昭和大学　医学部　２０１３年度

生物　解答解説（2科目・１４０分）

■略解

1

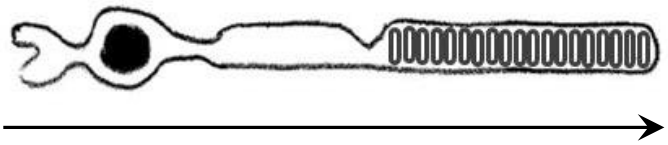
(1)

問１　ア：水晶体　　イ：視　　ウ：ロドプシン（視紅）

　　エ：盲斑（盲点　　オ：黄斑（黄点）

問２　透明であるという点。

問３



http://blogs.c.yimg.jp/res/blog-44-6d/kozoshoku/folder/1086372/80/45888480/img_2?1382577794

問４　色覚がなくなるため物は白黒に見える。

(2)

問５　A：青色　　B：緑色　　C：赤色

問６　初期の哺乳類に夜行性が多かったという事。

問７　(a)　信号機の三色がほぼ同じ色に見える。

　　(b)　信号機の三色が互いに異なる色に見える。

2

(1)

問１　ア：調節　　イ：リプレッサー　　ウ：オペレーター

　　エ：プロモーター　　オ：ガラクトース

問２　オペロン

問３　アロステリック酵素

問４　IPTG はラクトースと異なり酵素で分解されにくいという特徴。

(2)

問５　カ：ヒストン　　キ：基本転写因子　　ク：転写調節領域

ケ：mRNA 前駆体　　コ：エキソン　　サ：イントロン

シ：スプライシング

⑶

問６　正常細胞の p53 によりがん化しない。

3

問１　１：生活　　２：（植物）群系　　３：針葉樹

４：照葉樹　　５：夏緑樹　　６：亜熱帯多雨

７：雨緑樹　　８：硬葉樹

問２　相観

問３　優占種

問４　標徴種

問５　（　７　）：秋に落葉する，扁平で大きな葉。

（　８　）：一年中落葉しない，厚く硬い小型の葉。

問６　草原：年降水量 200～1000mm 程度の地域

砂漠：年降水量 200mm 以下の雨量の少ない地域。

問７　サバンナ（サバナ）

問８　2500m

4

問１　１：栄養生殖　　２：出芽　　３：分裂

４：無性生殖　　５：遺伝　　６：有性生殖

７：接合　　８：接合子　　９：配偶子

１０：雌　　１１：雄

問２　クローン

問３　（　４　）：栄養胞子（分生胞子）

（　６　）：真正胞子

問４　酵母（酵母菌）※カタカナ可

問５　アオサ（ミル）

問６　ミズクラゲ

問７　単為生殖

■解説

1　動物の反応と行動・受容器（視覚器）

原則：ヒトの眼と視覚

動物において視覚が生じるのは，光を**適刺激**とする**視覚器**である。人の場合，光刺激は**眼**によって受容されるが，その構造はカメラとよく似た構造を持っており，ヒトの眼は**カメラ眼**とも呼ばれる。

○眼の構造（ヒトの場合）

ヒトの眼は直径約 2.5cm の球状で，鼻側寄りに視神経が出ている。

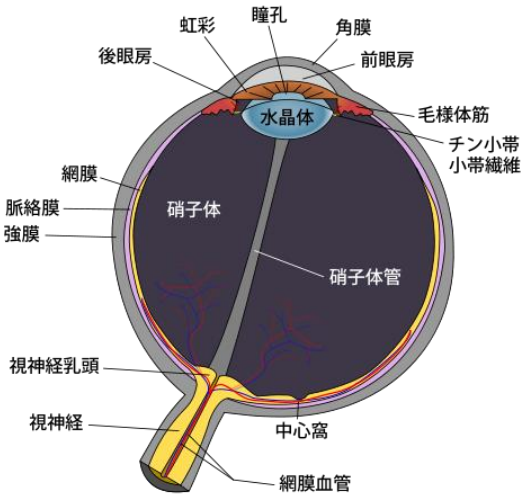


図１－１：眼球の構造（右眼横断）

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/63/Schematic_diagram_of_the_human_eye_ja.svg/300px-Schematic_diagram_of_the_human_eye_ja.svg.png

強膜

眼球表面の最外層であり，白色で厚く，極めて丈夫な膜である。(解剖時にハサミを入れる際相当の弾力を必要とする。）とくに，強膜の前方が角膜と呼ばれ，光が最初に入射するためその部分だけが透明になっている。

脈絡膜

主に黒色の色素細胞と毛細血管からなる膜である。膜全体は光を通さない黒色であり，眼に入射する光が網膜に投射される際に「暗幕」の働きをしている。（プロジェクターからスクリーンに画像を投影する際に，部屋を暗くする必要があるのと同じである。）解剖時に眼球の内側が黒いのは脈絡膜による。

水晶体（レンズ）

角膜の奥にある透明で弾性のある組織である。この水晶体がカメラのレンズにあたる，眼に入射した光を屈折させる機能を持つ。そのためそのままレンズと呼ばれることもある。透明な細胞が層構造をなした構造であり，それぞれの細胞にはクリスタリンというタンパク質が蓄積されている。

※クリスタリンが何らかの要因で（タンパク質）変性を起こすと光の透過性が下がり白内障となる。

虹彩

角膜と水晶体の間にあり，光の量を調節する平滑筋が含まれる膜である。虹彩で囲まれた中央の穴を瞳孔（瞳）と呼ぶ。暗い時には光をより多く取り入れるため，瞳孔散大筋が収縮し瞳孔が大きく開く。明るい時には瞳孔括約筋が収縮し瞳孔は小さく絞られる。カメラの絞りに相当する部分である。

