

筆答試験

英語

試験時間 9:30～11:30

○問題は4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（1，2，3，4）を記入すること。

英語

問題 1

以下の文章を読んで、設問（A）～（E）のすべてに解答せよ。

（著作権保護のため引用文は省略）

（American Medical Association, AMA Journal of Ethics, vol. 2 (4), 2000 より抜粋、一部
改変）

fool's errand : 無駄足

gelotology : ユーモアと笑いが身体に与える影響を研究する学問

（次ページに続く）

- (A) エープリルフールは、どのような状況で始まったかを、本文に則して2行程度の日本語で説明せよ。
- (B) 下線部 [ア] と [イ] には、意味で対をなす語が入る。適切な語（英語で各1語）を記せ。
- (C) 下線部 [ウ] にどのような語を入れると、前後の文と矛盾なくつながるか。適する語（英語で1～3語）を記せ。
- (D) 下線部（1）を和訳せよ。
- (E) **Laughter** から始まる第3段落に小見出しをつけるとすれば、どのようなものが適するか。英語で4語以内で作って答えよ。

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）

（次ページに続く）

(著作権保護のため引用文は省略)

(Yuval Noah Harari, *Homo Deus: A Brief History of Tomorrow*, Vintage, 2015 より抜粋)

not ~ an iota : 少しもない

Dryolestes : ジュラ紀後期に絶滅した脊椎動物種

(A) 下線部 (1) を和訳せよ。

(B) 筆者はなぜ下線部 (2) を主張するのか。本文を踏まえ 3 行程度の日本語で根拠を述べよ。

(C) 下線部 (3) を和訳せよ。

英語

問題 3

以下の下線部（１）および（２）の文章を英訳せよ。

（著作権保護のため引用文は省略）

（松尾豊『人工知能は人間を超えるか ディープラーニングの先にあるもの』角川E P U B
選書 2015 より抜粋、一部改変）

グーグル翻訳： Google Translate

英語

問題 4

以下の下線部（１）および（２）の文章を英訳せよ。

（著作権保護のため引用文は省略）

（倉谷滋『形態学 形づくりにみる動物進化のシナリオ』丸善出版 2015 より抜粋、一部改変）

ダ・ヴィンチ：da Vinci

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) ～ (7) のすべてに答えよ。

タンパク質は [ア] 結合によりつながれた ^(a) アミノ酸 からなり、細胞内でリボソームにより合成される。合成されたタンパク質は ^(b) 正しい立体構造に折りたたまれる ことで機能を獲得する。タンパク質の立体構造は自由エネルギーが [イ] になるよう決定されるため ^(c) アミノ酸配列によって決定されている といえる。また、タンパク質が折りたたまれる際には多くの場合、^(d) ある種のタンパク質がその折りたたみを介助する。

(1) [ア]、[イ] に適切な語句を入れよ。

(2) 下線部 (a) について、タンパク質を構成するアミノ酸は20種類あり、その側鎖によって、極性を持たないもの、電荷を持たず極性を持つもの、正電荷を持つもの、負電荷を持つもの、の4つに分類できる。4つの分類に該当するアミノ酸をそれぞれ2つあげよ。また、硫黄原子を含むアミノ酸を2つあげよ。

(3) 下線部 (b) について、タンパク質の折りたたみに使われる非共有結合の名称を4つ記せ。また、折りたたみで生じる2次構造の名称を2つ記せ。

(4) 下線部 (c) について、ある酵素の立体構造がアミノ酸配列によって一義的に決定されていることを証明するためにはどのような実験を行えばよいか。3行程度で説明せよ。

(5) 下線部 (d) について、設問 (i)、(ii) 2問とも解答せよ。

(i) このようなタンパク質の総称を記せ。

(ii) 細胞には細胞内のタンパク質の折りたたみ状態を感知して、折りたたみを助けるタンパク質の量を調整する応答が複数備わっている。このような応答の例を1つ名称で記せ。

(次ページに続く)

(6) 特定のタンパク質の折りたたみに異常が生じることは細胞にとって重大な危機となることがある。このような折りたたみ異常を原因とするヒトの疾患の名称を1つ記せ。

(7) タンパク質を分子量で分離するための実験手法として **SDS** ポリアクリルアミドゲル電気泳動法が用いられている。実験の原理を以下の単語をすべて用いて5行程度で説明せよ。

[ドデシル硫酸ナトリウム (SDS)、還元剤、ポリアクリルアミドゲル、電荷]

(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。

電子伝達系はミトコンドリア内膜や葉緑体のチラコイド膜にあり、電子運搬体を介して高エネルギー電子が移動する過程でエネルギーが放出される。活性運搬体の 1 つである NADH は電子を失うと NAD^+ になる。 NADH/NAD^+ のような物質の組み合わせを [ア] という。ある物質の電子の受け渡しに関する性質は、酸化還元電位で特徴付けられる。
(a) 標準酸化還元電位は (b) NADH/NAD^+ 、還元型ユビキノン/酸化型ユビキノン、 $\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2$ でそれぞれ -320 mV 、 $+30 \text{ mV}$ 、 $+820 \text{ mV}$ となる。葉緑体のチラコイド膜にある光化学系においては、(c) スペシャルペアとよばれる 2 個の [イ] が [ウ] の一部として存在する。光合成の電子伝達は、光のエネルギーで励起したスペシャルペアから電子運搬体へ高エネルギー電子が移動することで引き起こされる。

(1) [ア] ～ [ウ] に適切な語句を入れよ。

(2) 下線部 (a) について、生物学における「標準状態」を 1 ～ 2 行で説明せよ。

(3) 下線部 (b) に関連して、標準状態において NADH からユビキノンへ電子が移動する際の標準自由エネルギー変化 (ΔG°) は 1 電子あたり -8.0 kcal/mol である。標準状態において、1 分子の NADH に由来する電子が分子状酸素に至る過程で生じるエネルギーによって、ADP と無機リン酸から ATP は最大何分子生成できると考えられるか、計算過程を含めて記せ。ただし、電子の移動で生じた自由エネルギーがすべて ATP 合成に消費されるものとする。また、ATP が ADP と無機リン酸になる反応の標準自由エネルギー変化 (ΔG°) は -7.3 kcal/mol である。

(4) 下線部 (c) について、光化学系 II で電荷分離したスペシャルペアの酸化還元電位は水分子の酸化還元電位より高いと考えられるか、あるいは低いと考えられるか。理由とともに 3 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) ～ (5) のすべてに答えよ。

DNA から適正なタンパク質を産生するために、真核細胞はさまざまな工夫をしている。まず細胞核中で_(a)RNA ポリメラーゼと呼ばれる酵素が DNA の情報を RNA に写し取る(転写)。転写を開始する位置を規定する DNA の領域を [ア] と呼び、この領域にある塩基配列の認識に必要な転写因子を [イ] と呼ぶ。

(b) 合成された RNA は一般に RNA プロセッシングと呼ばれる加工を受ける。そのなかでも、(c)イントロンによって分断化されたタンパク質の情報を RNA レベルで切り貼りする過程である RNA [ウ] には正確性が必要である。この切り貼りが 1 塩基でもずれると、それ以降のタンパク質の [エ] がずれ、異常なタンパク質が生じてしまうからである。

核から細胞質へと輸送された RNA (mRNA) の配列を元にタンパク質が合成される(翻訳)。翻訳を行う装置がリボソームである。リボソームは全体として約 [オ] 種類のタンパク質と [カ] 種類の RNA からなる大きな RNA・タンパク質複合体である。リボソームには mRNA を結合する部位が [キ] カ所と tRNA を結合する部位が [ク] カ所あり、_(d) 正確な翻訳のために必須の機能を果たしている。

(1) [ア] ～ [ク] に適切な語句や数字を入れよ。ただし、[オ] には以下の 5 つの数字から選んで入れよ。

[10、20、40、80、160]

(2) 下線部 (a) について、転写反応自体の正確性はそれほど重要ではない理由を DNA 合成の場合と比較して 1 行程度で簡潔に述べよ。

(3) 下線部 (b) について、転写と RNA プロセッシングは連係していることが知られている。この連係を担保する分子機構を「リン酸化された尾部」という語句を含めて 2 行程度で述べよ。

(次ページに続く)

(4) 下線部 (c) について、このような遺伝子編成は一見無駄が多いが利点もある。
「産生タンパク質の多様性」と「遺伝子の進化」という 2 つの観点から考えられる 2 つの利点を各 3 行程度で説明せよ。

(5) 下線部 (d) について、mRNA の情報をアミノ酸配列へ正確に変換するために重要なステップが 2 つある。以下の 3 つの語句を用いてあわせて 6 行程度で説明せよ。

[アミノアシル tRNA 合成酵素、コドン、アンチコドン]

(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。

細胞内では絶えず DNA 損傷が起こっている。(a) 自然によく起こる DNA 損傷の原因として脱プリン反応と脱アミノ反応が知られている。放射線照射、複製中の事故、さまざまな化学反応によって (b) DNA 二本鎖切断が生じることがある。また、紫外線は DNA に (c) チミン二量体を生じさせる。そして、こうした DNA 損傷を修復する様々なしくみが細胞には備わっている。色素性乾皮症の原因は紫外線によって生じた DNA 損傷が修復できないことにある。

DNA 複製の際に誤対合した塩基は、DNA ポリメラーゼの校正機能によって正しい塩基に置き換えられる。さらに、校正し損なった複製の誤りは (d) DNA 誤対合修復 (DNA mismatch repair) によって取り除かれる。

- (1) 下線部 (a) の脱プリン反応と脱アミノ反応について、あわせて 3 行程度で説明せよ。
- (2) 下線部 (b) の DNA に生じた二本鎖切断の修復機構には、相同組換え修復と非同源末端連結がある。これらの修復機構のしくみについて、その長所と短所を含めそれぞれ 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) 下線部 (c) について、チミン二量体は DNA 複製にどのような影響をおよぼすのか 1 行程度で説明せよ。
- (4) 下線部 (d) の修復機構について 5 行程度で説明せよ。

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) ~ (3) のすべてに答えよ。

小腸は消化物から栄養を吸収する器官であり、その管腔の内壁には絨毛と呼ばれる短い突起がびっしりと生えている。絨毛の狭間には陰窩と呼ばれる結合組織にくい込んだ窪みがあり、絨毛と陰窩は一続きの^(a) 単層上皮で覆われている。絨毛を覆う上皮は、主に栄養を吸収する吸収細胞と分泌細胞から成り立っており、絨毛によって小腸内壁の表面積が増えることによって、効率良く栄養吸収が行なわれる。

^(b) この小腸上皮をサイクリン D1/E1 の抗体で免疫組織染色したところ、陰窩を構成する細胞が染色された。次に、DNA 複製期のゲノムに特異的に取り込まれるブロモデオキシウリジン (BrdU) を、成体のマウスに投与し、2 日後に BrdU を取り込んだ細胞を観察した。^(c) このとき BrdU 標識細胞は陰窩から絨毛の先端まで幅広い上皮細胞に分布していたが、さらに2日経って観察したところ、絨毛の先端付近を除く領域では BrdU 標識細胞が著しく減少していた。

- (1) 下線部 (a) の小腸上皮はしなやかさと強靱さをもち、かつ腸管の内容物が腸管外に滲み出さないようバリア機能を有する。このような性質をもたらす上皮の構造的な特徴を、以下の3つの語句をすべて用いて4行程度で説明せよ。

[基底膜、ヘミデスモソーム、アクチンフィラメント]

