

- （A）脳脊髄液（cerebrospinal fluid）
- （B）グリア細胞（glial cell）
- （C）視床（thalamus）
- （D）連合野（association area）
- （E）パーキンソン病（Parkinson disease）
- （F）言語中枢（lingual center）

問題 36

(A)、(B) 2問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の設問(1)～(5)のうち2つを選び、それぞれ5行程度で説明せよ(必ず2つだけ選ぶこと)。

- (1) 発生の経過にともなう神経幹細胞の特性の変化について、細胞分裂とニューロン分化、グリア分化の観点から説明せよ。
- (2) 発生進化生物学の研究において、iPS細胞技術を用いることの利点と限界について説明せよ。
- (3) レトロトランスポゾンである Alu 因子は、ヒトとチンパンジーの共通祖先で、高頻度で転移していた。この2種が分岐した後でも転移は続いていることを証明するには、何を調べてどのような結果を示せばよいか。
- (4) 遺伝子の特定の変異に正の自然選択が作用して、その頻度が集団中で短期間に上昇することがある。ヒト集団でのそのような例を1つあげ、状況を具体的に説明せよ。
- (5) オキシトシンには末梢組織ではたらく作用、中枢神経での作用がある。それぞれについて1つずつ例をあげて、説明せよ。

(B) 以下の用語(1)～(4)のうち3つを選び、それぞれ3行程度で説明せよ(必ず3つだけ選ぶこと)。

- (1) がん幹細胞 (cancer stem cells)
- (2) 純化選択 (purifying selection)
- (3) エピジェネティック遺伝 (epigenetic inheritance)
- (4) カルシウムイメージング (calcium imaging)

問題 37

(A) ～ (C) のうち 2 問を選んで解答せよ (必ず 2 問だけを選ぶこと)。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 実験用霊長類を感染症研究のモデル動物として利用するときの長所と短所のうち、重要と思われるものをそれぞれ 2 つずつあげ、あわせて 10 行程度で説明せよ。

(B) 以下の設問 (1) ～ (3) のすべてに答えよ。

(1) 新興感染症の定義を 2 行程度で説明せよ。

(2) 主な新興ウイルス感染症について 4 つあげよ。

(3) (2) であげたもののうち 1 つについて、その原因ウイルスの分類、感染様式、臨床症状、検査法、治療法について 10 行程度で述べよ。

(C) 霊長類免疫不全ウイルス (PIV) における宿主細胞への吸着 (binding) から侵入 (entry) までの過程について 10 行程度で説明せよ。

問題 38

(A)、(B) 2問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の設問(1)～(3)のうち、2つを選び、それぞれ10行程度で解答せよ(必ず2問だけを選ぶこと)。

- (1) 実験用サル類のストレスを評価したい。考えられるストレスを2つあげよ。また、どのような評価方法があるか、1例をあげて述べよ。
- (2) 実験用サル類に麻酔をかけることの意義を説明せよ。また、使用する麻酔薬を1つあげ、その短所と長所および使用方法を具体的に述べよ。
- (3) 実験動物において疼痛を評価するにはどのような方法があるか。具体的な動物種を例にあげて、方法を説明し、長所と短所を述べよ。

(B) 以下の用語(1)～(3)のすべてに答えよ。それぞれ5行程度で説明せよ。

- (1) 動物の愛護及び管理に関する法律 (Act on Welfare and Management of Animals)
- (2) ノトバイオート (gnotobiote)
- (3) 常同行動 (stereotyped behavior)

問題 39

(A)、(B) 2 問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の保全遺伝学に関する用語 (1) ～ (8) のうち、4 つを選んで、それぞれ 3 行程度で説明せよ (必ず 4 つだけを選ぶこと)。

- (1) 突然変異メルトダウン (mutation meltdown)
- (2) ヒッチハイキング効果 (hitch-hiking effect)
- (3) NUMT
- (4) 家系集積性 (familial aggregation)
- (5) 進化的に重要な単位 (evolutionary significant unit)
- (6) 相対速度テスト (relative rate test)
- (7) ヘテロプラスミー (heteroplasmy)
- (8) 共優性 (codominance)

(B) 保全遺伝学に関する以下の設問 (1)、(2) 2 問とも解答せよ。

- (1) 絶滅が危惧される種は、そうでない種と比較してどのような違いがあるか、以下の語句をすべて用いて 10 行程度で説明せよ。
[生息地 (habitat)、個体数 (population size)、遺伝的多様性 (genetic diversity)、適応度 (fitness)]
- (2) 近交弱勢が懸念される小集団の繁殖サイズおよび遺伝的多様性を回復させる遺伝的な管理方策について、以下の語句をすべて用いて 10 行程度で説明せよ。
[異系交配 (outbreeding)、生息域外保全 (*ex situ* conservation)、遺伝子流動 (gene flow)]

問題 40

(A) ～ (C) 3問とも解答せよ。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の(1)～(5)の用語すべてについて、それぞれ4行程度で説明せよ。

- (1) 認知的エンリッチメント (cognitive enrichment)
- (2) 個体群存続可能性分析 (population viability analysis)
- (3) ステロイドホルモン (steroid hormone)
- (4) 誘起排卵 (induced ovulation)
- (5) ワシントン条約 (Washington Convention)

(B) 自然環境の状態や環境汚染の程度などを調べる際、ある決まった生物や生物群を指標として選び(生物指標)、それらの状況を見ることで環境条件を判断する場合がある。このように生物指標を用いて環境を評価することのメリットとデメリットを、それぞれ2つずつあげ、あわせて解答用紙1枚以内で記述せよ。

(C) あなたが大学院で行おうとする研究について、研究タイトル、研究目的、対象動物、研究方法、研究の意義をすべて含めて、あわせて解答用紙1枚以内で記述せよ。