

2026年度

理 科

R 3

【 生 物 】

2月25日(水) 理 学 部 (数学科, 生物科学科, 地球科学科, 創造理学コース)

【前期日程】 農 学 部 13 : 50 ~ 15 : 10

注 意 事 項

試験開始前

- 1 監督者の指示があるまで、問題冊子、解答用紙に手を触れてはいけません。
- 2 監督者の指示に従い、出願時に選択した科目の問題冊子、解答用紙であるかどうかを確かめ、全部の解答用紙（4枚）に受験番号を記入しなさい。
- 3 出願時に選択した科目と解答した科目が異なる場合は採点されません。

試験開始後

- 4 この問題冊子は、9ページあります。はじめに、問題冊子、解答用紙を確かめ、枚数の不足や、印刷の不鮮明なもの、ページの落丁・乱丁があった場合は、手をあげて監督者に申し出なさい。
- 5 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
- 6 問題は、声を出して読んではいけません。
- 7 各問ごとの配点は、比率(%)で表示してあります。

試験終了後

- 8 問題冊子は、必ず持ち帰りなさい。

1 ヒトの体温維持に関する次の文章を読み、問1～問6に答えなさい。(配点25%)

ヒトは、外界の環境が変化しても体内の環境は一定の範囲に保たれるという を備えている。これにより、ヒトは気温が低い場所でも体温を一定に保つことができる。ヒトの は、a おもに神経系と内分泌系という2つのしくみによって調節される。

神経系のうち、体温の調節に特に重要なのは 神経系である。 神経系には、活発な状態や興奮した状態の時に働く交感神経(系)と、休息時や安静時に働く副交感神経(系)があり、b 交感神経と副交感神経の両方のはたらきによって体内の環境が調節される。 内分泌系は特定の器官や細胞に作用するホルモンを介した調節機構であり、複数の種類のホルモンが体温の調節に関わっている。

ヒトの皮膚や血液の温度が低下すると、c 間脳の視床下部によって感知される。 視床下部は、d 交感神経を通じて、皮膚表面の血管を収縮させて血流を低下させるなどの変化を引き起こして、皮膚から熱が奪われるのを防ぐ。 一方で、e 視床下部は内分泌系に対しても働きかけて、糖質コルチコイドやチロキシンの分泌量を増やす。 また、交感神経のはたらきにより、副腎髄質からの の分泌が促される。分泌された糖質コルチコイド・チロキシン・ は、肝臓や筋肉などの細胞の代謝を活発にし、発熱量を増やすことで体温を上昇させる。このようなしくみによって、ヒトは寒い環境の中でも体温を一定の範囲に保つことができる。

問1 文章中の ～ に入る最も適切な語を答えなさい。

問2 下線部aについて、小問(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 一般的に、内分泌系よりも神経系の方が環境変化に対して速く反応する。それぞれの系の情報伝達のしくみという観点から、このような違いがある理由を説明しなさい。
- (2) 内分泌系の効果が、神経系に比べて長時間持続する理由を説明しなさい。

問3 下線部bについて、以下の(ア)～(エ)の文章の記述が正しいければ解答欄の左端に○を、誤っていれば×を記載しなさい。×と記載した場合は、正しい内容となるように下線部を修正しなさい。

- (ア) 交感神経と副交感神経は、中枢から伸びて、すべての器官や組織につながっている。
- (イ) 交感神経と副交感神経のはたらきは、中枢神経系によって調節される。
- (ウ) 胃のぜん動は、交感神経によって促進される。
- (エ) 副交感神経は、体の各部分に存在する感覚器官(受容器)からの情報を脳や脊髄に伝える。

