

## 慶應義塾大学医学部 生物

2023年 2月19日実施

### 【生物（解答）】

#### I

- 問1 アー逆転写 イーレトロウイルス ウーRNAポリメラーゼ エー転写
- 問2 セントラルドグマ
- 問3 HIV（ヒト免疫不全ウイルス）
- 問4 カット・アンド・ペースト方式の前者では全体のゲノム量が増加しないが、コピー・アンド・ペースト方式の後者では全体のゲノム量が増加する。
- 問5-1 生殖細胞においてレトロトランスポゾンにより全体のゲノム量が増幅され、多様性が増加、さまざまな機能を持つ遺伝子が誕生し、次世代に伝わり進化の原動力となる。
- 問5-2 1) 異常なタンパク質が合成される。  
2) 正常なタンパク質が合成される。  
3) タンパク質合成が起こらなくなる。
- 問6 無秩序な遺伝子挿入によって、成体の生存に重要な機能を持つ遺伝子が破壊されてしまうことを防ぐため。
- 問7-1 トランスポゾンの挿入によって標的の遺伝子を破壊して、その遺伝子の機能を調べることが可能であるため。
- 問7-2 クローン：クローン#2 およびクローン#3  
理由：クローン#2 とクローン#3 ではメチシリンのみの場合とメチシリン+薬剤Aの場合で生存率の差が小さく、薬剤Aが関与すると仮定した遺伝子になんらかの変化が起こったと考えられるため。

#### II

- 問1 アージャスモン酸 イーエチレン ウーアブシシン酸 エーアンモニウム  
オー窒素固定 カーアミノ酸
- 問2-1 特定の内分泌腺や神経分泌細胞でつくられ、血液によって標的細胞に運ばれる物質。
- 問2-2 動物ではホルモンは特定の腺で合成され、血管に分泌されるが、植物にはそのような特定の合成器官はなく、周囲に放出される。
- 問3 食害が進行する、果実の成熟が起こらない、乾燥耐性の低下 から1つ。
- 問4 ミトコンドリア、葉緑体
- 問5 初回感染部位での感染の情報が初回感染部位より上側の葉に伝わり、そこでサリチル酸が合成され病原体に対する抵抗性を獲得させた。
- 問6 初回感染部位でサリチル酸が合成された後酵素Yにより、サリチル酸メチルに

変換される。その後サリチル酸メチルが初回感染部位より上側の葉に移動し、酵素 Z によりサリチル酸に変換され、病原体に対する抵抗性を獲得させた。

問 7-1 初回感染部位でサリチル酸が合成されるのであれば、実験 2 の実験群 4 において台木の酵素 X によって分解されてるはずである。このことは穂木で病原体に対する抵抗性を獲得したと矛盾しているように思われる。

問 7-2 酵素 Y の方が酵素 X よりも反応速度が大きく、酵素 Y がサリチル酸をサリチル酸メチルに変換する反応のほうが、酵素 X がサリチル酸を分解される反応よりも早く進むことで、実験 2 の実験群 4 でも全身獲得抵抗性が誘導された。

### III

問 1 アー誘導      イー中胚葉誘導      ウー形成体（オーガナイザー）  
エー神経誘導      オー中胚葉

問 2 Aー脊椎 Bー顎（あご）      Cー羊膜（胚膜）  
aー(ト) bー(ニ) cー(リ)

問 3 汗を分泌する，皮脂を分泌する など

問 4 細胞接着タンパク質を分解する作用。

問 5-1 背中の真皮により本来鱗に分化する運命が変更され，羽毛へ分化した。

問 5-2 胚の全域から分泌される X が受容体に結合すれば，その領域の表皮は羽毛に分化するが，後肢の真皮から分泌される Y が X と受容体の結合を阻害すると，そこは羽毛ではなく鱗に分化する。

問 5-3 背中の表皮は 8 日胚までに X の作用で羽毛に分化する運命がすでに決まっていたため。

問 6 保温，はっ水，性選択から 2 つ

問 7 後肢に羽毛があることが生存に不利に作用し，自然選択が起こったため。

【別解】後肢に羽毛があることが性選択において有利に働かなかつたため。

## 【生物（講評）】

例年通り、大問 3 題であり、考察と論述を中心とした慶應らしい出題であった。問題数も過年度と大きく変わっておらず、安定した出題となっている。前文と問題文をよく読み、出題の意図を読み取る必要があり、解答の作成に時間を要したであろう。また今年も計算問題も描図問題もなかったが、3 年連続で進化と系統分野に関わる問題を出題している。

### I 転移因子（トランスポゾン）に関する問題（やや難）

問 4 DNA 型トランスポゾンではカット・アンド・ペーストなので、切り取られたトランスポゾンの場所は再合成などされずに閉じてしまうものと読み取れる。レトロトランスポゾンではコピー・アンド・ペーストで、「自身の DNA のレトロトランスポゾンは動か」ず、別の場所に挿入される。したがって、DNA 型トランスポゾンでは移動するだけでゲノムの全体量に変化はないが、レトロトランスポゾンではコピーされた分だけゲノムの全体量が増加する。