- (2) 下線部 (b) においてみられたサイクリン D1/E1 陽性の細胞は、APC (*Adenomatous Polyposis Coli*) 遺伝子の欠失により増加し、その逆に TCF4 遺伝子の欠失により減少した。こうした変化をもたらす分子機構を、以下の2つの語句をすべて用いて6行程度で説明せよ。なお、ここでいう APC 遺伝子は後期促進複合体 APC とは異なる。

[Wnt 経路、 β -カテニン]

- (3) 下線部 (c) の観察結果を、小腸上皮の性質を踏まえて5行程度で説明せよ。なお、投与された BrdU は、核酸に取り込まれたものを除き、投与してから2日までにすべて体外に排出されるものとする。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。

(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。

ある生物種の集団において、ゲノム DNA 上の同じ遺伝子座に複数の異なる型が存在することを [ア] という。有性生殖を行う生物種の集団中に観察される様々な [イ] 型の中には、ゲノム DNA 上の特定の一座位の塩基の違い、すなわち [ウ] に起因することが明らかになった例もある。ヒトの耳垢には湿ったタイプ (湿型) と乾燥したタイプ (乾型) があり、これら [イ] 型の違いは、第 16 番染色体にコードされた ABCC11 遺伝子の特定の一座位の塩基の組み合わせによって決まる。^(a) 両親に由来する ABCC11 遺伝子のこの座位の塩基の組み合わせが「G と G」あるいは「G と A」だと湿型の耳垢になり、「A と A」だと乾型の耳垢になる。 ABCC11 タンパク質は ABC (ATP-binding cassette) トランスポーターの一種であり、細胞内に入ってきた薬剤などを細胞外に排出する機能を持つことが知られている。なお、^(b) 日本を含む東北アジア地方では乾型が多数派であるのに対して、アフリカおよびヨーロッパではほとんどが湿型であり乾型は少数派である。

(1) [ア] ～ [ウ] に適切な語句を入れよ。

(2) 下線部 (a) の ABCC11 遺伝子のように、ヘテロ接合型が一方のホモ接合型と同じ形質や特性を示す場合があるのはなぜだろうか。考えられる理由を 3 行程度で述べよ。

(3) 下線部 (b) のように、ヒトの地域集団によって耳垢の湿型と乾型の割合が大きく異なる場合がある。ある地域集団について疫学調査を行ったところ、耳垢が湿型と判定された人の割合は 84%であった。また、この地域集団における ABO 式血液型遺伝子の 3 つの対立遺伝子 A、B および O の遺伝子型頻度はそれぞれ 0.27、0.13 および 0.60 であった。この地域集団において、ABCC11 遺伝子と ABO 式血液型遺伝子の両方ともにヘテロ接合型となる人および両方ともにホモ接合型となる人はそれぞれ何%を占めると推定されるか。計算してそれらの推定値を求めよ。なお、ヒトの ABO 式血液型遺伝子は第 9 番染色体にコードされている。

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) ～ (5) のすべてに答えよ。

動物の細胞骨格は (a) 微小管、アクチンフィラメント、中間径フィラメントの3種類のタンパク線維で構築されている。微小管はチューブリンからなる中空の管である。アクチンフィラメントはアクチンからなるらせん状の構造である。中間径フィラメントは線維状タンパクの重合体からなる安定なロープのような構造である。

細胞内で微小管とアクチンフィラメントは (b) 伸長したり収縮したりする。その過程において、(c) 微小管では動的不安定、アクチンフィラメントではトレッドミルと呼ばれる状態が見られることがある。

(d) 動物細胞の細胞分裂時において細胞骨格は重要な機能を果たしている。また、細胞骨格はレールのような機能も担っており、(e) モータータンパクの働きによって細胞小器官が細胞骨格に沿って移動することが知られている。

- (1) 下線部 (a) について、これら3種類のタンパク線維はそれぞれ異なる直径をもつ。直径の大きい順に名称をならべて記せ。
- (2) 下線部 (b) について、微小管とアクチンフィラメントのそれぞれの伸長と収縮のしくみについて、あわせて5行程度で説明せよ。
- (3) 下線部 (c) について、微小管の動的不安定とアクチンフィラメントのトレッドミル現象について、あわせて5行程度で説明せよ。
- (4) 下線部 (d) について、細胞分裂時に現れる微小管およびアクチンフィラメントからなる2つの構造体の名称と、それぞれの役割をあわせて3行程度で説明せよ。
- (5) 下線部 (e) について、微小管とアクチンフィラメントに結合するモータータンパクの名称をそれぞれ1つずつ記せ。どちらに結合するかを明示すること。

(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。

多細胞生物の細胞は、さまざまな細胞外シグナル分子を使って連絡しあっている。動物では、内分泌細胞が [ア] を血中に分泌して広く全身に情報を伝えることができる。一方、[イ] 型シグナル伝達では、シグナル分子は分泌細胞から細胞外液中へ拡散して、周辺細胞に情報を伝える。_(a) 神経細胞は、細胞体から遠く離れたその軸索末端と標的細胞の間に [ウ] を形成し、この間隙に [エ] を分泌してシグナル伝達を行う。また、接触細胞間のシグナル伝達では、互いの膜結合タンパクが作用しあう分子機構が知られている。

細胞外シグナルは細胞表面にある受容体タンパクを介して細胞内シグナルに変換される。その後、_(b) 細胞内シグナル伝達経路によるシグナルの伝達、変換、[オ]、_(c) 統合、配分などを経て、細胞応答が引き起こされる。このような細胞の働きの変化には、数ミリ秒から数分程度でおこる速いものと、[カ] が必要なために数時間程度かかる遅いものがある。

(1) [ア] ～ [カ] に適切な語句を入れよ。

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

(i) 強い刺激を受けた神経細胞では、電位依存 Na^+ チャネルが開いて活動電位を発生させる。軸索膜に沿う活動電位の伝播は、軸索末端に向かって一方方向に行われるが、これは電位依存 Na^+ チャネルのどのような性質によるものかを5行程度で説明せよ。

(ii) 刺激を受けて脱分極した軸索膜を再分極した静止状態に戻すために働く主なタンパク質を2つあげて、それぞれの役割をあわせて5行程度で説明せよ。

(3) 下線部 (b) について、細胞はシグナル伝達の効率や正確性を高めるために、細胞膜近傍にシグナル分子を局在させる分子機構を備えている。どのようなものがあるか、具体例を1つあげて3行程度で説明せよ。

(4) 下線部 (c) について、細胞内シグナルタンパクが多種類の情報の統合装置として働いている例を1つあげて3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) 以下の設問 (1) ～ (4) のすべてに答えよ。

(1) セン類（コケ植物）、ヒカゲノカズラ類（シダ植物）、針葉樹類（裸子植物）の違いを次の語句をすべて用いて 4 行程度で説明せよ。

[核相、独立、配偶体、孢子体、本体、 n 、 $2n$]

(2) 植物界の範囲は見解により異なっており、五界説（Whittaker 1969）、修正五界説（Margulis 1971）、修正六界説（Cavalier-Smith 1998）の間でも異なっている。設問 (i)、(ii) 2 問とも解答せよ。

(i) 五界説（Whittaker 1969）の植物界に含まれるが、修正六界説（Cavalier-Smith 1998）の植物界には含まれない生物を下の (a) ～ (f) からすべて選び、記号（アルファベット）で記せ。

(ii) 修正六界説（Cavalier-Smith 1998）の植物界には含まれるが、修正五界説（Margulis 1971）の植物界には含まれない生物を下の (a) ～ (f) からすべて選び、記号（アルファベット）で記せ。

(a) イチョウ属 *Ginkgo*（イチョウ類）

(b) クロオコックス属 *Chroococcus*（藍藻類）

(c) ゼニゴケ属 *Marchantia*（タイ類）

(d) ツルギミドロ属 *Draparnaldia*（緑藻類）

(e) テングサ属 *Gelidium*（紅藻類）

(f) ホンダワラ属 *Sargassum*（褐藻類）

(3) APG IV (2016) による分類体系に基づいた被子植物の分類について、次の語句をすべて用いて 5 行程度で説明せよ。

[アンボレラ目、イネ目、真正双子葉植物 (Eudicots)、単子葉植物 (Monocots)、ブナ目、モクレン目]

(次ページに続く)

(4) 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 つだけ選ぶこと)。

- (i) 維管束 (vascular bundle)
- (ii) 異形孢子 (異型孢子) (heterospore、anisospore)
- (iii) ウォレス線 (Wallace line)
- (iv) 共有派生形質 (synapomorphy)
- (v) 雑種崩壊 (hybrid breakdown)
- (vi) 珠心 (nucellus)
- (vii) 脊索 (notochord)
- (viii) パラレクトタイプ (paralectotype)

(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。さらに、設問 (4) にも答えよ。

琉球列島に分布するオキナワトカゲは、異所的分布をする 2 つの亜種^(a) オオシマトカゲ *Plestiodon marginatus oshimensis* (Thompson, 1912) とオキナワトカゲ *P. m. marginatus* Hallowell, 1861 とに分けられていた。ミトコンドリア遺伝子の複数マーカーを用いた分子系統解析の結果、両亜種はそれぞれ単系統群となり、さらに亜種間では深い遺伝的分化が示された。^(b) 両亜種の遺伝距離は、同属の別種間で既に明らかになっている遺伝距離と同程度であったことから、それぞれを独立種として扱うべきだと判断された。

(1) 爬虫類をはじめとした脊索動物を含む系統群の名称を、以下より 1 つ選択し答えよ。さらに選択した系統群の、形態的特徴における固有派生形質を 1 つ記せ。ただし、解答する系統群名は日本語名称のみでかまわない。

[珍無腸動物 (Xenacoelomorpha)、新口動物 (Deuterostomia)、脱皮動物 (Ecdysozoa)、らせん卵割動物 (Spiralia)]

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

(i) オオシマトカゲの学名における *marginatus* のように、動物の種の学名において、属名に続く第二名の名称を記せ。

(ii) オオシマトカゲの学名の著者と年が丸括弧で包まれているのはなぜか。2 行程度で説明せよ。

(3) 下線部 (b) について、設問 (i)、(ii) 2 問とも解答せよ。

(i) 既知遺伝距離を用いた同種／別種の判定はしばしば行われているが、問題もかかえている。生物学的種概念から見た遺伝距離比較による同種／別種判定の問題点を、以下の 3 つの語句をすべて用いて 4 行程度で説明せよ。

[分子進化速度、遺伝マーカー、生殖隔離]

(ii) 生物学的種概念が含む問題点を解決するために、代替する様々な種概念が提唱されてきた。Wiley (ワイリー) が 1981 年に規定した進化学的種概念 (evolutionary species concept) の定義を、以下の 3 つの語句をすべて用いて 3 行程度で記述せよ。

[独自性、進化的傾向、祖先—子孫個体群]

(次ページに続く)

(4) 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 つだけ選ぶこと)。

- (i) 維管束 (vascular bundle)
- (ii) 異形孢子 (異型孢子) (heterospore、anisospore)
- (iii) ウォレス線 (Wallace line)
- (iv) 共有派生形質 (synapomorphy)
- (v) 雑種崩壊 (hybrid breakdown)
- (vi) 珠心 (nucellus)
- (vii) 脊索 (notochord)
- (viii) パラレクトタイプ (paralectotype)