問 4 下線部 c について、図 1 を参照し、小問(1)と(2)に答えなさい。図 1 はヒトの脳の構造の模式図である。

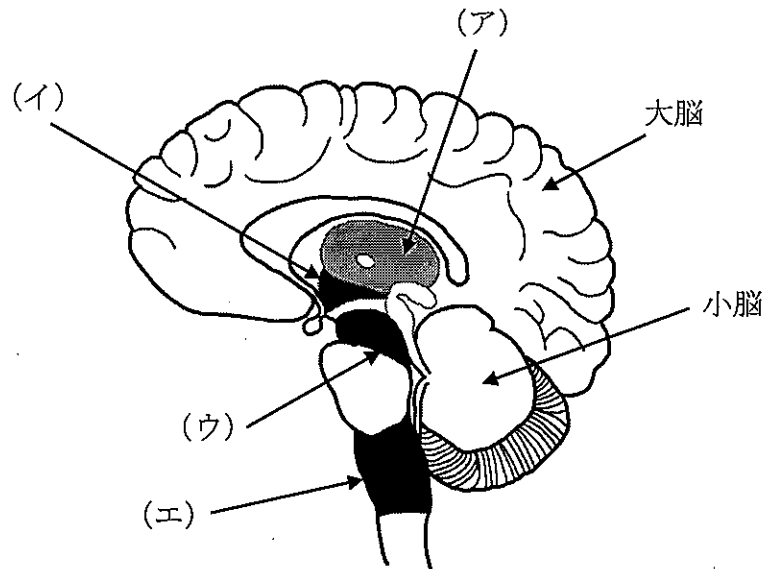


図 1 ヒトの脳の構造の模式図

- (1) 図の中で間脳視床下部を示している記号を(ア)~(エ)の中から 1 つ選択しなさい。
- (2) (ア)~(エ)の部位をまとめて何とよぶか、その名称を答えなさい。

問 5 下線部 d について、体温が低下した場合に、交感神経が心臓の拍動にどのような影響を及ぼすかを、体温維持に役立つ理由とともに説明しなさい。

問 6 下線部 e について、小問(1)~(4)に答えなさい。

- (1) 糖質コルチコイドを分泌する組織の名称を答えなさい。
- (2) チロキシンを分泌する器官の名称を答えなさい。
- (3) 視床下部がチロキシンの分泌量を増やすしくみについて、関与する器官やホルモンの名称を挙げて説明しなさい。
- (4) 糖質コルチコイドやチロキシンの血液中の量が多くなると、これらのホルモンの分泌量が減少する。(i)このしくみの名称を答えなさい。また、(ii)このしくみの役割を説明しなさい。

2 生態系と食物連鎖に関する次の文章を読み、問1～問6に答えなさい。(配点25%)

ある地域に生息する同じ種の個体のまとまりを ① という。また、相互に関与しながら、ある場所に生活している異なる種の ① の集まりを ② という。さらに、② とそれを取り巻く a 非生物的環境を合わせたものを生態系という。② は非生物的環境から影響を受けるだけでなく、b 非生物的環境に対しても影響を与えている。

生態系内で、生産者が光合成によって無機物から有機物を生産する、いわゆる同化の過程を ③ といい、その結果は一定期間内における単位面積当たりの生物量で表される。生産者が一定期間内に光合成によって生産した有機物の総量は、④ とよばれる。この有機物は、さまざまな過程で消費される。すなわち、生産者は、合成した有機物の一部を ⑤ によって消費する。⑤ で消費する量を ④ から差し引いたものを c 純生産量という。また、生産者のからだの一部は、一次消費者に食べられたり、落葉・落枝などで失われたりするので、その残りが生産者の成長量となる。さらに、ある時点で単位面積内に存在する生物量を d 現存量という。

生態系を構成する生物の間には、捕食・被食の関係がみられることがある。このとき、他の生物を食べる生物を捕食者といい、他の生物に食べられる生物を被食者という。ある生物にとって捕食者である生物は、他方では別の生物に食べられる被食者にもなる。このように生物どうしの捕食・被食の関係は一連の鎖のようにつながっており、これを e 食物連鎖という。捕食者は通常何種類かの生物を捕食し、さらにその捕食者も、何種類かの生物に捕食されるという複雑な関係を形成しており、このことを食物網という。