ガラス体（硝子体（しょうし））

眼球内部を満たす，透明の液状組織。コラーゲンと呼ばれるタンパク質からなり，内部で光を通すだけでなく，

眼球の緩衝（クッションとしての）作用を持つ。

網膜

光刺激を受容する視細胞とその情報を伝える神経細胞からなる透明な膜で，この部分の視細胞により光が受容される。

視細胞

網膜に存在し，受容した光を刺激として視神経に伝達する。

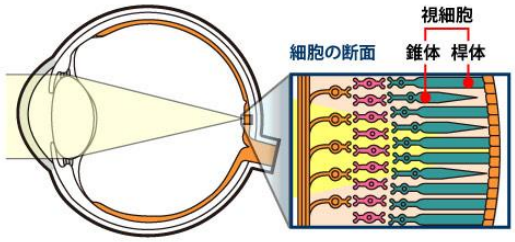


図１－２：網膜の視細胞断面（拡大）

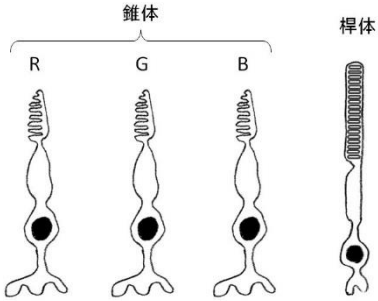


図１－３：４種の視細胞

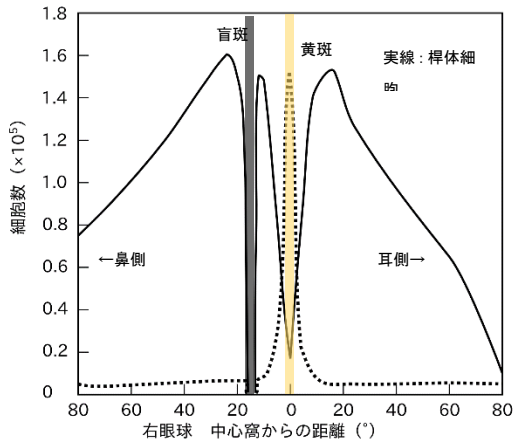
左 http://livedoor.blogimg.jp/crazybio/imgs/9/f/9f4b115d.jpg　　右 http://blogs.c.yimg.jp/res/blog-44-6d/kozoshoku/folder/1086372/80/45888480/img_2?1382577794

視細胞は，図１－２のように，網膜側に細胞体が向くように位置しており，視細胞から出る神経は**すべて視細胞の上を覆うように**走行している。視細胞には錐体細胞と桿体細胞が存在する。

・**桿体細胞**：明暗の区別のみ感知する，微弱な光を感じる高感度の視細胞。
　ロドプシンと呼ばれる紅色をした感光物質が含まれており，光が当たると分解してレチナールという黄色の物質になる。

・**錐体細胞**：色の識別ができる視細胞。光に対する感度は桿体細胞に比べて弱い。
　赤，緑，青それぞれに対応する３種の錐体細胞が分布し，それぞれが異なる色の光を感知することですべての色の光を知覚できるようになっている。

※すべての色の光は，赤，緑，青の３種類の波長の光の組み合わせによって生成することができる，そのため，光を知覚する際にも３色の光の成分ごとに光を受け取り，すべての色の光を知覚しているのである。



視細胞は，図１－４のように分布している。

黄斑（黄点）

図１－１の中心窩にあたるこの部分では錐体細胞が主に存在しており，色の区別をしている。この部分はやや黄色をしているため黄斑と呼ばれる。

盲斑（盲点）

この部分に視細胞は存在しない。これは，図１－１からもわかるように視神経がまとまって眼球から出ていく部分であるためであり，この部分に入射する光は感知できない。

図１－４：視細胞の分布　　http://www.neg-threequarters.jp/namazu/sense-organ/cone-rod-distribution01.png

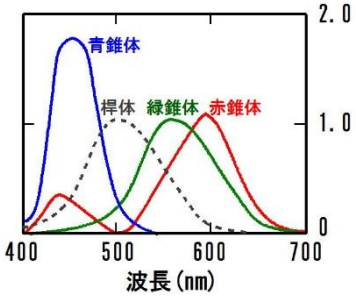


図１－５：錐体細胞の吸光度

http://star-party.jp/owner/wp-content/uploads/2014/06/090911kando1.jpg

錐体細胞の吸光度

どの錐体細胞がどの波長の光を吸収するかを示したのが左の図１－５である。光を吸収するという事はその光を感知することができるという事であり，錐体細胞の色別の感度を表している。

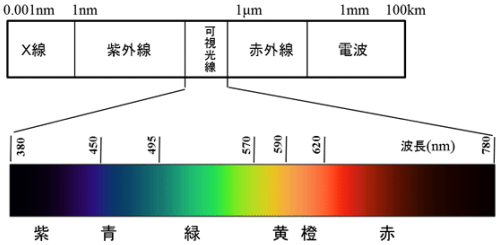


図１－６：光の波長

http://www.naro.affrc.go.jp/flower/kiso/files/hacho.gif

解答解説（解答は四角部分）

(1)

問１（語句補充・知識）

【方針】

図１－１で示す眼球の概略が図示でき，おおむねどの部分がどの構造で，どの機能であるかがわかれば容易である。また，（　ウ　）等では「光受容タンパク質」という文言から連想する必要のある知識語句も存在するが，上記の**原則**のように，生物の語句を平素から関連付けて理解する学習することが肝心である。

【解説】

ア：「瞳孔を通り」とあり，そのあと「ガラス体を通って」とあるので，瞳孔とガラス体の間にある光を屈折させる水晶体が解答となる。

イ：視細胞自体は「錐体・桿体」の別であれば２種類と分けることもできるし，錐体細胞の赤・青・緑を区別すれば４種類とも分けることができる。本文では錐体細胞をさらに三種類と分けてある。

ウ：眼における「光受容物質（感光物質）」とあれば第一に思いつく物質は**原則**の通りロドプシンである。ロドプシンは紅色をした物質で（視紅とも呼ばれる），桿体細胞に含まれる感光物質である。