問 5-1 遺伝子重複を思いつくと考えやすいだろう。レトロトランスポゾンでは配列がコピーされるため、突然変異が起こっても元の配列が保持されたままとなる。このことで突然変異による新たな機能を持つ遺伝子の誕生が促され、遺伝的多様性の増加につながる。こうした変化が生殖細胞によって次世代に引き継がれて蓄積し、やがて進化を引き起こすのである。

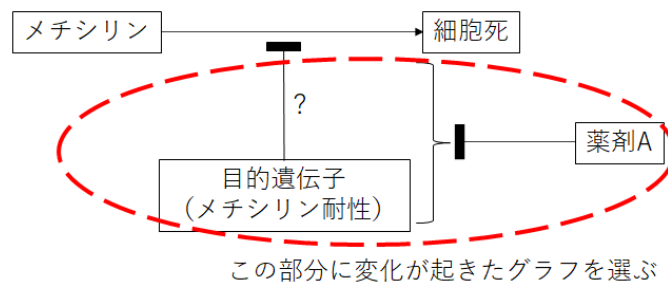
問 5-2

- 1) エキソンは実際にタンパク質に翻訳される配列であるから、ここにトランスポゾンの挿入が起こると余計な配列まで翻訳してしまい、正常なタンパク質合成がなされないことになる。
- 2) イントロンはタンパク質には翻訳されないため、ここに挿入があってもタンパク質のアミノ酸配列そのものには影響しない。
- 3) プロモーターは RNA ポリメラーゼが結合し、転写を開始する部分であるから、ここに挿入が起こると RNA ポリメラーゼが転写を開始することができず、その後の翻訳も当然起こらないため、タンパク質合成そのものが起こらなくなってしまう。

問 6 成体においてはその生命活動を維持するために多数の遺伝子が相互に機能しあっている。レトロトランスポゾンがそういった重要な機能を持つ遺伝子中に挿入され、破壊してしまうと生存に著しく悪影響が出てしまうことになるため、無秩序な挿入は抑制されるべきである。

問 7-1 ノックアウトマウスの実験を思い出すとよい。特定の遺伝子の働きを調べるには、どうにかしてその遺伝子を破壊してどのような影響が表れるかを調べるのが一般的である。トランスポゾンの挿入で遺伝子が破壊されることは問 5-2 や問 6 でも問われている。

問 7-2 今回の実験では、「薬剤 A がある遺伝子発現に関与していると仮定」しているので、トランスポゾン挿入によりその遺伝子が破壊された場合、どのような挙動になるかを考える。薬剤 A はメチシリン耐性株に対しても抗菌効果を得られるようにする効果がある。図 2 のメチシリン耐性株ではメチシリンのみでは生存率 100% なのに対して、薬剤 A の存在下では 20% に低下していることから確認できる。ベクター B の挿入によってこの遺伝子が破壊されると薬剤 A の作用が大きく変化すると考えられる。クローン #1 はメチシリン耐性株と大きな違いは見られないが、クローン #2 とクローン #3 では薬剤 A の存在下でも生存率がそれほど下がっていないため、目的の遺伝子になんらかの変化が起こって薬剤 A が機能しなくなった可能性がある。



## II 植物ホルモンと植物の感染耐性に関する問題（やや難）

問 1 問題文に「植物ホルモンのうちサリチル酸」とあるので少し驚いたかもしれないが、気にしない進めておこう。アとイは障害に関する植物ホルモンなのでエチレンやジャスモン酸となる。後半にイは果実の成熟に関わるとあるのでイはエチレンであることがわかる。よって、アはジャスモン酸。ウは乾燥などのストレスに対応するホルモンなので、気孔の閉鎖にかかわるアブシシン酸と決まる。根粒菌は  $N_2 \rightarrow NH_4$  にするのでエはアンモニウムイオンがはいる。根粒菌の行うこの過程オは窒素固定である。カは窒素同化でアンモニウムイオンからつくられるのはアミノ酸である。

問 2-1 動物のホルモンは特定の内分泌腺や神経分泌細胞でつくられ、血液によって運ばれ、標的細胞の受容体に結合してその効果を発揮する。ここでは、ホルモンの定義なので、特定の腺などでつくられることと、血液によって運ばれるという 2 点

を記述しておけばよいだろう。

問 2-2 2-1 で答えた内容に沿って述べる。植物ホルモンは特定の組織や器官でつくられるものではない点、またそれが拡散によって移動するなどを述べる。

問 3 サリチル酸が適切に制御されない例を 1 つあげるのので、リード文の内容から考えればよい。その結果ジャスモン酸が分泌されなくなると食害が進行する。エチレンが分泌されなくなると果実の成熟がおこらなくなる。アブシシン酸が分泌されなくなると気孔の閉鎖が起こらなくなるなども解答としてよいだろう。