生態系に悪影響を与える原因の1つとして、特定の物質が、外部の環境や食物よりも高濃度で生体内に蓄積される f 生物濃縮が挙げられる。生物が分解できない有害物質が生態系内に入りこむと、たとえ入りこんだ有害物質の量が少なくても、食物連鎖を通して、上位の栄養段階の生物の体内に高濃度で蓄積し、毒性が現れることがある。

問1 文章中の ① ～ ⑤ に入る最も適切な語を答えなさい。

問2 下線部aについて、以下の語群はある植物を取り巻く環境要因を示す。この中から非生物的環境をすべて選びなさい。

【土壌、大気、害虫、他の植物、光】

問3 下線部bについて、(i)このことを何というか答えなさい。また、(ii)このことを土壌を例にして説明しなさい。

問 4 下線部 c および d について、表 1 を参照して小問(1)~(3)に答えなさい。

表 1 全世界のさまざまな生態系の面積、各生態系の純生産量および生産者の現存量

生態系		面積 (10^6 km^2)	純生産量		生産者の現存量	
			単位面積当たり [$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$]	世界全体 ($10^{12} \text{ kg}/\text{年}$)	単位面積当たり (kg/m^2)	世界全体 (10^{12} kg)
森 林	(ア)	24.5	2.020	49.4	42	1025
	温帯林	12.0	1.240	14.9	32	385
	北方林	12.0	0.800	9.6	20	240
草 原	サバンナ	15.0	0.900	13.5	4	60
	ステップ	9.0	0.600	5.4	1.6	14
荒 原		50.0	0.056	2.8	0.37	18.5
湿地・沼沢地		2.0	2.000	4.0	15	30
耕作地		14.0	0.650	9.1	1	14
湖沼・河川		2.0	0.250	0.5	0.02	0.05
海 洋	浅 海	29.0	0.466	13.5	0.09	2.87
	(イ)	332.0	0.125	41.5	0.003	1

- (1) 表 1 中の(ア)および(イ)に入る最も適切な生態系の名称を答えなさい。
- (2) 海洋生態系では浅海で単位面積当たりの純生産量が多い傾向にあるが、その理由を、次の語をすべて含めて説明しなさい。
【河川、海底、栄養塩類】
- (3) 世界全体の純生産量および生産者の現存量をみると、温帯林はサバンナに比べて、純生産量はやや大きい程度であるが、生産者の現存量がはるかに大きい。その主な理由を説明しなさい。

問 5 下線部 e について、小問(1)~(3)に答えなさい。なお、図 1 はある陸上生態系における食物連鎖の例を示す。

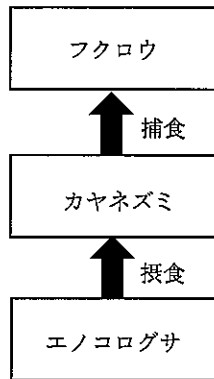


図 1 ある陸上生態系における食物連鎖の例

- (1) フクロウとエノコログサのように直接的には捕食・被食の関係がない生物の間で見られる影響を何とよぶか答えなさい。
- (2) この生態系からフクロウがいなくなった場合、エノコログサの現存量はどう変化すると考えられるか。理由とともに答えなさい。
- (3) 食物網の上位にあり他の生物に影響を与える種を何とよぶか答えなさい。

問 6 下線部 f について、図 2 は、ある海洋生態系における食物連鎖の例を示す。矢印の先に示す魚は捕食者で、数字は捕食者を成長させる被食者の重量の転換効率(%)を示す。一例として、転換効率 50 % は、捕食者 1 kg の成長に被食者 2 kg の捕食が必要であることを意味する。プランクトンの体内の物質 A の濃度が 0.01 ppm であると仮定したとき、ブリの体内の物質 A の濃度は何 ppm となるか答えなさい。

