

女子医 2014 生物

略解

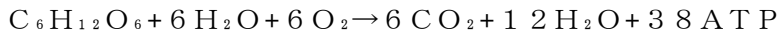
- I** 問1 : エ 問2 : イ 問3 : エ 問4 : ウ 問5 : エ 問6 : エ 問7 : オ
問8 : ア 問9 : ウ
- II** 問1 : エ 問2 : カ 問3 : イ 問4 : ウ
- III** 問1 a : mRNA (伝令RNA)
b・c : tRNA (運搬RNAまたは転移RNA)・
rRNA (リボソームRNA)
d : インترون e : エキソン f : コドン g : 遺伝的変異 (突然変異)
h : 遺伝子突然変異 i : 染色体突然変異 j : 異数性
- 問2 (1) セリンのみからなるポリペプチド、バリンのみからなるポリペプチド
(2) アスパラギン酸、アルギニン、プロリン、トレオニンの4種のアミノ酸を含むポリペプチド
(3) アミノ酸の種類数 : 6種類 最も少ないアミノ酸 : ヒスチジン
- 問3 イソロイシン : AUU、AUA チロシン : UAU
フェニルアラニン : UUU ロイシン : UUA
- 問4 トレオニン、システイン
- 問5 (1) プラスミド
(2) 大腸菌では転写された後のスプライシングが行われず、エキソンだけでなくイントロン部分も翻訳されてしまうので、ヒト遺伝子からつくられるタンパク質はヒトの体内で作られるものとは違ってくる。
- IV** 問1 すべて黄色 (紫色 : 黄色 : 白色 = 0 : 1 : 0)
問2 紫色 : 黄色 = 8 : 1 (紫色 : 黄色 : 白色 = 8 : 1 : 0)
問3 すべて白色 (紫色 : 黄色 : 白色 = 0 : 0 : 1)
問4 紫色 : 黄色 = 1 : 1 (紫色 : 黄色 : 白色 = 1 : 1 : 0)
問5 純系S : a a b b 純系T : a a B B
- V** 問1 ア : 古生代 イ : 中生代 ウ : 新生代 エ : 大量絶滅 オ : 示準化石
カ : 消費者 キ : 分解者 ク : ニッチ (生態的地位) ケ : 種間競争
- 問2 d, e, f
- 問3 オーストラリア大陸は有袋類が出現し、まだ有胎盤類 (真獣類) が出現していない時期に超大陸パンゲアから分かれて孤立したので。
- 問4 環境形成作用 (反作用)
- 問5 脱窒 (脱窒作用)

I

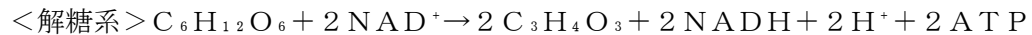
原則1. 呼吸の仕組みについて →問1～問3に利用

ごく少数の生物を除くほとんどすべての生物が呼吸を行っている。呼吸は大きくは、①解糖系、②クエン酸回路、③電子伝達系の3つに分けられる。

呼吸の概略は、次のようになる。

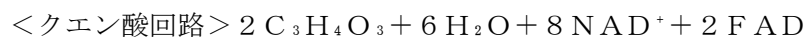


- ① 解糖系 グルコースが次々に分解され、ピルビン酸 ($C_3H_4O_3$) ができるまでの反応を解糖系という。解糖系は酸素 (O_2) を必要とせず、細胞質基質で行われる。安定した化合物であるグルコースにATP 1分子から～P (リン酸) が加わり、さらにATP 1分子から～P (リン酸) が加わってフルクトース2リン酸になると、これが二分してグリセルアルデヒドリン酸が2分子できる。2分子のグリセルアルデヒドリン酸からいくつかの中間産物を経て2分子のピルビン酸ができる。この過程で脱水素酵素 (デヒドロゲナーゼ) によって水素が切り離され、補酵素 NAD^+ に受け取られて $NADH$ が2分子できる。また4分子のATPもできる。2ATPが消費され、4ATPができるので、差し引き、2ATPができる。解糖系でできた2分子の $NADH$ は、ミトコンドリアに入って電子伝達系へ渡される。



