

解 答 速 報

東北医科薬科大学 生物

2025年 1月 25日実施

【生物（解答）】

【Ⅰ】	【Ⅱ】	【Ⅲ】
問 1 □ 1 — ⑤	問 1 (1) □ 16 — ④	問 1 (1) □ 26 — ③
問 2 □ 2 — ⑦	(2) □ 17 — ④	(2) □ 27 — ④
□ 3 — ②	(3) □ 18 — ⑤	(3) □ 28 — ②
□ 4 — ③	(4) □ 19 — ①	問 2 (1) □ 29 — ⑤
問 3 (1) □ 5 — ②	□ 20 — ⑦	(2) □ 30 — ①
(2) □ 6 — ①	□ 21 — ③	(3) □ 31 — ②
(3) □ 7 — ②	(5) □ 22 — ④	(4) □ 32 — ②
(4) □ 8 — ②	問 2 (1) □ 23 — ⑤	(5) □ 33 — ④
(5) □ 9 — ③	(2) □ 24 — ⑧	問 5 (1) □ 34 — ②
(6) □ 10 — ①	□ 25 — ⑤	(2) □ 35 — ③
(7) □ 11 — ③		□ 36 — ②
問 4 (1) □ 12 — ②		□ 37 — ①
(2) □ 13 — ①		□ 38 — ②
(3) □ 14 — ①		□ 39 — ①
(4) □ 15 — ①		□ 40 — ④
		□ 41 — ⑧

【生物（講評）】

例年通りマークシート形式で、昨年踏襲の方式であった。大問数は、2022年は4題であったが、2023年から1題減少して、3年連続で今年も3題であった。マーク数は、医学部新設の初年度が38、2年目が50、3年目が55、4年目が58、5年目が38、6年目が38、7年目が46、8年目の昨年が37、そして今年が41というように変化しており、マーク数にはやや変動が見られるが、問題量は例年通り多かった。

今年も例年通り、時間のかかる考察問題が含まれており、解答時間に余裕はない。また、4年目までは【Ⅲ】に多めの分量が割り当てられていたが、4年前から【Ⅰ】の分量が多くなり、一昨年はマーク数は【Ⅲ】が多いものの、解答時間としては【Ⅰ】に多く取られた。例年は、問題を見ながら適切に時間配分する必要があるが、今年は、特に【Ⅱ】【Ⅲ】に時間が取られる出題であり、差がつきやすい。問題の解釈を取り違えることなく、手際よく処理できたか否かも合否にかかわるだろう。

一次突破ラインは、60%程度と予測される。

【生物（解説）】

【Ⅰ】（標準）

トリプトファンオペロンに関する問題。

問 1, 2 基本的な用語なのでしっかり得点したい。

- 問 3 (1) トリプトファンと結合できないリプレッサーになってしまっているため、トリプトファンの有無に関わらず抑制が起こらない。よって②。
- (2) (1)の変異体に正常なリプレッサーを合成できる調節遺伝子を導入しているので、正常に調節を行えるようになる。よって①。
- (3) オペレーターが変異し、リプレッサーと結合できなくなっているためトリプトファンの有無に関わらず抑制が起こらない。よって②。
- (4) (3)の変異体に正常なオペレーターをもつプラスミドを導入しても、本体 DNA のオペレーターにはリプレッサーが結合できないままであり、抑制が起こらない。よって②。
- (5) プロモーターが欠失しているため、転写を行うことができない。よって③。
- (6) (5)の変異体に、正常なプロモーターとオペレーターとトリプトファン合成酵素遺伝子群を導入しているため、本体の DNA が持つ調節遺伝子からのリプレッサーにより、正常な調節を行えるようになる。よって①。
- (7) トリプトファン合成酵素遺伝子群自体が欠失してしまっているため、酵素活性の上昇が起こりようがなく③を選ぶ。