ただし、被食者の体内の物質 A はすべて捕食者の体内に移って蓄積され、捕食者による物質 A の分解・体外への排出はないものとする。また、ppm は濃度を表す単位の 1 つで、1 ppm は、体重 1 kg 当たり 1 mg の物質 A が含まれていることを意味する。

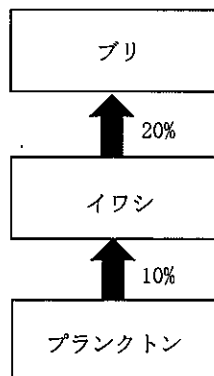


図 2 ある海洋生態系における食物連鎖の例

3 遺伝子を扱う技術とその応用に関する次の文章を読み、問1～問4に答えなさい。

(配点 25%)

ゲノム編集は部位特異的に働く RNA 分子と DNA 分解酵素を使って、目的の DNA 配列に a 突然変異を生じさせたり、塩基配列を任意に改変したりする技術である。突然変異の誘発頻度が高く、多くの生物種に用いることができるので、近年、遺伝子のはたらきを調べるための基礎研究や、食品の機能性を強化する目的などで利用されている。

ゼブラフィッシュというインド原産の小型魚は、遺伝子機能の解明などの基礎研究の材料として広く利用され、ゲノム編集技術でさまざまな遺伝子に突然変異が生じた、数多くの系統が作出されている。 b 例えば、ステロイドホルモンの受容体タンパク質のアミノ酸配列を指定しているある遺伝子に突然変異を生じさせた系統では、 c 嗅細胞が欠損し、 d 嗅上皮には支持細胞と基底細胞だけが存在するという異常が生じた。正常なゼブラフィッシュの嗅上皮には、図1のように、 きゅうさいぼう 嗅細胞、支持細胞、基底細胞の3種類の細胞が存在している。突然変異が生じた遺伝子を相同染色体の両方にもつゼブラフィッシュでは、 きゅうさいぼう 嗅細胞が欠損し、 きゅうかく 嗅覚を失った魚となった。

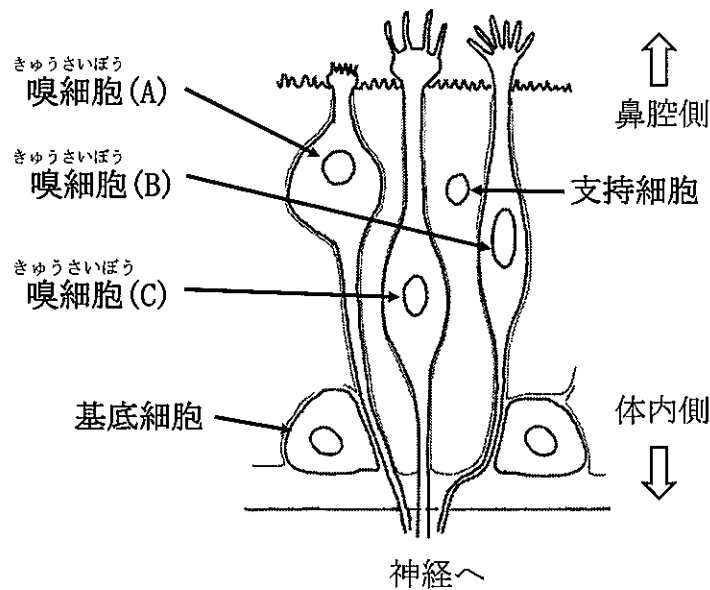


図1 魚類の嗅上皮の模式図

問1 下線部 a について、遺伝子の突然変異は進化の要因となることもある。有性生殖を行う動物で突然変異が進化の要因となる場合、どのような種類の細胞に突然変異が生じることが必要であるか、細胞の名称を答えなさい。

