

平成27年度
生命環境科学研究科
生物科学専攻
入学試験問題

専門科目

平成26年8月19日（火） 10:00 ～ 12:00 実施

[注意]

- ① この問題冊子は表紙を含め16ページあります。
- ② 問題1から問題11の中から4つを選んで解答してください。4つをこえて解答した場合はすべて無効とします。
- ③ 提出する答案用紙は4枚です。すべてに受験番号を記入してください。
- ④ どの問題に解答したか分るように、答案用紙の左上に問題番号を、例えば（問題1）のように明記してください。
- ⑤ 各問題について答案用紙は1枚です。同一の問題に対して2枚以上の答案用紙にわたって解答した場合は無効とします。
- ⑥ 1つの問題にいくつかの小問がある場合は、問題の指示にしたがって、適切に対処してください。
- ⑦ 答案用紙の裏面を使用しても結構です。その場合は、綴じ穴の下部2cm程度より下に記入してください。
- ⑧ 問題冊子は試験終了後に回収します。

問題 1

問 1 生物は長らく動物界と植物界の 2 つに分けられてきたが、1969 年、ホイッタカーは生物五界説を唱えた。五界説において、新たに設けられた 3 つの界の名称を答えよ。また、それらの界の独立性の根拠となった特徴をそれぞれ 1 行程度で述べよ。

問 2 五界説の提唱以後、分子系統学や細胞生物学の情報の蓄積により、生物の高次分類体系は大きく変貌を遂げつつある。以下の (1) ~ (3) は、いずれも近年、新たに提唱された真核生物の分類群である。これら 3 つの分類群を特徴づける形質をそれぞれについてあげよ。また、各分類群に属する具体例を以下の (ア) ~ (ク) よりそれぞれ 2 つ選んで記号で答えよ。

- (1) ストラメノパイル *Stramenopiles*
- (2) アルベオラータ *Alveolata*
- (3) オピストコンタ *Opisthokonta*

- (ア) *Navicula* フナガタケイソウ
- (イ) *Agaricus* ハラタケ
- (ウ) *Vorticella* ツリガネムシ
- (エ) *Chytridium* ツボカビ
- (オ) *Trichonympha* トリコニンファ
- (カ) *Plasmodium* マラリア原虫
- (キ) *Euglena* ミドリムシ
- (ク) *Undaria* ワカメ

問 3 植物系統分類学分野に関連した以下の用語 (1) ~ (5) をそれぞれ 2 行程度で説明せよ。

- (1) 国際藻類・菌類・植物命名規約
(ICN: International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants)
- (2) 緑色植物 (*Chlorophyta*)
- (3) 単性花 (*unisexual flower*)
- (4) DNA バーコーディング (*DNA barcoding*)
- (5) 不完全菌類 (*imperfect fungi, Deuteromycetes*)

問題 2

問1 以下の設問（1）～（3）に答えよ。

（1）後生動物の各門は、基本的体制や発生様式の違いに基づいて設定されている。棘皮動物を特徴づける体制および発生様式を2行程度で説明せよ。

（2）次の動物が属する動物門の名称を記せ。

フクロムシ

ユウレイボヤ

カセミミズ

ヒメミミズ

カモノハシ

カツオノカンムリ

（3）*Necydalis gigantea* Kano, 1933 は、リンネが提唱した二名法にしたがって記載されたある動物の名称である。4つの単語および数字の組合せになっているが、それらがそれぞれ何を意味するのかを簡単に記せ。

問2 動物分類学分野に関連した以下の用語（1）～（5）をそれぞれ2行程度で説明せよ。

（1）神経冠（neural crest）

（2）後口動物（deuterostome）

（3）ビピンナリア幼生（bipinnaria larva）

（4）共有派生形質（synapomorphy）

（5）平均棍（halter）

問題 3

問1 次の文章を読み、以下の設問(1)～(4)に答えよ。

食物エネルギーは植物に源を發し、捕食、被食を繰り返しながら一連の生物群を通して移行するが、これを食物連鎖とよぶ。食物連鎖には2つの基本形がある。すなわち、植物に始まり、植食者、肉食者と続く [1] と、生物遺体から微生物、それらの捕食者へと続く [2] である。これらは独立したつながりではなく、相互に連結している。食物連鎖がからみあった形をしばしば [3] と呼ぶ。[3] の中の^(a)各食物連鎖は、通常少ない連鎖環からなっている。複雑な自然群集においては、植物から数えて同じ数の段階を経て食物を得ている生物は同じ栄養段階に属するといふ。緑色植物は一次栄養段階を占め、植食者は二次栄養段階、それを捕食する肉食者は三次栄養段階を占める。ある特定の種個体群は、1つ、^(b)または2つ以上の栄養段階を占めることもある。1つの栄養段階を通るエネルギー流は、その栄養段階の全同化と等しい。すなわち、全生体量の生産と [4] の和に等しい。