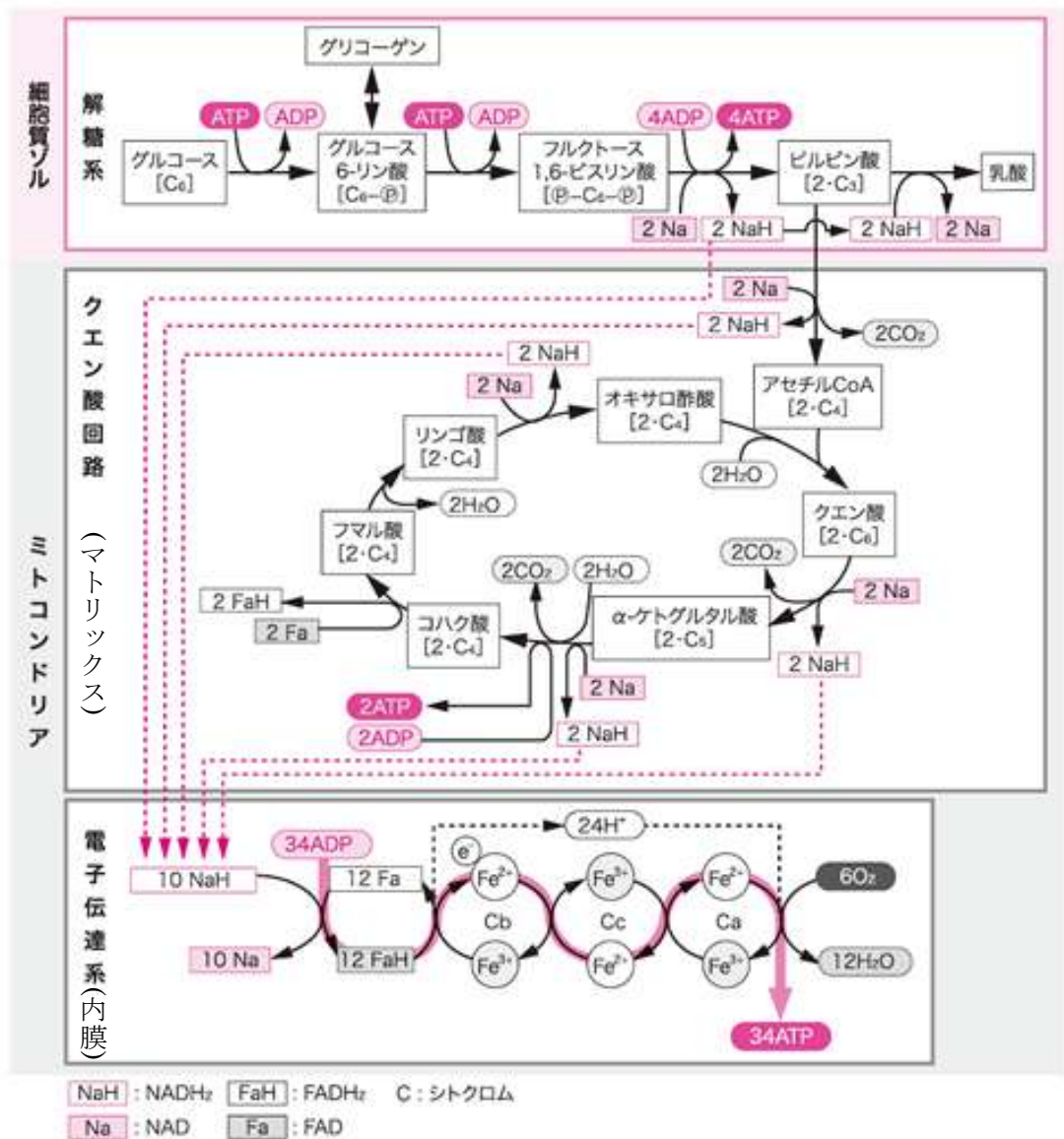
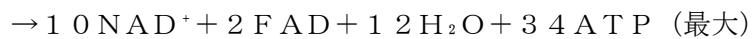
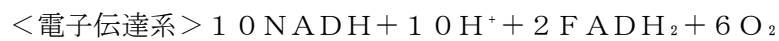
- ② クエン酸回路 ピルビン酸から出発してクエン酸を経由しクエン酸にもどる回路反応をクエン酸回路という。ミトコンドリアのマトリックスで行われる。ピルビン酸に CoA (補酵素A) が加わって C_2 化合物のアセチル CoA (活性酢酸) ができ、これと C_4 化合物のオキサロ酢酸とが結合して、 C_6 化合物のクエン酸ができる。 C_6 化合物のクエン酸が脱炭酸酵素 (デカルボキシラーゼ) によって脱炭酸 (CO_2 が放出される) されて C_5 化合物の α -ケトグルタル酸に変わり、さらに脱炭酸されて C_4 化合物のコハク酸となる。続いて脱水素酵素によって脱水素が起こり、リンゴ酸、オキサロ酢酸へと変化する。クエン酸回路では5か所で脱水素が起こるので、8 $NADH$ と

2 $FADH_2$ ができる。また、2ATPが生成される。



- ③ 電子伝達系 解糖系とクエン酸回路で生成された水素が最終的に酸素と反応して水になり、その間に大量のATPが合成される過程。ミトコンドリアの内膜で行われる。解糖系とクエン酸回路で生成された水素 ($NADH$ と $FADH_2$) はクリステ膜などの内膜のところへ運ばれてきて、FMN (フラビンモノヌクレオチド) とよばれる物質を含むタンパク質に渡される。水素はFMNを含むタンパク質のところで H^+ と e^- (電子) に分かれ、 e^- は次々と鉄を含むタンパク質の列を受け渡されて流れる。これは Fe^{3+} が e^- を1個受け取る (還元) と Fe^{2+} に変わり、この e^- を次の粒子に渡

す（酸化）と Fe^{3+} にもどるといふやうに行われ、このやうな酸化・還元を繰り返しながら e^- が受け渡されていく。内膜に並んでいる鉄を含むタンパク質を e^- が流れると H^+ が外膜と内膜の間（膜間）へくみ出されるので、この部分で H^+ 濃度が高くなる。そのため、 H^+ は ATP 合成酵素を通過して H^+ 濃度の低いマトリックスへもどり、このとき、ADP から ATP がつくられる（酸化リン酸化）。電子伝達系では、グルコース 1 分子あたり最大で 34 分子の ATP が生成される。電子伝達系を受け渡されてきた e^- は電子伝達系の末端に位置するシトクロム酸化酵素のはたらきで酸素原子に渡され、2 個の水素イオンがまわりから取り込まれて水 (H_2O) ができる。



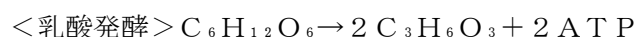
(図は <http://www.nutri.co.jp/nutrition/keywords/ch3-2/keyword3/>より引用)

原則 2. 発酵について →問 4～問 8 に利用

細胞内で酸素を使わずに有機物を分解し、このとき取り出されたエネルギーを用いてATPを合成するはたらきを発酵という。発酵と呼吸は、途中までの反応（グルコースからピルビン酸ができるまで）は同じである。発酵で作られるATPは呼吸に比べるとはるかに少なく、エネルギーの利用の効率は低い。

