

生 物

東北医科薬科大学医学部 2025 年度型 そっくり類題セット

※ これは東北医科薬科大学の入試問題ではありません。
2025 年度の出題形式（大問の数・設問の構成・解答形式）をもとに、
TMPS 医学館が題材や数値・設定を変えて作成したオリジナル問題です。

試験時間の目安：60 分（本番は理科 2 科目で 120 分）

大問	ページ	時間配分の目安
【I】（ラクトースオペロン）	2	17 分
【II】（染色体・遺伝）	4	23 分
【III】（個体数変動）	8	15 分（見直し 5 分）

注意事項

- 問題は【I】～【III】の全 3 題、解答欄は ～ 。すべて「選んで番号をマークする」形式。
- 各欄の選択枝の番号（①～）から、当てはまるものを 1 つずつ選ぶ。図やグラフを選ぶ欄は、図中の番号を答える。
- 解答・解説は、解説ページ（TMPS 医学館の過去問解説図書館）に掲載している。

【I】

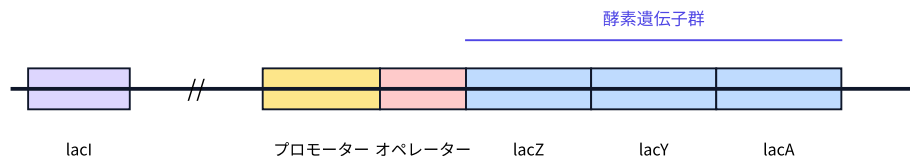


図1 ラクトースオペロンの遺伝子の並び (TMPS作成)

つぎの文章を読み、問1～問4に答えなさい。

ラクトース（乳糖）は ア であり、大腸菌がラクトースを栄養源として使うには、ラクトースを分解する3種類の酵素が必要である。これら3種類の酵素の遺伝子は、大腸菌のゲノムDNA上にひとかたまりに並んでいる（図1）。酵素遺伝子群の5'側には、プロモーター配列があり、これに隣接してオペレーター配列がある。これらの酵素遺伝子群から離れたゲノムDNA上に、*lacI* という イ があり、*lacI* は lac リプレッサーという ウ をコードしている。培地にラクトースがないときは、lac リプレッサーがオペレーター配列に結合し、その結果 エ がプロモーター配列に結合できず、酵素遺伝子群の転写は抑制される。培地にラクトースがあるときは、ラクトースから生じる誘導物質が lac リプレッサーに結合して形を変え、リプレッサーはオペレーター配列から離れる。その結果、エ がプロモーターに結合でき、酵素遺伝子群は活発に転写される。

問1 文章中の ア に当てはまる語を選び、その番号を 1 にマークしなさい。

- | | |
|---------|--------|
| ① 塩基 | ② 糖 |
| ③ 無機塩類 | ④ アミノ酸 |
| ⑤ リン脂質 | ⑥ ペプチド |
| ⑦ タンパク質 | ⑧ 核酸 |

問2 文章中の イ～エ に当てはまる語を選び、順に 2～4 にマークしなさい。

- | | |
|-------------|-------------|
| ① DNAポリメラーゼ | ② オペロン |
| ③ 調節遺伝子 | ④ RNAポリメラーゼ |
| ⑤ ヘリカーゼ | ⑥ 調節タンパク質 |
| ⑦ ヒストン | ⑧ プライマー |
| ⑨ テロメラーゼ | ⑩ DNAリガーゼ |

問3 以下の(1)～(7)の大腸菌変異株を、ラクトース非含有の培地で30分培養したあと、ラクトースを添加してさらに30分培養した。培養開始時間を0分として30分ごとに酵素の活性を測定したところ、変異株ごとに図2のグラフ①～④に示す異なる結果が得られた。それぞれの変異株が示した結果として適切なものを図2のグラフ①～④から選び、解答欄 5～11 にマークしなさい。それぞれの変異株は、変異箇所以外は正常であるとする。

(1) lac リプレッサーがオペレーターに結合できない機能欠失変異をもつ大腸菌変異株 (*lacI*⁻ と呼ぶ) 5

(2) *lacI*⁻ に対して、正常な *lacI* をプラスミドに組み込んで導入した大腸菌変異株 6

(3) オペレーターのDNA配列に変異が生じて lac リプレッサーが結合できなくなった大腸菌変異

- 株 ($lacO^c$ と呼ぶ) 7
- (4) $lacO^c$ に対して, 正常なオペレーター DNA のみをプラスミドに組み込んで導入した大腸菌変異株 8
- (5) プロモーター配列を欠失している大腸菌変異株 ($lacP^-$ と呼ぶ) 9
- (6) $lacP^-$ に対して, 正常なプロモーターとオペレーターおよび3つの酵素遺伝子をふくむ DNA をプラスミドに組み込んで導入した大腸菌変異株 10
- (7) ラクトース分解酵素の遺伝子群のすべてが欠失した大腸菌変異株 11