(「E.P.Odum 著・三島次郎訳(1991)基礎生態学、培風館」および「N.A.Campbell, J.B.Reece 著・小林興ほか訳(2007)キャンベル生物学、丸善」より引用、改変)

- (1) 空欄 [1] ～ [4] にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 下線部(a)についてエネルギーに言及しながら、その理由を2行程度で説明せよ。また、その解釈に基づいて、食物連鎖が長くなると予想される条件を記せ。
- (3) 下線部 (b) にあるような、2つ以上の栄養段階を同時に占める生物名とその捕食対象の例をあげよ。
- (4) 各栄養段階の現存量を階層的に表したものを生物量ピラミッドという。多くの生物量ピラミッドは、最下段の一次生産者から頂点の肉食者まで小さくなっていく。しかし、以下の生態系の例では一次消費者が一次生産者の生物量を上回っている。

例) イギリスの海峡における測定結果

栄養段階	乾燥重量
一次消費者 (動物プランクトン)	21 g/m ²
一次生産者 (植物プランクトン)	4 g/m ²

こうした「逆転した(逆立ちした)生物量ピラミッド」はどのような場合に生じるか2行程度で説明せよ。

【次ページに続く】

問2 生態学分野に関連した以下の用語(1)～(5)をそれぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) トレードオフ (trade off)
- (2) 生態遷移 (ecological succession)
- (3) 相利共生 (mutualism)
- (4) ニッチ分化 (niche segregation)
- (5) 生物多様性条約 (CBD: Convention on Biological Diversity)

問題 4

問1 次の文章を読み、以下の設問(1)～(3)に答えよ。

植物を暗所で生育させた場合、色が薄く背が高くなる。このような生育様式は [1] とよばれ、明所における緑色芽生えとその生育様式が劇的に異なる。このように光によって植物の成長や分化などが制御される仕組みを [2] 形成反応とよび、赤色光および^(a)青色光が主にこの反応に関わっている。このうち赤色光は [3] とよばれる色素タンパク質によって受容されると、脱 [1] が促進される。

タバコやレタスなどの植物は発芽の際に赤色光が必要なことから、^(b)光発芽種子とよばれている。これは赤色光により植物ホルモンの1つ [4] の合成が促進されるためと考えられている。

- (1) 空欄 [1] ～ [4] にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 下線部(a)の反応以外にも青色光は様々な生理現象に関わっている。例を1つあげて、その機構を2行程度で説明せよ。
- (3) 下線部(b)について、レタス等の光発芽種子では赤外光の割合が赤色光より高くなると発芽が抑制される。植物はどのようにこのような戦略をとっていると考えられるか3行程度で説明せよ。

問2 植物生理学分野に関連した以下の用語(1)～(5)をそれぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) 原形質連絡 (plasmodesmata)
- (2) エチレン (ethylene)
- (3) プロトプラスト (protoplast)
- (4) 単為結果 (parthenocarpy)
- (5) 循環的電子伝達経路 (cyclic electron flow)

問題 5

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（4）に答えよ。

活動電位の伝導速度は軸索の性質によって異なる。軸索上のある位置で活動電位が発生すると、^(a)プラス電荷が軸索内部（細胞質）に流入する。この電流は軸索内部を軸に沿って移動するとともに、細胞膜から外に出る。電流が細胞膜から外に出るところで [1] が生じ、この値が [2] を超えたところで活動電位が発生する。このとき、最初の活動電位と次の活動電位までの距離（ λ ）が大きいほど伝導速度は大きくなる。^(b) λ には、軸索内部の抵抗（電荷の移動しやすさ）と細胞膜の抵抗（電荷の漏れの程度）という軸索の物理的性質が大きく影響する。伝導速度の大きい軸索は、素早い神経情報のやり取りを可能にする。

- (1) 空欄 [1] と [2] にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 下線部(a)について、プラス電荷の主な運び手は何か。物質の名称を記せ。
- (3) 無髄神経線維の場合、軸索の太さ（断面積）が伝導速度に影響する。太い軸索と細い軸索とではどちらの伝導速度が大きいか。また、その理由を、下線部(b)と関連付けて、2行程度で記せ。ただし、軸索の細胞質や細胞膜そのものの電気的性質は、軸索の太さに関わらず等しいものとする。
- (4) 同じ太さの神経線維を比較すると、無髄神経線維よりも有髄神経線維の伝導速度の方が大きい。その理由を、 λ に対する髄鞘の役割も含めて5行程度で記せ。