エ：「視神経が集まって網膜を」貫く，とあるので視神経が眼球から走出していることが連想できればよい。後半にも「（　イ　）細胞が全くない」とあることからも盲斑（盲点）でもよい。

オ：網膜の中心には主に錐体細胞が集中している黄斑（黄点）があるということは**原則**の通り。

【研究】

ロドプシンは，桿体細胞の長方形の細胞質（外節）に含まれている。暗所から明所に入ると，桿体細胞のロドプシンにより急激に光を感じるためにまぶしく感じる。しかし，同時にロドプシンは急速に分解するので

光を感じるロドプシンが分解されることにより光に対する感度が下がる。感度が下がれば，視野は正常となり，暗所でほんのわずかな光をも感知できるようになる。（つまり閾値が下がる。）

問２（小論述・知識）

【方針】

「異なるところ」とあるので互いの特徴を考える。最も明らかなのは外見的特徴であろう。

【解説】

角膜は，眼球の前方で最も外側に見えている部分（なお，眼球の外側表面は結膜で覆われているが。）であり，透明である。一方，強膜は眼球の最外層の白い部分であり，白目の部分でもある。

角膜は強膜の一部であるが，透明であるという点においてのみ違いがあるといえる。

問３（描図・知識）

【方針】

原則として，図１－３の通りである。

【解説】

図１－３をそのまま書けばよいが，

「細胞質が長方形で一方に長く偏っていること」

「細胞核が網膜と反対側にあること」

「細胞核の光の入る方向（網膜と反対側）には神経細胞に情報伝達をする突起があること」

「網膜側は長方形の細胞質側であること」

の４点が守られていれば細部は気にしなくてよい。「桿体」であるから錐体との違いとして，細胞質が長方形であることは必須である。（図は略解を参照。）

問４（小論述・知識）

【方針】

黄斑にのみ色覚をつかさどる錐体細胞が存在していることを考える。

【解説】

色覚をつかさどる錐体細胞がおおむね障害されたと仮定できる。このとき，ほかの部分でも光は感知できるが色覚は感知できない。色覚がなくなるため物は白黒に見えるという因果関係が知識としてなくても推定できる。

⑵

問５（短答・知識）

【方針】

図１－５で示す色素細胞分布を知識として知っていても解答できるが，色の順序を忘れてしまったとしても問７から推定することが可能である。

【解説】

図１－５の通りである。図１－６のように，

420nm 前後…青色光（A）530nm 前後…緑色光（B）560nm 前後…赤色光（C）

と頭に入れておくと他分野（光合成等）でも応用が利く。なお，図１－５などが知識としてなくても，問７の(a)から，「青錐体細胞」と「赤から緑の波長に対応した錐体細胞」と二種類しか持たない動物が指摘されているので，「赤と緑」が近いことは推測可能である。また，可視光線付近の光を「赤外線・紫外線」と呼ぶことからも「錐体細胞・波長の最後（端）」が赤であることもわかるであろう。

問６（小論述・考察）

【方針】

下線部 C から，

当初は４種類の錐体細胞を持っていた→錐体細胞の数が減って２種類になった。

とわかる。この考え方に自分で理由づけ・生物学的意味づけを行う必要がある。

【解説】

さて，錐体細胞の数が減ったという事は，色覚を感知する必要が無くなったという事を意味する。ここで，「色覚がなくなる」ことと，「暗順応」が関連づくだろうか。暗視野では，暗い中わずかな光をも感知する桿体細胞が必要である。この際光の感度の比較的弱い錐体細胞は不要なのである。そのため「暗視野」ということから「初期の哺乳類に夜行性が多かったという事。」と想起できればよい。

【研究】

哺乳類の祖先は４種類の錐体細胞を持っていたが、初期の哺乳類は主に夜行性であったため、色覚は生存に必須ではなかった。結果、２種類の錐体細胞を失った。ところが，ヒトを含む霊長類の祖先に３０００年ほど前，Ｘ染色体に新たな変異（そして遺伝子の重複）が生じ，「もう一色」の色覚物質の遺伝子が出現した。この遺伝子が淘汰されずに生き残り，第３の錐体細胞が再び現れるようになったと考えられている。第３の錐体細胞は，赤色・緑色の区別を可能にしたため，昼間の狩猟採集生活において色あざやかな果実を見比べる（赤色が適度に熟れており，緑色は未熟でときに毒を持つといった違いを見比べる）のに役立ったと考えている。

Ｘ染色体に以上の変異が受け継がれなかったＸ染色体は今日も存在し，それが「Ｘ染色体劣性遺伝」として残っている。これが**緑色色覚異常**であり，劣性のＸ染色体しか持たない個体は赤緑色色盲となる。色盲になる確率は，Ｘ染色体が一本しか受け継がれないオスに多い。

問７（小論述・考察）

【方針】

「錐体細胞が２種類しかない」との語句だけを安易に解釈してはならない。信号機の色は「赤・黄色・緑」

と定義されているが，ここでそれぞれの波長と視細胞の対応関係を考える。また，紫外線は「可視」光線の波長の範囲外である。「可視光線」というのはヒトの視細胞が感知できる光のことを述べているのである。

【解説】

信号機の赤・緑の波長は近く，(a)でイヌの場合は「同じ錐体細胞で感知」する。一方，黄色は「赤・緑」の中間の波長であることがわかっていれば，信号機の三色がほぼ同じ色に見えるとわかる。

(b)について，信号機は「可視光線」しか主に出さず，紫外線は全く色の違いに関与していない。そのためヒトと変わらず信号機の三色が互いに異なる色に見えるとわかる。

2　遺伝子（発現調節）

原則：遺伝子発現調節

細胞の持つ遺伝子はすべてが常に発現しているわけではない。必要な状況・タイミングに応じて必要な遺伝子が発現するが，その発現を調節するのも遺伝子である。とくに，遺伝子発現で最も重要なのは遺伝子の転写される「量」の調節である。転写の開始は**プロモーター**への **RNA ポリメラーゼ**への結合によって開始するため，転写量の調節は結局プロモーターへの RNA ポリメラーゼの結合の「促進または抑制」によって行われている。