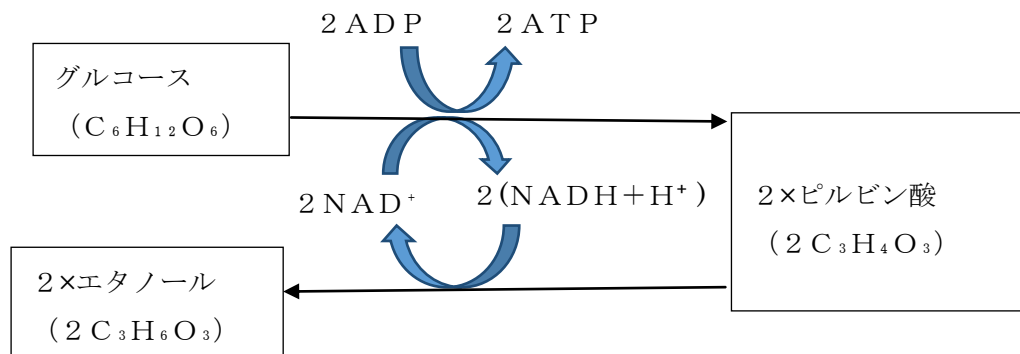
① 乳酸発酵

乳酸菌によってグルコースがピルビン酸を経て乳酸にまで分解される反応。グルコース1分子あたり2分子のATPができる。生じたピルビン酸は2分子のNADHによって還元されて乳酸に変えられる。この時、NADHはNAD⁺にもどり、再利用される。生じた乳酸は細胞の外へと出される。



② 解糖

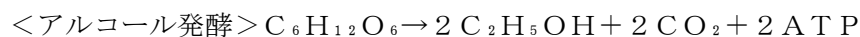
ヒトでも、はげしい運動をした際には、筋肉内で酸素を使わずにグルコースやグリコーゲンが分解されて乳酸ができる。この反応を解糖といい、これは乳酸発酵と同じ反応である。生じた乳酸の一部は細胞内で処理され、ピルビン酸にもどって呼吸のクエン酸回路に入るが、その多くは肝臓へ運ばれ、グルコースを経てグリコーゲンに変えられる。

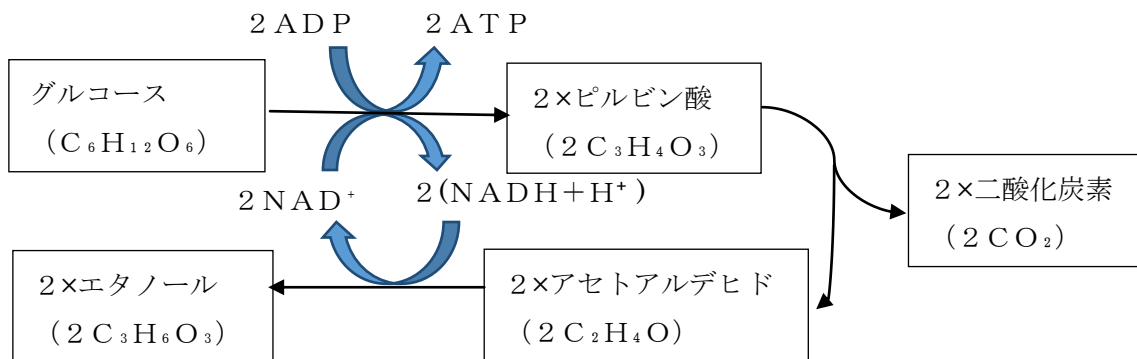


(図はWEB上で見つからなかったため自作)

③ アルコール発酵

酵母（子のう菌類）によって、グルコースがピルビン酸を経てエタノールになる反応。グルコース1分子あたり、2分子のATPができる。解糖系と同じ反応で作られたピルビン酸は、脱炭酸酵素によってアセトアルデヒドへと変えられ、さらに2分子のNADHによって還元されて、エタノールへと変えられる。このときNADHはNAD⁺にもどり、再利用される。生じたエタノールは、細胞の外へと放出される。





(図はWEB上で見つからなかったため自作)

④ パスツール効果

酸素のない環境で酵母を培養すると、酵母はアルコール発酵を行う。ところが、酸素が十分に存在する環境で培養すると、ミトコンドリアが発達してきて呼吸も行うようになる。このとき、エタノールの生産は抑制されることから、有酸素環境下ではアルコール発酵が抑制されていると考えられた。この現象はパスツール効果とよばれ、フランスのルイ・パスツールが1857年に発見した。

原則3. 呼吸商について

→問9に利用

呼吸によって排出されたCO₂の体積と鳩首されたO₂の体積の比(CO₂/O₂)を呼吸商(呼吸率、RQ)という。

$$RQ = CO_2/O_2$$

呼吸商は、炭水化物はおよそ1.0、脂肪はおよそ0.7、タンパク質はおよそ0.8であるので、呼吸商の値から、呼吸基質の種類を推定することができる。

原則4. 真核生物の出現について

→問6に利用

地球の誕生は約46億年前、生物の誕生は約35～40億年前と考えられている。まず、単細胞の原核生物が誕生し、次いで約20億年前に真核生物が登場した。さらに約10億年前に多細胞生物が生れた。古生代のはじめのカンブリア紀(約6億年前)に、爆発的に多様な生物が登場した。古生代より前を先カンブリア時代とよぶ。

問1～問3

【方針】

いずれの設問も呼吸のしくみについての知識問題であると気づく。したがって「原則1. 呼吸のしくみについて」の知識を利用して順に解いていく。

【解説】

(問 1)

「原則 1. 呼吸のしくみについて」より、解答はエの脱水素酵素である。

(問 2)

「原則 1. 呼吸のしくみについて」より、解答はイとウである。

(問 3)

「原則 1. 呼吸のしくみについて」より、解答はエである。

問 4、5

【方針】

いずれの問題も、ヒトの解糖についての知識問題であると気づく。したがって、「原則 2. 発酵について」の①②の知識を利用して解いていく。

【解説】

(問 4)

「原則 2. 発酵について」の①②の図より、解答はウである。

(問 5)

