

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。

ヒトの生物学的特徴である直立二足歩行と大脳化とは、出産を介して密接な関係があると考えられている。ヒトでは大脳化のため、新生児段階で大きな脳をもつ。頭の大きな赤ん坊を出産するためには、大きな骨盤が必要となる。一方で、骨盤を大きくすることにより、効率的な二足歩行が阻害されてしまうため、大きな骨盤には負の淘汰が働く。これを、「産科的ジレンマ」(Obstetric dilemma) 説という。

(1) 下線部について、その理由を5行程度で説明せよ。

(2) 「産科的ジレンマ」説には否定的意見もある。この説を否定する材料は、どのような実験と結果から得られるか。例を1つあげ、5行程度で記述せよ。

(B) 古人骨集団において、骨病変を示す個体の頻度は、その社会における健康状態の悪さを反映すると一般に予想される。ところが、「骨学的逆説」(Osteological paradox) とよばれる現象があり、この予想が成立しないことがある。以下の事例はどのような理由で発生したと考えられるか。5行程度で説明せよ。

成長期の栄養不良に起因する鉄欠乏性貧血は、頭蓋冠に多孔性の骨肥厚を引き起こす。古代マヤの遺跡から発見される成人の頭蓋骨には、これが非常に高い頻度で見られることから、古代マヤの子供は栄養不良にさらされていたと考えられた。グアテマラ政府が行った保健調査でも、現在、地方に暮らしているマヤ族の子供には、鉄欠乏性貧血が高頻度で認められた。しかし、1990年代に、内戦犠牲者の身元確認のため、集団埋葬地から現代マヤ成人の頭蓋骨が掘り起こされ調査されたところ、予想と反し多孔性骨肥厚は稀で、病変が認められても軽度な症例しか見られなかった。

(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行程度で記述せよ。

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) ヒトの暴力性の起源を、チンパンジーに求める説がある。この仮説の最大の根拠となっているチンパンジーの行動について、3行程度で説明せよ。
- (2) チンパンジー、ボノボ、そしてヒトの性周期における性的受容期の長さの違いを性的受容性の信号としての性皮腫脹に触れながら、5行程度で説明せよ。
- (3) ホモ・エレクトスにおいて、その大脳肥大を可能にした理由を説明した料理仮説とはどのような仮説か。3行程度で説明せよ。

(B) 霊長類の社会と生態に関する設問 (1)、(2) 2問とも答えよ。

- (1) 集団を形成している霊長類のメスが、その集団から離脱することの意義を3つあげ、あわせて5行程度で説明せよ。
- (2) 採食速度 (feeding rate) の定義を1行で述べよ。そのうえで、その定義による採食速度を用いた霊長類を対象とした研究例1つをあげ、3行程度で記述せよ。

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。

タヌキは日本列島とユーラシア大陸東部に自然分布する。2009年に *Nyctereutes procyonoides* (Gray, 1834)の亜種として、*N. p. procyonoides* (Gray, 1834) (分布：中国西・西南部、インドシナ半島北部)、*N. p. albus* Hornaday, 1904 (北海道)、*N. p. koreensis* Mori, 1922 (朝鮮半島)、*N. p. orestes* Thomas, 1923 (中国中南部)、*N. p. ussuriensis* Matschie, 1907 (中国東北部、モンゴル東部、ロシア東南部)、*N. p. viverrinus* Temminck, 1839 (本州、四国、九州) が認められていた。その後2015年の形態変異に基づく研究により、日本産は大陸産と別種であり、さらに生物地理境界のブラキストン線を境界として、北海道産と本州・四国・九州産の二者間でも種分化が見られ、別種と認められた。

- (1) 下線部について、2015年の研究にしたがい日本に分布するタヌキ全種の学名を命名者と命名年も含めて記せ。
- (2) 日本産タヌキがこれまで大陸産と同一種とされてきた背景には、分類学的研究が十分でなかったことがある。日本産と大陸産の比較が進まなかった理由について、変異解析に必要な標本に着目して5行程度で説明せよ。

(B) 生物学的種概念 (Biological species concept) の定義を記述し、実用上の難点および他の種概念と比べて優れた点を、具体例 (特定の種名でも一般名でもよい) をあげながら説明せよ。あわせて解答用紙1枚以内で解答すること。

(C) 分類学、系統学、生物地理学、比較・機能形態学のいずれかにおいて、最も関心がある具体的なテーマと、解明すべき問題点と研究アプローチについて、対象動物の自然史に触れながら、解答用紙1枚以内で記せ。

問題 4

(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) 「DNA バーコーディング」および「環境 DNA 分析」それぞれについて、手法、利点、および問題点を、あわせて15～20行で述べよ。

