

2025年10月入学者選抜試験

2026年4月入学者選抜試験

修士課程（博士前期課程）
入学試験問題
（専門科目）

<解答上の注意>

- 出題された12の設問から3設問を選び、解答すること
（解答する3設問はどの系の科目から選択してもよい）
- 解答する設問ごとに1枚の答案用紙を使用すること
（答案用紙が足りなければ裏面を使用すること）
- 答案用紙ごとに受験番号、科目名、氏名を明記すること
- 答案用紙ごとに解答する設問番号を明記すること

北海道大学
大学院環境科学院 生物圏科学専攻

設問番号 1 (フィールド科学系科目)

以下の文章を読み、設問に答えなさい。

㉑陸上植物は緑藻類から進化し、コケ植物、シダ植物、ヒカゲノカズラ植物、被子植物、裸子植物を含む。近年の分子系統解析によると、コケ植物は (①) 群であり、蘚類、苔類、ツノゴケ類を含む。おおよその現生種数は、コケ植物が 24,000 種、シダ植物が 12,000 種、ヒカゲノカズラ植物が 1,200 種、被子植物が 250,000 種、裸子植物が 800 種であり、被子植物が圧倒的に多い。被子植物の繁栄には㉒動物との相互作用が関わっている。

陸上植物は乾燥した陸上での生存と生殖を可能にするための形質を持つ。ほとんどの陸上植物の表皮は (②) で覆われ、植物体からの水の損失を防いでいる。ただし、葉の内部で光合成を行うために、(③) を大気中から取り込む必要がある。このために葉の表面には開閉を調節できる (④) という穴がある。高温・乾燥気候に生育する一部の植物では、通常とは異なる光合成の仕組みが進化した。㉓そのような仕組みを持つ植物として、 C_4 植物と CAM 植物がある。また、㉔被子植物は受精の際に水を必要としない。

コケ植物以外の陸上植物は、植物体内に水や栄養を運ぶための (⑤) を持つため、高く成長できるようになった。現生の陸上植物のうち地球上で最も高くなるのは裸子植物であり、高さ 110m 以上に達する。このことは㉕根で吸収された水分が高さ 110m 以上まで輸送されることを意味する。

問 1. 空欄①に当てはまる語句を以下から選びなさい。

単系統、側系統、多系統

問 2. 空欄②～⑤に当てはまる最も適切な語句を書きなさい。

問 3. 下線部㉑について、以下の生物群の間の系統関係を示す系統樹を描きなさい。

緑藻類、被子植物、裸子植物、ツノゴケ類、ヒカゲノカズラ植物

問 4. 下線部㉔に関して、被子植物と動物の間に見られる以下の相利共生について、それぞれ 50 字以内で説明しなさい。

(1) 被子植物と鳥類

(2) 被子植物と昆虫類

問5. 下線部㉔に関して、以下からC₄植物とCAM植物を一つずつ選びなさい。

イネ、コムギ、スイカ、トウモロコシ、パイナップル、バナナ

問6. 下線部㉕に関して、被子植物が受精の際に水を必要としない理由について、以下の語句すべてを用いて説明しなさい。

精細胞、胚珠、花粉管

問7. 下線部㉖に関して、植物が根から葉まで水を輸送する仕組みについて、以下の語句すべてを用いて説明しなさい。

蒸散、凝集、道管水

設問番号 2（フィールド科学系科目）

生物の保全に関する以下の文章を読み、設問に答えなさい。

昨今、㉓生物多様性の喪失や㉔生態系機能の劣化が続いている。これらの多くは、農地や都市の拡大、汚染の進行、㉕侵入生物の蔓延といった人間活動によってもたらされているものであり、㉖生態系が人間に対し直接的あるいは間接的にもたらす恩恵を損ねると考えられている。そのため、生物多様性や生態系機能の効果的・効率的な保全は今や社会的な重要課題とみなされており、㉗人間活動の影響が少ないエリアを特定し、保全していく取り組みが全球規模で進められている。

問 1. 下線部㉓について、生物多様性は三つの要素に分けられる。各要素の名称を挙げ、それぞれについて 30 字以内で説明しなさい。

問 2. 下線部㉔について、生態系機能の定義を 50 字以内で説明しなさい。

問 3. 下線部㉕は、人間の手により本来の生息地から別の地域に移送され、定着と分布拡大を果たした種を指し、外来種とも呼ばれる。どのような場合に侵入生物または外来種が在来生物の減少をもたらすと考えられるかを以下の 3 つの語句を用いて 150 字以内で説明しなさい。