「原則 2. 発酵について」の①②の図より解答はエである。

問 6～問 8

【方針】

酵母菌に関する知識問題であると気付く。したがって、「原則 2. 発酵について」の③、④、「原則 3. 呼吸商について」「原則 4. 真核生物の出現について」の知識を利用して解いていく。

(問 6)

「原則 4. 真核生物の出現について」の説明より、解答はエである。

(問 7)

「原則 2. 発酵について」の④パスツール効果の説明より、解答はオである。

(問 8)

「原則 2. 発酵について」の③アルコール発酵の説明より、解答はアである。

(問 9)

「原則 3. 呼吸商について」と、「原則 1. 呼吸について」の呼吸の概略の式、「原則 2. 発酵について」の③アルコール発酵の式より、好気呼吸で利用されたグルコースを a 分子、アルコール発酵で利用されたグルコースを b 分子とすると、

(酸素は好気呼吸でしか消費されないので) 呼吸の概略の式より

消費される酸素 (O_2) の量は $6a$

放出される二酸化炭素 (CO_2) の量は $6a + 2b$

呼吸商の式にあてはめると、

$$6a + 2b / 6a = 1.4$$

$$6a + 2b = 8.4a$$

$$20b = 24a$$

$$5b = 6a$$

となるので、

$$a : b = 5 : 6$$

よって、解答はウである。

II

原則5. 種子の発芽について

→問1、問2に利用

種子の発芽には水、温度、酸素が必要であり、この条件がそろえば種子が吸水を始めて胚からジベレリンが放出される。ジベレリンは糊粉層の細胞にある受容体に結合し、アミラーゼの遺伝子発現を促進する。糊粉層の細胞で合成されたアミラーゼは胚乳に分泌され、そこに蓄積されたデンプンなどの栄養源を加水分解する。胚は分解産物である糖やその他の栄養分を利用して発芽し、成長していく。種子の休眠を維持するアブシシン酸は、ジベレリンによるアミラーゼ遺伝子の転写促進に対して阻害的に働く。ジベレリンおよびアブシシン酸の情報はそれぞれ受容体を介して糊粉層の細胞内に伝えられ、ジベレリンによる促進作用がアブシシン酸の阻害作用よりも強ければ、アミラーゼ遺伝子の発現が促進されて、種子の発芽が起こる。

原則6. 植物ホルモンについて

→問3、問4に利用

① ジベレリン

イネのバカ苗病菌（イネを徒長させるカビ）から分離された物質で高等植物にもあって次の作用をもつ。

- 1、茎の伸長促進（わい性植物を正常な丈に発育させる。）
- 2、休眠中の芽の発育促進
- 3、種子の発芽促進
- 4、子房の発育促進（種無しブドウ生産に利用）
- 5、開花促進

ジベレリンはオーキシンと異なり、移動の極性が無い。

② オーキシン

屈性の研究に伴って明らかになった。

- 1、細胞壁の性質を変えて伸びやすくし細胞内への水の灯火を大きくする（細胞の伸長成長を促進する）

- 2、呼吸を促進する
- 3、細胞分裂を促進する
- 4、カルスからの根の分化を促進する
- 5、発根を促す
- 6、落葉、落果を防止する
- 7、側芽の成長を抑制する（頂芽優勢）

③ サイトカイニン

煙草の組織培養で成長とDNAとの関係を調べているうちに古くなった市販のDNAから組織の細胞分裂を促進する物質が発見され、カイネチンと名付けられた。カイネチンは天然の植物からは発見されていないが、同様の働きをする類似の物質がいくつか発見され、これらあはサイトカイニンと総称されている。

- 1、細胞分裂を促進
- 2、細胞の老化防止
- 3、ある種の種子の発芽や細胞の成長促進
- 4、蒸散の促進
- 5、カルスからの茎・葉の分化促進

④ アブシシン酸

- 1、落葉・落果を促進する
- 2、種子の発芽を抑制して休眠させる
- 3、水分が欠乏すると急速に合成され、気孔をすみやかに閉ざす

⑤ エチレン

果実の成熟を促進する

原則. 7 落葉・落果と植物ホルモン →問3に利用

植物器官の老化が進むと、葉や果実が植物体から離れて落ちる。これは、葉柄の軸を横切って離層とよばれる組織が形成されるためである。光合成能が低下するとアブシシン酸が合成されるようになり、さらにアブシシン酸はエチレンの合成を誘導する。離層形成部位でエチレンが受容されると、その細胞から細胞壁分解酵素が分泌され、これにより葉を茎にとどめている細胞壁が溶解され、落葉が起こる。

一方、オーキシンには離層の形成を抑制するはたらきがあり、離層形成部の細胞をエチレンに非感受性の状態に維持している。老化に伴ってオーキシンの量は減少するため、離層形成部の細胞がエチレンを受容できるようになり、離層が形成される。

【方針】

いずれの問題も、植物ホルモンの働きに関する知識問題であると気付く。

【解説】

(問1)

「原則5. 種子の発芽について」より、

ア、ウ、オは、糊粉層を取り除くとアミラーゼが合成されないのでデンプンは合成されない。

イは、胚を取り除くと、ジベレリンが合成されないのでアミラーゼが合成されないためデンプンも合成されない。

よって、解答はエである。

(問2)

「原則5. 種子の発芽について」より、ジベレリンは糊粉層の細胞でアミラーゼ遺伝子の転写促進に対して阻害的にはたらくとあるが、問題文に『下線部あのアブシシン酸処理による実験結果に限って』とあるので、この実験では種子をアブシシン酸水溶液に浸けて吸水させただけであり、どの過程で阻害的に働いたのかを調べてはいない。よって解答はカである。

(問3)

「原則6. 植物ホルモンについて」「原則7. 落葉・落果と植物ホルモン」より、解答はイである。

(問4)