問 2 下線部 b について DNA の塩基配列を調べたところ、エキソン中の塩基配列に変化が生じていることが判明した。小問(1)と(2)に答えなさい。

(1) 1970 年代にイギリスのサンガーによって開発された DNA の塩基配列の決定法は、現在も利用されている方法である。(i)この方法で用いる特殊なヌクレオチドの名称を答えなさい。また、(ii)この特殊なヌクレオチドを混合して DNA 合成反応を行うことで生じる変化について、通常の DNA 合成反応と比較して説明しなさい。

(2) エキソン配列中に生じた塩基の変化が以下のそれぞれの場合に、翻訳されるタンパク質のアミノ酸配列にどのような変化が起こるのかを、起こり得る変化のすべてについて説明しなさい。ただし、塩基の変化により受容体タンパク質に変化が生じたが、終止コドンの塩基には変化は起きなかったものとする。

(ア) 1つの塩基が別の塩基に置換された場合

(イ) 1つの塩基が欠失した場合

(ウ) 1つの塩基が挿入された場合

問 3 下線部 c について、嗅細胞^{きゅうさいぼう}ではさまざまなにおい物質を感知して、その刺激を脳に伝えている。嗅細胞^{きゅうさいぼう}の細胞表面には、におい物質と反応する受容体が存在することが知られている。例えば、図 1 に示した 3 種類の嗅細胞^{きゅうさいぼう}(A)、(B)、(C)は、3 種類の別々のにおい物質を感知し、その刺激を脳に伝えている。嗅細胞^{きゅうさいぼう}が 3 種類のにおい物質を別々のにおいとして感知するしくみについて説明しなさい。

問 4 図 1 に示したようにゼブラフィッシュの嗅上皮^{きゅうじょうひ}は、嗅細胞^{きゅうさいぼう}と支持細胞が層を形成し、内側に基底細胞が分布している。さらに、嗅細胞^{きゅうさいぼう}は基底細胞から分化することが知られている。このことから、下線部 d のようにステロイドホルモンの受容体に突然変異が生じた系統の嗅上皮^{きゅうじょうひ}から、嗅細胞^{きゅうさいぼう}が失われた原因を受容体のはたらきと関連付けて説明しなさい。

4 生物の進化に関する次の文章を読み、問1～問5に答えなさい。(配点25%)

生物の進化とは、世代を経るごとに生物集団内における形質もしくは遺伝子頻度に変化することである。ハーディーと①は、aある条件が成り立つ場合に、世代を経ても遺伝子頻度は変化しないという法則(理論)を導き出した。しかし、自然界では、b自然選択や遺伝的浮動などが働いて進化がおこる。

種分化は、②が成立して新たな種が生じることをいう。②は複数の生物集団が同じ場所に存在しても③できない、あるいは③しても生殖能力のない子孫が生じる状態である。近年、ゲノム上の、cDNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列などの解析から、高い精度で系統関係が推定できるようになってきた。例えば、日本に生息する野生メダカ2種(キタノメダカとミナミメダカ)を含むメダカ科魚類は、これまでに世界で30種以上が知られている。そのうちの20種ものメダカがインドネシアのスラウェシ島に分布しており、メダカの多様性のホットスポットとして知られている。dメダカの種分化に関する研究でも、DNAの塩基配列が調べられ、進化や多様性の解明が進展している。

問1 文章中の①～③に入る最も適切な語を答えなさい。

問2 下線部aについて、この法則が成り立つための条件がいくつかある。下線部bで示した自然選択と遺伝的浮動が関与する条件を除く、他の条件を2つ答えなさい。

問3 下線部bについて、小問(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 自然選択による進化が起こるために必要な条件をすべて答えなさい。
- (2) 遺伝的浮動とは、(i)どのような現象か、また、(ii)どのような場合に遺伝的浮動の影響が大きくなるか、それぞれ答えなさい。
- (3) 遺伝的浮動は生物の進化の主要因の1つであるとともに、進化以外の生物のある現象にも深く関わっている。その現象は何か、名称を答えなさい。