遺伝子発現の仕組みは原核細胞と真核細胞では異なるので，それぞれまとめて示す。

原核生物の遺伝子の調節

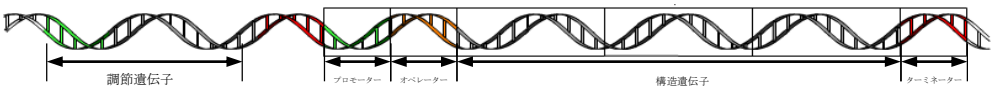


図２－１：大腸菌のオペロン https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/48/Lac_operon1.png

調節遺伝子　構造遺伝子の発現を調節する遺伝子。リプレッサーを合成する。

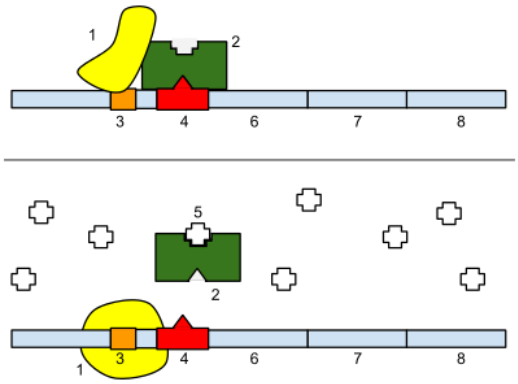
リプレッサー　オペレーターに結合して，RNA ポリメラーゼがプロモーターに結合するのを阻害する。

オペレーター　リプレッサーが結合する DNA の領域。ここにリプレッサーが結合することにより構造遺伝子の発現が抑制される。

プロモーター　RNA ポリメラーゼが結合する DNA の領域。ここから RNA が合成され，転写が開始する。

構造遺伝子　調節を受ける対象の遺伝子。（本問ではラクトース分解酵素）

ターミネーター　転写が終了する（ように指示する）部分。



原核細胞の転写調節は，**ジャコブ**と**モノー**が 1961 年に提唱した**オペロン説**に基づいて理解される。**オペロン**とは一つの調節システムにより調節されている遺伝子群であり，「プロモーター」，「オペレーター」，「構造遺伝子」をひとまとめにオペロンと呼ぶことが多い。オペロンによって，「その遺伝子を転写する必要があるときにだけ」転写できるように調節されているのである。

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/22/Lac_Operon.svg/400px-Lac_Operon.svg.png

図２－２：ラクトースオペロン概略図（上：ラクトースがない場合　下：ラクトースがある場合）

１：RNA ポリメラーゼ，２：リプレッサー，３：プロモーター，４：オペレーター，５：ラクトース，６～８：構造遺伝子

ラクトースは**グルコース**と**ガラクトース**が結合した**二糖類**であり，大腸菌がラクトースを分解すればグルコース同様呼吸器質となる。平常時はラクトースがほとんど細胞に存在しないのでラクトース分解酵素を合成する必要は無いためラクトース分解酵素の転写は抑制されている。しかし，ラクトース周囲に大量に存在する場合には，ラクトースを利用できると有利なため，ラクトース分解酵素の転写を促進し，ラクトースを分解しようとするのである。

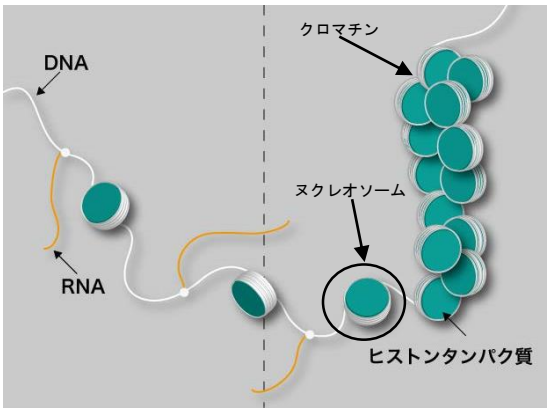
図２－２に示したように，ラクトースがない平常時は，リプレッサーがオペレーターに結合しており，RNA ポリメラーゼがプロモーターに結合できず，ラクトース分解酵素は転写されない。（図２－２上）

一方，ラクトースが周囲に現れると，ラクトースがリプレッサーに結合した結果，リプレッサーが一時的に構造変化を起こしオペレーターから離れる。すると RNA ポリメラーゼがプロモーターに結合できるのでラクトース分解酵素は転写される。（図２－２下）

ラクトースが存在…リプレッサーが外れる→合成酵素転写○
ラクトースがない…リプレッサーが付いたまま→合成酵素転写×

いわば「ブレーキ」にあたるリプレッサーをラクトースがコントロールしているのである。

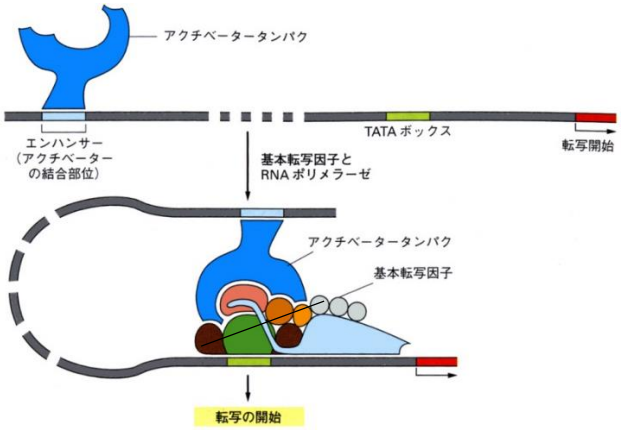
真核生物の遺伝子の調節



真核細胞では，DNA の二重らせんはヒストンというタンパク質に巻き付き，ヌクレオソームを形成している。このヌクレオソームが折りたたまれるように凝縮してクロマチン繊維を形成している。DNA がクロマチン繊維の構造をとっている部分では DNA はヒストンに巻き付けられており，転写ができない。