「原則6. 植物ホルモンについて」より、解答はウである。

Ⅲ

原則8. 翻訳について →問1～問5に利用

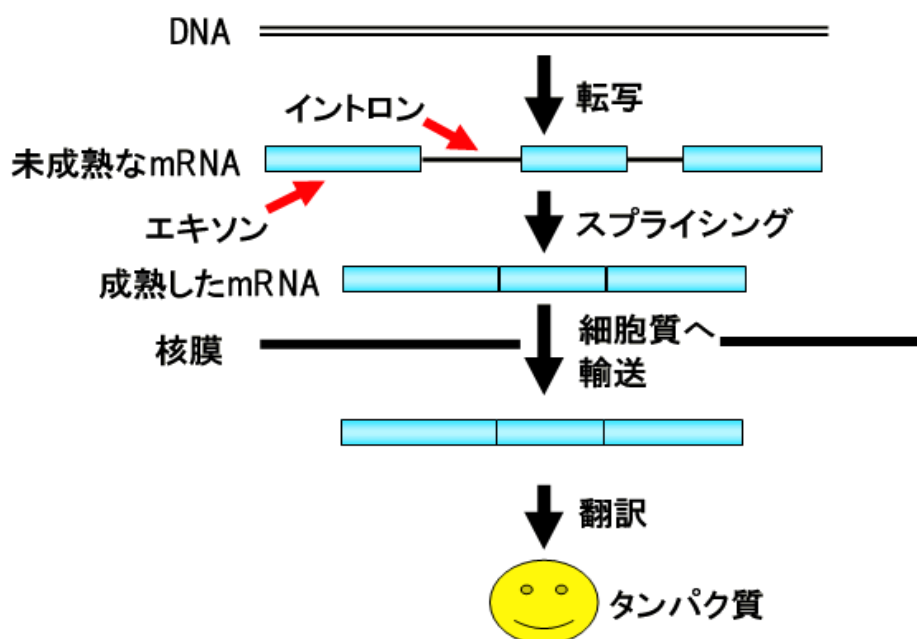
mRNAに転写された遺伝情報にしたがって、タンパク質合成が行われる。この過程は翻訳とよばれる。

- ① mRNAにリボソーム(rRNAが合体して形成している)が付着し、そこに、それぞれ特定のアミノ酸を結合したtRNAがやってくる。この時、mRNAの塩基3つの配列(コドン)に応じた塩基配列(アンチコドン)をもつtRNAが結合するので、これによって指定通りのアミノ酸が運ばれる。例えば、mRNAの塩基配列がCUUなら、GAAという塩基配列(アンチコドン)を持ったtRNAが結合し、それによって運ばれるアミノ酸はロイシンということになる。
- ② 運ばれてきたアミノ酸がその前に運ばれてきたアミノ酸とペプチド結合によってつながれると、リボソームはmRNAをコドン1つ分だけ移動し、そこには同様に対応するtRNAが結合し、対応するアミノ酸が運ばれてくる。
- ③ このようにして次々とアミノ酸が運ばれてはつながれ、mRNAの情報通りの

タンパク質が合成される。

原則 9. 真核生物のタンパク質合成について →問 1～問 5 に利用

原核生物ではタンパク質のアミノ酸を指定する mRNA はすべてひと続きになっているが、真核生物の mRNA 前駆体には、アミノ酸を指定しない介在配列（イントロン）が挿入されている。したがって mRNA 前駆体からイントロンを取り去り、必要な部分（エクソン）をつなぎ合わせる必要がある。この過程をスプライシングという。スプライシングされてできた成熟 mRNA は核膜孔から細胞質へと送り出される。



(図は <http://www.seibutsushi.net/blog/2008/08/535.html> より引用)

原則 10. 遺伝的変異について →問 1、問 4 に利用

親と異なった変異が突然出現し、これが遺伝するものを遺伝的変異という。遺伝的変異には染色体の異常によって起こる染色体突然変異と、DNAの塩基の辺かによって起こる遺伝子突然変異とがある。

① 染色体突然変異

染色体の部分的な構造の異常や染色体の数の異常によって起こる変異。

1) 部分異常・・・染色体の構造の一部に異常が起こる場合

- ① 欠失 染色体の一部が切れて失われる場合
- ② 逆位 染色体の一部が切れて、方向が逆になってつながる場合
- ③ 重複 染色体の一部で同じものが重複している場合
- ④ 転座 染色体の一部がきれて、他の染色体に付着する場合

2) 染色体数の異常・・・核に含まれる染色体の数の異常によって起こる場合

- ① 異数性 体細胞の染色体数はふつう $2n$ であるが、 $2n+1$ や $2n-1$ などの異常が起こって染色体数が 1 ～数本多かったり少なかったりする場合
- ② 倍数性 減数分裂がうまくいかず、 $2n$ の配偶子ができてそれが通常の n の配偶子と受精すると $3n$ の三倍体ができる。また $2n$ の配偶子同士が受精すると $4n$ の四倍体ができる。

② 遺伝子突然変異

DNAは放射線やある種の化学物質、あるいは複製の際の偶然的な誤りによって損傷を受け、塩基配列が変化することもある。DNAを修復するはたらきも生物には備わっているが、それでも、まれには修復ができずに塩基配列が変化することもある。このようなDNAの塩基配列に生じる変化を遺伝子突然変異という。

- 1) 置換・・・1つの塩基が別の塩基に置き換わる場合。結果的に指定するアミノ酸が同じであれば形質に影響をおよぼすことはないが、指定するアミノ酸が変化したり、新たな終始コドンが生じると、形質に影響がおよぶことがある。
- 2) 挿入・欠失・・・新たに塩基が挿入されたり、本来の塩基配列から塩基が失われると、アミノ酸を指定する3つ組塩基の区切り（読み枠）が変化しづれるので、アミノ酸配列が大きく変わる。このような突然変異をフレームシフト突然変異という。