問 4 細胞内共生説で説明される細胞小器官としてミトコンドリアや葉緑体をあげる。

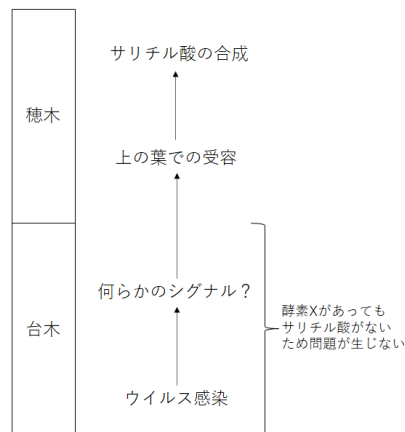
問 5 実験 2 から判断できることを述べていく。穂木に酵素 X を作用させた実験群 3 では全身獲得抵抗性が無しだが、台木に酵素 X を作用させた実験 4 では全身獲得抵抗性がありであることから穂木でのサリチル酸が抵抗性に必要であることがわかる。後半の実験から台木でサリチル酸が合成されてサリチル酸メチルに変換されることがわかっていくがここでは問題の流れに沿ってぼかして書くのが良いであろう。

問 6 実験 3 の実験群 9 から初回感染部位での酵素 Y の作用 (サリチル酸→サリチル酸メチルへの変換) と実験群 10 から初回感染部位より上の葉での酵素 Z の作用 (サリチル酸メチル→サリチル酸への変換) が全身獲得抵抗性には重要であることが見えてくる。

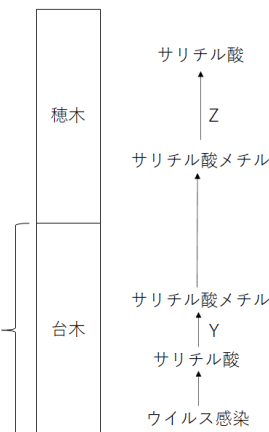
問 7-1 実験 3 から初回感染部位でサリチル酸が存在していることが明らかとなるがそうであるはずなら実験 2 の実験群 4 の台木に酵素 X を作用させた場合サリチル酸が分解されてしまうはずであり、全身獲得抵抗性を誘導したと矛盾することを指摘する。

問 7-2 図 3 から酵素 Y による反応が酵素 X による反応より優先的に起こる結果、サリチル酸メチルへの変換、全身獲得抵抗性の誘導が起こることを述べられていればよいだろう。

実験2と矛盾しない考察



実験3と矛盾しない考察



矛盾?

### Ⅲ 動物の系統と鳥類の羽毛と進化に関する問題（やや難）

問2 新口動物のうち、脊索をもつものは原索動物と脊椎動物であり、Aは脊椎の獲得と分かる。次に脊椎動物のうち、ヤツメウナギは無顎類に分類されており、Bは顎の獲得と分かる。最後にCはトカゲと哺乳類に共通した特徴であり、羊膜（胚膜）と分かる（爬虫類、鳥類、哺乳類は特に羊膜類と呼ばれている）。(c)アカントステガは聞きなれない名前だが、初期両生類の代表例イクチオステガから類推する。

問3 体表にある分泌腺、すなわち外分泌腺には乳腺以外に、汗腺や皮脂腺などがある。「体表」と書かれているため、消化腺は除外した。

問4 トリプシンはタンパク質分解酵素であるが、下線部(3)に「表皮と真皮に分けた」とあるため、両者を接着する接着タンパク質を分解していることを明確にして述べたい。

問5-1 下線部(4)より、後肢の表皮は本来鱗を生じるのだが、表皮と真皮を交換して培養したところ、図2bよりいずれも羽毛に分化していることが読み取れる。

問5-2 文章Aの1段落目「胚の全域から分泌されるBMPが受容体に結合すると、その領域の外胚葉は表皮に分化するが、形成体（原口背唇部）から分泌されるタンパク質がBMPと受容体の結合を阻害すると、そこは神経に分化する」という神経誘導の説明がある。これと同様な現象が起こっているものとして、XはBMPの役割、Yは形成体から分泌されるタンパク質の役割として文章を構成する。

問5-3 8日胚になると、既にXが受容体に結合し、背中の表皮が羽毛へ分化する運命を決定していたと考えられる。

問7 *Microaptor*は後肢の翼を利用し滑空していたと考えられているが、定かではない。「ダーウィンの考えた進化説のしくみに従って説明せよ」とあるため、自然選択や性選択を念頭に置いて構成していこう。前者の場合、後肢の翼があることで、揚力よりも抵抗が上回ることで、また地上で生活する上でも歩行の邪魔になったであろうことを想定すると、自身の捕食行動や捕食者からの逃避行動において不利に働いたであろうと考えられる。後者の場合、配偶者を選択する上で不利に働いたことが考えられる。

全体として、実験考察問題の割合が高く、論述量が多いので差がつきやすい。一次突破ラインは、70%程度と予測される。

本解答速報の内容に関するお問合せは



医学部専門予備校  
**YMS**

☎ 03-3370-0410 <https://yms.ne.jp/>  
東京都渋谷区代々木1-37-14

医学部進学予備校

**メビオ**

☎ 0120-146-156  
<https://www.mebio.co.jp/>

医学部専門予備校

**英進館メビオ** 福岡校

☎ 0120-192-215  
<https://www.mebio-eishinkan.com/>

メルマガ登録またはLINE友だち追加で全科目を閲覧

メルマガ登録



LINE登録

