

略解

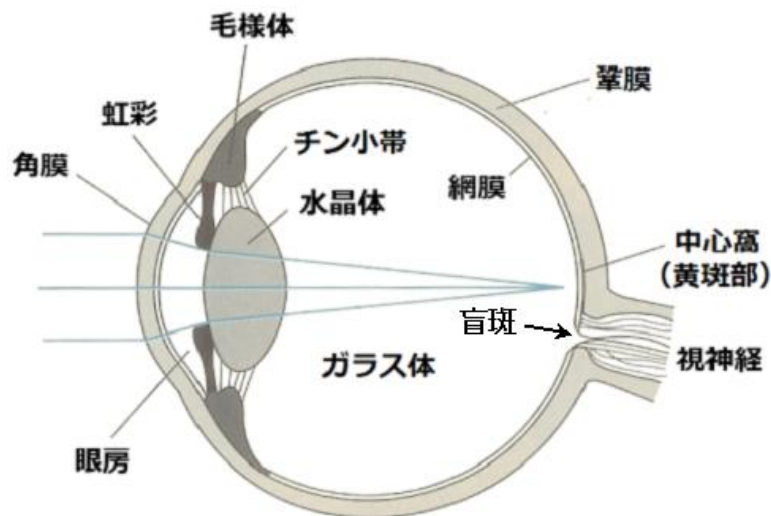
- I** 問1 ア：錐体 イ：かん体 ウ：瞳孔 問2 (え)・(か)
問3 A：(え)－水晶体 B：(か)－網膜 ウ：(う)－虹彩
問4 (お)→(え)→(あ) 問5 (う)・(か) 問6 (い)－①・⑥
問7 (え)→(お)→(あ) 問8 (1)：(え) (2)：(い)
問9 (1)：(か) (2)：(う) 問10 (1)：(あ)・(お) (2)：(う)・(え)・(お)
- II** 問1 ア：(う)－(a) イ：(あ)－(f) ウ：(あ)－(f) 問2 (い)
問3 (い)・(え) 過酸化水素 問4 (え)
- III** 問1 (い)－(b) 問2 (い) 問3 (う) 問4 C：(う) D：(お)
問5 (う)

理由：タンパク質 C がないので、タンパク質 A は脱リン酸化を起こさず核内に移動できなくなった。また、タンパク質 D がないので、細胞膜にもとどまれなくなったと考えられるから。

I

原則1. 眼の構造 → 問1～問3・問7・問8に利用

ヒトの眼の構造を、下図に示す。なお、網膜は、視神経繊維・視神経の細胞・連絡の細胞・視細胞（錐体細胞や桿（かん）体細胞）・色素細胞（注：この順で光が到達する）から構成される。また、網膜の中心にある黄斑部には、色を識別する錐体細胞が密に分布している。一方、白黒しか識別できないが弱い光にも反応する桿体細胞は、黄斑の周辺部に多く分布している。なお、盲斑には、視細胞（錐体細胞や桿体細胞）は存在しない。また、毛様体は毛様体筋と毛様体突起からなり、この毛様体筋の収縮や弛緩によって、水晶体の形が変化して焦点距離が調節される。

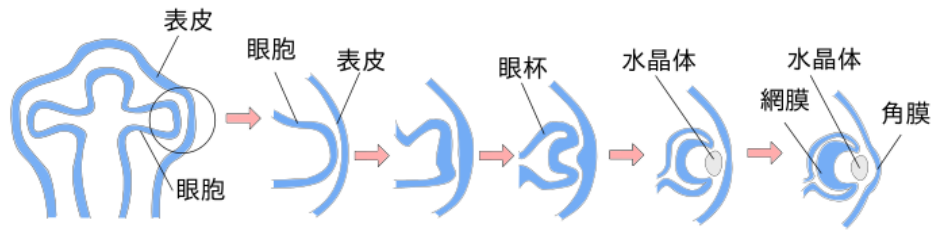


(図は <http://optica.cocolog-nifty.com/photos/uncategorized/2012/02/06/50101.png> を引用し、一部加筆)