(B) 海洋生物の生活型を生態的に類型化すると、ニューストン、プランクトン、ネクトン、ベントスに分けることができる。このことについて、設問(1)～(3)のすべてに答えよ。

(1) ニューストンとはどのように定義され、代表的な分類群または群集には、どのようなものがあるか。5行程度で述べよ。

(2) プランクトンにおける holoplankton と meroplankton とはいかなるものか。それぞれの定義と、それに含まれる代表的な分類群をあわせて3行程度で述べよ。

(3) ベントスをサイズで分類した場合のメイオベントスの中には、多くの間隙性動物 (interstitial fauna) が含まれている。これはどのような共通の特徴をもつか。5行程度で述べよ。また、間隙性動物が含まれる代表的な分類群を5つあげよ。

(C) 海産無脊椎動物を形態および分子系統の観点から分類したときに、左右相称動物の旧口動物の中に、扁平動物 (Platyzoa)、トロコフォア (担輪) 動物 (Trochozoa)、触手冠動物 (Lophophorata)、脱皮動物 (Ecdysozoa) を認めることができる。これらの動物群の中から1つを選んで、その特徴を3行程度で述べよ。また、それに含まれる代表的な動物門をあげよ。

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。

環境温度にしたがって体温が変化する動物を変温動物とよぶ。変温動物では、多くの場合体温は環境に由来する熱エネルギーに依存している。この性質を〔ア〕とよぶ。変温動物のあるものは、環境温度にしたがって〔イ〕熱の吸収量を調節したり、〔ウ〕を選択したりすることによって体温調節を行う。(a) 変温動物の中にも、筋肉運動にともなう熱発生によって、ある程度環境温度よりも高い体温を示すものがある。さらに (b) 社会性昆虫のセイヨウミツバチは巣の温度を調節することが知られている。

一方、環境温度が変化しても、主として体内で生じる代謝熱によって、限られた範囲に体温を維持している動物を恒温動物とよぶ。恒温動物の中にも、体温をその範囲から外れた状態にするものがある。この性質を〔エ〕とよび、(c) 時間的に変動する場合と体内の部位によって異なる場合が知られている。

(1) 〔ア〕～〔エ〕に入る適切な語句を入れよ。

(2) 下線部(a)について、脊椎動物と無脊椎動物の例を1つずつ説明せよ。

(3) 下線部(b)について、巣の温度を上昇させる方法と低下させる方法をそれぞれ説明せよ。

(4) 下線部(c)について、体温が時間的に変動する場合と体内の部位によって異なる場合の例を1つずつ説明せよ。

(B) 動物の行動を研究するにあたっては、至近的要因に着目して行う場合と、究極的要因に着目して行う場合とがある。あなたが関心を持っている動物とその行動を具体的に1つあげ、至近的要因と究極的要因のそれぞれの視点に基づく研究テーマを1つずつ考えて、記せ。また、それぞれの研究テーマに対して、対応する要因を解明するための具体的な研究手法を記述せよ。その際には、仮説やそこから導かれる予測も記すこと。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) 擬態 (mimicry) と呼ばれる現象の中に、ベイツ型擬態という、毒のない種 (擬態種) が、毒のある種 (モデル種) にそっくりな形態を持つ現象がある。以下の設問 (1) ~ (3) のすべてに答えよ。

(1) モデル種の個体数に対する擬態種の相対的な個体数が増加していくと、擬態の効果はどのように変化するか。その理由とともに、3行程度で説明せよ。

(2) 設問 (1) に関連して、擬態種の有利さに関わる自然選択は何と呼ばれるか。

(3) 擬態が効果を持つためには、擬態種がモデル種にできるだけ似ることが重要だが、モデル種と捕食者にはどのような特性が必要だと考えられるか。もっとも重要と考えられる特性を、それぞれについて1つ記せ。

(B) 表現型の変異をもたらす要因には、大きく分けて遺伝的要因と環境的要因がある。以下の設問 (1)、(2) 2問とも解答せよ。

(1) ある巻貝の体サイズがどの程度遺伝的に決まっているのかを調べたい。遺伝の程度を定量化するための実験計画について、3行程度で記せ。ただし、飼育や交配は簡単であり、体サイズに性的二型はないものとする。

(2) 遺伝的組成が同じ場合でも、環境条件によって、表現型が不可逆的に変化することがある。この現象を何というか。またそのような現象の具体例を1つあげ、それがもたらすと考えられる適応的な意義について、あわせて3行程度で説明せよ。

(C) 動物生態学の分野において、あなたが関心を持っている研究テーマを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枚以内で答えること。