問2 動物生理学分野に関連した以下の用語（1）～（5）をそれぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) 浸透順応型動物 (osmoconformer)
- (2) 心臓の刺激伝導系 (electrical conduction system of the heart)
- (3) 食糞 (coprophagy)
- (4) 対向流熱交換器 (countercurrent heat exchanger)
- (5) メラトニン (melatonin)

問題 6

問1 以下の設問（1）～（3）に答えよ。

- （1）卵と精子が受精した後、速やかに生じる体細胞分裂のことを卵割とよぶ。一般的に卵割は通常の体細胞分裂と異なる特徴を有するが、その特徴を2行程度で説明せよ。
- （2）細胞系譜を調べるためには、細胞をラベルして追跡するトレーサー実験が有効である。この実験には、細胞のラベルに色素が利用されることが多い。色素を選択する際に注意すべき点を3つ、それぞれ1行程度で説明せよ。
- （3）細胞系譜が詳細に調べられている動物として、線虫の一種 *Caenorhabditis elegans* があげられる。この動物が細胞系譜の追跡に適している理由を4つ、それぞれ1行程度で説明せよ。

問2 発生生物学分野に関連した以下の用語（1）～（5）をそれぞれ2行程度で説明せよ。

- （1）原腸陥入 (gastrulation)
- （2）誘導 (induction)
- （3）エクジソン (ecdysone)
- （4）レチノイン酸 (retinoic acid)
- （5）ビコイド遺伝子 (*bicoid* gene)

問題 7

問1 次の文章を読み、以下の設問(1)～(4)に答えよ。

細胞融合とは、複数の細胞同士が融合して1つの細胞を形成する現象である。細胞融合は、(a)正常の生物個体内においてしばしば観察される。その一方で、本来は融合することのない細胞同士であっても実験条件を整えれば細胞融合が起こることは、1950年代に岡田善雄によって発見された。細胞融合技術は、バイオテクノロジーの先駆として様々な方面に影響を与えた。例えば、モノクローナル抗体の作製は、[1]と[2]とを融合させたハイブリドーマを樹立することで実現されるが、これには細胞融合技術が欠かせない存在である。

細胞融合技術は、細胞生物学的な生命現象の解明にも重要な貢献をしてきた。例えば、異なる細胞周期の時期にある2つの細胞を融合させた際に細胞周期の時期がどのように変化するかを調べた Potu Rao と Robert Johnson の研究は、細胞周期を制御する細胞内因子の存在をはじめて示唆した点で画期的であった。彼らの研究によれば、M期の細胞を[3]期にある細胞と融合させた場合、[3]期にあった細胞由来の核においては核膜崩壊と染色体凝縮が観察された。この結果から、(b)M期促進因子の存在が予想された。

- (1) 空欄 [1] と [2] にあてはまる適切な語を記せ。ただし、[1] と [2] に入る語の順番は問わない。
- (2) 空欄 [3] に入る細胞周期上の時期を、G 1 期、G 2 期、S 期の中から該当するものをすべてあげよ。
- (3) 下線部(a)に該当する細胞融合の事例を2つあげよ。
- (4) 下線部(b)に関連して、現在では、M期促進因子は Cdk1 およびサイクリン B とよばれる2種類の主要なタンパク質から構成される複合体であることが分かっている。M期促進に果たす Cdk1 とサイクリン B のそれぞれの役割について、合わせて4行程度で説明せよ。

【次ページに続く】

問2 細胞生物学分野に関連した以下の用語（1）～（5）をそれぞれ2行程度で説明せよ。

- （1）軸索輸送（axonal transport）
- （2）オートファジー（autophagy）
- （3）プログラム細胞死（programmed cell death）
- （4）シグナル配列（signal sequence）
- （5）密着結合（tight junction）

問題 8

問1 ある二倍体生物の1つの連鎖群に、3つの遺伝子座 A , B , C がこの順番に並んでいる。 A , B , C にはそれぞれ2種類の対立遺伝子が存在する。それぞれの名称を、 A の対立遺伝子については a^1 と a^2 、 B の対立遺伝子については b^1 と b^2 、そして C の対立遺伝子については c^1 と c^2 とする。また、 A と B の間および B と C の間の遺伝学的距離は、それぞれ 40 センチモルガンと 10 センチモルガンである。さて、 $a^1 b^1 c^1$ と $a^2 b^2 c^2$ という2本の相同染色体をもつ個体が産生する配偶子の遺伝子型を調べたい。この個体から得られる配偶子 1,000 個を調査した際に、以下の遺伝子型 (1) と (2) をもつ配偶子の数の期待値はそれぞれ幾つか。計算の過程もあわせて記せ。ただし、この領域で遺伝子間の干渉は起こらないものとする。

