

生物問題 I

配点 25 点

(A)

問1 (1) 1点×3=3点 (2) 完答2点

問2 3点

問3 完答2点

問4 2点

(B)

問5 1点×4=4点

問6 3点

問7 3点

問8 完答3点

解答

(A)

問1 (1) ア 真核 イ ヌクレオソーム ウ クロマチン

(2) (i) ② (ii) ② (iii) ②

問2 DNA はリン酸基の影響で負の電荷をもっており、アセチル化前はリシンの正の電荷と静電的な相互作用をしているが、アセチル化によりリシンの正の電荷が失われるとその相互作用が弱くなるから。

問3 (い), (う), (お)

問4 (う)

(B)

問5 エ, オ カルボキシ基, アミノ基(順不同) カ ポリペプチド(ポリペプチド鎖)
キ S-S(ジスルフィド)

問6 温度変化に伴って σ^{32} の細胞内量が増加し、 σ^{32} を含むRNAポリメラーゼが増える。その結果、より多くのRNAポリメラーゼがHSP-A遺伝子のプロモーターと結合するようになるために転写が促進され、HSP-Aの合成速度が上昇することで、HSP-Aの細胞内量が増加する。

問7 HSP-Bは σ^{32} を分解することにより、その細胞内量を減少させる。その結果、 σ^{32} を含むRNAポリメラーゼの量が減少し、HSP-A遺伝子の転写が抑制されるため、HSP-Aの合成速度が低下する。

問8 (い), (う)

- 問2 「DNA は負の電荷を持っている」の内容で1点。
「アセチル化前はリシンと DNA が相互作用をしている」の内容で1点。
「アセチル化によりリシンの正の電荷が失われると相互作用が弱まる」の内容で1点。
最後の要素は、「アセチル化によりリシンの正の電荷が失われると、DNA 間の負の電荷同士で反発が生じる」の内容でも1点。
- 問6 「 σ^{32} の細胞内量が増加し、 σ^{32} を含む RNA ポリメラーゼが増える」の内容で1点。
「より多くの RNA ポリメラーゼが *HSP-A* 遺伝子のプロモーターと結合する」の内容で1点。
「*HSP-A* 遺伝子の転写が促進され、*HSP-A* の合成速度が上昇する」の内容で1点。
- 問7 「*HSP-B* は σ^{32} を分解することにより、その細胞内量を減少させる」の内容で1点。
「 σ^{32} を含む RNA ポリメラーゼの量が減少する」の内容で1点。
「*HSP-A* 遺伝子の転写が抑制される」の内容で1点。

生物問題Ⅱ

配点 25点

- 問1 1点×4=4点
- 問2 (1) 1点×4=4点 (2) 2点
- 問3 (1) 6点 (2) 4点
- 問4 (1) 2点 (2) 完答3点

解答

- 問1 ア ジベレリン イ 糊粉層 ウ アミラーゼ エ 胚乳
- 問2 (1) オ 老化 カ オーキシン キ 茎や葉(茎頂分裂組織, シュート, 芽)
ク 根(根端分裂組織)
- (2) 分化全能性(全能性, 全分化能)
- 問3 (1) 頂芽優勢とは、植物の頂芽が成長しているときは側芽の成長が抑制される現象のことである。頂芽から輸送されたオーキシンによって側芽の成長に必要なサイトカイニンの合成が抑制されることで成り立つ。頂芽優勢によってより早く上方に成長することが可能となり、光をめぐる競争で有利となる。
- (2) 茎頂部を除去した後に切断面にオーキシンを与えると側芽は成長しないが、茎頂部を除去せずに側芽にサイトカイニンを与えると側芽は成長する。
- 問4 (1) 寄生植物がサイトカイニンを合成し宿主植物に輸送しているという説。
- (2) (あ), (え)
- 問3 (1) 「頂芽優勢とは、植物の頂芽が成長しているときは側芽の成長が抑制される現象である」と定義が述べられていて2点。
「頂芽から輸送されたオーキシンによって側芽の成長に必要なサイトカイニンの合成が抑制される」とメカニズムが説明されていて2点。
「頂芽優勢によってより早く上方に成長することが可能となり、光をめぐる競争で有利となる」と生存における意義が説明されていて2点。
- (2) 「茎頂部を除去した後に切断面にオーキシンを与えると側芽は成長しない」の内容で2点。オーキシンを与える部位(切断面)が正しくなければ0点。
「茎頂部を除去せずに側芽にサイトカイニンを与えると側芽は成長する」の内容で2点。サイトカイニンを与える部位(側芽)が正しくなければ0点。