原則2. イモリの眼のできる過程 → 問3～問6に利用

発生過程における眼の形成の仕組みを理解するため、イモリの眼のできる過程を以下に示す（下図参照）。

- 1：神経管の前端が脳に分化して、脳の左右両側に眼胞（がんぼう）ができる。
- 2：眼胞がくぼんで眼杯（がんぱい）ができる。
- 3：眼杯は、形成体として働いて表皮から水晶体を誘導し、自らは網膜に分化する。
- 4：水晶体も、形成体として働いて表皮から角膜を誘導し、眼ができる。



(図は

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/af/%E7%9C%BC%E3%81%A%E5%BD%A2%E6%88%90%E9%81%8E%E7%A8%8B_%E3%82%A4%E3%83%A2%E3%83%AA.svg/700px-%E7%9C%BC%E3%81%AE%E5%BD%A2%E6%88%90%E9%81%8E%E7%A8%8B_%E3%82%A4%E3%83%A2%E3%83%AA.svg.png より引用)

ここで、上記の説明に出て来た形成体と誘導について、簡単に説明しておく。まず、誘導とは、周囲の未分化な組織に働きかけて、ある組織や部位等に分化させる働きのことである。また、形成体とは、誘導作用をもつ胚域のことである。例えば、原口背唇部（げんこうはいしんぶ）は、自らは脊索に分化するとともに、形成体となって、接する外胚葉を神経管へ誘導する。なお、この神経管は脳や脊髄などに分化してゆく。

原則 3. 動物の分類 → 問 10 に利用

動物を分類すると、下表のようになる。

無胚葉性の動物（胚葉が分化しない）		海綿動物
二胚葉性の動物（外胚葉と内胚葉が分化）		刺胞動物
三胚葉性の動物 （外胚葉・中胚葉・内胚葉が分化）	旧口動物 （原口が口になる）	冠環動物
		扁形動物
		輪形動物
		環形動物
	新口動物 （原口が肛門になる）	脱皮動物
		→
		脊索動物
		軟体動物
		線形動物
		節足動物
		棘皮動物
		原索動物
		脊椎動物

問 1 ・ 問 2

【方針】

「黄斑に特に多く分布する」と言う文言より [ア] は錐体（細胞）、「その周辺部に多い」と言う

文言より [イ] はかん体（細胞）と、それぞれ気づく。これらの点を踏まえて、「原則 1. 眼の構造」の知識を利用して順に解いてゆく。

【解説】

（問 1）

ア：錐体細胞は黄斑において特に多く分布しており、明るい場所で色を識別する働きがある。

イ：かん体細胞は周辺部に多く分布し、弱い光でも反応できる。ただし、色は識別できない。

ウ：眼に入る光の量は、虹彩により囲まれた瞳孔の大きさの変化によって調節される。

以上より、解答は、ア－錐体、イ－かん体。ウ－瞳孔である。

（問 2）

（あ）：誤文である。盲斑には、視細胞が存在しないため、そこにうつった像の知覚はできない。

（い）：誤文である。明るい所で、色の識別に関与するのは錐体細胞である。

（う）：誤文である。化学物質が適刺激となるのは、嗅覚や味覚である。

（え）：正文である。

（お）：誤文である。明るい所に出てしばらく時間が経つとまぶしくなくなる理由は、光に対する感度が低下するため、この現象を明順応と呼んでいる。

（か）：正文である。

以上より、解答は、（え）・（か）である。

問 3～問 5

【方針】

いずれの設問も発生過程における眼の部位等の分化などに関する知識を問うていることに気づく。したがって、「原則 1. 眼の構造」や「原則 2. イモリの眼のできる過程」の知識などを利用して順に解いてゆく。

【解説】

（問 3）

図 1 の A は水晶体（図 2 の（え）に相当）になり、図 1 の B は網膜（図 2 の（か））になる。また、瞳孔（ウ）反射の効果器を虹彩と言ひ、その場所は図 2 の（う）になる。ゆえに、解答は、A：（え）－水晶体、B：（か）－網膜、ウ：（う）－虹彩である。

（問 4）

まず、（お）のように、植物極側の予定内胚葉の細胞と隣接した予定外胚葉の部分に中胚葉が

誘導される（中胚葉誘導）。その後、(え)のように、中胚葉の中で原口背唇部がつくられ、これが形成体となって、(あ)のように、接触した外胚葉の一部を神経管へと誘導する。ゆえに、解答は、(お)→(え)→(あ) である。

(問5)