生態学的ニッチ、競争、捕食被食関係

問 4. 下線部㉖を示す最も適切な語句を以下から選び、記号で答えなさい。

- (1) 生態系サービス
- (2) 生態系エンジニア
- (3) バイオーム
- (4) 生態系モデリング
- (5) 生態系の公益的機能

問 5. 下線部㉗に関して、特定の種の生息地の保全を通して、それ以外の多くの種の保全も進めていくという考え方がある。その種の保全が他の多くの種の保

全にもつながるという特性を持つ種の名称として最も適切なものを以下から選び、記号で答えなさい。

- (1) フラグシップ種
- (2) 絶滅危惧種
- (3) カリスマ種
- (4) アンブレラ種
- (5) 高次捕食者

設問番号3（フィールド科学系科目）

以下の文章を読み、設問に答えなさい。

動物の体表や消化管内には多種多様な微生物が存在し、㉑宿主である動物と共生関係を築いている。重要な家畜であるウシは、㉒微生物の力を有効利用した消化機能を有している点で特徴的である。ウシの胃の中には大量の微生物が生息しており、㉓宿主の消化管運動とともに、これらの微生物同士が協調的に働くことで、牧草などに含まれる植物性繊維の分解が効率的に進む。微生物の活動により分解された植物性繊維からは、短鎖脂肪酸が生じ、これらはウシに吸収されて㉔エネルギー源として利用される。また、このようなウシの消化過程では微生物発酵によりメタンも発生するが、㉕環境への影響から近年問題視されている。

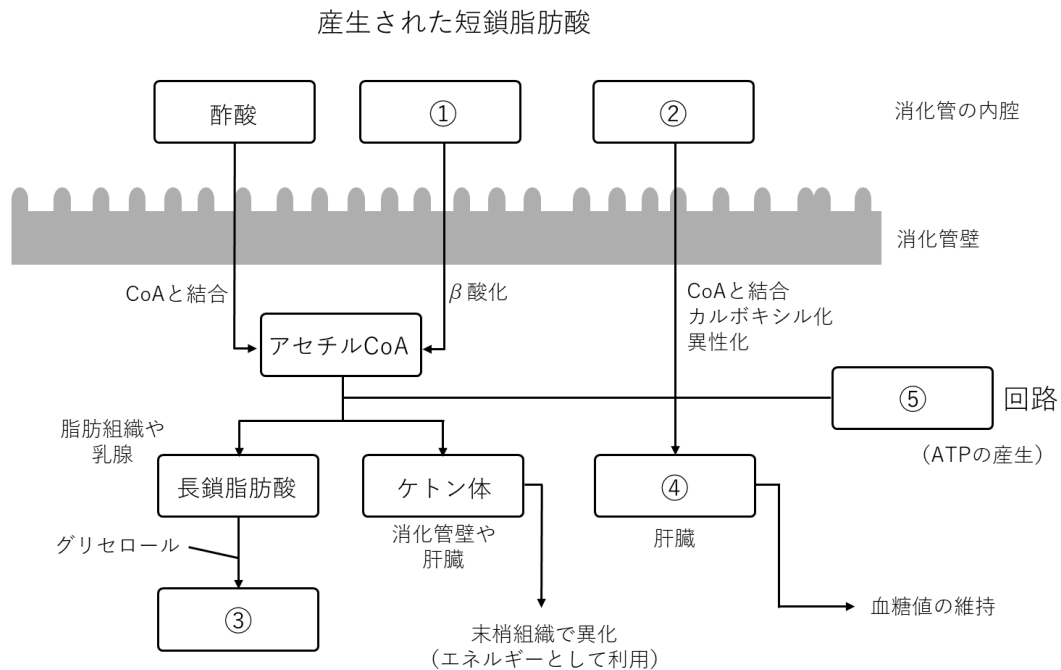
問 1. 下線部㉑に関連して、動物とその体に住みついた微生物の共生関係について、問題文以外の例を挙げて、200 字以内で説明しなさい。

問 2. 下線部㉒に関連して、ウシの胃内に存在する微生物が属する界を全て答えなさい。ただし、界の名称は生物五界説に従い、原核生物界、原生生物界、植物界、菌界、動物界とする。

問 3. 下線部㉓について、以下の文章はウシが食べた植物性繊維が分解される過程を説明したものである。空欄①～⑥に入る適切な語句を答えなさい。ただし、②と③は、生物五界説に従い、該当する微生物が属する界の名称を答えなさい。

