



2024 年度 慶應義塾大学

【 講 評 】

大問構成は昨年度と同じであったが、全体的に昨年度よりも難化傾向であった。例年通り論述量・考察量が多く、時間配分が高得点のカギとなったと予想される。大問 I や大問 II で一部出題があった知識問題での失点は避けたい。

【 解 答 】

I

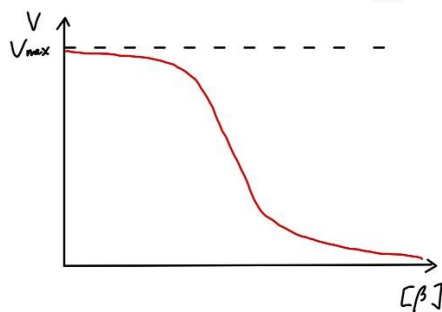
問 1 一次構造：ポリペプチドを構成するアミノ酸の種類と配列順序。

二次構造：水素結合などによるタンパク質の部分的な立体構造。

三次構造：S-S 結合などによって折りたたまれたタンパク質全体の立体構造。

四次構造：複数のポリペプチドから構成される立体構造。

問 2-1



問 2-2 代謝産物の体内濃度を一定に保ち、恒常性の維持に役立つ。

問 3 四量体 X^B_4 は四量体 X^A_4 と比較して、 K_m [補酵素 Y] の値が著しく大きいことから、補酵素 Y との親和性が低下していることがわかる。したがって遺伝子 X^B における一塩基多型によって生じたアミノ酸置換は、四量体 X 中の補酵素 Y の結合部で生じており、その結果酵素の活性が低下したものと考えられる。

問 4 単量体 X^B は単量体 X^A と結合して二量体を形成すると、同じ二量体内に存在する単量体 X^A の作用は抑制するが、弱く結合した別の二量体の中の単量体 X^A の作用は抑制しない。

問 5 17%

問 6 ヘテロ接合体 $X^A X^B$ の酵素 X の活性はホモ接合体 $X^A X^A$ の活性より著しく小さいことから、遺伝子 X^B は野生型の遺伝子 X^A に対して顕性と考えられる。

II

問1 ア：細胞骨格 イ：アクチンフィラメント ウ：中間径フィラメント

エ：キネシン オ：ダイニン カ：ミオシン

問2-1 微小管からなる紡錘糸が細胞の両極から伸びて染色体の動原体に結合し、紡錘糸が短縮することで姉妹染色体が縦裂面で分離し両極へ移動する。

問2-2 キ：べん毛(鞭毛) ク：繊毛 ケ：ATP

問3 接着結合において、接着タンパク質であるカドヘリンと結合し、細胞同士の結合を強固にする。

問4 原形質流動

問5 細胞分裂を停止することで核分裂を防ぐこと。

問6 微小管空間の制約を加えることで、モータータンパク質および微小管の存在量が減少するため、機能阻害剤の効果は小さくなると考えられる。

問7-1 より大きな微小管空間が確保されることで、モータータンパク質がより広い範囲に細胞質成分を輸送することができるようになり、より大きな核を形成することができる。

問7-2 構造名：小胞体

粗面小胞体上のリボソームでモータータンパク質を合成することで細胞膜成分の輸送に関与する。

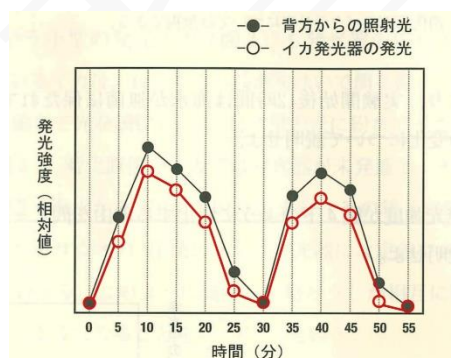
III

問1 ア：共進化 例：スズメガの口器とランの距 など

問2-1 明期が始まるとイカの体内で増殖した Vf 菌が海水中に放出されることで、一気に海水中のバクテリア数は増加する。その後は海水中に放出された Vf 菌が細胞分裂を行うことで、緩やかに海水中のバクテリア数が増加していく。

問2-2 明期が始まってイカの体内から放出されたばかりの Vf 菌は、高密度に存在しているため発光強度は急速に増大する。その後 Vf 菌が海水中に拡散していくため低密度となり、発光強度が低下する。