神経管からは、脳と(う)の脊髄が分化する。(か)の視床下部は間脳の一部であるから、神経管から誘導される。ゆえに、解答は、(う)・(か) である。

問6

【方針】

実験①と⑥の記述内容より、同じ尾芽胚の表皮直下への移植であっても、頭部と尾部と言う移植部位の違いだけで水晶体が形成されるか否かが決まることに気が付く。この点に着目して、「原則2. イモリの眼のできる過程」の知識などを利用して解く。

【解説】

(あ)：誤文である。①、②より、発生時期が異なっても同様に反応しているから、能力が異なるとは必ずしも言えない。

(い)：正文である。①、⑥より、尾芽胚期には、頭部表皮直下と尾部表皮直下の各場合では、水晶体形成の結果は異なっている。

(う)：誤文である。①、②より、外胚葉に由来する組織は誘導に反応するとわかるが、①～⑥において、内胚葉に由来する組織については実験がされていないため、誘導に反応するのかわからない。

以上より、解答は、(い)－①・⑥である。

問7

【方針】

「ヒトが近くを見るとき」と言う文言より、水晶体が厚くなる必要があると気づく。この点を踏まえて、「原則1. 眼の構造」の知識を利用して解く。

【解説】

近くを見るとき、像をきちんと網膜に結ぶために、水晶体の焦点距離は短くなる必要がある。すなわち、水晶体は厚くなる必要がある。水晶体は、毛様体の筋肉が収縮し(←(え)の内容)、チン小帯がゆるむことで(←(お)の内容)、水晶体自身の弾力によって厚くなる(←(あ)の内容)。ゆえに、解答は、(え)→(お)→(あ) である。

問8・問9

【方針】

いずれの設問も眼の構造や眼に関連する中枢についての知識を問うていることに気づく。したがって、「原則1. 眼の構造」の知識などを利用して順に解いてゆく。

【解説】

(問 8)

視細胞は、網膜の奥にある色素細胞に接触するように存在する。また、視細胞から、連絡神経細胞を経由し視神経繊維を通過して、視覚中枢へと興奮が伝達される。この視神経繊維が網膜を貫き、眼球の外へ出てゆく場所が盲斑であるから、盲斑には視細胞は存在しない。ゆえに、解答は、(1)－(え)、(2)－(い) である。

(問 9)

視覚中枢は、大脳の新皮質である。また、瞳孔反射の中枢は、中脳である。ゆえに、解答は、(1)－(か)、(2)－(う) である。

問 10

【方針】

「どのような動物に分類されるか」という設問であるから、「原則 3. 動物の分類」の知識などを利用して解く。

【解説】

イモリは両生類 (←(あ))、ヒトは哺乳類 (←(う)) で、どちらも脊椎動物 (←(お)) である。また、ヒトは子宮内で育つときに、羊膜に包まれ羊水中で成長するから、羊膜類 (←(え)) でもある。ゆえに、解答は、(1)－(あ)・(お)、(2)－(う)・(え)・(お) である。

II

原則 4. 酵素の特徴や性質について → 問 1～問 3 に利用

酵素は複雑な立体構造を有するタンパク質からできており、生体内で触媒として働く。ただし、タンパク質の凹んだ箇所が酵素の活性部位となるため、この点で無機触媒とは異なる。なお、酵素の作用を受ける物質のことを基質と言う。

まず、酵素には、次の 3 つの性質がある。

- ・基質特異性 : 1 種類の酵素は 1 種類の基質とのみ反応する。
- ・最適温度 : 多くの酵素は約 35℃ 付近で反応速度が最大となる。
- ・最適 pH : 酵素により最適な pH 値は異なる (例: ペプシン…pH 2 付近、だ液アミラーゼ…pH 7 付近、カタラーゼ…pH 7 付近、トリプシン…pH 8 付近)

なお、酵素の反応速度は基質濃度に比例するが、基質濃度がある一定値以上になると、酵素の反応速度は上昇せず一定値に留まる。

また、酵素に対応する基質と形がよく似た物質 (= 阻害物質) が存在すると、2 つの物質間で酵素の活性部位の奪い合い競争が起こる。このことを競争的阻害と言う。なお、基質濃度が上昇すると基質・酵素間の結合確率が高まるので、阻害の程度は低くなる。