原則11. プラスミドについて

→問5に利用

原核生物の細胞内にある小さな環状のDNAをプラスミドという。原核生物の染色体DNAとは独立して複製される。

ある特定の遺伝子を含むDNAを制限酵素で処理して断片化し、それを同じ制限酵素で処理したプラスミドにリガーゼで結合させる。この特定の遺伝子を組み込んだプラスミドを宿主菌で増幅させれば、ある特定の遺伝子を増幅させることが可能である。このようにある遺伝子DNAを増幅させて集めることを遺伝子クローニングという。また、特定の遺伝子を組み込んで、宿主細胞中で増やすことのできるプラスミドのようなDNAのことをベクター（運び屋）とよび、ベクターとこれを増やすことのできる宿主菌との組み合わせを宿主、ベクター系という。

問1

【方針】

遺伝子の翻訳と、突然変異についての知識問題であることに気付く。

【解説】

(問1-a～f)

「原則8. 翻訳について」と「原則9. 真核生物のタンパク質合成について」より、解答は

a : mRNA (伝令RNA)、b・c : tRNA (運搬RNA)・rRNA (リボソームRNA)、d : イントロン、e : エキソン、f : コドン である。

(問1-g～j)

「原則10. 遺伝的変異について」より、解答は

g : 遺伝的変異 (突然変異)、h : 遺伝子突然変異、i : 染色体突然変異、j : 異数性 である。

問2～問4

【方針】

遺伝暗号表を読み取る問題であることに気付く。

【解説】

(問2-(1))

「原則8. 翻訳について」の知識を利用して、問題文にある遺伝暗号表を読み取っていく。人工のmRNAは開始コドンが無いのでどの場所から翻訳が始まるかわからない。そのためmRNAがAGUの繰り返しからなるRNAの、A、G、U、どの塩基からでも翻訳を始める可能性がある。

① Aから翻訳が始まった場合

塩基配列がAGUならば、セリンのみからなるポリペプチドが合成される。

② Gから翻訳が始まった場合

塩基配列がGUAの繰り返しとなるので、GUAが指定するアミノ酸はバリンであり、バリンのみからなるポリペプチドが合成される。

③ Uから翻訳が始まった場合

塩基配列がUAGの繰り返しとなるので、UAGが指定するアミノ酸は終止コドンであるため、ポリペプチドは合成されない。

よって、解答は、セリンのみからなるポリペプチドとバリンのみからなるポリペプチドである。

(問2-(2))

「原則8. 翻訳について」の知識を利用して、(1)同様に遺伝暗号表を読み取る。

① GAC/CGA/CCG/ACC/GAC/C・・・の場合

遺伝暗号表より、アスパラギン酸/アルギニン/プロリン/トレオニンの繰り返しとなる。

② G/ACC/GAC/CGA/CCG/ACC/・・・の場合

遺伝暗号表より、トレオニン/アスパラギン酸/アルギニン/プロリンの繰り返し

となる。

③ GA/CCG/ACC/GAC/CGA/CCG/・・・の場合

遺伝暗号表より、プロリン/トレオニン/アスパラギン酸/アルギニン/の繰り返しとなる。

よって、解答はアスパラギン酸、アルギニン、プロリン、トレオニンの4種のアミノ酸を含むポリペプチドである。

(問2-(3))

「原則8. 翻訳について」の知識を利用して、遺伝暗号表を読み取る。

問題文より、AとCを2:1の割合で含むとあるので、Aが来る確率は2/3、Cが来る確率は1/3となる。

考えられるコドンの組み合わせ、指定するアミノ酸、確率を示すと

AAA→リシン $(2/3)^3 = 8/27$

AAC→アスパラギン $(2/3)^2 \times 1/3 = 4/27$

ACA→トレオニン $(2/3)^2 \times 1/3 = 4/27$

ACC→トレオニン $2/3 \times (1/3)^2 = 2/27$

CAA→グルタミン $(2/3)^2 \times 1/3 = 4/27$

CAC→ヒスチジン $2/3 \times (1/3)^2 = 2/27$

CCA→プロリン $2/3 \times (1/3)^2 = 2/27$

CCC→プロリン $(1/3)^3 = 1/27$

コドンは8種類、指定するアミノ酸は6種類である。

また、確率は

リシン=8/27、アスパラギン=4/27、トレオニン=6/27、グルタミン=4/27、ヒスチジン=2/27、プロリン=3/27 となり、含まれる量が最も少ないアミノ酸は、ヒスチジンである。

よって解答は、6種類、ヒスチジン である。

(問3)

「原則8. 翻訳について」の知識を利用して、遺伝暗号表を読み取る。

① UAUUAUAのRNAが加えられたときにできる

塩基配列は、UAU、AUA

アミノ酸は、イソロイシン、チロシン

② UUAUUAUUAUUAのRNAが加えられたときにできる

塩基配列は、UUA、UAU、AUU

アミノ酸は、イソロイシン、チロシン、ロイシン

③ UUUUUUUUUUUUUUUUUUAのRNAが加えられたときにできる

塩基配列は、UUU、UUA、UAU、AUU

アミノ酸は、イソロイシン、チロシン、フェニルアラニン、ロイシン

④ フェニルアラニンの次はかならずイソロイシン

以上の条件より、遺伝暗号を決定していく。

条件②のコドンは、③に含まれているコドンである。よって、②にないUUUの塩基配列が、フェニルアラニンである。④の条件より、フェニルアラニンの次は必ずイソロイシンなので、AUUはイソロイシンである。

残りの、UUAとUAUがチロシンかロイシンとなるが、①の条件より、UAUかAUAがイソロイシン、チロシンであることから、UAUがチロシンであることがわかる。よって、①の残りのAUAはイソロイシンで②、③の残りのUUAがロイシンとなる。

よって解答は、イソロイシン：AUU、AUA チロシン：UAU

フェニルアラニン：UUU ロイシン：UUA である。

(問4)