ウシが食べた牧草等は（ ① ）胃に貯留された後、口腔内に吐き戻されて再度咀嚼されることで、物理的に破砕される。破砕された牧草片は（ ① ）胃において（ ② ）に属する微生物が繊維構造内に菌糸を伸ばすことで大まかに分解される。ついで、（ ③ ）に属する微生物がセルラーゼやキシラナーゼなどを産生して、牧草の繊維を構成する（ ④ ）をオリゴ糖や単糖へと分解する。生じたオリゴ糖や単糖は（ ③ ）に属する微生物に取り込まれ、（ ⑤ ）性発酵により ATP とともに有機酸などを産生する。また、（ ⑤ ）性発酵の際に生じる（ ⑥ ）は、二酸化炭素との反応によりメタンに変換されて、あい気（所謂ゲップ）として胃の外に排出される。

問 4. 下線部④に関連して、下図はウシの胃内で行われる主要な短鎖脂肪酸が体内で代謝される過程を図示したものである。空欄①～⑤に入る適切な語句を、以下の (A) ～ (L) から選びなさい。



- | | | |
|------------|-------------|-------------|
| (A) プロピオン酸 | (B) 酪酸 | (C) クエン酸 |
| (D) パルミチン酸 | (E) オレイン酸 | (F) グルコース |
| (G) スクロース | (H) トリグリセリド | (I) コレステロール |
| (J) 酸素 | (K) 炭素 | (L) 解糖 |

問 5. 下線部④に関連して、メタンを合成する微生物が属するドメインの名称を答えなさい。また、家畜に由来するメタンなどの温室効果ガスを抑制する方法について知るところを 200 字以内で述べなさい。

設問番号4（フィールド科学系科目）

以下の文章を読み、設問に答えなさい。

成熟した森林において、何らかの攪乱によって林冠を構成する大径木が枯死・倒伏すると、林床が局所的に明るくなる（①）が形成される。（①）が形成されると、新たな樹木が更新する場所が供給される。しかし、森林を構成する樹種の間には、明るい場所の成長速度と暗い場所での生存率の間にトレードオフがあるため、更新のための最適な（①）のサイズは樹種によって異なる。例えば、光要求性の高い（②）種が更新するためには、大きな（①）が必要であるが、耐陰性の高い（③）種は、（②）種が成長できないような小さな（①）や林冠下でも成長することができる。このような⑧樹種間の光要求性の違いといったニッチの違いと、（①）のサイズといった環境の多様さが森林の樹種多様性に寄与する要因のひとつである。

また、攪乱の頻度も森林の樹種多様性に影響を与える。大きな攪乱がほとんど起きない森林においては、（②）種はほとんど更新できず、攪乱からの経過年数に伴い次第に減少していく。一方で、大きな攪乱が頻繁に起こる森林においては、（②）種が優占し、（③）種は少なくなる。そのため、攪乱の頻度や規模が中程度のときに、樹種多様性が最も高くなりやすいと考えられている。この考え方は生物多様性における（④）仮説と呼ばれる。

熱帯雨林などでは、⑨同種の林冠木の近くほど実生や稚樹の生存率が低下するという現象が知られている。その結果、優占する樹種ほど実生の生存率が低くなるという（⑤）の密度依存性が生じ、このことが森林の樹種多様性の維持に寄与していると考えられている。

森林の樹種多様性は、亜寒帯林や温帯林に比べ熱帯林において高いことが知られており、このことには⑩地史的な要因や⑪森林構造の複雑さ、利用できるエネルギー量の多さなどが寄与していると考えられている。

このように森林の樹種多様性の形成には、様々な要因・メカニズムが複合的に寄与している。

問1. 空欄（①）～（⑤）に入る、最も適切な語句を答えなさい。なお、⑤には「正」か「負」を入れること。

問2. 下線部⑧について、光要求性以外に一般的にみられる生物間のニッチ分化についてどのようなものがあるか20～30字程度で答えなさい。

問 3. 下線部⑥について、なぜそのようなことが起きるかを 50 字程度で説明しなさい。

問 4. 下線部㉔について、どのような地史的な要因が関係しているかを 50 字程度で説明しなさい。ただし「氷河」という用語を用いること。

問 5. 下線部㉕に関連して、熱帯林には樹高 50m を超えるような超高木が存在することが森林構造の複雑さに関係しており、樹種多様性にも寄与していると考えられている。超高木の存在が樹種多様性に寄与する理由について 50 字程度で説明しなさい。