そのため転写の際にまずクロマチン繊維がほどかれ，DNA の必要な領域などが露出する。

図２－３：クロマチン繊維構造と発現 http://www.a.u-tokyo.ac.jp/topics/2014/20140929-1-1.jpg



以降，クロマチン構造がほどけ，DNA が転写可能になったとする。原核生物では，RNA ポリメラーゼ（と転写を制御する因子）によって転写を開始できたが，真核生物では転写の開始には数段階要する。

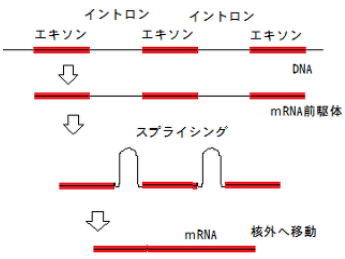
①**基本転写因子**がプロモーター内の**転写調節領域（TATA ボックス）**に結合する。

図２－４：真核生物の調節 http://livedoor.blogimg.jp/crazybio-crazybio/imgs/b/6/b68839c4.jpg

②**エンハンサー**と呼ばれる，調節タンパク質が結合する部位に**アクチベーター**と呼ばれる調節タンパク質が結合し，基本転写因子と結合する。この際場合によって，DNA は大きくループ状に折れ曲がることになる。

③アクチベーター―や基本転写因子に，RNA ポリメラーゼも結合し複合体を形成する。

④転写が開始する。※アクチベーター―の代わりにリプレッサーが結合すると転写は抑制される。



そのあと，転写された mRNA には 5’末端に，リボソームと結合するためのキャップ構造と呼ばれる構造が付加され，3’末端には多数の A 塩基からなるポリ A テールが付加される。

そうしてできた mRNA を mRNA 前駆体と呼ぶが，この後 mRNA のスプライシング後にアミノ酸を指定しない配列（イントロン）が削除され，必要な部分（エキソン）のみがつなぎ合わされる。

２－５：スプライシング http://ks.c.yimg.jp/res/chie-ans-236/236/976/039/i320

解答解説（解答は四角部分）

(1)

問１（語句補充・知識）

【方針】

原核生物の転写調節の流れがわかっていればよい知識問題である。

【解説】

ア：構造遺伝子の上流にある部位に結合しているタンパク質（　イ　）を作る遺伝子であるから，調節遺伝子である。

イ：ラクトースオペロンにおいて，調節遺伝子から調節タンパク質であるリプレッサーが生じる。

ウ：構造遺伝子の上流には調節タンパク質が結合するオペレーターが存在する。

エ：RNA ポリメラーゼが結合するのはプロモーターである。

オ：ラクトースはグルコースとガラクトースが結合した二糖類であり，哺乳類の乳汁などに含まれている。

問２（短答・知識）

【方針】

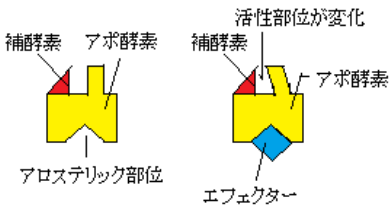
「一つの遺伝子集団の単位」とあれば連想されるキーワードはただ一つである。

【解説】

一つの調節システムにより調節されている遺伝子群である「プロモーター」，「オペレーター」，「構造遺伝子」をひとまとめにオペロンと呼ぶ。

問３（短答・知識）

【方針】



酵素タンパク質で，基質以外の物質に働きを制御されるものをアロステリック酵素という。

アロステリック酵素には，基質と結合する活性部位のほかにアロステリック部位があり，そこに酵素の働きを制御する因子（エフェクター）が結合できる。

図２－６：アロステリック酵素 http://ks.c.yimg.jp/res/chie-ans-256/256/359/121/i320

【解説】

本問で，リプレッサーは「オペレーター結合部位」を持ちながらも「ラクトースとも結合」することから，上記の「アロステリックな性質」を疑うことがポイントである。アロステリック酵素はそうした性質を持つ酵素である。（なお，ここでのエフェクターはラクトースである。）

問４（小論述・考察）

【方針】

ラクトースが存在するとラクトース分解酵素が発現する。前問までで，これを制御するのはアロステリックな性質を有するリプレッサーであることが分かった。周囲にラクトースが多ければラクトースはリプレッサーに結合したままとなり，分解酵素は転写されたままである。一方アロステリック酵素の場合，周囲にエフェクター（ここではラクトース）がなくなると一部のエフェクターは酵素からとれ，アロステリック酵素の立体構造が元通りになることが知られている（そして分解酵素の転写はまた停止する。）。

このことから，普通のラクトースであれば長時間経つとラクトースが分解されきってしまい，周囲にラクトースがなくなった結果分解酵素が転写されなくなるとわかる。

そして今回 IPTG を添加することにより誘導率が 6 倍を示したことから，ほかの（遺伝子や転写因子等の）要因が通常と変わらない以上，上記の「転写の停止が起こらなくなった」ことを疑う。

【解説】

ラクトースの分解により転写活性は経時的に低下する。仮にラクトースが分解されなければラクトース分解酵素は転写されたままであるので，ラクトースのようにリプレッサーに結合しながらも，ラクトース分解酵素で分解されない物質であったと考えるのが妥当である。したがって，IPTG はラクトースと異なり酵素で分解されにくいという特徴を持っていたと予想できる。