問 4 本体の DNA の酵素活性ではなく、導入したプラスミドの GFP 発現を観察していることに注意する。

- (1)のように正常なリプレッサーを合成できない変異ではトリプトファンの有無に関わらず導入したプラスミドのオペレーターにリプレッサーが結合できず、抑制が起こらないため②となるが、(2), (3), (4)のように本体の DNA の調節遺伝子が正常であれば、導入したプラスミドのオペレーターに対してリプレッサーによる正常な調節がなされるため①となる。

【Ⅱ】（難）

染色体に関する問題。

問 1

- (1) 黄色マウスとねずみ色マウスを交配して黒色マウス a/a が生じたのだから、両親から a 遺伝子を受け取る必要がある。よって黄色マウスとねずみ色マウスともに a 遺伝子を持つ Ay/a と $+/a$ と決まる。

- (2) 黄色マウスとねずみ色マウスの遺伝子型はそれぞれ、 $Ay/+$ と Ay/a , $+/+$ と $+/a$ 。
 よってつくられる配偶子比は、黄色マウス... $Ay : + : a = 2 : 1 : 1$ 。親となるマウスの
 遺伝子型がわからないため、それぞれの遺伝子型が 1:1 の比率で現れるものとして解
 答しても、一通りずつ考えた場合と結果が変わらない。
 ねずみ色マウス... $+ : a = 3 : 1$ となるため、碁盤目表を作成すると以下の通り。

ねずみ色 黄色		3+	a
2 Ay	6 $Ay/+$	2 Ay/a	
+	3 $+/+$	1 $+/a$	
a	3 $+/a$	1 a/a	

したがって、黄色マウスは $8/16 \times 100 = 50$ (%)。

- (3) 前述の通り、黄色マウスの配偶子比は $Ay : + : a = 2 : 1 : 1$ 。したがって、黄色マ
 ウスどうしを交配させる碁盤目表は以下の通り。

黄色 黄色		2 Ay	+	a
2 Ay	4 Ay/Ay	2 $Ay/+$	2 Ay/a	
+	2 $Ay/+$	1 $+/+$	1 $+/a$	
a	2 Ay/a	1 $+/a$	1 a/a	

Ay/Ay は胎児の段階で死亡するので、生まれてくるマウスの中で黄色になるのは、
 $Ay/+$ と Ay/a のみ。よって $\frac{8}{12} \times 100 \approx 67\%$

なお Ay に対して $+$ も a も潜性（劣性）であるから、まとめて α と表記し考えると
 以下のようなになる。

(2) 親の遺伝子型は Ay/α と α/α だから、黄色マウスは $\frac{1}{2}$ で出現する。

(3) 親の遺伝子型は Ay/α と Ay/α だから、 Ay/Ay は胎児の段階で死亡するので、 $\frac{1}{4}$ は
 致死のため子マウスにならないことに注意して、黄色マウスは α/α 以外の $\frac{2}{3}$ で出現する。