設問番号 5（生命科学系科目）

問 1. 以下の問題文を読んで、設問（問 1-1 と問 1-2）に答えなさい。

多数のヒトのゲノム塩基配列を比較してみると、2 人の間ではほぼ 1000 塩基対あたり 1 個の割合で塩基対が異なっていることがわかる。このような相違のほとんどが無害である。2 つの塩基配列バリエント（多様体）が集団中に共存していて両方とも一般的なものである場合、（①）と呼ぶ。（①）の多くは単一の塩基置換であり、（②）と呼ぶ。（②）以外は、ほとんどが挿入又は欠失変異で、変化している部分が小さい場合は（③）、大きくかつ同じ配列が繰り返される場合は（④）と呼ぶ。ありふれたバリエントはゲノム全体にみられるが、これらはランダムに、あるいは互いに無関係に散らばっているわけではない。（①）は組み合わせあって、ひと塊の（⑤）として移動する傾向があり、集団として遺伝する。

（中略…）

遺伝子疾患に関する集団研究では、対象の疾患の患者多数（患者集団）から DNA サンプルを集め、それを罹患（りかん）していない集団から採取したサンプルと比較して、患者集団の方に多いバリエントを探す。^a染色体上で近接している塩基配列は一緒に受け継がれる傾向があるので、そのようなバリエントの存在は疾患のリスクを上昇させる対立遺伝子が近傍にある可能性を示唆している。ゲノム上に多数ある（①）から表現型と関連したバリエントや（⑤）を絞り込む統計解析法は（⑥）と呼ばれ、ヒトの疾患解析で多用されている。（⑥）のような従来の遺伝学では、変異の表現型から出発して、その原因となる変異、最終的には遺伝子を明らかにする。このような従来の遺伝学の研究手順は順遺伝学と呼ばれる。

（細胞の分子生物学第 6 版を基に一部改変して引用）

（次ページに続く）

問 1-1. 空欄 (①) ～ (⑥) に入る最も適切な語句を以下の (A) ～ (I) から 1 つずつ選びなさい。

- (A) 一塩基多型
- (B) QTL マッピング
- (C) 多型
- (D) ハプロタイプブロック
- (E) コピー数多型
- (F) 転座
- (G) ゲノムワイド関連解析 (ゲノム規模関連解析)
- (H) indel (インデル)
- (I) 逆位

問 1-2. なぜ下線部④のように染色体上で近接している塩基配列は一緒に受け継がれる傾向があるのか、1 ～ 2 文で簡潔に説明しなさい。

問 2. 逆遺伝学とはどのような研究法か、代表的な実験手法を 1 つ例に挙げて、2 ～ 3 文で簡潔に説明しなさい。

問 3. 遺伝子発現を調べる方法として、目的 (i) と (ii) に対して適切な手法を、以下の用語群からそれぞれ一つずつ選び、どのようにして発現を解析するのか 1 ～ 2 文で簡潔に説明しなさい。

目的 (i) : 多数の遺伝子の発現をまとめて調べる

目的 (ii) : 単一の遺伝子がいつどの組織で発現しているのか調べる

用語群 : DNA マイクロアレイ、*in situ*ハイブリダイゼーション、定量的逆転写 PCR、RNA-seq、レポーター遺伝子

問 4. 従来の DNA 配列決定法 (サンガー法) と比較した場合、次世代シーケンサーの考えられる違いを箇条書きで 2 つ以上挙げなさい。

設問番号 6 (生命科学系科目)

以下の文章を読み、設問に答えなさい。

表 1 は人体を構成する元素を、含まれている質量の順に並べたものである。多い順に、酸素、炭素、水素、窒素、カルシウム、(①)、カリウム、(②) である。上位 3 つが酸素、炭素、水素である理由は、人体の半分以上が (③) でできている、次いで炭素を骨格とする有機化合物でできているからである。

主要な有機化合物は、炭水化物、タンパク質、脂質、そして核酸である。炭水化物はエネルギーや生体構築成分となる重要な化合物群である。(④) は、主に細胞呼吸の基質となる単糖であり、細胞質基質における解糖というプロセスによってピルビン酸に変換される。④ (④) は生体において重合体を作り、植物ではデンプンやセルロース、動物ではグリコーゲンとして貯蔵される。

⑤ タンパク質は 20 種のアミノ酸が重合してできた化合物群であり、⑥ 多様な機能や構造を有する。化学反応を選択的に促進する役割を持つ酵素や、化学刺激に応答する受容体などの高度な機能を有する化合物もタンパク質である。また、タンパク質は元素として (②) を持つことが特徴であり、(②) 同士がタンパク質の内部で共有結合を作って強固な構造を維持することがある。