ところで、酵素の中には、基質と結合する活性部位の他に、特定の物質と結合する部位 (= アロステリック部位) をもつものがある。このような酵素をアロステリック酵素と言う。なお、アロステリック部位に物質が結合することでアロステリック酵素の活性部位の構造が変わることがある。これをアロステリック効果と言い、これによって生じた阻害のことを非競争的阻害と言う。

原則 5. タンパク質の一次構造～四次構造 → 問 4 に利用

タンパク質は主にポリペプチド鎖からできているが、このポリペプチド鎖を構成するアミノ酸の配列順序のことを、タンパク質の一次構造と言う。また、 α -ヘリックス構造や β -シート構造のようなペプチド結合の水素結合にもとづく構造や β -ターン構造のことを、タンパク質の二次構造と言う。そして、 α -ヘリックス構造をもつポリペプチド鎖が複雑に折りたたまれてできた特有な立体構造のことを、タンパク質の三次構造と言う。さらに、この三次構造をもつポリペプチド鎖がいくつか集まってできた構造のことを、タンパク質の四次構造と言う。なお、システインなどのイオウを含むアミノ酸どうしがつくる S-S 結合も、タンパク質の立体構造に関わるペプチド鎖中の結合やペプチド鎖間の結合に使われている。

問 1

【方針】

表の前処理の記載内容を見ると、試験管 E は 90℃、試験管 G は pH 13 でそれぞれ行われているので、いずれも酵素の働きが失われたことに気づく。この点を踏まえて、「原則 4. 酵素の特徴や性質について」の知識などを利用して解く。

【解説】

酵素が生体触媒として働くためには、活性部位が基質と結合し、酵素－基質複合体をつくる必要がある。温度や pH によって、酵素の主成分のタンパク質の立体構造が変化し、活性部位の構造も変わる。このため、酵素活性が最も高まる最適温度や最適 pH が各酵素には存在する。カタラーゼでは、最適 pH が中性の pH 7 付近にあり、35℃は最適温度に近い温度と考えられる。試験管 B の結果より、4℃でも触媒作用が若干あることがわかるから、酵素としての働きは維持されていると考えられる。そのため、試験管 C での酵素反応のときに 35℃にすると、十分に反応して、発生する気体の量は試験管 A に近い量になると考えられる。一方、試験管 D の結果より、90℃と言う温度条件では、酵素は熱変性を起こして、その機能を失うと考えられる。よって、試験管 E でも、ほとんど反応しないと考えられる。同様に試験管 F の結果より、pH 13 という強塩基性の条件下では、酵素はその機能を失うと考えられる。したがって、試験管 G でも、ほとんど反応しないと考えられる。以上より、解答は、ア：(う)－(a)、イ：(あ)－(f)、ウ：(あ)－(f) である。

問 2

【方針】

酵素と基質が結合して酵素反応が行われるので、前処理ではなく酵素反応のときの条件が決め手になると気づく。この点に着目して、「原則 4. 酵素の特徴や性質について」の知識などを利用して解く。

【解説】

対照実験を考えればよいから、基質である過酸化水素が加えられてない蒸留水を加えればよい。ゆえに、解答は、(い) である。

問 3

【方針】

「溶液 A1 にカタラーゼ溶液をさらに加えたところ、気体は発生しなかった」と言う文言より、基質の過酸化水素がなくなっていることに気づく。この点に着目して、「原則 4. 酵素の特徴や性質について」の知識などを利用して解く。

【解説】

カタラーゼは触媒であるから変化せず、気体の発生が止まっても残存していると考えられる。もし、基質の過酸化水素を加えたときに再び反応が見られるなら、カタラーゼが残存していることが確かめられる。ゆえに、解答は、(い)・(え)、過酸化水素 である。

問4

【方針】

「カタラーゼは4本のペプチドから構成され」という文言より、カタラーゼは複数のポリペプチドから構成されていることに気づく。この点を踏まえて、「原則5. タンパク質の一次構造～四次構造」の知識を利用して解く。

【解説】

タンパク質の立体構造には、一次構造から四次構造まである。本問においては、カタラーゼが4本のポリペプチドで構成されていることから、四次構造 (←(え)) と考えられる。ゆえに、解答は、(え) である。