問4 下線部cについて、小問(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 世代を超えて蓄積される下線部cの変化を何とよぶか、名称を答えなさい。
- (2) 下線部cにみられる変化には速度の一定性がある。この一定性のことを何とよぶか、名称を答えなさい。
- (3) 下線部cに基づく情報により推定した系統樹は、形質的な特徴のみに基づいて推定した系統樹より精度が高いと考えられている。その理由を説明しなさい。

問 5 下線部 d について、図 1 を参照し、小問(1)と(2)に答えなさい。なお、図 1 はメダカ科魚類の地理的分布を示す。

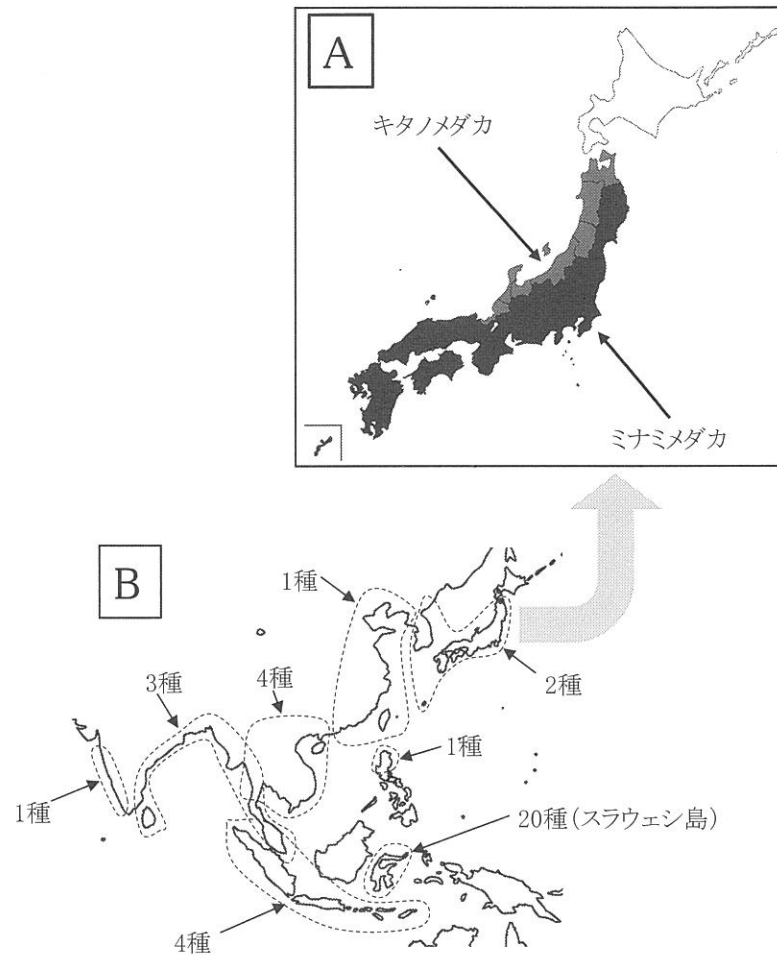


図 1 メダカ科魚類の地理的分布

- (1) 日本に生息する 2 種のメダカは、メダカ科魚類の中で最も北に分布する種で、もともとは 1 つの種であった。キタノメダカは兵庫県以北の本州の日本海側～青森県の太平洋側に、ミナミメダカは本州の太平洋側～中国、四国、九州、琉球列島に分布する(図 1 A)。この 2 種が種分化を起こした主な要因を説明しなさい。
- (2) 日本では野生メダカが 2 種であるのに対して、インドネシアでは 1 つの島に 20 種ものメダカが生息している(図 1 B)。日本とインドネシアでメダカの種多様性が大きく異なる理由を説明しなさい。