⑦ 髪の毛を構成するタンパク質であるケラチンはその代表である。

脂質は疎水性分子の総称であり、エネルギー源として重要な脂肪酸やトリアシルグリセロール、細胞膜の二重層を作る (⑤)、そしてステロイドが含まれる。⑧ 二重結合を作って折れ曲がり構造を作る不飽和脂肪酸を有する (⑤) は、細胞膜の流動性を高める役割を持つ。

最後に核酸は、遺伝情報を蓄える化合物である。塩基を結合した糖が、(①) を元素として有する (⑥) によって架橋された重合体であり、塩基の組み合わせによって高度な遺伝情報を生み出すことができる。

(次ページに続く)

表 1 人体の構成元素

元素	質量百分率
酸素	65.0%
炭素	18.5%
水素	9.5%
窒素	3.3%
カルシウム	1.5%
(①)	1.0%
カリウム	0.4%
(②)	0.3%

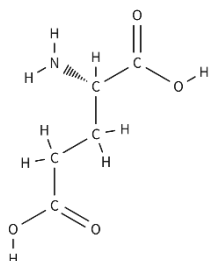
表の出典：キャンベル生物学 原著 11 版

問 1. 空欄 (①) ～ (⑥) に入る適切な元素または物質名を答えなさい。

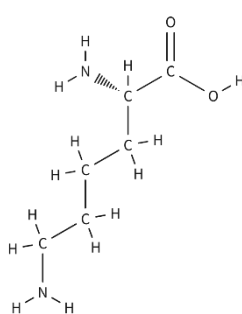
問 2. 下線部㉔について、セルロースとグリコーゲンは、どちらも (④) の重合体であるが、構造が異なる。どのように構造が異なるか。50 字程度で説明しなさい。

問 3. 下線部㉕について、タンパク質を構成するアミノ酸が少しでも異なると、その機能が大きく変わることがある。たとえば鎌状赤血球症は、酸素を運ぶヘモグロビンの特定の位置のアミノ酸がグルタミン酸からバリンに変わることによって引き起こされる。グルタミン酸とバリンの化学構造式を次の中からそれぞれ選びなさい。

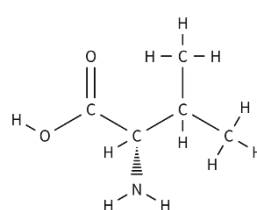
(A)



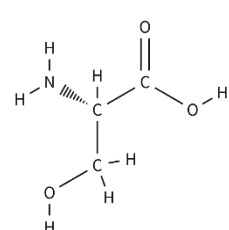
(B)



(C)



(D)



(次ページに続く)

問 4. 下線部㉔について、タンパク質の構造を作る二次構造として、 α ヘリックスと β シートがある。両者は性質が大きく異なる。たとえば、 α ヘリックスが高い割合を占めるプリオンというタンパク質は、神経細胞などの細胞膜上に存在する。しかし異常型プリオンでは、代わりに β シートが高い割合を占めるようになり、プリオン病という神経性の病態の原因であるという説がある。なぜ β シートが高い割合になると病態を示す可能性があるのか。100 字程度で説明しなさい。

問 5. 下線部㉕について、(②) が作る強い共有結合は、還元剤によって切ることができ、これを利用したのがパーマである。一方、パーマを使わなくても、髪の毛を水で濡らすと一時的に形を変えることができる。これは髪の毛を構成するケラチンが、弱い結合によっても構造を保っているからである。この結合の名前を述べ、共有結合との違いを 100 字程度で説明しなさい。

問 6. 下線部㉖について、皮膚の角化細胞は飽和脂肪酸の割合が多い一方で、神経細胞や免疫細胞は不飽和脂肪酸の割合が多い。その理由はなぜか。細胞の機能の違いに注目して、100 字程度で説明しなさい。

設問番号 7 (生命科学系科目)

以下の文章を読み、設問に答えなさい。

細胞は生物を構成する基本単位である。細胞分裂とは一つの細胞から遺伝的に等しい二つの細胞が生じる過程である。細胞分裂によって、㉔単細胞生物では次世代が生み出され、多細胞生物ではさらに発生の過程を経て個体がつくられる。