「原則8. 翻訳について」と「原則10. 遺伝的変異について」の知識を利用して、遺伝暗号表を読み取る。

遺伝暗号表より、セリンの塩基配列は、UCU、UCC、UCA、UCG、AGU、AGCの6種類ある。

UCUの塩基が2回置き換わって、かつ、2回目の塩基配列はUCUではないがセリンを指定するので、

① 1回目の置換で1番目のコドンが置き換わったとすると、可能性はU→Aのみ。すると、2回目の置換は2番目のコドンが置き換わるC→Gのみとなり、塩基はAGUへと変異したことになる。この時、アミノ酸Xを指定する1回目の置換でできた塩基配列はACUで、アミノ酸Xはトレオニンである。

② 1回目の置換で2番目のコドンが置き換わったとすると、可能性はC→Gのみ。すると、2回目の置換は、1番目のコドンが置き換わるU→Aのみとなり、塩基はAGUへと変異したことになる。この時、アミノ酸Xを指定する1回目の置換でできた塩基配列はUGUで、アミノ酸Xはシステインである。

③ 1回目の置換で、3番目のコドンが置き換わったとしても、2回目の置換でアミノ酸セリンを指定する別のコドンにはなれないため、3番目のコドンが置き換わる可能性は無い。

よって、解答は、トレオニン、システイン である。

問5

【方針】

プラスミドと遺伝子クローニングに関する知識問題であることに気付く。

【解説】

(問5-(1))

「原則11. プラスミドについて」より、解答はプラスミドである。

(問5-(2))

「原則9. 真核生物のタンパク質合成について」と「原則11. プラスミドについて」より、解答は、大腸菌では転写された後のスプライシングが行われず、エキソンだけでなくイントロンの部分も翻訳されてしまうので、ヒト遺伝子からつくられるたんぱく質はヒトの体内で作られるものとは違って来る。である。

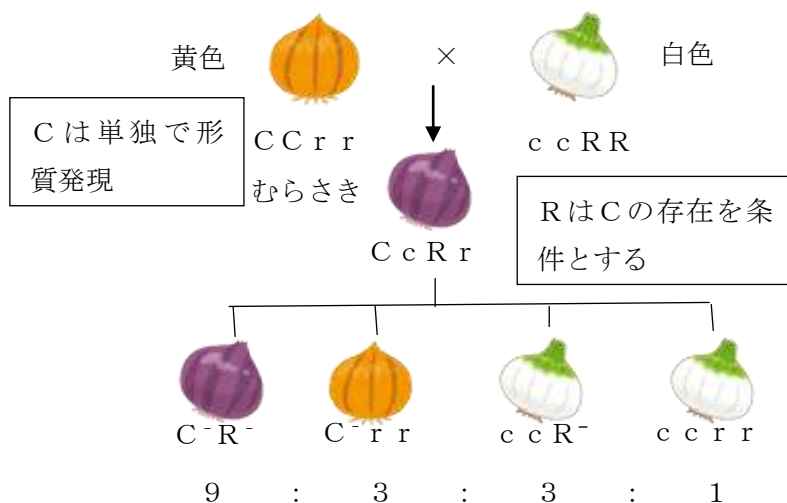
IV

原則12. 条件遺伝子について

→問1～5に利用

2対の対立遺伝子のうち、一方の遺伝子は単独で形質を発現するが、他方の遺伝子は前者が存在しないと形質を発現することができないとき、後者を条件遺伝子という。

例) 玉ねぎのりん茎の色



(図はWEB上で見つからなかったため自作、たまねぎの絵は <http://www.irasutoya.com/search?q=%E7%8E%89%E3%81%AD%E3%81%8E> より引用) また、純系とはすべての対立遺伝子についてホモ接合の個体から自家受精によって得た子孫を純系という。1つの純系に属する個体はすべて共通のホモの遺伝子型をもっている。

問1～問5

【方針】

条件遺伝子の問題であると気付く。「原則12. 条件遺伝子について」の知識を利用しながら解いていく。

【解説】

白色の純系には2つの系統SとTがあるという分から、白色の純系には遺伝子型が $aa bb$ のものと、 $aa BB$ のものの2種類があることに気付く。

[あ]の問題文から分かることは

紫色、黄色の純系の遺伝子型はAABBもしくは、AAbbである。

この2つを交配すると、F1はAABbとなる。この花がすべて紫色であったことから、AABBが紫色、AAbbが黄色であることがわかり、色素合成は白色→黄色→紫色であることがわかる。

[い]の問題文から分かることを考える。

①黄色の遺伝子型がAAbbなので、白色の遺伝子型aabbと交配すると、G1またはH1はAabb、Aabb同士を交配すると、F2はAabbとaabbとなり、黄色と白ができる。よって、aabbはS系統であることも分かる。

② 次に、白色の遺伝子型aaBBと交配すると、G1またはH1はAaBbとなり、AaBb同士を交配すると、下の図のようになる。

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

となり、白、黄色、紫色の花ができる。よって、aaBBはT系統であることが分かる。

(問1)

[あ]の問題文より、F1はAABbなので、F1同士を交配すると、

	AB	Ab
AB	AABB	AABb
Ab	AABb	AAbb

となり、黄色の花をつけたのはAAbbである。

AAbbを交配させると、すべてAAbbであり、花の色はすべて黄色である。

よって、解答の分離比は、白色：黄色：紫色=0：1：0 である。

(問2) 問1の表より、紫色の花をつけたものは、AABBと、2×AABb。

AABB=2AB、2×AABb=2ABと2Abとなるので、

AB：Ab=4：2=2：1

	2AB	Ab
2AB	4AABB	2AABb
Ab	2AABb	AAbb

となり、解答の分離比は、紫色：黄色=8：1である。

(問3)

純系Sと純系Tの遺伝子型は、aabbとaaBBであるので、交配させて得られる遺伝子型はaaBbであるので、解答はすべて白色である。

(問4)