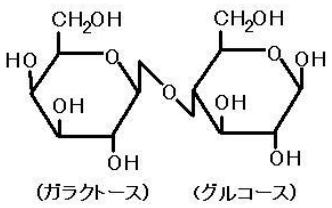
【研究】

IPTG（イソプロピル-（β-）チオガラクトピラノシド）は，ラクトースと化学構造の類似した化合物で，ラクトース同様リプレッサーに結合できる。

ラクトースには二糖同士が結合するグリコシド結合が存在するが，IPTG ではこの部分が【—S—】チオ基となっており，加水分解酵素により加水分解できない仕組みになっている。

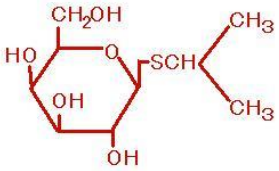
この結果ラクトースよりもリプレッサーと離れづらくなっているのである。

β-ラクトース



(ガラクトース)　(グルコース)

IPTG



http://www.cc.kochi-u.ac.jp/~tatataa/tech2/gene/IPTG.jpg

(2)

問２（語句補充・知識）

【方針】

真核生物の転写調節の流れがわかっていればよい知識問題である。

【解説】

カ：DNA を巻き取るように DNA と直接結合しているのはヒストンである。

キ：基本転写因子+RNA ポリメラーゼが転写開始のための最低限の要素である。

ク：転写因子が結合する，転写調節のための領域は転写調節領域と呼ばれる。

ケ：真核生物において初めにゲノム DNA から転写されるのは mRNA 前駆体と呼ばれる。

コ：翻訳されるのはエキソン。　　サ：翻訳されない不要な（いらない）領域はイントロン。

シ：スプライシングはイントロンを切除する過程である。エキソンも場合に応じて一部切除するなどして，エキソンをつなぎ合わせる際に一つの DNA の領域から多様なエキソンの組み合わせが生じさせることもある。こういった過程を特に，**選択的スプライシング**とよぶ。

(3)

【方針】

がん抑制遺伝子 p53 が変異すると正常なタンパク質でなくなり，がんが生じることが前提である。さて，two hit 仮説によれば，もともと正常な対立遺伝子（つまり p53 遺伝子は二つある）のうち片方が失活してもがんにはならない。これは，メンデルの優性の法則からもわかるように，正常な p53 遺伝子さえあれば p53 遺伝子産物により細胞ががん化しないことで説明できる。両方失活（劣性ホモ）によりはじめてがん化すると考える仮説である。

【解説】

正常な p53 遺伝子さえあればよいと先述したが，それは p53 遺伝子産物のタンパク質が存在すればよいということとほぼ同じである。細胞融合により，両者の遺伝子やその産物であるタンパク質（タンパク質は細胞質などに浮遊している）も混ざり合うため，p53 が変異したがん細胞を融合させても，正常細胞の p53 によりがん化しないという結果になる。

【研究】

p53 タンパク質は，細胞の DNA が修復不可能なダメージを受けた際に，自身が増殖して異常な細胞を増やすことなく，（増殖停止のために）アポトーシスを起こすためのタンパク質である。

がん細胞の半数以上において p52 遺伝子は点突然変異が起こっている。例えばたばこに含まれる発がん性物質ベンゾピレンは p53 遺伝子を変異させ肺がんを誘発する。その他発がん性物質と呼ばれるものの中には，こうした遺伝子に変異を起こしやすい物質が定義されているのである。

3　バイオーム（植物群落）

原則：バイオーム

ある地域に生育する植物の集団を植生という。植生を構成する植物のうち，量的な割合が高い種をその植生の優占種と呼ぶ。また，外から見てわかる植生の様子を相観と呼ぶ。

植物は固着生活をするため，気候など生活環境の違いを強く受ける。そのため，同じ環境であれば相観は似てくる。それぞれの植物に注目すると，各々草丈や葉の形状，休眠芽（種）の違いが環境ごとに生まれている。こ

のように植物の生活環境を反映した形態を生活形と呼ぶ。

すなわち，生活形が相観を規定しているともいえる。

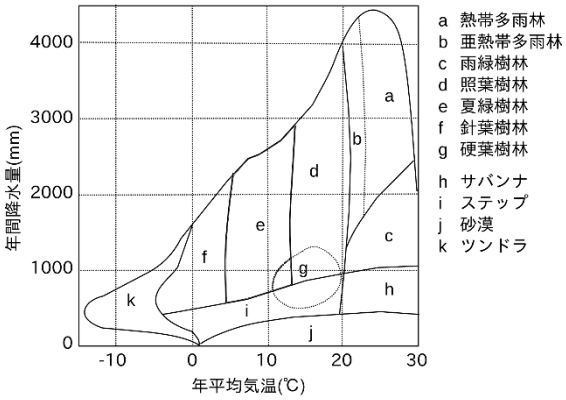


図３－１：バイオームと気候の関係

http://www.neg-

threequarters.jp/namazu/ecology/biome01.png

以下にバイオームとその詳細を示す。

表３－２：世界の主な陸上バイオーム

バイオーム	気候の特徴	代表的な植物
熱帯・亜熱帯多雨林	年中高温多湿。	ソテツ・アコウ・ガジュマル・フタバガキ
雨緑樹林	（亜）熱帯気候で雨季乾季有。	チーク・コクタン
照葉樹林	温帯。（日本南部）	タブノキ・クスノキ・スダジイ・(シイ)・カシ
硬葉樹林	夏乾燥し冬に降雨。（地中海性）	オリーブ・コルクガシ・ゲッケイジュ
夏緑樹林	冬寒さが厳しい冷温帯（日本北部）	ブナ・ミズナラ・カエデ
サバナ（サバンナ）	熱帯・亜熱帯で乾燥	イネ科長草・アカシア
砂漠	熱帯・温帯の極度の乾燥地。	サボテン類以外無し
針葉樹林	亜寒帯地域。年平均０℃付近。	エゾマツ・トドマツ・シラビソ・コメツガ
ステップ	温帯内陸部の乾燥地域。	草原
ツンドラ	寒帯。年平均-5℃以下。	コケ植物・地衣類