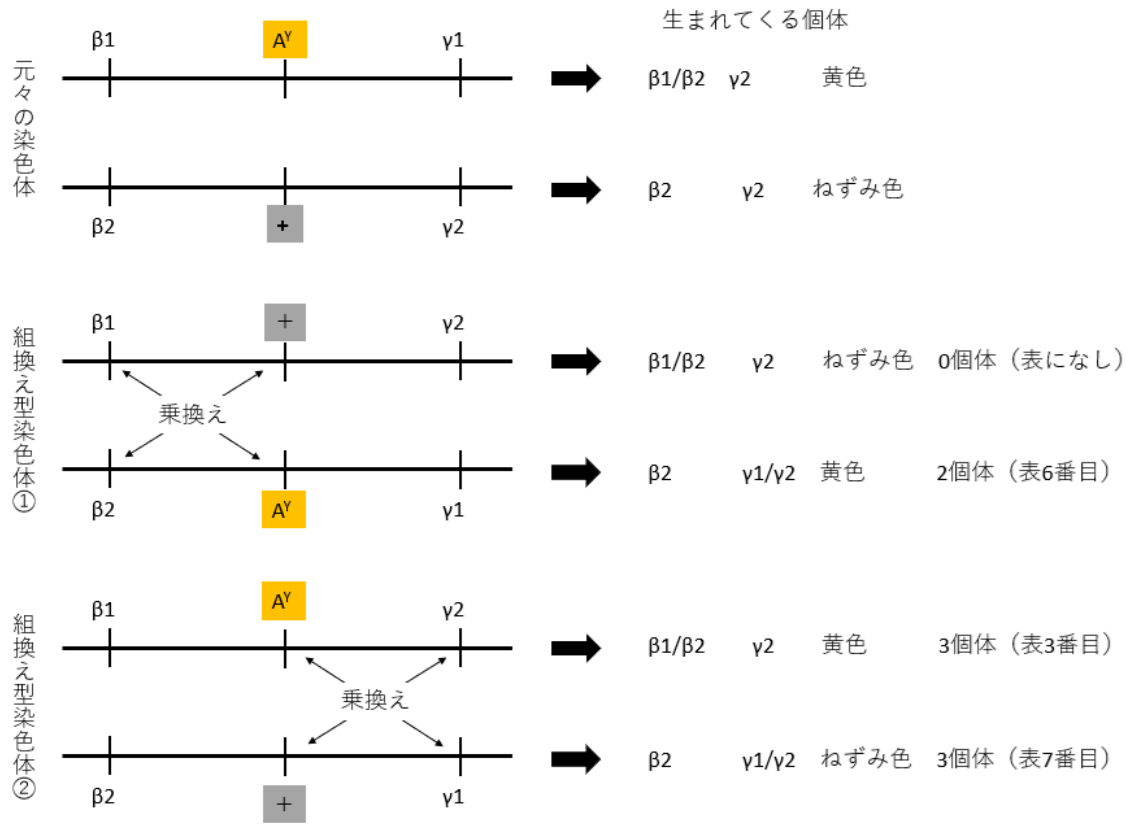
問 2

- (4) α - β 間で組み換えを起こしているのは $\alpha 1/\alpha 2$ - $\beta 2$ と $\alpha 2$ - $\beta 1/\beta 2$ の組み合わせになっ
 ているものなので、上から 4 番目と 5 番目の 2 個体が相当する。よって組換え価は
 $\frac{1+1}{200} \times 100 = 1\%$ となる。

同様に β - γ 間は上から 3 番目と 6 番目と 7 番目の合計 8 個体、 γ - δ 間は上から 2 番目と
 8 番目の合計 4 個体であるから、それぞれ組換え価は 4%と 2%となる。

- (5) 非常に難解な問題である。上から 6 番目と 7 番目の β - γ 間で組換えを起こしたもの
 は、同じ遺伝子型なのに黄色のものとねずみ色のものが生じているため、 β - γ 間の間で組
 換えが起こったとき、 $\beta 1$ と Ay が連鎖するパターンと $\beta 2$ と Ay が連鎖するパターンが生じ

ていることがわかる。以下の図のように考え、 A^y が β 側に近いとすると辻褄が合う。



したがって、 $(\beta\text{-アグーチ遺伝子間}) : (\text{アグーチ遺伝子-}\gamma\text{間}) = 1:3$ である。
ゆえにアグーチ遺伝子は β 寄りに存在する。

問 2(1) 非常に難解な問題である。2 回目の橋は $ABCCBAABCCBA$ となっており、これと \star を比べると $ABCCBAAB$ まで一致している。よって 3 回目の断裂は $ABCCBAAB/CCBA$ のように起こったと考えられる。これを、融合時に向きが逆になることに気をつけて 3 回目の融合時は $ABCCBAABBAABCCBA$ の配列となる。これは \star と $ABCCBAABB$ まで一致しているため、4 回目の断裂は $ABCCBAABB/AABCCBA$ のように起こったと考えられる。これが同様に融合して橋を形成すると $ABCCBAABBBBAABCCBA$ となり、 \star と一致する。また以下のように、断裂・融合・橋形成の過程で対称的な配列ができることに着目して \star から逆向きに考えても解くことができる。

4 回目の結果 $ABCCBAABBBBAABCCBA \leftarrow \star(ABCCBAABB)(BBAABCCBA)$
 3 回目の結果 $ABCCBAABBXXXXXX... \leftarrow (ABCCBAAB)(BAABCCBA)$