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。

動物行動の進化を研究するうえで、ゲーム理論による解析は究極要因の考察において重要である。

典型的なタカ・ハトゲーム (hawk-dove game) では、個体間の闘争場面において、常に相手との闘争を選択するタカ戦略と、直接的な闘争を回避するハト戦略が想定される。利得を V とした食物資源をはさんで 2 個体が対峙した場合を考える。闘争をした場合、敗北し負傷した場合の損失を C とする。利得の期待値は対峙する組み合わせによって決定されるため、 V や C を用いて対峙相手に応じた自分の利得の期待値をまとめた利得行列表を、以下のよう
に作ることができる。ただし、タカ戦略者とタカ戦略者が闘争した場合の勝者は偶然で決定され、ハト戦略者とハト戦略者が対峙した場合はお互いが均等に資源を分割すると仮定する。また、2 者の戦略が異なる時、ハト戦略者は逃避するものとする。

自分 \ 相手	タカ戦略	ハト戦略
タカ戦略	[ア]	[ウ]
ハト戦略	[イ]	[エ]

こうした利得関係を考慮すると、進化的に安定となる戦略の条件が数理的に考察できる。たとえば、タカ戦略のみが進化的に安定となる条件を考察する。1 個体が生涯に対戦する回数を n 、対戦によらない適応度を W_0 とした場合、タカ戦略集団におけるタカ戦略者の適応度は $W_0 + n \times$ [ア] となり、タカ戦略集団におけるハト戦略者の適応度は $W_0 + n \times$ [イ] となる。この場合、ハト戦略の適応度がタカ戦略の適応度より常に低くなる V と C の条件が、ハト戦略がタカ戦略集団内で広がらないための条件と考えられる。同様の適応度の大小関係に基づいた考察をすると、この利得行列表の条件下では、(a) ハト戦略のみの状態が進化的に安定とはならない。(b) しかし、条件によってはタカ戦略者とハト戦略者がいる割合で混在している状態が進化的に安定となる場合もある。

(次ページに続く)

(1) こうした経済学で考案されたゲーム理論を生物の行動進化に応用し、初めて発表した研究者の名前をフルネームで1名あげよ。アルファベットでもカタカナでもよい。

(2) [ア] ～ [エ] に適切な値を、以下の選択肢のなかから選べ。

$$\left[2V, 2C, V, C, \frac{V}{2}, \frac{C}{2}, V-C, C-V, \frac{V}{2}-C, V-\frac{C}{2}, \frac{V-C}{2}, \frac{V}{C}, 1, 0 \right]$$

(3) 下線部 (a) について、ハト戦略のみの状態が安定とならない理由を、文中の適応度と V 、 C を用いて、7 行程度で説明せよ。

(4) 下線部 (b) について、以下の設問 (i)、(ii) 2 問とも解答せよ。

タカ戦略者が集団内に占める割合を p ($0 \leq p \leq 1$)、ハト戦略者の割合を $1-p$ とした混合集団を考える。文中同様に、1 個体が生涯に対戦する回数を n 、対戦によらない適応度を W_0 とし、どの個体も一定値であり差がないものと仮定する。

(i) 混合集団内のタカ戦略者の適応度とハト戦略者の適応度を、 V 、 C 、 n 、 p 、 W_0 を用いて表せ。

(ii) (i) で求めた適応度から、タカ戦略者とハト戦略者が混在し平衡状態となりえる混合割合 p を求めよ。さらにその際の利得 V と損失 C の条件を求めよ。解答に至る過程も含めて 10 行程度で答えよ。

(B) 動物行動学に関する以下の語句 (1) ～ (6) 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 つだけを選ぶこと)。

- (1) 刷り込み (imprinting)
- (2) 生得的解発機構 (innate releasing mechanism)
- (3) 血縁選択 (kin selection)
- (4) 集団選択 (group selection)
- (5) 精子競争 (sperm competition)
- (6) 心の理論 (theory of mind)

生物学

問題 7

(A)、(B) の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)のすべてに解答せよ。

生物種間の捕食－被食関係においては、攻撃や防衛に関わる形質に関して、軍拡競走（もしくは軍拡競争）と呼ばれる進化過程が進行することがある。従来、進化過程は生態学的過程よりもはるかに大きな時間スケールで進行すると考えられてきた。しかし、^(a)「赤の女王仮説」(Red Queen's hypothesis) が想定する状況が報告されるようになり、進化過程と生態学的過程との間の関係性が見直されつつある。実際に、^(b)急速な進化が攻撃や防衛に関わる形質に起こることで捕食者や被食者の個体群動態に対して大きな影響をおよぼすことが知られている。

生物種によっては、遺伝子型のみではなく、環境に応じて攻撃や防衛に関わる形質の表現型が決まることもある。このような能力は表現型可塑性と呼ばれている。エゾアカガエル (*Rana pirica*) は幼生期において、捕食者であるエゾサンショウウオ (*Hynobius retardatus*) が生息する池で顕著に頭胴部が膨らむ。このように ^(c)捕食者が生息する池だけで防御形質が誘導されることは、エゾアカガエルにとって適応的である。

(1) 下線部 (a) の用語について、3行程度で説明せよ。

(2) 下線部 (b) に関して、急速な形質進化が起こりやすい条件を以下の用語をすべて用いて3行程度で答えよ。

[変異量、自然選択圧、世代時間、遺伝率]

(3) 下線部 (c) について、このカエル幼生の表現型が、遺伝要因のみで決定される場合よりも表現型可塑性によって制御される場合において適応的となる状況を、以下の用語をすべて用いて5行程度で答えよ。

[環境の変動、トレード・オフ、適応度]

(次ページに続く)

(B) 以下の文章を読んで、設問 (1) ～ (4) のすべてに解答せよ。

生物の有性生殖では、様々な頻度依存的現象が見られる。たとえば巻貝では同じ方向に巻く個体間でないと交尾がうまくいかないため、左巻と右巻の頻度の [ア] 方が不利になる。送粉者を共有している二種の植物が同時期に同所的に開花していて、送粉者は区別なくその二種の花を訪れる場合、頻度の [イ] 種の方が異種間の花粉移動による送粉者共有のデメリットを受けやすいと考えられている。植物の自家不和合性を制御する *S* 遺伝子座 (*S* locus) については、頻度の [ウ] 対立遺伝子を持つ方が潜在的な交配相手が多く有利になる。

性比にも、頻度依存的選択が働く。フィッシャーは、ランダム交配のもとでは、(a) 頻度依存的選択によって 1 : 1 の性比が安定的に維持されることを説明した。(b) このフィッシャー性比は、単純に繁殖効率だけを考えると、個体群サイズの増加率を低下させることがある。個体間に働く自然選択が、個体群サイズの成長にも正に働くとは限らない一例である。

有性生殖を行う様々な生物種においてフィッシャー性比が実現しているが、例外もある。たとえば、(c) モンシロチョウに寄生するアオムシコマユバチなどのような寄生蜂には、メスに偏った性比を持つものがある。これは局所的配偶競争のためだと考えられている。

(1) [ア] ～ [ウ] に、「高い」・「低い」のいずれか適切な方を入れよ。

(2) 下線部 (a) について、1 : 1 の性比が保たれる理由を、個体群中のメス対オスの頻度が 1 : x のときにそれぞれの性が残す子どもの数の比がどうなるかを示しながら、5 行程度で説明せよ。

(3) 下線部 (b) の理由を 3 行程度で説明せよ。

(4) 下線部 (c) について、性比がメスに偏る理由を、モンシロチョウの幼虫に産卵するアオムシコマユバチのメス親の適応度の観点から 5 行程度で説明せよ。アオムシコマユバチのメス親について、その子の性比と孫の数の関係を議論しつつ、解答せよ。

生物学

問題 8

(A)、(B) の 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。

オトナのオスとメスをそれぞれ複数含む集団で生活する霊長類種では、_(a) 雌雄いずれかの個体が繁殖開始年齢前に他の集団に移籍することが多い。オトナのオス間にはメスとの交尾をめぐる競合が見られるが、競合の強さは _(b) 繁殖が可能なオスとメスの数の比や、
(c) 繁殖の季節性の有無によって大きく異なる。いくつかの種では、(d) メスが妊娠する可能性のない期間にも発情をみせることがあり、性行動が繁殖以外の役割も担っている。

(1) 下線部 (a) について、メスが集団間に移籍する広鼻下目 (新世界ザル) および狭鼻下目 (旧世界ザル) の種を、以下の (i) ～ (vii) から 1 つずつ選べ。

- (i) アヌビスヒヒ
- (ii) カニクイザル
- (iii) ケナガクモザル
- (iv) コモンマーモセット
- (v) チンパンジー
- (vi) ボルネオオランウータン
- (vii) コモンリスザル

(2) 下線部 (b) について、このような比を何と呼ぶか答えよ。

(3) 下線部 (c) について、繁殖の季節性の有無がオス間の性的競合にどのような影響をおよぼす可能性があるか、3 ～ 5 行程度で説明せよ。

(4) 下線部 (d) について、たとえばニホンザルでは、交尾期のはじめの頃に妊娠したメスが、その後も交尾を繰り返すことがある。このような行動がメスに対してもたらすと考えられる利益を 2 点、それぞれ 2 ～ 3 行で説明せよ。

(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。

現生の霊長類は、伝統的に、真猿類と原猿類に分類されてきた。しかし、(a) SINE*の挿入を指標とした系統解析は、(b) 原猿類に分類されるメガネザル類が真猿類の姉妹群である可能性が高いことを示している。この系統仮説においては、原猿類は〔ア〕系統群である。分岐関係を反映した分類体系として、霊長類を〔イ〕類（真猿類とメガネザルを含むクレード）と、(c) 曲鼻類に分類する表記方法もある。

* SINE: short interspersed element

(1) 下線部 (a) における **SINE** とは、自らのコピーをゲノムの別の場所に挿入させながら増幅していく反復 DNA 配列のことである。挿入は不可逆的で、異なる系統で独立に同じ場所に挿入される可能性は極めて低い。**SINE** 挿入が分岐関係の推定における指標として優れている点を、DNA の塩基置換を指標とする場合と対比させながら 2 行程度で説明せよ。

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

(i) 現生のメガネザル類と曲鼻類が共有する、原猿類の形態特徴を以下の(a)～(f)から1つ選べ。

- (a) 把握能力のある尾 (prehensile tail)
- (b) 複数対の乳頭 (multiple pairs of nipples)
- (c) 二稜歯性の大臼歯 (bilophodont molars)
- (d) シヤベル型切歯 (shovel-shaped incisors)
- (e) 眼窩後壁 (postorbital plate)
- (f) 骨性外耳道 (bony external auditory meatus)

(ii) 現生のメガネザル類は、他の霊長類に比べ、体サイズのわりに眼球サイズが大きい。その解剖学のおよび適応的な要因として考えられることを、[タペタム (tapetum lucidum)] という用語を用いて3行程度で説明せよ。

(3) 「ア」、「イ」に適切な文字または語句を入れよ。

(次ページに続く)

(4) 下線部 (c) について、曲鼻類に含まれる動物を以下の (i) ～ (vii) からすべて選べ。

- (i) ヒト
- (ii) マレーヒョケザル
- (iii) ワオキツネザル
- (iv) ニホンザル
- (v) ノドジロオマキザル
- (vi) アイアイ
- (vii) ヨザル

物理学

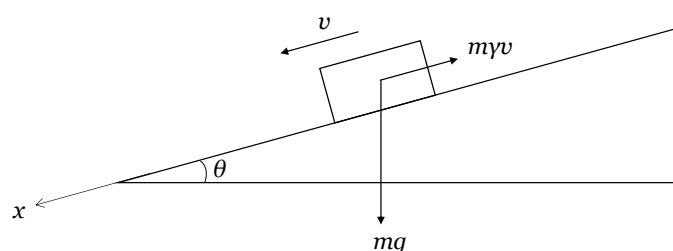
問題 9

(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) 以下の文章を読んで、設問 (1) ～ (3) のすべてに答えよ。