日本においては，降水量が充分にあるのでバイオームの違いを決める主な要因は温度となる。

緯度と標高により温度は変化し，それによりバイオームも変化する。緯度の違いによるバイオームの分布を**水平分布**と呼ぶ。また，標高の違いによるバイオームの分布は**垂直分布**とよばれる。

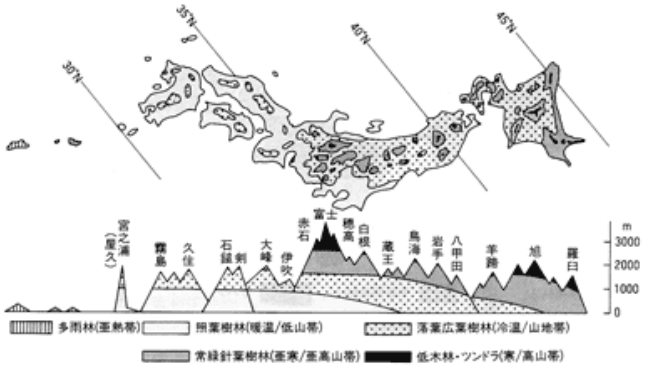


図３−３：日本のバイオームの水平・垂直分布

http://www.shinrin-ringyou.com/forest_japan/img/bunpu/01.gif

分布は温度や積雪、風などによる影響で決定される。樹木が生育できる限界を**森林限界**というが，高緯度ほど**森林限界**は低くなる傾向にある（植生の水平分布）。北海道の利尻島では標高約 500m、北海道の大雪山や日高山脈で約 1000～1500m、東北地方で約 1600m、日本アルプス中央部や富士山では約 2500m ほどである。

解答解説（解答は四角部分）

⑴

問１（語句補充・知識）

【方針】

バイオームの定義に関する理解と，植物名―バイオームの種類との対応を知っておく必要がある。

【解説】

１：生活形により相観（下線部Ｂ）が決まる。

２：（植物）群系は相観で分けた群落である。

３～８：表３－２に示した通り，バイオームと具体的な植物名を列挙する。

バイオーム	代表的な植物
6　亜熱帯多雨林	アコウ・ガジュマル
7　雨緑樹林	チーク・コクタン
4　照葉樹林	タブノキ・クスノキ・スダジイ・(シイ)・カシ
8　硬葉樹林	オリーブ・コルクガシ・ゲッケイジュ
5　夏緑樹林	ブナ・ミズナラ・カエデ
3　針葉樹林	エゾマツ・トドマツ・シラビソ・コメツガ

問２・３・４（短答・知識）

【方針】

こちらも知識問題で，環境が植物の種の違いを生み，それが森林全体の様子の違いを生むことが理解できていればよい・

【解説】

問２　群落全体の見た目（遠目から見た森林の様子）を相観という。

問３　そして，それを規定する量的な割合の高い種は優占種と呼ばれる。

問４　そこにしか生育していない種のことを表徴種と呼ぶ。表徴種は量が少なくても，ほかの群落にはない種であるから，他と区別する要因になる。

問５（小論述・知識）

【方針】雨緑樹と硬葉樹の葉の特徴について問われている。（問１―７，８が不正解であれば本問は無効。）いずれも雨季と乾季を繰り返すが，雨が降り注ぐ雨季に光合成をおもに行うのが雨緑樹であり，硬葉樹は夏の乾燥に耐えるというそれぞれの特徴から考えたい。こうした特徴から，硬葉樹の葉については特に知識として持っておいたほうがよい。

【解説】（　７　）：雨緑樹は雨が降り注ぐ雨季に光合成をおこなう反面，普通の葉と同様に落葉する。これは，「葉をつけておく」ことだけでも植物にはコストがかかるため，光合成の望めない秋には落葉するのがコストパフォーマンスとしてよいという植物の生存戦略によるものである。落葉ののち再び葉を形成するなど，葉を何度もつくりかえないといけないため，葉には作るコストはかからないよう，（そして維持のためのコストがかからないよう）「薄い葉」でなおかつ「大きく扁平な（葉が薄いため，光合成を十分に行うためには面積が必要となる）」葉となる。

（　８　）：硬葉樹は，日照時間が長く光合成を行いたい夏に乾燥した気候に生育する。夏季に葉を出して光合成を行いながらも，乾燥に耐えるために，硬葉樹の葉は小さくて硬くなり，大量の日照により光合成を行うという形態をとった。小さくて厚く硬い葉は「密度が高い」葉ともいえる。このため葉を作るコストがかかるため，安易に落葉するのはコストがかかる。そのため一年中落葉しないのである。

問６（短答・知識）

【方針】草原とはサバンナやステップまで幅広くさすため，予想に反して降水量が多いのである。砂漠の年降水量は必須知識。

【解説】草原はあらゆる植生を総合して，1,000mm／年である。砂漠が 200~250mm／年であることは必須知識であるから，草原は 200mm 程度が限界である。

問７（短答・知識）

【方針】植生の違いを資料集で十分に写真として記憶していれば解答できる。

【解説】右図のように，短草草原が一面に広がり，時に木本類（丈は小さい）が生育しているのがサバナ（サバンナ）である。

http://bbs.jinruisi.net/blog/wp-content/uploads/%EF%BC%A3%EF%BC%8E%E6%A4%8D%E7%94%9F%E3%81%8C%E3%81%BE%E3%81%B0%E3%82%89%E3%81%AA%E3%82%B5%E3%83%90%E3%83%8A.jpg