$$(1) a^1 b^1 c^1 \qquad (2) a^2 b^2 c^1$$

問2 血液の凝固異常を主症状とする疾患である血友病は、別名「王家の病」と言われている。これは、イギリス王室ヴィクトリア女王（西暦 1819 年～1901 年）の子孫の多くがこの血友病に悩まされたことによる。次ページの図 1 は、ヴィクトリア女王の子孫を示した家系図である。□が男性、○が女性、黒塗りは血友病を発症した人、そして白塗りは血友病を発症しなかった人をそれぞれ表している。図 1 において、? マークを付した人の血友病の発症の有無は明示していない。また、□と○との間の横線はこの男女間での婚姻関係を表し、さらにこの横線から下に描かれた線はその男女から生まれた子たちを表している。現在では、この家系内には血友病を引き起こす X 染色体上の単一遺伝子座の劣性変異が代々受け継がれたことが分かっている。さて、図 1 の A～C の個人が、血友病原因遺伝子の変異を有する染色体をもつ確率は理論的に何パーセントであったと考えられるか、それぞれ数値で答えよ。

【次ページに続く】

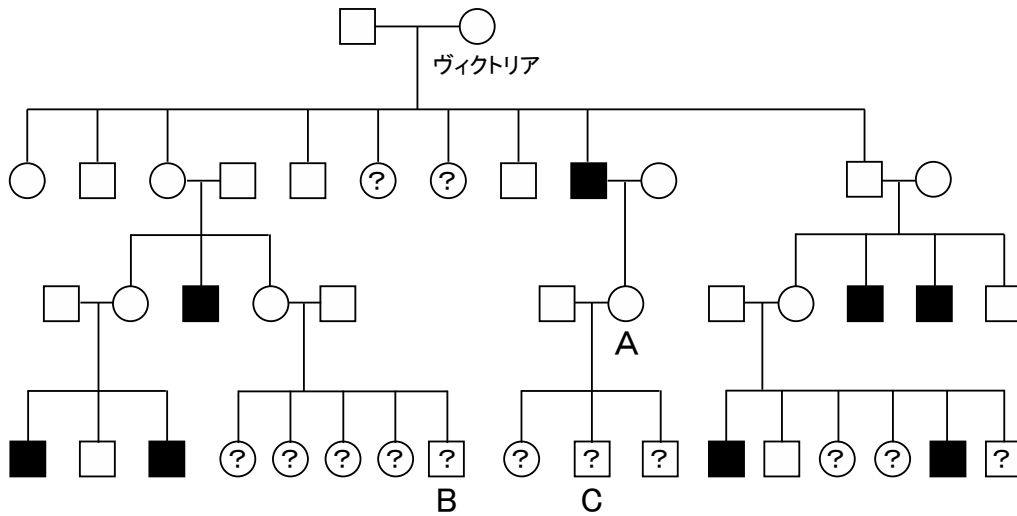


図1 家系図

(N. Lannoy and C. Hermans (2010) *Haemophilia* 16:843–847 より引用、改変)

問3 遺伝学分野に関連した以下の用語(1)～(5)をそれぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) 遺伝子量補正 (dosage compensation)
- (2) QTL マッピング (quantitative trait loci mapping)
- (3) 偽遺伝子 (pseudogene)
- (4) 自家不和合性 (self-incompatibility)
- (5) 連鎖不平衡 (linkage disequilibrium)

問題 9

問1 次の文章を読み、以下の設問(1)～(3)に答えよ。

タンパク質とは一般に、[1] 種類のアミノ酸が [2] 結合でつながって形成された鎖が、構成されるアミノ酸の性質に応じて折りたたまれ、複雑な立体構造をとったものである。この複雑なタンパク質の構造を理解するためには^(a)4つの階層に分けて考えるとよい。また、タンパク質の折りたたみは [3] とよばれる特別なタンパク質に助けられるものもある。誤って折りたたまれたタンパク質は主に [4] により分解される。最近^(b)タンパク質の折りたたみの誤りが原因となって発症すると考えられる病気の存在が知られるようになってきた。

- (1) 空欄 [1] ～ [4] にあてはまる最も適切な語を記せ。
- (2) 下線部(a)に関して、タンパク質の一次～四次構造についてそれぞれ1行程度で説明せよ。
- (3) 下線部(b)の例を1つあげよ。