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) 以下のような3種が共存している個体群動態を考える。生産者(種1)の個体数はロジスティック増加をしつつ中間捕食者(種2)に捕食され、種2は高次捕食者(種3)に捕食され、種3は一定の率で死亡する。なお、各捕食速度は捕食される種と捕食する種の個体数の積で決まり、捕食によらない死亡は種1と種2では無視できるとする。この系について種1の環境収容力が増大すると平衡状態における種1の個体数は増加するが、種2の個体数は変化しない。また、種3の個体数は増加する。種2の個体数が変化しない理由を3行程度で説明せよ。

(B) 生態系内では、大気から取り込まれたさまざまな元素が循環している。以下の設問(1)~(3)のすべてに答えよ。

(1) 大気中に二酸化炭素として存在する炭素と窒素ガス(N_2)として存在する窒素それぞれが、生物群集に取り込まれる過程について、その名称を答えよ。

(2) 生物群集に取り込まれた炭素と窒素が大気へ戻るまでの過程について、炭素と窒素の違いに着目しながら5行程度で説明せよ。

(3) 相利共生による窒素獲得の具体例を2つあげ、それぞれ3行程度で説明せよ。

(C) 生態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) 生食連鎖 (grazing food chain) と腐食連鎖 (detritus food chain)

(2) C_4 植物 (C_4 plant)

(3) 遺伝子浸透 (genetic introgression)

(4) 植物の誘導防御 (induced defense in plants)

(5) 化学的酸素要求量 (COD, chemical oxygen demand)

(6) 化学擬態 (chemical mimicry)

問題 8

(A) 以下の文章は、神経堤細胞 (neural crest cells) について述べたものである。設問 (1) ~ (3) のすべてに答えよ。なお、設問 (2)、(3) に関しては、必要な実験動物、実験器具、機器類などは、すべて揃っているものとする。

Neural crest cells are an embryonic population of cells migrating out from the dorsal part of the neural tube during early embryogenesis. Neural crest cells differentiate into a variety of cell types including ^(a) melanocytes, Schwann cells, and adrenal medullary cells. In addition, ^(b) neural crest cells in the head region give rise to cartilage and bone cells, which are not derived from neural crest cells in the trunk region. ^(c) The neural crest cells also attract researchers in the field of Evo-Devo.

- (1) 下線部 (a) に示されている 3 つの細胞種の特徴と体内分布場所について、それぞれ 2 行程度で記せ。
- (2) 下線部 (b) では、頭部と体幹部の神経堤細胞の違いが述べられている。このような違いを生み出す仕組みを明らかにしたい。あなたならどのような実験を計画するか。10 行程度で述べよ。
- (3) 下線部 (c) に関連して、神経堤細胞の進化的な起源について、その発生機構を種間で比較する比較発生生物学的な研究が広く行われている。あなたが、神経堤細胞の進化的な起源について、遺伝子調節ネットワークの観点を取り入れて研究を行うとすれば、どのような実験を計画するか。10 行程度で述べよ。

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) 冬越しをしている昆虫には消化管内容物が少ないことが多い。その理由を低温耐性の観点から説明せよ。
- (2) キイロショウジョウバエの概日時計細胞において、時計遺伝子 *period* の転写量が周期的に増減するしくみを説明せよ。
- (3) HIF-1 α は、生体防御に関わる多くの遺伝子群を環境の変化に応じて活性化する因子である。HIF-1 α は通常酸素濃度では分解されるが、低酸素条件においては分解されない。このメカニズムを説明せよ。
- (4) 多くのがん細胞では、酸素が十分にある環境でも解糖系が亢進している。がん細胞内へのグルコースの取り込みが増大すると、がん細胞の生存や増殖にとって有利にはたらくと考えられる。その理由を 1 つあげて説明せよ。
- (5) 放射線や活性酸素によって DNA には多様な損傷塩基が生じるが、そのなかでも 8-オキシグアニン (8-oxoG) は突然変異を引き起こす代表的な酸化損傷塩基である。8-oxoG が生成する過程、8-oxoG の修復機構、および 8-oxoG の生成にともなう誤った対合を引き起こす突然変異の抑制機構の 3 つを説明せよ。
- (6) DNA 複製の際に誤った塩基が取り込まれると、生物はさまざまなしくみで誤りを修復して、ゲノムの安定性を維持する。それらのしくみのうち、ミスマッチ修復 (mismatch repair) 機構について説明せよ。

(B) 生物は、低温、乾燥、放射線などの外因的なストレスに対する耐性を進化させてきた。そのような耐性を 1 つ取り上げ、その分子機構を解析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、対象とする生物の名称とその生物の生活史を簡単に説明するとともに、具体的な研究方法と、その結果によって明らかになることも述べよ。