細胞周期とは細胞が分裂する一連の過程を指し、G1 期、DNA 複製が行われる (①) 期、G2 期、M 期に分けられる。㉕M 期の最後に細胞質分裂が起こり、細胞が二分する。細胞周期に合わせて濃度が変動するタンパク質として (②) があり、(②) 依存性キナーゼの活性化を通じて細胞周期の進行を調節する。例えば、M 期を進行させる M (②) は、M 期中期から後期で (③) 化という修飾を受け、タンパク質が分解されて急激に減少する。

細胞分裂で新たに生じる娘細胞に正確に遺伝情報を伝えるため、細胞は様々なしくみをもつ。一つは DNA 複製時の誤りを防ぐことである。DNA 複製を担う DNA ポリメラーゼは 3'→5' (④) 活性をもち、㉖校正する機能をもつ。また、複製後の DNA の修復機構も重要である。例えば、㉗自然に起こる脱アミノ化反応によって DNA のシトシンはウラシルに変化するため、修復が必要になる。

一般に線状の染色体 DNA をもつ細胞では細胞分裂の回数には制限がある。これは DNA 複製ごとに DNA 末端部分が短縮され、ある一定以上の短縮が起こると細胞分裂が停止するためである。一方、㉘線状の染色体 DNA をもつ細胞において、DNA の複製過程を経た後であっても DNA 末端部分の短縮が起こっていない細胞も存在する。

問 1. 空欄 (①) ～ (④) に入る、最も適切な語句を答えなさい。

問 2. 生物の 3 つのドメインを答えなさい。

(次ページに続く)

問 3. 下線部㉔について、ある単細胞生物が一細胞から細胞分裂を繰り返し、細胞数が 100 万に達するために必要な時間を計算しなさい。1 回の細胞分裂には 3 時間要するものとし、分裂した細胞はすべて生存し細胞分裂ができるものとする。 $\log_2 3 = 1.585$ $\log_2 5 = 2.322$ とし、計算の過程を記して答えなさい。

問 4. 下線部㉕について、動物細胞と植物細胞での細胞質分裂のしくみの違いを 100 字程度で説明しなさい。

問 5. 下線部㉖について、DNA を鋳型として RNA を合成する RNA ポリメラーゼの校正機能は DNA ポリメラーゼより一般に低い。そのため、mRNA は合成された後に品質管理のチェックを受ける。異常な mRNA を分解する「ナンセンス変異による mRNA 分解」のしくみを 100 字程度で説明しなさい。

問 6. 下線部㉗について、DNA の塩基ではチミンが使われるのに対し、RNA ではウラシルが使われる。なぜ DNA ではチミンが使われると考えられるか、DNA 修復の観点から考察し、100 字程度で説明しなさい。

問 7. 下線部㉘について、線状の染色体 DNA をもつ細胞において DNA 末端の短縮が起こらない細胞の例をひとつ挙げなさい。また、なぜ末端の短縮が起こらないのか、関与する酵素の名称を含めて 30 字程度で説明しなさい。

設問番号 8 (生命科学系科目)

以下の文章を読み、設問に答えなさい。

真核生物の細胞の内部には、膜に囲まれた (①) と総称される機能性の異なる区画が存在する。遺伝情報の源となるゲノム DNA は通常ヒストンタンパク質に巻きついた (②) と呼ばれる単位構造をとり、さらにそれが高次の折りたたみ構造を形成して、核に収められている。細胞質には、電子伝達系によるプロトン勾配の形成とそれと共役した (③) という反応による ATP 合成の主要な場となっているミトコンドリアや、光合成を行う (④) と呼ばれる (①) が存在する。⑤膜タンパク質や分泌タンパク質は最初小胞体に局在したのち、小胞輸送により (⑤) に運ばれ、糖鎖修飾が施されて適切な場所へ移動する。⑥細胞膜に存在する受容体に結合した物質は、細胞膜が細胞質側に陥入してくびり切られるエンドサイトーシスと呼ばれる経路により、内部が酸性となっているエンドソームへと輸送される。他には、内部が酸性に保たれ、様々な加水分解酵素が存在する (⑥) や、酸化酵素を内包し脂肪酸分解を行う (⑦) が存在する。(①) が不要になった時や、細胞が飢餓状態となった時、(①) は (⑧) と呼ばれる経路により分解を受ける。

問 1. 空欄 (①) ～ (⑧) に入る、最も適切な語句を答えなさい。

問 2. 下線部⑤について、分泌タンパク質が翻訳と同時に小胞体内腔へと転送される機構を、以下の語句を用いて 100 字から 200 字程度で説明しなさい。

シグナル配列、SRP、トランスロコン

(次ページに続く)