問3



問4-1 Vf 菌に抗生物質耐性を持たせた上で培地に抗生物質を添加することで、実験標的である Vf 菌のみがコロニーを形成することができ、観察が容易になるため。

問4-2 孔径 $0.22\ \mu\text{m}$ フィルターを用いると、海水中の他のバクテリアを除去することができるため、捕食者がいなくなったり種間競争が緩和されたりすることで Vf 菌の増殖が促される。一方で天然海水や孔径 $5\ \mu\text{m}$ フィルターで濾過した海水だと、種間競争や捕食によって Vf 菌の増殖は抑制される。

問 5 イカの発光器内だと、種間競争や捕食を避けることができるため、効率的に増殖できる。また移動するイカから周期的に海水中へ放出されることで、広範囲に分布を拡大することができる。

問 6 発光し自身のシルエットが隠れることで、捕食者や捕食対象に見つかりにくくなる。そのため発達した発光器を持つ個体の方が生存に有利であるため、子孫を残しやすかったから。

【 解 説 】

I

問 4 (解答参照)

表 2 より、四量体 $X^{A_3} X^{B_1}$ の酵素の活性が四量体 X^{A_4} の $1/2$ であること、また、四量体 $X^{A_1} X^{B_3}$ と四量体 X^{B_4} の酵素の活性が等しいことから、単量体 X^B は単量体 X^A と二量体を形成すると単量体 X^A の活性を半減させるが、弱く結合した別の二量体に存在する単量体 X^A の活性には影響しないことがわかる。

ここで、四量体 $X^{A_2} X^{B_2}$ の酵素の活性について考察する。単量体 X^A と単量体 X^B の組み合わせは、 $(X^A, X^A)(X^B, X^B)$ と $(X^A, X^B)(X^A, X^B)$ の 2 通りであり、その存在比は $1:2$ である。したがって四量体 $X^{A_2} X^{B_2}$ の酵素の活性は、 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{3} + \frac{1}{20} \times \frac{2}{3} = \frac{1}{5}$ であり、これは表 2 に矛盾しない。

問 5 17%

問題文より、ヘテロ接合体 $X^A X^B$ における各四量体の酵素の活性・存在比・酵素の発現量は以下のとおりである。

酵素の種類	酵素の活性	存在比	酵素の発現量
四量体 X^{A_4}	1	1/16	1
四量体 $X^{A_3} X^{B_1}$	1/2	1/4	1/2
四量体 $X^{A_2} X^{B_2}$	1/5	3/8	1/2
四量体 $X^{A_1} X^{B_3}$	1/20	1/4	1/2
四量体 X^{B_4}	1/20	1/16	1/2

したがって求める値は、 $\left(1 \times \frac{1}{16} \times 1 + \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{5} \times \frac{3}{8} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{20} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{20} \times \frac{1}{16} \times \frac{1}{2}\right) \times 100 = 17.0 \dots \approx 17\%$

問 6 (解答参照)

問 5 の結果から考察する。

II

問 6 (解答参照)

実験 2 より、モータータンパク質や微小管の機能が阻害されると、細胞質内の細胞膜成分は核の近くに偏在してしまうことから、細胞膜成分が広く輸送されることが核の増大へつながると考えられる。

問 7-1 (解答参照)

実験 3 より、微小管のみ過剰に供給されても核の直径は著変なく、細胞膜やモータータンパク質が過剰に供給されると核の直径は増大したことから、微小管はあくまでレールとして機能しており、モータータンパク質が細胞膜成分を輸送することにより核の増大が起こると考える。

Ⅲ

問 2-1 (解答参照)

Vf 菌は細菌であるため、細胞分裂によって増殖することに注意する。

問 3 (解答参照)

問題文中より、イカは光を感知すると自身も発光強度を増大されることから、発光強度の増減は”背方からの照射光”と比例すると予想できる。また、イカの体は半透明であるから照射光の一部を透過するため、自身が発光する強度は、背方から照射される光の強度よりも小さくなるように調節していると考えられる。

問 4-2 (解答参照)

孔径 $5\mu\text{m}$ の濾過海水と天然海水の増殖速度に差がないことに注目する。

問 6 (解答参照)

“自然選択の考え方で”と指示があるため、発光器を持つイカがどのような点で生存に有利なのかを考える。

お問い合わせは ☎ 0120-302-872

<https://keishu-kai.com/>