- 問4 (1) 「寄生植物がサイトカイニンを合成し宿主植物に輸送している」の内容で2点。

生物問題Ⅲ

配点 25点

問1 1点×4=4点

問2 (a) 1点 (b) 完答1点

問3 (1) 4点

(2) (a) 1点 (b) 4点

(3) (c) 完答1点 (d) 6点 (e) 3点

解答

問1 ア 食物連鎖 イ 食物網 ウ 擬態 エ 相利共生

問2 (a) 片利共生 (b) コバンザメ, サメ (別解) カクレウオ, ナマコ

問3 (1) 高尾型にはオオルリボシヤンマの幼生に捕食されにくくなる特徴があり, 膨満型にはエゾサンショウウオの幼生に捕食されにくくなる特徴があると考えられる。

(2) (a) 対照実験

(b) 作製した装置で飼育したことによって, エゾアカガエルの幼生の体の幅や体の高さ, 尾の高さが変化した可能性を排除するため。

(3) (c) 高尾型: オオルリボシヤンマの幼生

膨満型: エゾサンショウウオの幼生

(d) 高尾型はオオルリボシヤンマの幼生を容器の内側に入れた場合でも外側に入れた場合でも誘導されるのに対し, 膨満型はエゾサンショウウオの幼生を容器の内側に入れた場合は誘導されず, 外側に入れた場合にのみ誘導されるという違いがある。

(e) オオルリボシヤンマの幼生

問3 (1) 「高尾型にはオオルリボシヤンマの幼生に捕食されにくくなる特徴がある」の内容で2点。

「膨満型にはエゾサンショウウオの幼生に捕食されにくくなる特徴がある」の内容で2点。

(2) (b) 「装置で飼育したことによりエゾアカガエルの幼生の形態が変化した可能性を排除するため」の内容で4点。

(3) (c) 「の幼生」が省略されている場合も正解とする。

- (d) 「高尾型はオオルリボシヤンマの幼生を容器の内側に入れた場合でも外側に入れた場合でも誘導される」の内容で3点。
「膨満型はエゾサンショウウオの幼生を容器の内側に入れた場合は誘導されず，外側に入れた場合にのみ誘導される」の内容で3点。
- (e) 「の幼生」が省略されている場合も正解とする。

生物問題IV

配点 25点

(A)

問1 1点×3=3点

問2 1点×2=2点

問3 8点

(B)

問4 完答2点

問5 4点

問6 6点

解答

(A)

問1 ア 静止電位 イ 活動電位 ウ 閾値

問2 ・樹状突起の断面の半径が大きい。

・ $x=0$ で与えた刺激が大きい。

問3 XはYよりも樹状突起の断面の半径が大きいため b が大きく、したがって V_a も大きい。ここで、A、Bを単独で刺激したときには活動電位が生じていないことより、Xでは、A由来の電位変化とB由来の電位変化が比較的大きいまま細胞体で統合されるため、軸索への移行部での電位変化が閾値を超えて活動電位が生じたと考えられる。一方Yでは、A由来の電位変化とB由来の電位変化が樹状突起を伝わる間にかなり弱まってしまうため、細胞体で統合されても軸索への移行部での電位変化が閾値を超えないので活動電位は生じなかったと考えられ、これらがX、Yで結果が異なった原因と推測できる。

(B)

問4 (あ), (う)

問5 相同器官とは、形や機能が異なっても共通の起源に由来する構造のことである。相似器官とは、起源は異なるが、類似した形態や機能をもつ構造のことである。

問6 個体の正常な発生や生存に必要な遺伝子に起きる突然変異は生存に不利となりやすく、そのような変異をもつ個体は自然選択によって排除されやすい。その結果、このような遺伝子では系統分岐した後もアミノ酸配列が保存される傾向にあるため。

問2 「樹状突起の断面の半径が大きい」の内容で1点。

「与えた刺激が大きい。」の内容で1点。ただし、「 V_0 が大きい。」という内容のみの解答は、 V_0 を大きくするための条件がリード文に明記されているため、0点とする。

問3 「Xは半径が大きいため刺激点から同じ距離の場所における電位変化はXの方が大きい」の内容で2点。

「A、Bを単独で刺激したときには活動電位が生じていない」の内容で2点。

「Xでは、A由来の電位変化とB由来の電位変化が比較的大きいまま細胞体で統合される」の内容で1点。

上記が書かれた上で、「Xでは、軸索への移行部での電位変化が閾値を超えて活動電位が生じる」の内容で1点。

「Yでは、A由来の電位変化とB由来の電位変化が樹状突起を伝わる間に（細胞体に伝わるまでに）弱まってしまう」の内容で1点。

上記が書かれた上で、「Yでは、細胞体で統合されても軸索への移行部での電位変化が閾値を超えないので活動電位は生じない」の内容で1点。

問5 「相同器官は、形態や機能が異なっているが、共通の起源に由来する構造である」の内容で2点。

「相似器官は、異なる起源に由来するが、構造や機能が類似している」の内容で2点。

問6 指定語句がない場合は0点。

「個体の正常な発生や生存に必要な遺伝子に突然変異が起ると、その個体の生存に不利となる」の内容で2点。

「生存に不利な遺伝子をもつ個体は自然選択によって排除されやすい」の内容で2点。

「個体の生存に必須な遺伝子では系統分岐した後もアミノ酸配列が保存されやすい」の内容で2点。