下図に示すように、質量 m の物体が、速度 v に比例した空気抵抗による力 $-m\gamma v$ を受けながら摩擦のない滑らかな斜面 (傾斜角 θ 、斜面に平行な方向を x 軸とする) を滑り始めた。 γ は、単位質量あたりの抵抗係数である。重力加速度の大きさを g とし、以下の問いに答えよ。

- (1) 時刻 t における物体の速度 $v(t)$ を、 t 、 θ 、 γ および g を使った数式で表せ。ただし、 $t = 0$ のとき $v = 0$ とせよ。
- (2) 時間の経過に従って、 $v(t)$ が一定の値に近づくことを示せ。
- (3) 時刻 t における物体の位置 $x(t)$ を、 t 、 θ 、 γ および g を使った数式で表せ。ただし、 $t = 0$ のとき $x = 0$ とせよ。



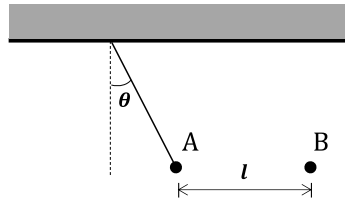
(次ページに続く)

(B) 以下の設問 (1)、(2) 2 問ともに答えよ。

- (1) クーロンの法則によると、距離が d 離れた 2 つの点電荷 q_1 と q_2 の間に働く力の大きさ F は、真空の誘電率 ϵ_0 を使って以下の式で表される。

$$F = \frac{|q_1||q_2|}{4\pi\epsilon_0 d^2}$$

真空中で質量 m 、電荷 q を持つ小球 A を重さの無視できる絶縁糸でつるし、これに電荷 Q を持つ小球 B を、A と同じ高さで近づけていく。B と A の距離が l のとき、A は下図の様に鉛直方向と θ の角度をなしてつり合った。 Q を q 、 m 、 l 、 θ 、 ϵ_0 および重力加速度の大きさ g を含む数式で表せ。ただし、 $q > 0$ と $Q < 0$ とする。



- (2) ボーアの水素原子模型では、原子核の周りの円形軌道 (半径 r) を電子 (質量 m_e 、電荷 $-e$) が一定の速さ v で周回すると仮定する。(i)、(ii) 2 問ともに答えよ。

- (i) このとき、電子の運動エネルギー T とポテンシャルエネルギー U のあいだに、以下の関係があることを示せ。

$$T = -U/2$$

- (ii) ボーアの量子条件によると、電子が周回する軌道は、軌道角運動量 ($m_e v r$) が $nh/2\pi$ のときのみ許容される。ここで、 n は自然数、 h はプランク定数である。この水素原子模型におけるイオン化エネルギー E_{ion} が、以下のように表されることを示せ。

$$E_{\text{ion}} = \frac{m_e e^4}{8(\epsilon_0 h)^2}$$

化学

問題 10

(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。

原子の基底状態の電子配置は、水素型オービタルがどんな順序で占有されるかを考えることで説明できる。オービタルが占有される順序は、それぞれのオービタルのエネルギーが [ア] 方から占有される。(a) 各オービタルには [イ] 個よりも多くの電子を占めることはできず、もし [イ] 個の電子が一つのオービタルを占めるならば、そのスピンは対になっていなくてはならない。一方、縮退した副殻のオービタルに複数の電子が収容されるとき、それらの電子は [ウ] オービタルを占める。さらに、それらの電子スピンの向きは [エ]。これをフントの規則という。

(1) [ア]、[ウ]、[エ] に当てはまる語句を、下記の選択肢の中から一つ選べ。また、[イ] に適切な数字を入れよ。

[ア] : 高い、低い

[ウ] : 同じ、異なる

[エ] : 同じになる、異なる

(2) 下線部 (a) について、この原理を何というか。

(3) 窒素原子の電子配置を示せ。縮退したオービタルは区別して書き、スピンの向きが分かるように書くこと。

(4) 水素型原子における 3s 電子の動径波動関数 $R(r)$ は下の式で与えられる。半径方向の節の数と、原子核から節までの距離 r を答えよ。ただし、ボーア半径 a_0 を 53 pm、 $\sqrt{3}$ を 1.7 とせよ。

$$R(r) = \frac{1}{9\sqrt{3}} \left(\frac{1}{a_0}\right)^{3/2} \left(6 - 2\rho + \frac{1}{9}\rho^2\right) e^{-\rho/6} \quad \text{ただし } \rho = \frac{2r}{a_0} \text{ である。}$$

(次ページに続く)

(B) 核磁気共鳴法 (NMR) に関する以下の設問 (1) ~ (3) のすべてに答えよ。

- (1) 静磁場 B_0 に置かれた水素原子は異なる 2 つのエネルギー状態に分裂する。これをゼーマン分裂と呼び、そのエネルギー差は、下の式で表される。

$$\frac{h\gamma}{2\pi} B_0$$

ここで h はプランク定数、 γ は核磁気回転比である。14 T (テスラ) の静磁場中に置かれた水素原子が熱平衡状態にあるとき、2 つのエネルギー状態に存在する粒子数の比率を答えよ。ただし、温度は 300 K、 $\gamma/2\pi$ を 43 MHz/T、ボルツマン定数を $1.4 \times 10^{-23} \text{ m}^2\text{kg/s}^2\text{K}$ 、 h を $6.6 \times 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}$ とせよ。また、 $x \ll 1$ のときの近似式 $e^x = 1 + x$ を用いてもよい。

- (2) タンパク質を構成する 1 種類のアミノ酸を、重水素化 DMSO (dimethyl sulfoxide) 溶液中での ^1H -NMR で測定したところ、化学シフト値が 3.3 ppm 付近にメチンおよびメチレン水素由来のシグナル、7 ppm 付近に芳香族炭化水素由来のシグナル、11 ppm 付近にイミノ水素由来のシグナルが観測された。このことから、このアミノ酸を同定し構造式を書け。ただし、立体異性体は考慮しなくてよい。

- (3) ある化合物が酢酸エチルかギ酸イソプロピルのどちらかであることがわかっている。どちらも分子式は同じ $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ である。この化合物の重水素化クロロホルム溶液中での ^1H -NMR において、化学シフト値が 1.3 ppm に 2 重線、5.1 ppm に多重線、8.0 ppm に 1 重線のシグナルを示した。また、各シグナルの面積積分値は 6:1:1 であった。以上のことから、この化合物がどちらであるか記せ。また、その理由を 5 行程度で述べよ。

数学

問題 1 1

(A) ～ (C) のすべてに解答せよ。途中の計算過程が分かるように書くこと。また、それぞれの答えを別の解答用紙に記入せよ。

(A) 変数 x と y が、

$$5x^2 + 2xy + y^2 = 7$$

の関係を満たすとき、 y は x の陰関数である。このとき、

$$y' = \frac{dy}{dx} \text{ および、 } y'' = \frac{d^2y}{dx^2} \text{ を } x \text{ と } y \text{ で表せ。}$$

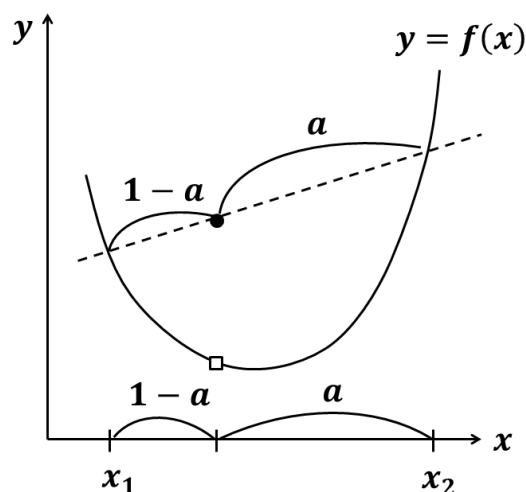
(B) $f(x)$ は下に凸な実関数である。このとき任意の x_1, x_2, a ($0 \leq a \leq 1$) に対して、
 $af(x_1) + (1-a)f(x_2) \geq f(ax_1 + (1-a)x_2)$

が成り立つ (左辺、右辺はそれぞれ、図の●、□の y 座標を表す)。

任意の x_i (ここで $i = 1, 2, \dots, n$)、 $\lambda_i \geq 0$ および $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$ を満たす任意の λ_i に対して、イェンセンの不等式

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i f(x_i) \geq f\left(\sum_{i=1}^n \lambda_i x_i\right)$$

が成り立つことを証明せよ。証明には数学的帰納法を用いてもよい。



(次ページに続く)

(C) 正方行列において対角要素よりも左下の要素がすべて 0 であるものを上三角行列とよぶ。次の 4×4 の上三角行列

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 4 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

について、以下の設問 (1) ~ (4) のすべてに答えよ。

(1) M の行列式を求めよ。

(2) 2×2 の部分行列

$$M_2 = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

の逆行列 N_2 を求めよ。

(3) 次に N_2 をもとに、 3×3 の部分行列

$$M_3 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 0 & 1 & 4 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

の逆行列 N_3 を求めよ。

(4) 次に N_3 をもとに、 M の逆行列 N を求めよ。

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
*遺伝子情報解析学(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

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布する。
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。

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。

動物が一日の活動に費やす総エネルギー量を TEE (total energy expenditure) と呼ぶ。動物は採食活動などの運動によりエネルギーを消費するが、安静時にもエネルギーを消費する。これを基礎代謝率 (BMR : basal metabolic rate) と呼ぶ。ここでは、BMR を一日あたりの量とする。近年の研究により、霊長類は他の有胎盤類に比べ、顕著に低い TEE (同体重で約半分) をもつことが明らかになっている。一般に有胎盤類では TEE と BMR とが相関関係を示すが、霊長類では BMR は低くなっておらず、むしろ相対的に高い BMR をもつ。霊長類の低い TEE は _(a) 遅い生活史 に、高い BMR は _(b) 大脳化 に関係していると考えられている。

(1) 下線部 (a) について、他にどのような仮説が考えられ、それはどのように検証できるか。あわせて5行程度で述べよ。

(2) 下線部 (b) について、どのような研究がこれを裏付けると考えられるか。3行程度で述べよ。

(B) 古人骨研究において、栄養不良、疾病などによる環境ストレスを推定する目的でよく用いられる指標に、エナメル質減形成とクリブラオルビタリアがある。これらはどのようなものかを述べよ。また、クリブラオルビタリアがほとんどの個体に観察されるある成人集団において、エナメル質減形成が観察される群と観察されない群があった場合、どのような解釈が考えられるか述べよ。あわせて7行程度で解答すること。

(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) 人類の起源と進化に関する設問 (1) ~ (3) のすべてに答えよ。

(1) 道具使用について、設問 (i)、(ii) 2問とも答えよ。

(i) 人類では普通に使用されているが、野生の類人猿ではいまだ知られていない二次的道具 (secondary tool) とは何か、15字以内で記せ。

(ii) 野生の類人猿でも知られている高度な道具使用である複合道具 (tool composite) の順次使用、同時使用それぞれの具体例を、それぞれ3行程度で説明せよ。

(2) 多夫多妻の婚姻形態を持つ霊長類種は、一夫一妻や一夫多妻の婚姻形態を持つ現生のヒトを含んだ霊長類種に比べ、射精後の精液の凝固度合いが高いという研究結果がある。この結果は何を示唆しているか、「精子競争」という語を用いて5行程度で説明せよ。