問2 生化学分野に関連した以下の用語(1)～(5)をそれぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) コレステロール (cholesterol)
- (2) N型糖鎖 (N-glycan)
- (3) 塩基配列決定におけるサンガー法 (Sanger method for DNA sequencing)
- (4) タンパク質における膜貫通領域 (transmembrane region of protein)
- (5) TCA 回路 (tricarboxylic acid cycle)

問題 10

問1 次の文章を読み、以下の設問（1）～（4）に答えよ。

細菌（真正細菌）とは単細胞の [1] で、ヒトなどの [2] よりその構造は単純である。真正細菌は [2] がもつ [A] がない一方、細胞質膜の外側を [a] とよばれる固い層で覆われていることが特徴としてあげられる。また真正細菌は、 [b] 染色により大きく陽性と陰性の2種類に区別される。一方、古細菌は単細胞の [3] であり、真正細菌のような強固な [a] はもたない。

- (1) 空欄 [1] ～ [3] にはそれぞれ原核生物あるいは真核生物のいずれかが入る。適切な方の語を記せ。
- (2) 空欄 [a] および [b] にあてはまる最も適切な語を記せ。
- (3) [A] にあてはまる細胞構造を3つ記せ。
- (4) 次の a～h のうち真正細菌をすべて選んで記号で記せ。

- a. *Escherichia coli*
- b. *Staphylococcus aureus*
- c. *Paramecium bursaria*
- d. *Vibrio cholerae*
- e. *Plasmodium falciparum*
- f. *Schizosaccharomyces pombe*
- g. *Bacillus subtilis*
- h. HIV

問2 微生物学分野に関連した以下の用語（1）～（5）をそれぞれ2行程度で説明せよ。

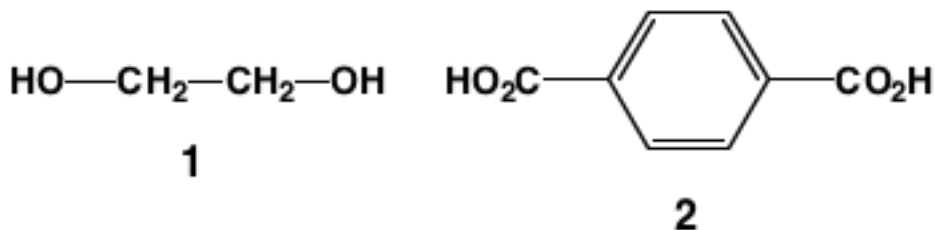
- (1) 再興感染症 (re-emerging infectious diseases)
- (2) 共生オルガネラ (endosymbiotic organelle)
- (3) 芽胞 (spore)
- (4) 抗生物質 (antibiotics)
- (5) 溶血毒素 (hemolysin)

問題 1 1

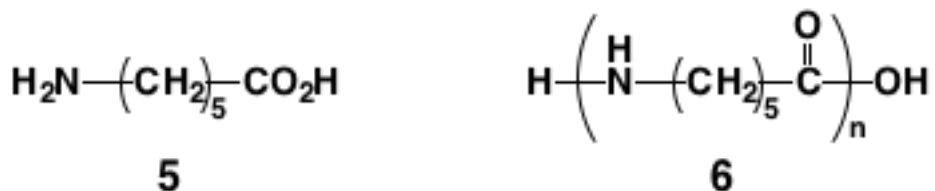
問1 次の文章を読み、以下の設問(1)～(3)に答えよ。

高分子化合物は原料となる低分子化合物を重合させて合成される。例えば食品容器に広く使用されているポリエチレンテレフタレート(PET)は、エチレングリコール(構造式1)とテレフタル酸(構造式2)が[1]結合により重合して作られる。また6,6-ナイロンは(a)ヘキサメチレンジアミン(構造式3)とアジピン酸(構造式4)が[2]結合により重合して作られる。このようにして合成された化合物は、(b)基本構造の繰り返しにより巨大な分子を形成する。

- (1) 空欄 [1] と [2] にあてはまる最も適切な語を記せ。
 (2) 構造式1～4で示す化合物の分子量をそれぞれ計算して記せ。



- (3) 下線部(b)に関して、構造式5で示す化合物が重合して合成される6-ナイロンの構造式を6に示す。同様に下線部(a)の重合反応により合成される6,6-ナイロンの構造式を記せ。



【次ページに続く】

問2 有機化学分野に関連した以下の用語(1)～(5)をそれぞれ2行程度で説明せよ。必要に応じて図を使ってもよい。

- (1) 旋光性 (optical rotatory power)
- (2) 分極 (polarization)
- (3) 共鳴 (resonance)
- (4) ラジカル (free radical)
- (5) 縮合 (condensation)