2 回目の結果 **ABCCBAABXXXXX...** ←(ABCCBA)(ABCCBA)

いずれにせよ実際の図で描画されるように遺伝子の向きに注意しつつ、それを参考にして考えると解きやすいだろう

(2) 図 4 を見ると、ABC の各領域とも 2 個分がグラフの DNA 量の相対値 1 に対応している。各細胞の領域の数を数えあげていけばよく、

図 5 のがん細胞 (あ) では、A 領域の数 6 個→DNA 量 3, B 領域の数 8 個→DNA 量 4, C 領域の数 4 個→DNA 量 2, よって⑧。

図 5 のがん細胞 (い) では、A 領域の数 2 個→DNA 量 1, B 領域の数 8 個→DNA 量 4, C 領域の数 8 個→DNA 量 4, よって⑤。

【Ⅲ】 (やや難)

個体数変動に関する問題。

問 1 (1) 同種の動物は自然交配で子孫を残すことができるものである。ウマとロバの子どもであるラバどうしの交配では子孫を残せないで同種とは言えないので③を選ぶ。①と⑤の例は野生動物を家畜化した例で、同種である。②と④は地域ごとに存在する同種の個体群 (地域個体群) であり、亜種に相当する。

(2) 標識をつけて個体をリリースして、一定空間に生息している個体数を推定する方法は標識再捕法とよばれる。

(3) 池の推定個体数を N とすると次の式が成り立つ。

$$\frac{100}{N} = \frac{15}{75} \quad \text{これより } N = 500 \text{ が得られる。}$$

問 2 (1) $N'(t) = \frac{dN}{dt} = rN(t)$ よりこの微分方程式を解くと、

$$N(t) = e^{rt+C} = N_0 e^{rt} \quad (e^C = N_0)$$

したがって④を選ぶ。なお微分方程式を解かずとも環境収容力を考えないとき、個体数の増加は「指数関数的に増大する」という知識を用いれば選ぶことができる。

(2) ある環境下において、持続的に維持できる生物の最大個体数、または生物群集の大きさを環境収容力という。①を選ぶ

(3) 生物において個体群密度の上昇によって、個体の形状や個体群に現れる影響のことを密度効果という。②を選ぶ。

(4) 問題文にある《4》の式を活用すると得られる。図 1 より、個体数 $N(t)$ は $t \rightarrow \infty$ のとき環境収容力の値であるから $N(t) = 80$

$$t \rightarrow \infty \text{ のとき } e^{-rt} \rightarrow 0 \text{ より, } \frac{r}{h} = 80$$

ここで $r = 0.16$ より $h = 0.002$ が得られ②を選ぶ。

(5) N_0 が 10 倍になると y 切片の値は 10 の値であるが増加速度は N_0 に大きく影響され

ないので、環境収容力が 80 になることからグラフは④のようになる。⑤のグラフのように急激な増加はない。

問 3

- (1) 被食者が先に増え、捕食者が後に増える。捕食者がカブリダニであるとリード文にあるのをヒントにして、②がカブリダニであると推察する。
- (2) 図 4 の横軸が捕食者であるカブリダニ、縦軸が被食者であるコウノシロハダニであることに注意したい。一般的には横軸に被食者を置くため、個体数の関係を示すグラフは反時計回りに移動するが、本問では縦軸と横軸が逆なので、時計回りに移動する。これを踏まえて解くと混乱しにくい。I: コウノシロハダニの個体数が落ち込んでいるためウに相当する。II: カブリダニの個体数が落ち込んでいるためイ。III: コウノシロハダニの個体数がピークであるためア。IV: カブリダニの個体数がピークであるためエ。
- (3) 数式に驚くであろうが、落ち着いて考えれば問題なく解答できる。扇風機によって風が送られ、コウノシロハダニは捕食者から逃れることができる。そのため D: 捕食者が被食者を捕える確率が減少するはずである。

本解答速報の内容に関するお問合せは

heart of medicine **YMS**
 医学部専門予備校
 ☎ 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 