(3) 現生のヒトの狩猟と現生のチンパンジーの狩猟の類似点と相違点を、それぞれ1つずつ、合わせて3行程度で述べよ。

(B) 霊長類の社会に関する設問 (1)、(2) 2問とも答えよ。

(1) 「社会的分散の性差」と「地理的分散の性差」について、設問 (i)、(ii) 2問とも答えよ。

(i) この2つの性差が指し示す内容をそれぞれ3行程度で述べよ。

(ii) 一般に単雄単雌群を形成することの多いテナガザル類では、この2つの性差はそれぞれどのように言われているか、3行程度で説明せよ。

(2) *Macaca* 属のサルで知られている専制型社会と寛容型社会について、設問 (i)、(ii) 2問とも答えよ。

(i) それぞれの社会の代表的な種を1種ずつあげよ。

(ii) この2つの社会型の間でどのような社会行動の違いがあるか、2つ例をあげてそれぞれ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。

20 世紀後半に系統推定の方法論が確立・普及し、伝統的な分類体系で認められていたグループが単系統群でない事例が数多く明らかにされてきた。そして、その取り扱いについて、単系統群のみを分類群として認める学派と、(a) 側系統群の分類群も認める学派の間で論争が行われてきた。近年では、前者の立場にもとづいて、(b) 分子系統解析により明らかになった単系統群が、形態形質などの共通点が不明であっても分類群として認められることがある。

(1) 下線部 (a) について、側系統群も分類群として認めることの利点と問題点をあわせて 5 行程度で説明せよ。

(2) 下線部 (b) について、その是非を、5 行程度で論ぜよ。

(B) 以下の文章を読んで、設問 (1)、(2) 2 問とも答えよ。

仮想的な種 *Aus bus* Smith, 1900 が (a) 日光で採集された 3 個体と、箱根から採集された 2 個体に基づいて記載されたとする。原記載論文ではホロタイプの指定がなく、担名タイプの後指定も現在に至るまで行われていない。本種の分類学的研究が進み、(b) 日光に産する集団と箱根に産する集団とは、別種とすることが妥当であると判断された。なお、種小名 *bus* は適格名でなおかつ有効名であり、日光の集団と箱根の集団に対して、異名は存在しないものとする。

(1) 下線部 (a) について、どの標本が何という種類の担名タイプと見なされるか。そして *Aus bus* のタイプ産地はどこと判断されるか。3 行程度で記述せよ。

(2) 下線部 (b) について、日光の集団と箱根の集団に対する種の学名を確定するために、あなたならどのような分類学的研究アプローチを採用し、研究を進めるか。*Aus bus* のタイプシリーズが現存するか否かに着目し、15 行程度で記述せよ。

(C) 動物系統学において、最も関心があるテーマとその解明のための研究アプローチについて、対象動物の自然史やこれまでの知見に触れながら、解答用紙 1 枚以内で記せ。

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) 干潟に見られる生物群集に関して、設問 (1)、(2) 2問とも答えよ。

(1) デトリタス食物網 (detritus food web) とは何か。デトリタスの定義、この食物網に関与する生物を含めて4行程度で説明せよ。

(2) 生物攪乱 (bioturbation) とは何か。その現象の説明と、それに関与する生物を含めて4行程度で説明せよ。

(B) 次の文章を読んで、以下の設問 (1) ～ (4) 4問とも答えよ。

日本近海は、海洋生物の多様性が最も高い地域の一つであり、分類学的にも生物地理学的にも非常に重要な海域である。そのため、日本の海洋生物の起源や日本国内における集団構造を調べるために、様々な分類群において分子系統学や集団遺伝学を用いた研究がなされている。その結果、共通のパターンとして、日本海側と太平洋側で異なるハプロタイプが見られる事が挙げられる。しかし分類群によっては、東北太平洋岸、瀬戸内海ではどちらのハプロタイプも混在する事がある。また、ハプロタイプネットワークを作成すると、日本海側の集団では、星状の樹形 (star-like phylogeny) を示すことが多い。

(1) 集団遺伝学において、ハプロタイプとは何を意味するものか1行程度で答えよ。

(2) 星状の樹形は、一般に過去に何が起きたことを示しているか、2行程度で説明せよ。

(3) 東北太平洋岸、瀬戸内海において、日本海側と太平洋側のハプロタイプが混在する理由について4行程度で述べよ。

(4) 日本海側と太平洋側のハプロタイプの成因と、日本海側の集団が星状の樹形を示す理由について10行程度で述べよ。

(C) 海産無脊椎動物には付着性 (固着性) の種類が多く見られる。それらによく見られる特徴をそれぞれ1行程度で4つあげよ。また、代表的な動物門を4つと、それぞれの門に含まれる付着性動物の名をあげよ。

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。

動物におけるコミュニケーションとは、ある個体から他の個体へ情報を伝達することであり、その情報はさまざまなかたちの信号として伝えられる。信号は視覚、聴覚、嗅覚などの感覚器によって受信される。

- (1) 視覚、聴覚、嗅覚を用いた種内コミュニケーションの例をそれぞれ1つずつあげよ。その際には、具体的な動物の名前(種名でなくてもよい)、伝達される情報の内容、用いられる信号の形態を簡潔に記すこと。
- (2) 視覚、聴覚、嗅覚を用いたコミュニケーションのそれぞれの長所と短所を簡潔に述べよ。
- (3) 動物のコミュニケーションで見られる信号は、多くの場合は正直な信号で、不正直な信号は進化しにくいと考えられている。その理由を1つあげ、具体例を示しながら説明せよ。
- (4) 動物のコミュニケーションで見られる不正直な信号の具体例を1つあげよ。また、そのような不正直な信号はどのような条件下で進化的に安定になるかを述べよ。

(B) 特定の行動を研究したいと思う動物の種名を1つあげ、その動物の野外における1年間の生活史を簡潔に記述せよ。次に、その行動を研究する目的、方法、予想される結果とそれから得られる結論を記述せよ。方法を考える際には野外での生活史を考慮して年間計画を記し、あわせて解答用紙1枚以内で述べること。

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) 動物の体サイズや体の各部の大きさは、採餌や繁殖における成功度に関わるとともに、種間の相互作用においても主要な役割を果たす場合がある。これに関して、次の設問(1) ～ (3) のすべてに答えよ。

(1) 採餌において、体の部分の大きさがその成功率に影響を及ぼす例を1つあげ、3行程度で説明せよ。

(2) 繁殖において、体サイズが大きい方が、成功度が大きくなる場合がある。その仕組みについて、オスの場合、メスの場合をそれぞれ3行程度で説明せよ。

(3) 近縁種間の生殖隔離において、体サイズが主要な役割を果たす場合が見られる。これについて具体的な例をあげ、どのような場合に、どのような仕組みで生殖隔離が成立するのかを説明せよ。5行程度で記すこと。

(B) 生物群集と生態系に関する設問(1)、(2) 2問とも答えよ。

(1) 生物群集の遷移について、「環境攪乱」、「分散能力」、「個体群成長」、「競争」、「環境改変」、「極相」の語を用いながら、6行程度で説明せよ。

(2) 種の多様性が増すとともに生態系機能が上昇することがある。そのメカニズムとして考えられるものを2つあげ、具体的な生態系機能に言及しながら、それぞれ2行程度で記せ。

(C) 動物生態学の分野において、あなたが大学院で取り組んでみたい研究テーマを1つあげ、そのテーマについて主要な問題点や作業仮説を含めて説明せよ。また、そのテーマにおける問題を解決するための研究計画を記せ。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) 複数の植物株にアブラムシの密度を変えて加害させる実験を行ったところ、アブラムシの密度と各株が生産した複数の化学物質の濃度との間に正の相関が見られた。続いて、ガの幼虫にそれらの株を加害させたところ、アブラムシの密度が高い株ほどその上での幼虫の生存率が低下した。これについて設問(1)～(3)のすべてに答えよ。

(1) 正の相関を示した化学物質は、これら2種類の植食者に対してどのような働きを持つ物質だと考えられるか。2行程度で説明せよ。

(2) この実験では化学物質の濃度に注目しているが、幼虫の生存率の低下には他の要因も関わっているかもしれない。考えられる要因について、2行程度で説明せよ。

(3) 植物は、なぜアブラムシの密度に応じて生産する化学物質の濃度を変化させたと考えられるか。植物の適応戦略の観点から3行程度で説明せよ。

(B) ある湖沼に多種の植物プランクトンが共存している場合を考える。これらは、日光や栄養塩類などの資源をめぐって競争しつつ、動物プランクトンによる摂食を受けている。こうした条件下で多種の植物プランクトンが共存する仕組みについてはいくつかの説明が考えられるが、そのうち2つを挙げそれぞれ3行程度で記述せよ。

(C) 以下は生態学の用語である。(1)～(5)のうちから3つを選択し、それぞれ3行程度で説明せよ(必ず3つだけを選ぶこと)。

(1) 有効積算温度 (effective accumulative temperature)

(2) 相変異 (phase variation)

(3) 生態学的化学量論 (ecological stoichiometry)

(4) メタ個体群 (metapopulation)

(5) 地球温暖化問題における緩和策 (mitigation) と適応策 (adaptation)

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。

During early development in vertebrates, segmentation of somites proceeds regularly in time and space in an anterior to posterior direction. Laterally to the somites and presomitic mesoderm, a pair of nephric tubes, also called Wolffian ducts, extends posteriorly.

- (1) 体節から作られる組織を2種類あげ、それらがどのようなしくみで作られるかについて、それぞれ2行以内で述べよ。
- (2) ニワトリ初期胚を観察したところ、未分節中胚葉から体節分節が進むペースと、腎管が後方に向かって伸びるペースが同じことに気がついた。両者の形成が同調するしくみを明らかにしたい。どのような可能性が考えられ、そしてそれらをどのように解析をすればよいかについて、10行程度で答えよ。体節分節のペースは、それと同じペースで伸長する体軸最後端部(尾芽)から分泌されるFGF8分子によって制御されているとする。
- (3) 腎管が関わる発生現象について、個体発生あるいは系統発生の観点から、6行程度で述べよ。

(B) 以下の文章を読んで、設問(1)に答えよ。解答用紙1枚以内で答えること。

ある動物の胚では受精後4回の細胞分裂を経た後に、胚のゲノムからの転写が始まる。この時、動物極側と植物極側の細胞では発現する遺伝子の種類が異なっている(以後それぞれをA遺伝子群、V遺伝子群と呼ぶ)。胚のすべての核に存在する転写因子Xの機能を阻害するとA遺伝子群の発現が抑制されるが、V遺伝子群の発現に影響はない。一方、植物極側の細胞の核にのみ存在する転写因子Yの機能を阻害するとV遺伝子群の発現が抑制され、A遺伝子群の発現は胚全体で認められるようになる。

- (1) この動物のAおよびV遺伝子群がこの時期に特異的に発現する機構を研究したい。どのような解析が考えられるか。また、多くの動物胚では受精後の一定時間は胚のゲノムからの転写が行われない。この現象のしくみについて説明せよ。

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枚以内で解答せよ(必ず2問だけを選ぶこと)。図を用いてもかまわない。