問８（短答・知識）

【方針】図：３－３からわかる知識問題であるが，入試で出題されるとすれば「本州中部」（中央アルプス）の森林限界である。

【解説】「海抜」と「標高」は同じと定義してよい。基本的に森林限界は 2,500m 程度であり，それ以上に木本は生育せず，花畑や高山植物などのみが生育する。

4 生殖

原則：有性生殖・無性生殖・生活環

無性生殖

・分裂　…単細胞・多細胞問わず，親の体がほぼ同じ大きさに分かれて個体を生ずる。（ゾウリムシ・ミドリムシ・イソギンチャク・ミズクラゲ）

・出芽　…親の体が一部ふくらみそれが新個体となる。大きさの違いが顕著である。（酵母・ヒドラ）

・栄養生殖　…根・茎・葉など植物の栄養機関の一部から新個体ができる生殖方式である。植物名の横にあるような固有の栄養器官の他に，人為的なさし木・つぎ木なども栄養生殖である。（ジャガイモ（塊茎）・オニユリ（むかご）・ベンケイソウ（不定芽）・ユキノシタ（走出茎）・サツマイモ（塊状根））

・胞子生殖　…母体が体細胞分裂して生じた胞子から個体を生ずる。（アオカビ・ミズカビ）

有性生殖

・接合　…栄養器官や母体同士が互いに融合して新個体となる生殖方式。この場合細胞そのものを配偶子と考えて有性生殖に分類する。（アオミドロ・ゾウリムシ）

・同形配偶子接合…同形同大の配偶子同士の接合。（クラミドモナス）

・異形配偶子接合…大きさや形の異なる配偶子同士の接合。大きいほうを雌性配偶子，小さいほうを雄性配偶子と呼ぶ。（アオサ・ミル）

・受精…配偶子の見かけ上の差が極端に大きく，特殊な形態や機能を持った配偶子（卵・精子）による接合。

解答解説（解答は四角部分）

問１（語句補充・知識）

【方針】

無性生殖と有性生殖のそれぞれについて，個別の生殖法の名称と形式が理解できていればよい。

【解説】

４無性生殖は１栄養生殖・２出芽・３分裂の三つである。遺伝子による性質を「５遺伝的に」と述べることがあるので理解しておきたい。６有性生殖では，細胞の７接合によって次代の個体（８接合子）が生じる。このとき接合するつがいになる細胞を９配偶子と呼ぶ。有性生殖には**同形配偶子接合**と**異形配偶子接合**があることは知っておきたい。異形配偶子接合を行う生物には雄雌の明確な区別が（広い意味では）存在するといえる。一般的に精子と卵子からもわかるように大きいほうが１０雌性，小さいほうが１１雄性である。

問２（短答・知識）

【方針】

親とまったく同じ遺伝的形質を持つものを一般的に呼ぶ呼称が問われている。

【解説】

クローンは親と全く同じ遺伝子を持つ個体（あるいは個体の集団）である。無性生殖によって生じる個体は基本的にクローンである。

【研究】

哺乳動物でもクローンを作成する試みは 1996 年にスコットランドのロスリン研究所で成功した。羊(A)の乳腺から乳腺細胞を取り出し，別の雌羊(B)の子宮から取り出して核を除去した未受精卵に，先ほど処理した乳腺細胞を１つだけ挿入し，微弱電気刺激で細胞融合させる。融合細胞（受精卵にあたる）を別の代理母の雌羊(C)の子宮に移植する。この手順により，羊(A)とまったく同じ遺伝情報を持つクローン羊ドリーが誕生した。これにより人工的にクローン動物（哺乳動物）の作製の兆しも現れたが，倫理的問題も同時にはらんでいる。現在のところクローン技術をヒトに応用することは特に問題視されている。特定の形質を持つヒトを意図的に創出することは，人間の「品種改良」につながること，人を手段・道具とみなすこと，クローン個体と自然の個体との間に差別が生じる可能性があること，クローンヒト個体の安全性が保障されていないことが主な問題点である。

問３

【方針】

安易に「無性生殖」の一つとして胞子生殖を数えてはならないことを理解している必要がある。「無性生殖」として数えられるのは菌類などの栄養胞子である。

【解説】

栄養胞子（分生胞子）…菌類を中心とした，母体の細胞が一部発芽してできた新個体で，**無性生殖**である。

真正胞子…植物における胞子であり，**減数分裂**を行ってできるものである。

問４

【方針】

「大部分の期間体細胞で過ごす」こと，「一般に無性生殖によって増殖する」こと，「有性生殖も行う」こと

から推測したい。

【解説】

本文前半の無性生殖の様式や生育している環境が述べられていることから酵母を推測したい。**酵母菌は有性生殖を行う胞子を形成する**ことは知っておきたい。

問５

【方針】

原則に示した生物名は生殖様式とともに関連付けて知っておきたい。

【解説】

異形配偶子接合はアオサとミルが頻出である。これらは接合子から個体（海藻）が生じる。

問６

【方針】

動物の中で特殊な生活環の生物は３種記憶しておきたいが，そのうち世代交代を起こすのは狭い意味では一種類である。

【解説】

ミズクラゲは有性生殖を行うほか，時期によっては固着生活ののち分裂（無性生殖）によって新個体を生ずる。ほかの２種については問７で述べる生殖様式であり，狭義には世代交代は行われていないと定義される。（有性生殖以外の時期でも，母体とまったく同じ遺伝子の個体が生じる無性生殖は行っているとは言えない。）

問７

【方針】

アリマキ（アブラムシ）・ミツバチなどは両性生殖ともう一つ特殊な生殖様式も行うことがあり，それが時期によって分かれている。

【解説】

生殖には無性生殖と有性生殖がある。有性生殖は「配偶子（生殖のために分化した細胞）」が関係する生殖であるというのが狭い定義である。有性生殖には，両性生殖（配偶子の接合による通常の形態）のほかに，単為生殖がある。単為生殖とは，卵が受精せずに個体が発生するものである。無性生殖との違いは，無性生殖は母体と同じ遺伝子であるのに対し，単為生殖では卵という母体とは異なる（減数分裂を行ってしまった後の）遺伝情報をホモで持つということが挙げられる。

単為生殖には，アブラムシのように雌の卵が減数分裂しても核相 2n のままでとどまりそこから個体が発生する場合や，ミツバチのように減数分裂して n になった核相のまま発生する場合がある。