問 3. 下線部⑥について、哺乳類の細胞による鉄イオンの取り込みは、血中に存在し鉄イオンと結合するトランスフェリンと呼ばれる水溶性タンパク質が、細胞膜に存在する TfR と呼ばれる受容体に結合しエンドサイトーシスされることで行われる。また、TfR は細胞膜へとリサイクルされる。また、トランスフェリンと TfR には次の 2 つの特徴がある。

1. トランスフェリンは中性の溶液中で鉄イオンと結合するが、酸性の溶液中では結合しない。
2. 鉄イオンと結合していないトランスフェリンは、酸性の溶液中では TfR に結合するが、中性の溶液中では結合しない。

そのような特徴にはどのような利点があると考えられるか 3 文程度で説明しなさい。

問 4. 次の文章のうち、正しいものには○を、間違っているものには×を書きなさい。また、間違っているものについては訂正して答えなさい。

- a) 小胞体はカルシウムイオンの主要な貯蔵の場となっている。
- b) 核膜孔は比較的大きいので、タンパク質は核と細胞質の間を自由拡散により行き来することができる。
- c) エンドサイトーシスにおいて、クラスリンという被覆タンパク質が細胞膜に結合することで細胞膜の陥入と小胞の形成が起こる。
- d) 小胞上に存在する Rab タンパク質が標的膜上のタンパク質と特異的に結合することで、正しい標的膜への小胞輸送を可能としている。
- e) 細胞膜上の 7 回膜貫通タンパク質は N 末端、C 末端とも細胞外側に存在する。

設問番号 9 (水圏・海洋学系科目)

問 1. 以下の海藻類に関する文章を読み、それに続く設問に答えなさい。

「海藻」とよばれる生物には、いくつかの多細胞性の (①)、(②)、(③) などが含まれる。(③) は海藻類の中で最も複雑な体制を持ち、その形態は陸上植物にも似た構造をもつが、形態や DNA の情報は、このような類似性は (③) と陸上植物で独立に獲得された (④) であり、(⑤) ではないことを示している。(②) の細胞壁には、陸上植物と共通する (⑥) が主に含まれているが、(③) と (①) の細胞壁には、それぞれ特徴的な多糖が含まれている。(③) の細胞壁に含まれている (⑦) や (⑧) は増粘剤、医薬品、機能性食品等として用いられている。(①) の細胞壁成分である (⑨) もゲル化剤、増粘剤、安定剤として様々な製品に利用されている。

問 1-1. ①～⑨の空欄に適切な語句を、以下の語句群から選びなさい。

語句群

アルギン酸、褐藻、カラギーナン、珪藻、紅藻、収斂、セルロース、相似、相同、フコイダン、緑藻

問 1-2. 下線部に関連して、コンブ目やヒバマタ目等の一部の大型の褐藻類では気泡と呼ばれる浮き袋のような構造が葉状部に見られることがある。この気泡の機能と役割について考えられる適応的意義を 100 字程度で述べなさい。

問 2. 以下の文章を読み、それに続く設問に答えなさい。

紅藻と緑藻は 1 次共生に由来した葉緑体をもつが、褐藻は 2 次共生由来の葉緑体をもっている。紅藻と緑藻の葉緑体は、2 枚の生体膜で包まれている (2 重包膜)。一方で、褐藻の葉緑体は 4 枚の生体膜で包まれているが、これは紅藻が従属栄養性真核生物の食包膜内に取り込まれ、共生体となったことに由来するとされている。

問 2-1. 紅藻と緑藻の葉緑体の起源について、以下の用語を用いて、葉緑体の成立過程と 2 重包膜の由来について留意しながら 100 字程度で説明しなさい。

オルガネラ、外膜、シアノバクテリア、従属栄養性真核生物、食作用、食包膜、内膜

問 2-2. 葉緑体の他に、細胞内共生によってできたと考えられている細胞内小器官を答えよ。またその細胞内小器官は葉緑体よりも先に獲得されたと考えられているが、その理由を 50 字程度で答えなさい。

問 2-3. 褐藻のように 2 次共生によって葉緑体を獲得した藻類を 2 グループあげよ。またそれぞれのグループが、葉緑体として獲得した一次共生藻（緑藻または紅藻）を以下の形式にならって答えなさい。