- (1) 越冬中のある昆虫では、血リンパ中に高濃度のグリセロールが蓄積していた。グリセロールがこの昆虫の越冬に役立っている場合、どのような働きによるのかを説明せよ。
- (2) PCR 法において使われる DNA ポリメラーゼはどのような生物に由来するか。PCR 法の原理とその生物名を記し、なぜその生物由来の酵素を使うことが都合がよいのかを説明せよ。
- (3) 酸化ストレス応答として、細胞は活性酸素種 (ROS) の濃度異常を感知し、特定遺伝子の発現を誘導するシステムを備えている。ROS によって誘導される遺伝子名を1つあげて、その働きを説明せよ。
- (4) 寿命研究において、線虫 *Caenorhabditis elegans* を活性酸素種 (ROS) が過剰に産生される環境、あるいは ROS を減らす環境で飼育した場合、それぞれ予測される結果を述べよ。さらに、ROS が過剰に産生される環境と減少する環境を作る手法をそれぞれ1つあげて説明せよ。
- (5) ある遺伝子の機能低下のみでは細胞致死にならないが、さらに別の遺伝子が抑制されると致死になることを、合成致死性と呼ぶ。この合成致死性を利用したがん治療について、遺伝子の組み合わせの具体例を1つあげて説明せよ。
- (6) 固形腫瘍内のがん細胞の一部において、低酸素や低栄養などの過酷な環境でも生存を可能にしている機構の例を1つあげて説明せよ。

(B) 生物は、自然環境ではさまざまなストレスに曝されている。このような環境ストレスに対する防御機構を明らかにするための研究計画を、解答用紙1枚以内で記述せよ。その際には、その生物を対象とする利点と注意すべき点に触れ、研究目的と方法、予想される結果とその解釈を具体的に述べること。

問題 1 1

(A) ～ (E) のうち、3 問を選んで解答せよ (必ず 3 問だけを選ぶこと)。なお、解答に際しては必要に応じて説明図を用いてもよい。解答は、3 問あわせて解答用紙 1 枚以内におさめよ。

(A) フィトクロム分子について、3 次元構造を含む分子構造と分光光学的な特徴について説明せよ。

(B) フィトクロム A とフィトクロム B について、それぞれの応答の特徴と生理的な役割について説明せよ。

(C) フィトクロムが多数の遺伝子の中から標的となるターゲット遺伝子を識別する仕組みについて説明せよ。

(D) フォトリピン分子内の LOV ドメインとキナーゼドメインについて、構造上の特徴と機能について説明せよ。

(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) によって、暗所芽生えの光形態形成が阻害されることをシロイヌナズナで確認したい。どのような実験を行えばよいか述べよ。また、この応答の生理学的意義について説明せよ。

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) 以下の文章を読んで、設問 (1)、(2) に答えよ。

概日リズムは恒常条件下で約24時間の周期を示す自律的な振動現象を表す。24時間周期で変動する外部環境下で『最適』な概日リズムの周期について様々な考察がされている。例えば、連続明条件下におけるシロイヌナズナの就眠運動リズムの周期は、異なる地域に由来する株（アクセッション）間で22～28時間の範囲でばらつくことが知られており、同一種内においても『最適』な周期は決まっていないことが示唆される。

(1) 個々のアクセッションが『最適』な概日リズムの周期を持っていると仮定した場合、アクセッションごとの周期の違いは通常の昼夜環境下で何に反映されると予想されるか？日周リズムと植物発生のそれぞれのレベルで予想されることを、理由とともに合わせて10行以内で述べよ。

(2) 連続明条件下での概日リズムの周期が24時間の野生型シロイヌナズナと、その株に由来する長周期型変異体と短周期型変異体を用意した。これらの株を用いて、植物の成長と概日リズムの周期の関連性を調べたい。実験方法の要点、および両者に関連性がある場合に予想される結果を合わせて10行以内で述べよ。

(B) シアノバクテリアの概日時計と真核生物の概日時計の発振原理について、それぞれを対比させながら合わせて10行以内で説明せよ。

問題 1 3

(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) 被子植物の雌性配偶体とその形成について 10 ～ 15 行で説明せよ。ただし、次の 11 個の語句のうち、少なくとも 8 個は用いること。

[極核、3 回分裂、助細胞、造卵器、大孢子、タデ型、中央細胞、2 回分裂、反足細胞、マツヨイグサ型、卵細胞]

(B) 果実に関する以下の設問 (1)、(2) の両方に答えよ。

(1) 被子植物の果実形態は多様である。なぜだと考えられるか。3 ～ 5 行で説明せよ。ただし、次の用語を用いること。

[共進化]

(2) 果実は、果皮の形質によって区別し表現されることがある。果実に関する以下の用語 (i) ～ (iv) の中から 2 つを選び、それぞれについて 1 ～ 2 行で説明せよ (必ず 2 つだけ選ぶこと)。さらに、その果実をつける植物の種名を 1 つずつ答えよ。種名は学名でも和名でもかまわない。

- | | |
|------------------|------------------|
| (i) 蒴果 (capsule) | (ii) 翼果 (samara) |
| (iii) 漿果 (berry) | (iv) 瘦果 (achene) |

(C) 以下の文章を読んで、設問 (1)、(2) の両方に答えよ。

ある植物の花は、花式 (floral formula) で次のように表現される。

↓ K5 C5 A1:(4+5) G1, pod

(1) この植物が属する科の名前を答えよ。科の名前は学名でも和名でもかまわない。

(2) この花式が意味するところを記載文の形式で記せ。

(D) 陸上植物のある種において、集団の遺伝的構造 (genetic structure) を調べる際に、葉緑体 DNA の塩基配列を用いることの利点と欠点を、核 DNA の塩基配列を用いる場合と比較しながら、5 ～ 10 行で説明せよ。

問題 1 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) 下記の(1)～(3)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説明図を用いてもよい(説明図は行数に含まない)。

- (1) ER ボディはシロイヌナズナなどアブラナ科植物の細胞内にみられる構造体である。ER ボディの構造と機能について、知られていることを説明せよ。
- (2) 気孔を構成する孔辺細胞は、葉の発生にともなって未分化な細胞から段階的な細胞分化を経て形成される。孔辺細胞の分化について、知られていることを説明せよ。
- (3) アダプチン複合体は真核細胞内の膜交通に関わる輸送因子である。アダプチン複合体の構造と機能について、知られていることを説明せよ。

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

- (1) 核膜孔複合体 (nuclear pore complex)
- (2) 光退色後蛍光回復法 (fluorescence recovery after photobleaching, FRAP)
- (3) ムシレージ (mucilage)

(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、必要に応じて説明図を用いてもよい。

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) 葉緑体とミトコンドリアで ATP を合成するしくみについて、類似点と相違点に分けて、あわせて10行程度で説明せよ。

(B) プラスチドあるいはミトコンドリアで起きる RNA 編集 (RNA editing) について、その役割および編集に関わる分子装置について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) ～ (6) 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) S 状態モデル (S state model)
- (2) NPQ (nonphotochemical quenching)
- (3) ストロマラメラ (stroma lamellae)
- (4) シグマ因子 (sigma factor)
- (5) カルビン・ベンソン回路 (Calvin-Benson cycle)
- (6) チオレドキシン (thioredoxin)

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) あるタンパク質の天然状態と変性状態の標準ギブス自由エネルギー差は、温度 280 K では 16 kcal/mol、温度 300 K では 10 kcal/mol である。

(1) このタンパク質の変性温度(天然状態と変性状態にある分子が等量存在する温度)を求めよ。ただし、標準エンタルピー変化、標準エントロピー変化とも温度に依存しないとする。

(2) タンパク質の変性に伴うエンタルピー変化とエントロピー変化に寄与する要因として、それぞれどのようなものが考えられるか、あわせて7行程度で記述せよ。

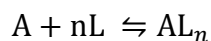
(B) プロリンラセマーゼは、プロリンの異性化を触媒する酵素である。この酵素に強く結合し、その酵素活性を競合的に阻害する分子を設計したい。酵素の一般的な反応機構を概説し、どのような構造の分子であればプロリンラセマーゼの活性を効果的に阻害できるかを議論せよ。あわせて7行程度で記述せよ。図は用いてもよいが、行数には含まない。

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問とも解答し、それぞれ別の解答用紙に答えを記入せよ。

(1) Hillの協同結合モデルは、タンパク質Aが n 個(n は2以上)のリガンドLと協同的に結合し、複合体 AL_n を形成する平衡を考える。



その平衡は解離定数 K で規定され、 K は

$$K^n = \frac{[A][L]^n}{[AL_n]}$$

と定義する。ここで $[]$ は濃度を表す。タンパク質AがリガンドLと結合している割合 B を、解離定数 K とリガンド濃度 $[L]$ を用いて表せ。

また、 $[L]$ を横軸、 B を縦軸にとってグラフを描き、グラフ中に K の値を表す位置を記せ。ただし、 $K \gg [A]$ とする。

次に、溶液中の酸素分圧とヘモグロビンの酸素結合割合について、実験データをHillのモデルに当てはめて n の値を求めると $n=2.7$ であった。ヘモグロビンの分子構造と関連させて、この結果からHillのモデルの限界について5行程度で考察せよ。

(2) ある遺伝子発現が正の自己制御フィードバックをもつとき、場合によっては2つの安定状態をもつことができる。この双安定性が生じる仕組みを、10行程度で説明せよ。必要であれば式や図を用いてもよい。ただし図は行数に含めない。

(B) 以下の設問(1)～(3)のすべてに答えよ。それぞれの答えは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) 「分子進化の中立説」の妥当性を検証する上で、偽遺伝子の分子進化速度に関する解析が大変重要であった。その理由を10行以内で述べよ。

(2) 脊椎動物の主要な綱の複数の種間について、ある遺伝子の同義および非同義置換座位における分子進化速度を比較解析することになった。この解析を行う際には、各生物種においてこの遺伝子がどの染色体上にコードされているのかに留意する必要がある。その理由を15行以内で述べよ。

(3) 塩基・アミノ酸配列情報を用いた生物の進化に関する研究課題を1つあげて、その研究目的と研究計画をあわせて10行程度で述べよ。

問題 19

(A)、(B) の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) G タンパク質共役型受容体の G タンパク質活性化能は、結合したリガンドに応じて変化する。光に応答する G タンパク質共役型受容体であるロドプシンでは、リガンドであるレチナールが共有結合しており、光反応で共役二重結合系の立体配置が変化することによりリガンドとしての効能が変化する。すなわち、11 シス型レチナールはインバースアゴニスト、全トランス型レチナールはアゴニストとして機能する。これについて、設問 (1) ～ (3) のすべてに答えよ。

(1) 脊椎動物のロドプシンで、インバースアゴニストである 11 シス型レチナールとタンパク質部分との主要な相互作用をあげ、G タンパク質活性化能との関連について3～5行で説明せよ。

(2) ロドプシンの発色団である 11 シス型レチナールは、同時に強力なインバースアゴニストである。その生理的な意味を3～5行で説明せよ。

(3) G タンパク質共役型受容体では、アゴニストやインバースアゴニストは受容体の活性構造と不活性構造の平衡をシフトさせることで活性を調節していると考えられている。このようなタンパク質の構造平衡を検出する手法を1つあげ、3～5行で説明せよ。

(B) 動物の視細胞は、光刺激を神経応答に変換する感覚細胞である。ヒトとショウジョウバエの視細胞を比較すると、形態的特徴や神経応答特性が異なることが知られている。これについて、設問 (1)、(2) のすべてに答えよ。

(1) 視細胞は微弱な光でも効率よく受容するため、光受容タンパク質である視物質が発現している生体膜を積み重ねた構造を有することが多い。ヒトとショウジョウバエの視細胞でこの膜構造の形態がどのように異なるのか、5行程度で説明せよ。図を用いてもよいが、図は行数に含まない。

(2) ヒトとショウジョウバエの視細胞では、光を受けた後の神経応答特性が異なる。どのように違うのか、細胞内の分子メカニズムを含めて8行程度で説明せよ。

問題 20

(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) シナプス前終末からの神経伝達物質放出の必要十分条件が細胞内 Ca^{2+} 濃度上昇であることを、いくつかの実験を組み合わせで示したい。考えられる実験を3つあげ、合わせて6行以内で説明せよ。