問3で求めた、 $a a B b$ と、黄色の純系 $A A b b$ を交配させる。

	$a B$	$a b$
$A b$	$A a B b$	$A a b b$

となり、解答の分離比は紫色：黄色＝1：1である。

(問5)

[い]の問題文からわかることより、純系Sは $a a b b$ 、純系Tは $a a B B$ である。

V

原則13. 地質時代について →問1に利用

地層の上下関係と、それぞれの地層に含まれる化石にもとづいて、地質時代を古いほうから先カンブリア時代、古生代、中生代、新生代に大別する。このような区分を相対年代という。

地球の誕生は約46億年前、生物の誕生は約35～40億年前と考えられている。まず、単細胞の原核生物が誕生し、次いで約20億年前に真核生物が登場した。さらに約10億年前に多細胞生物が生まれた。古生代のはじめのカンブリア紀(約6億年前)に、爆発的に多様な生物が登場した。古生代より前を先カンブリア時代とよぶ。

2億5千万年前、地球の歴史上最大の大量絶滅が起きた。海では三葉虫やフズリナをはじめ多くの無脊椎動物、陸ではシダ植物の多くが絶滅した。ここで古生代が終わり、中生代となる。

三葉虫やアンモナイトのように、ある限られた時代のみで大いに栄え、(分布範囲が広く)生存年代が短い生物の化石はその化石を含む地層の年代を決める基準として使えるので、示準化石(標準化石)といわれる。

原則14. 生態系の構成要素について →問1に利用

生態系における役割に応じて生産者、消費者、分解者が存在する。

- ① 生産者・・・無機物を取り込んで有機物を生産する独立栄養生物を生産者という。
- ② 消費者・・・生産者が作った有機物を、直接または間接的に食べて生活する従属栄養生物を消費者という。
- ③ 分解者・・・植物の枯死体や動物の遺体や排出物を分解して無機物に変える微生物(菌類と細菌)を分解者という。

生態系において、非生物的環境と生物は互いに影響を及ぼしあっている。非生物的環境が生物に影響を与えることを作用といい、反対に、生物が生活することによって非生物的環境に影響を与えることを環境形成作用という。例としては、光合成は光・温度・水などの影響を受ける(作用)が、一方で、酸素を放出することによって大気構成に影響を与える(環境形成作用)。

また、土壌中には硝酸イオンを N_2 に変えて大気中に放出する脱窒素細菌がいる。この作用を脱窒（脱窒素作用）という。

原則 15. 生態的地位（ニッチ）について

→問 1 に利用

多くの種で構成されている生物群集の中では、ある種は、どのような生物を捕食し、どのような生物に捕食されるか、どのような場所に住み、どのような時間帯に活動するかがほぼ決まっている。つまりその種が生物群集の中で占める地位がきまっているとみることができ、それを生態的地位（ニッチ）という。生態的地位には、食物環境と関連した食物的地位と、生息する環境と関連した場所的地位のほか、同じ場所を使っている活動時間帯が異なるなど、多様な要素が含まれる。例えば、タカとフクロウは食性も住む場所も似ているが、活動時間が違うため、違う生態的地位を占める。食物、場所、活動時間など、いずれかの点で生態的地位が同じ種は、同じ場所で共存することはできないと考えられている（競争的排除の法則）。その場合は、少しでも競争力の大きい種が生活に必要な資源を独占してしまうからである。同種個体群を構成する各個体は、生活上の要求が一致しているので、特に過密状態では激しい競争（種内競争）が起こる。同様に、種は異なっても、食物やすみかなどが同じ、すなわち生態的地位が似ていると、競争（種間競争）が起こる。

原則 16. 羊膜類について

→問 2 に利用

両生類から胚が羊膜で包まれた卵を生む羊膜類が現れた。初期の羊膜類（デボン紀終期ころには存在したらしい）は、両生類に比べ、より乾燥した環境でくらしていた。羊膜卵は両生類の卵より丈夫な卵殻を持ち、陸上という乾燥した環境にも耐えられる。

原則 17. 適応放散について

→問 3 に利用

ある生物からさまざまな環境への適応によって多様な生物が現れてくることを適応放散という。その結果、生物はさまざまな生態的地位を占めてすみ分けている。

オーストラリア大陸は、単孔類と有袋類が現れて有胎盤類（真獣類）がまだ現れていない時期に、パンゲアから分かれて独立した。そのため、オーストラリア大陸では、有袋類が適応放散した。一方、オーストラリア大陸以外の大陸では、有胎盤類が現れたため、有袋類はほぼ絶滅し、有胎盤類が適応放散してさまざまな生態的地位をしめるようになった。オーストラリア大陸の有袋類と、他の大陸の有胎盤類を比べると、同じ生態的地位のものはよく似た形態をもっている。（収束進化）

問 1～問 5

【方針】

Aの文章は地質時代について、Bの文章は生態系についてのもので、問題はこれらの知識問題であると気付く。

【解説】

(問1ア～オ)

「原則13. 地質時代について」より、解答は、ア：古生代、イ：中生代、ウ：新生代、エ：大量絶滅、オ：示準化石 である。

(問1カ～ケ)

「原則14. 生態系の構成要素について」と「原則15. 生態的地位(ニッチ)について」より、解答は、カ：消費者、キ：分解者、ク：ニッチ(生態的地位)、ケ：種間競争 である。

(問2)

「原則16. 羊膜類について」より、解答は、d, e, f である。

(問3)

「原則17. 適応放散について」より解答は、オーストラリア大陸は有袋類が出現し、まだ有胎盤類(真獣類)が出現していない時期に超大陸パンゲアから分かれて孤立したのでとなる。

(問4)

「原則14. 生態系の構成要素について」より、解答は 環境形成作用(反作用) である。

(問5)

「原則14. 生態系の構成要素について」より、解答は、脱窒(脱窒作用) である。