解答例. 褐藻（紅藻）

設問番号 10（水圏・海洋学系科目）

沿岸域での生物生産や保全に関する以下の文章を読み、後の設問に答えなさい。

河口域や干潟を含む沿岸域は、多様な生物が生息し、漁業資源を提供する場としても利用されてきた。天然資源の漁獲に加えて、沿岸域では⑩カキ類などの二枚貝類の養殖がさかんに行われている。このように沿岸域は、陸地に近く人間活動が活発であるため、⑪人為的な影響を受けやすい水域である。

問 1. 下線部⑩について、カキ類の系統的位置（属する分類群）と形態的な特徴を 100 字程度で述べなさい。

問 2. 下線部⑩について、カキ類など二枚貝の生活史や生態が、沿岸域での養殖に適している理由を 200 字程度で述べなさい。

問 3. 下線部⑪に関連して、河口域や塩性湿地を含む干潟は、近年その機能が理解されるようになってきた。以下のキーワードを含めて、干潟の特徴と保全について 300 字程度で述べなさい。

キーワード：

生食連鎖、底生生物、富栄養化、腐食連鎖

設問番号 1 1 (水圏・海洋学系科目)

以下の文章を読み、設問に答えなさい。

オキアミ科は、エビに似た (①) 類で、海洋に豊富に生息している。世界中に約 85 種が分布し、各種は熱帯域から極域までそれぞれ特定の水温環境に適応している。また、オキアミ科は、地球上の動物の中でも最も (②) が多いグループの一つである。学名 *Euphasia superba* として知られるナンキョクオキアミは、南極を取り巻く海域に広く分布する。成体は全長 6 cm 以上、重さは 1g を超える。本種は、海水 1 m³ あたり 2 kg 以上という高密度で、100 km² 以上にもおよぶ大きな群れをつくる。通常、このオキアミ類の群れは (③) 移動を行い、日中は深い深度帯にいるが夜間に摂餌のために表層へ上がってくる。

生物学者は、㉔ナンキョクオキアミをキーストーン種と考えている。これは、本種が、(④) と (⑤) の間を単独でつなぐ最も重要な植食動物であるためである。ナンキョクオキアミは、魚類、イカ類、海鳥類、ヒゲクジラ類などの非常に様々な肉食動物に捕食される。そのため、南極海洋生物資源保存委員会(CCAMLR)によってナンキョクオキアミの資源保護を目的とした漁獲制限などの条例が策定されている。しかし、一部の漁業生物学者によれば、㉕南極海域におけるナンキョクオキアミの資源量推定値の幅は非常に大きく、100 万トンから 10 億トンと 3 桁もの違いがあるとされている。

問 1. 空欄 (①) ～ (⑤) に入る最も適切な語句を下記から答えなさい。

植物プランクトン、動物プランクトン、甲殻、昆虫、軟体動物、分解者、大型動物、種数、個体数、季節、日周鉛直、水平

問 2. オキアミ類の商業的漁業には生理的特性に起因する問題がある。どのような問題か 50 字程度で述べなさい。

問 3. 下線部㉔について、ナンキョクオキアミの資源量が減少した際の生態系への影響について 200 字程度で説明しなさい。

問 4. 下線部㉕について、資源量推定値の幅が大きい際に起こりうる懸念点について 100 字程度で説明しなさい。

設問番号 1 2 (水圏・海洋学系科目)

海域の一次（基礎）生産に関連する以下の設問に答えなさい。

問 1. 海域の植物プランクトンが増殖するために不足しがちな 3 つの栄養元素と、それぞれの海水中での各元素の溶存イオン形態をすべて答えなさい。

問 2. 沿岸海域はこれら栄養塩の供給量が大きいため一次生産力が高いとされている。沿岸海域での代表的な 3 つの栄養塩供給プロセスを挙げ、各プロセスの特徴やメカニズムをそれぞれ 100 字程度で説明しなさい。

問 3. 春に植物プランクトンが爆発的に増殖する春季大増殖 (spring bloom) に深く関連する「臨界深度」の定義を 50 字以内で説明しなさい。また、春季大増殖の発生メカニズムを「臨界深度」の用語を用いて 200 字程度で説明しなさい。

問 4. 春季大増殖を形成した珪藻種が 1 日 2 回分裂していたとする。この種の 1 日あたりの細胞量の増加をあらわす比増殖速度 μ (day^{-1}) を答えなさい。数値がわからない場合、対数や指数形式で表現してもよい。

問 5. 珪藻類の増殖が盛んな海域では表層堆積物が珪質軟泥で構成される。外洋域においても珪質軟泥が分布する要因を 100 字程度で説明し、そのような代表的な海域を 3 つ答えなさい。