(B) GABA はシナプス前部および後部に作用して、興奮性シナプス伝達のはたらきを抑える。各々の抑制のメカニズムを合わせて6行以内で説明せよ。

(C) 海馬では、シナプス後神経細胞内での比較的小さな Ca^{2+} 濃度増加によって長期抑圧が、また大きな Ca^{2+} 濃度増加によって長期増強が引き起こされる。 Ca^{2+} 濃度増加の程度によって、シナプス可塑性の方向が逆転する仕組みとしてどのようなことが考えられるか、またそれを検証するためにはいかなる実験を行えばよいか、合わせて10行以内で説明せよ。

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) 以下の文章を読んで、設問(1)～(3)のすべてに解答せよ。

小胞体では多くのタンパク質の生合成がおこなわれており、正しい高次構造を形成したタンパク質だけが小胞体から輸送されていく。正しい高次構造形成に失敗したタンパク質は_(a) 小胞体関連分解(ERAD)とよばれる機構によって処理される。このような小胞体でのタンパク質の恒常性が保たれなくなると、_(b) 小胞体ストレスという状態が引き起こされる。_(c) 小胞体ストレスが生じた細胞の細胞質では、遊離リボソームで合成されるタンパク質が凝集体を形成することもある。

(1) 下線部(a)について、小胞体膜上にはタンパク質が通る逆輸送チャネル(ディスロコン)が存在すると考えられている。小胞体でのタンパク質生合成時に使われるチャネル(トランスロコン)と比較して、どのような性質の違いがあると考えられるかを5～10行程度で説明せよ。

(2) 下線部(b)を感知する分子を3つあげて、各分子についてその情報伝達機構を2～3行で説明せよ。図を用いてもかまわないが、図は行数に含まないものとする。

(3) 下線部(c)の現象が起こったのはなぜか、考えられる理由を3～5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 2 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) 発生生物学の研究において、カイメン動物を用いる意義、および淡水棲のカワカイメンをモデル系として用いる利点について、合わせて10行程度で説明せよ。

(B) 以下の文章を読んで、設問(1)～(3)のすべてに答えよ。

発生生物学の研究において、個体内の特定の細胞種、特定の分子などを蛍光可視化し、その挙動を解析するライブイメージングは非常に重要な解析手法の一つである。遺伝子導入法が確立している非モデル動物種Aの個体内で、特定の細胞種Bの挙動をライブイメージングにより解析し、特異的に発現するタンパク質Cの機能を明らかにしたい。

- (1) オワンクラゲ由来の緑色蛍光タンパク質(GFP)を含む様々な波長の蛍光を発するタンパク質が研究に用いられている。動物種Aで初めて蛍光タンパク質を用いた解析を行う場合、どの蛍光タンパク質を用いるか選定が必要である。どのような点を考慮すべきか、5行程度で記述せよ。
- (2) 細胞種Bで特異的に発現する遺伝子Cのプロモーターの下流にGFP遺伝子をつないだ発現ベクターを構築し、GFP発現により細胞種Bのライブイメージングを行いたい。動物種Aの遺伝子CのmRNAの配列は分かっているが、その他の配列情報は無いものとする。遺伝子Cのプロモーター領域をクローニングする手法を、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。
- (3) 細胞種Bは体内の細胞外マトリクス上を移動する間充織細胞であり、遺伝子Cは細胞―基質間接着構造に局在している細胞質分子をコードしていた。一過的な遺伝子発現を用いてこのタンパク質の機能を明らかにする為に、あなたならどのような仮説をたて、その検証のためにどのような実験を行うか、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 24

(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。

細胞質で合成された核タンパク質は、その_(a) 核局在化シグナルに結合する輸送受容体によって核内へ搬入される。一方、核内で合成された RNA の多くは、RNA と相互作用するタンパク質の_(b) 核外輸送シグナルに結合する輸送受容体によって細胞質へ搬出される。以上のような積み荷分子の核－細胞質間輸送は_(c) 核膜孔複合体を通して行われる。また、_(d) 積み荷分子と輸送受容体との結合と解離は一般に、ある低分子量タンパク質の GTP 加水分解に依存する。

- (1) 下線部 (a) と (b) について、アミノ酸配列の特徴をそれぞれ 1～2 行程度で記せ。
- (2) 下線部 (c) について以下の問いに答えよ。
 - (i) 核膜孔複合体を構成するタンパク質因子の総称と、そのアミノ酸配列の特徴を合わせて 1～2 行程度で記せ。
 - (ii) ある RNA が核内で合成された後、核膜孔複合体を通過せずに細胞質で観察された。この RNA はどのように細胞質に現れたと考えられるか、2 行程度で考察せよ。
- (3) 下線部 (d) の結合と解離の仕組みについて、低分子量タンパク質の名称を用いて 5 行程度で説明せよ。図を用いてもよいが、図は行数に含まないものとする。
- (4) もし真核細胞が核膜によって核と細胞質に区画化されないと、遺伝子発現にどのような問題が生じると考えられるか、2 行程度で考察せよ。

(B) 以下の文章を読んで、設問(1)～(2)のすべてに答えよ。

塩基の損傷などを含んだ異常な mRNA の翻訳中に、リボソームは mRNA 上で停止することがある。真核生物にはこのような場合に、リボソームを解離させ、mRNA を分解する品質管理機構が存在することが知られている。リボソームの異常停止は、_(a) リボソームに異常がある場合にも生じると考えられる。_(b) mRNA とリボソームのうち異常のある分子だけを選択的に分解する機構が存在するのかは、まだ分かっていない。

- (1) 下線部 (a) に相当するような異常は、リボソーム中のどの部位に変異がある場合に予想されるだろうか。可能性のある部位を 2 つあげよ。
- (2) 下線部 (b) について、この疑問に答えを出すとしたらどのような実験をすればよいか。計画を考えて 10～20 行程度で概要を述べよ。図を用いてもよいが、図は行数に含まないものとする。

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) 設問 (1) ～ (3) のすべてに答えよ。

(1) ポリアデニル化には、どのような因子に関わるか、具体的な名称をあげ、その分子機構を5行程度で説明せよ。

(2) 特定の遺伝子から転写された産物において、ポリアデニル化が起こる部位が、複数存在することがある。この現象の名称を答えよ。また、それが何に起因すると考えるか5行程度で述べよ。

(3) mRNA のポリアデニル化が起こる部位の違いが mRNA の安定性に関わる場合があるが、その理由を5行程度で説明せよ。

(B) ゲノム編集技術を用いて個体内で遺伝子改変を行う場合、改変当代において遺伝学的キメラ (genetic chimera) 状態が生じることになる。そのような遺伝学的キメラ植物個体が十分高頻度で作製できると仮定して、この遺伝学的キメラ植物の特性を活かした研究にはどのようなものが考えられるか、その概要を10行程度で説明せよ。

問題 27

(A) ～ (D) のすべての設問に解答せよ。また、(A) ～ (C) の答えを1枚、(D) の答えを1枚の解答用紙に記入せよ。

- (A) 種Aを含む原生生物10種をその細胞数が均等となるように混合して疑似群集 (mock community) を作成した。この疑似群集から DNA を抽出後、18S rRNA 遺伝子を PCR で増幅し、次世代シーケンサーで群集解析をおこなった。その結果、種Aのリード数が全体の30%を占めていた。細胞計数による頻度とリード数による頻度のこうした相違はしばしば観察される。このような相違を生じさせる要因を2つあげそれぞれ2行程度で説明せよ。ただし、疑似群集内の原生生物の細胞数は実験の途中で増減しないものとする。
- (B) 近縁の脊椎動物種である種Aと種Bは、自然環境下で異種交配により交雑種を生じる。この交雑種には生殖能力はない。交雑種が (i) 種Aメスと種Bオスの交配によるのか、(ii) 種Aオスと種Bメスの交配によるのか、あるいは (iii) 両方の交配があるのかを知りたい。(i) ～ (iii) のどの可能性が高いかを DNA 配列解析 (シーケンシング) により区別するにはどのような研究計画をあなたなら立てるか、バイオインフォマティクスの解析手順にふれながら10行程度で答えよ。
- (C) ウイルス粒子メタゲノム解析 (ヴィローム解析) により、ある海域に存在するウイルスの研究を行う。その海域に存在するウイルスのうち、サンプル採取地点においてサンプル採取時に複製を行っているウイルスを同定したい。そのようなウイルスのゲノム断片をヴィロームデータから選び出すには、どのような研究計画を立てたらよいか、下記の語句を用いて5行程度で説明せよ。
[宿主画分、メタトランスクリプトーム、リード、ヴィローム、マッピング]
- (D) あなたは理論分子生物学分科に入学した後、計算機を使って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 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。

初期 *Homo* 属の進化において、^(a)encephalization の加速と咀嚼器官の gracilization は、ほぼ同時に起こったと考えられている。咀嚼筋で主に発現されミオシン重鎖をコードする遺伝子 (*MYH*) は、ヒト系統がチンパンジー系統と分岐した後に、フレームシフト変異によって不活性化されたことが分かっている。その変異が起こった年代は ^(b)約 240 万年前と推定されており、*Homo* 属が現代人と同程度の体サイズになった時期や出アフリカを果たした時期よりも古い。

(1) 下顎筋突起に付着する筋を次のうちから一つ選べ。

[内側翼突筋、顎二腹筋、三角筋、側頭筋、縫工筋]

また、この筋が頭蓋骨にどのような構造を発達させたかを機能形態学的見地から3行程度で説明せよ。

(2) 下線部 (a) について、gracilization と encephalization の間の関連性を5行程度で説明せよ。

(3) 下線部 (b) について、設問 (i)、(ii) 2問とも解答せよ。

(i) この推定年代ごろから発掘されている *Homo* 属の種を一つあげよ。

(ii) 初期 *Homo* 属における体サイズの進化、および *Homo* 属の出アフリカについて、それぞれ2行程度で記述せよ。

(B) 以下の (1) ~ (9) の語句から5つを選び、それぞれについて2行程度で説明せよ(必ず5つだけを選ぶこと)。

- | | |
|--|-------------------------|
| (1) デニソワ人 (Denisova hominin) | (2) 腓骨 (fibula) |
| (3) グロージャーの法則 (Gloger's rule) | (4) 蝶形骨 (sphenoid bone) |
| (5) アレンの法則 (Allen's rule) | (6) ネオテニー (neoteny) |
| (7) 超越分離 (transgressive segregation) | (8) アロメトリー (allometry) |
| (9) ダーウィニウス・マシラエ (<i>Darwinius masillae</i>) | |

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行程度で説明せよ(必ず5つだけを選ぶこと)。

- (1) 乳歯 milk teeth と永久歯 permanent teeth
- (2) 拮抗筋 antagonist muscle と二関節筋 biarticular muscle
- (3) 島嶼における矮小化 insular dwarfism と巨大化 island gigantism
- (4) 断層 fault と褶曲 fold
- (5) ゴンドワナ大陸 Gondwana continent とローラシア大陸 Laurasia continent
- (6) 蝸牛 cochlea duct と三半規管 semicircular canal
- (7) 絶対年代 absolute age と相対年代 relative age
- (8) 種系統樹 species tree と遺伝子系統樹 gene tree
- (9) 内群 ingroup と外群 outgroup
- (10) 真主齧類 Euarchontoglires と真主獣類 Euarchonta