Ⅲ

原則6. 細胞接着について → 問1・問4に利用

細胞どうしの付着、もしくは細胞と細胞外基質（細胞外マトリックス）との付着のことを、細胞接着と言う。なお、細胞接着は、以下のように分類される。

(1) 固定結合

- (1-1) 接着結合（細胞の形態を保持する結合。アクチンフィラメントが細胞骨格。カドヘリンを使用）
- (1-2) デスモソーム（細胞どうしをボタン状に結合。中間径フィラメントが細胞骨格。カドヘリンを使用）
- (1-3) ヘミデスモソーム（細胞と細胞外基質を結合。中間径フィラメントが細胞骨格。インテグリンを使用）

(2) 連絡結合

- (2-1) ギャップ結合（細胞間で物質移動のできる結合。コネクソンを使用）
- (2-2) シナプス結合
- (2-3) 原形質連絡

(3) 閉鎖結合

- (3-1) 密着結合（細胞膜を密着させる結合。クローデインを使用）
- (3-2) 隔壁結合

問1

【方針】

「カドヘリン」と言う語句より、接着結合であると気づく。この点を踏まえて、「原則6. 細胞接着について」の知識などを利用して解く。

【解説】

カドヘリンは膜貫通タンパク質なので、細胞内にある細胞骨格のアクチンフィラメントに結合することにより細胞接着を起こす。そのため、この結合は接着結合（←(い)）と呼ばれる。ギャップ結合（←(あ)）は、コネクソンと呼ばれるチャンネルの結合であり、イオン等がその中を移動できる。ヘミデスモソーム（←(う)）は、中間径フィラメントとインテグリンが結合した構造のことで、細胞外構造と細胞を結びつける。密着結合（←(え)）は、上皮細胞どうしの結合のことで、様々な分子の移動を防止する働きがある。

以上より、解答は、(い)～(b) である。

問2

【方針】

表 2 より、タンパク質 A~C はいずれも必須であることに気づく。この点を踏まえて、各選択肢の正誤を考える。

【解説】

(あ)：誤りである。低密度で増殖しているから、細胞接着の形成は必須条件にならない。

(い)：正解である。実験 6 より、タンパク質 C がない場合、低密度であっても細胞は増殖できないことがわかる。

(う)・(え)：誤りである。実験 6 では、タンパク質 D はないが、細胞が増殖している。

(お)：誤りである。脱リン酸化した状態において、増殖が起きている。

以上より、解答は、(い) である。

問 3・問 4

【方針】

表 2 の G3 の結果より、タンパク質 B がなくても、タンパク質 A は核内へ移動できることに気づく。この点を最初の手掛かりとして、「原則 6. 細胞接着について」の知識なども参考にして順に解いてゆく。

【解説】

(問 3)

実験 6 の G3 より、タンパク質 B がない場合でも核内へ移動することがわかるから、(う) の記述が適切である。ゆえに、解答は、(う) である。

(問 4)

実験 6 の G4 より、タンパク質 C がない場合は、タンパク質 A がリン酸化された状態で細胞膜内にとどまっているから、タンパク質 A の脱リン酸化のためにタンパク質 C が働いていると考えられる。また G5 より、タンパク質 D がない場合、高密度でも増殖が続き、核内にタンパク質 A も移動しているから、細胞接着が起きると、リン酸化したタンパク質 A とタンパク質 D が結合することにより、タンパク質 A の脱リン酸化や核内への移動を阻害し、細胞増殖が止まると考えられる。ゆえに、解答は、タンパク質 C-(う)、タンパク質 D-(お) である。

問 5

【方針】

表 2 の G5 の結果より、タンパク質 D がない場合、タンパク質 A は細胞膜にとどまれないことに気づく。この点も手掛かりにして考察を行い、最も適切な部位を選び、その理由を記述する。

【解説】

タンパク質 C がない場合、G4 の実験より、脱リン酸化は起こらず、タンパク質 A の核内への移動はできないと考えられる。タンパク質 D もないから、タンパク質 A は細胞膜にと

どまることもできないと考えられる。ゆえに、解答は、(う)、理由(文例):「タンパク質 C がないので、タンパク質 A は脱リン酸化を起こさず核内に移動できなくなった。また、タンパク質 D がないので、細胞膜にもとどまれなくなったと考えられるから。」である。