(B) 以下の文章を読んで、(1)、(2) 2問とも解答せよ。

真猿類は広鼻猿類と狭鼻猿類というふたつの大きな系統に分けられるが、前者は中南米の熱帯雨林地域、後者はアフリカとアジアの温帯～熱帯地域を中心に分布している。

(1) 両系統を分ける形態的な特徴を3つあげ、3行程度で説明せよ。

(2) 両系統は現在連続していない別の大陸に分布しているが、なぜそのような分布パターンを示しているのか、進化史的な観点から知るところを5行程度で述べよ。

問題 3 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) のすべてに答えよ。

野生霊長類は、変動する食物環境の中で生きており、彼らが好んで食べる、栄養価の高い食物が不足する時期がある。

(1) そのような時期になると、霊長類はしばしば食性を転換させる。どのように食性が変わるか、具体例を挙げて5行程度で説明せよ。

(2) 食物不足の時期には、しばしば栄養摂取量が減少する。それに対してどのように対処すると予測されるか。行動的な対処と、生理的な対処の両方について、あわせて5行程度で説明せよ。

(B) 霊長類の個体の集団間移籍について、以下の (1) ～ (3) のすべてに答えよ。

(1) 母系集団をつくるニホンザルでは、オスは性成熟に達する少し前に生まれた集団を出て、他の集団に移籍することが多い。どのような要因でこういうことが起こるのか、考えられる要因を5行程度で述べよ。

(2) 一旦生まれた集団を出て他の集団に入ったオスも、4～5年ごとに移籍を繰り返すことが多い。このような移籍の繰り返しによって雌雄それぞれがどのような利益を得ることができるかを、それぞれ3行程度で述べよ。

(3) 父系集団をつくるチンパンジーやボノボでは、メスが性成熟前に生まれた集団を出て他の集団に移籍することが多いが、その後の集団間移籍のパターンがニホンザルのオスとは大きく異なる。どのような違いがあるかを、考えられる要因も含めて5行程度で述べよ。

(C) 以下の (1) ～ (4) の用語すべてについて、それぞれ3行程度で説明せよ。

(1) 活動時間配分 (activity budget)

(2) 生息地コリドー (habitat corridor)

(3) (行動観察における) スキャンニング法 (scan sampling)

(4) 依存順位 (dependent rank)

問題 3 2

(A)、(B) 2問とも解答せよ。それぞれの答えは別の解答用紙1枚以内に記入せよ。

(A) 以下の(1)～(6)の比較認知科学に関連する用語の中から3つを選び、それぞれ4行程度で説明せよ(必ず3問だけ選ぶこと)。

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| (1) sensory reinforcement | (2) goal emulation |
| (3) biological motion | (4) metamemory |
| (5) Thatcher illusion | (6) retroactive interference |

(B) 以下の設問(1)、(2) 2問ともに答えよ。

- (1) 「社会的知性仮説」について、対抗する仮説についても言及しながら、5行程度で説明せよ。
- (2) チンパンジーを対象にした社会的知性仮説に関する具体的な研究課題についての研究計画案を作成せよ。ただし、目的、方法、想定される結果、その結果にもとづく議論と結論を、全体として10行程度にまとめること。

問題 3 3

(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) 言語にもとづく回答が困難な動物や乳児の知覚や概念、記憶といった認知能力をしらべるためには、研究方法においてさまざまな工夫が必要である。以下の設問（1）～（3）のすべてに答えよ。

- （1）概念能力についてしらべる場合によく用いられる見本合わせ課題（*matching-to-sample task*）について、5 行程度で説明せよ。
- （2）弁別能力についてしらべる場合によく用いられる馴化脱馴化法（*habituation-dishabituation procedure*）について、5 行程度で説明せよ。
- （3）見本合わせ課題と馴化脱馴化法の課題の違いに言及しながら、それぞれの利点と欠点について、5 行程度で説明せよ。

(B) 注意欠陥・多動性障がい（*Attention Deficit/Hyperactivity Disorder; ADHD*）は、発達障がいの 1 つである。以下の設問（1）～（3）のすべてに答えよ。

- （1）*ADHD* の主症状、ならびにその症状を改善するとされている治療薬から示唆される生物学的機序を、5 行程度で説明せよ。
- （2）近年、多くの児童が *ADHD* と誤って診断されている可能性が懸念されている。その理由を、遅生まれ（4 月生まれ）と早生まれ（3 月生まれ）の小学 1 年生（4 月入学の場合）では、早生まれの児童のほうが有意に *ADHD* と診断される割合が高い、という研究報告に着目して、5 行程度で説明せよ。
- （3）米国国立精神衛生研究所（*NIMH*）の *Peter Jensen* らは、*ADHD* は生物の進化の観点からは適応的である、と論じている。捕食-被食関係が重要である生物群集において、*ADHD* の症状に類似する行動はどのように適応的であるのか、5 行程度で説明せよ。

問題 3 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(1)～(6)の語句のうち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) 扁桃核 | amygdala |
| (2) カテコールアミン | catecholamine |
| (3) 陽電子断層撮影法 | PET (positron emission tomography) |
| (4) ジェームスランゲ説 | James-Lange theory |
| (5) 脳卒中 | stroke |
| (6) 選択的セロトニン再取り込み阻害薬 | selective serotonin reuptake inhibitor |

(B) (1)、(2) 2問とも解答せよ。

- (1) 神経細胞（ニューロン）の図を描き、主な部位5つ以上の名称を記載せよ。
また、それぞれの部位の働きを2行程度で説明せよ。
- (2) 大脳皮質の視覚情報処理には、側頭葉へと向かう腹側経路と頭頂葉へと向かう背側経路があることが知られている。各々の役割に関してそれぞれ5行程度で説明せよ。

問題 3 5

(A) ～ (D) 4問とも解答せよ。また、(A)、(B) の答えをあわせて1枚、(C)、(D) の答えをあわせて1枚の解答用紙に記入せよ。

(A) 以下の(1)と(2)に記載したような運動障害が現れた場合、それぞれの障害に至る脳の責任部位として最も可能性の高いものを次のなかから選ぶとともに、その理由と該当する疾患名をそれぞれ3行程度で解答せよ。

責任部位：右の黒質、左の黒質、右の小脳、左の小脳、小脳片葉

(1) 安静時に左手に震えがあり、医師が左手を持って肘を曲げさせると、受動的な筋の伸展に対する抵抗が観察された。歩行の際に小幅で足を引きずるような歩みが特に左足にみられた。

(2) 右腕で遂行中の運動を急に修正することができず、右手でまず自分の鼻、次に医師の鼻に順に触るように指示された際に、目標をミスしてしまった(行き過ぎたり手前で止まったりした)。

(B) 視覚、聴覚、痛覚、味覚のそれぞれについて、感覚受容器、感覚情報を中枢に伝達する末梢神経、および視床における中継核を解答せよ。

(C) 霊長類の大脳皮質は、構造的および機能的に異なる多数の領野に分割されている。このような「大脳皮質の機能局在」について、以下の用語をすべて用いて、10行程度で説明せよ。

[ブロードマン、中心溝、一次運動野、層構造]

(D) 脳脊髄液の循環と役割について5行程度で説明せよ。

問題 3 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) 以下の設問 (1) ～ (6) 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) ハーディー・ワインベルクの法則に関して、その内容と、それが成立するための条件を説明せよ。
- (2) 機能している遺伝子が偽遺伝子になると、一般に分子進化の速度は上がる。その理由を説明せよ。
- (3) 体細胞の初期化 (リプログラミング) について例を 1 つあげ、その手法を説明せよ。
- (4) 霊長類研究における細胞培養実験の利点を 3 つあげ、それぞれ説明せよ。
- (5) 脳腸相関について、神経と液性因子の例をあげて説明せよ。
- (6) RNA シークエンシング (RNA seq) についてマイクロアレイとの違いを含めて説明せよ。

(B) 以下の用語 (1) ～ (6) 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) フレームシフト突然変異 (frame shift mutation)
- (2) トランスポゾン (transposon)
- (3) オルガノイド (organoid)
- (4) 免疫蛍光染色 (immunofluorescence staining)
- (5) G 蛋白質共役型受容体 (G-protein coupled receptor)
- (6) フェロモン (pheromone)

問題 37

(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) 設問(1)～(3)のうち、2問を選んで10行程度で説明せよ(必ず2問だけを選ぶこと)。

(1) レトロウイルスにおけるインテグレーション(組み込み)について説明せよ。

(2) レトロウイルスは感染宿主で持続感染するため、複数の免疫回避のしくみを有している。このしくみについて2つあげ、それぞれ説明せよ。

(3) 抗HIV薬について、その主なものを分類し、それぞれの作用機序を説明せよ。

(B) (1)～(4)のレトロウイルスに関する用語のうち、2つを選んで3行程度で説明せよ(必ず2つだけを選ぶこと)。

(1) uncoating

(2) Gag

(3) elite controller

(4) HAND

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)～(4)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) サル類のストレッサーを1つあげ、個体のストレス応答について生理学的な観点から説明せよ。

(2) 正の強化トレーニングについて具体的な例をあげ説明せよ。

(3) 個別ケージで飼育しているサルに咳と鼻汁がみられた。どのような疾病を疑い、どのような手順で対応するのが良いかを説明せよ。

(4) 高齢マカクザルにおいて注意すべき疾病を2つあげ、その特徴、および予防と治療について説明せよ。

(B) 以下の用語(1)～(4)のなかから3つ選び、それぞれ5行程度で説明せよ(必ず3つだけを選ぶこと)。

(1) 安楽死 (euthanasia)

(2) 動物実験における 4Rs (4Rs for animal experiments)

(3) 解離性麻酔薬 (dissociative anesthetics)

(4) マルチモーダル鎮痛 (multimodal analgesia)

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語句(1)～(10)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問だけを選ぶこと)。

- (1) ワーランド効果 (Wahlund effect)
- (2) 系統地理 (phylogeography)
- (3) 隠蔽種 (cryptic species)
- (4) 繁殖適応度 (reproductive fitness)
- (5) 創始者効果 (founder effect)
- (6) 連鎖不平衡 (linkage disequilibrium)
- (7) 遺伝的浮動 (genetic drift)
- (8) ヘテロ接合率 (heterozygosity)
- (9) 伴性遺伝子 (sex-linked gene)
- (10) 交雑種分化 (hybridization speciation)

(B) 生息地が孤立する個体群では、(1) 遺伝的多様性が低下している可能性がある。また、そのような孤立個体群は、(2) 他地域の個体群から遺伝的に大きく分化している可能性がある。これらについて調査するのにふさわしい遺伝マーカーを、以下から2つ選び、分析方法を(1)、(2)のそれぞれについて5～10行で説明せよ。

[ミトコンドリア DNA、SNP (single nucleotide polymorphism: 一塩基多型)、主要組織適合抗原複合体 (MHC) 遺伝子、Y 染色体マイクロサテライト DNA、常染色体マイクロサテライト DNA]

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) 生物科学に関する以下の(1)～(5)の用語すべてについて、それぞれ5行程度で事例をあげて説明せよ

- | | |
|-------------|--------------------|
| (1) エピゲノム | (epigenome) |
| (2) 発情周期 | (estrus cycle) |
| (3) 生物濃縮 | (bioaccumulation) |
| (4) バイオロギング | (bio-logging) |
| (5) フレーメン反応 | (flehmen response) |

(B) 希少種の保全に関する反対意見として、「そもそも希少種は個体数が少ない種であるから、たとえ絶滅しても生態系に及ぼす影響は小さく、特にコストを払って保全する必要はない」というものがある。これについて、解答用紙1枚以内で自分の考えを述べよ。

(C) あなたが大学院で行おうとする研究について、以下の項目をすべて含めて、あわせて解答用紙1枚以内で記述せよ。

[研究タイトル、研究目的、対象動物、研究方法、研究の意義]