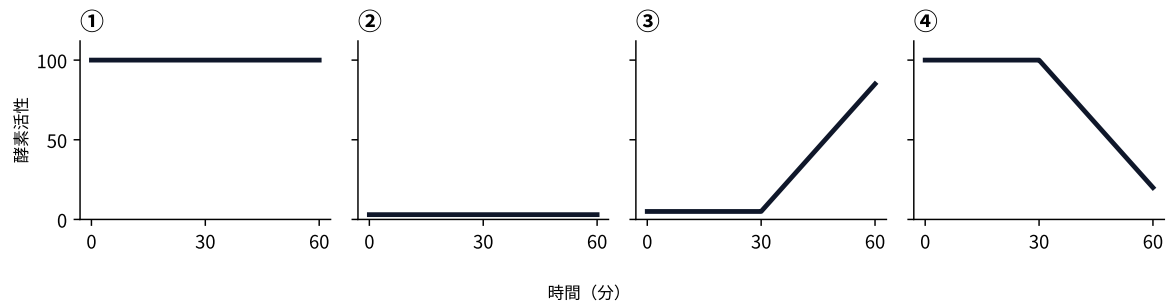


図2 β -ガラクトシダーゼ (酵素遺伝子群の産物) の活性の変化 (TMPS 作成)

問4 野生型のラクトースオペロンに由来するオペレーターとプロモーターの下流に, オワンクラゲ由来の緑色蛍光タンパク質 (GFP) 遺伝子をつないだプラスミド (pLac-GFP。酵素遺伝子群は含まない) を作った。このプラスミドを, つぎの (1)~(4) の大腸菌変異株に導入し, ラクトース非含有の培地で30分培養したあと, ラクトースを添加してさらに30分培養した。この実験で観察されたGFPの発現, あるいは発現抑制の組合せとして適切なものを, 下の表の①~④から選び, 12~15 にマークしなさい。

- (1) $lacI^-$ 大腸菌変異株 12
- (2) $lacO^c$ 大腸菌変異株 13
- (3) $lacP^-$ 大腸菌変異株 14
- (4) ラクトース分解酵素の遺伝子群の欠失変異をもつ大腸菌変異株 15

	①	②	③	④
ラクトース非含有時	○	×	×	○
ラクトース添加時	○	○	×	×

表 GFP 発現 (○: 発現, ×: 発現抑制)

と α_2 , β_1 と β_2 , γ_1 と γ_2 , δ_1 と δ_2) がある。斑入りマウスの S_p をもつ染色体の型は α_1 , β_1 , γ_1 , δ_1 であり, 対をなす + をもつ染色体の型は α_2 , β_2 , γ_2 , δ_2 である。一方, ねずみ色マウスの2本の染色体は, どちらも α_2 , β_2 , γ_2 , δ_2 である。

斑入りマウスとねずみ色マウスを交配して, 200匹の子マウスを得た。表2は, 表現型(毛色)および各遺伝子座の対立遺伝子型により分類した子マウスの匹数である。表中の「 α_1/α_2 」は α_1 と α_2 のヘテロ接合体, 「 α_2 」は α_2 のホモ接合体であることを示す。

表現型(毛色)	α	β	γ	δ	匹数
斑入り	α_1/α_2	β_1/β_2	γ_1/γ_2	δ_1/δ_2	91
斑入り	α_1/α_2	β_1/β_2	γ_1/γ_2	δ_2	1
ねずみ色	α_1/α_2	β_1/β_2	γ_1/γ_2	δ_2	1
ねずみ色	α_1/α_2	β_1/β_2	γ_2	δ_2	5
ねずみ色	α_1/α_2	β_2	γ_2	δ_2	3
斑入り	α_2	β_1/β_2	γ_1/γ_2	δ_1/δ_2	3
斑入り	α_2	β_2	γ_1/γ_2	δ_1/δ_2	5
ねずみ色	α_2	β_2	γ_2	δ_1/δ_2	1
ねずみ色	α_2	β_2	γ_2	δ_2	90

表2 表現型および対立遺伝子型ごとの子マウスの匹数

(4) 表のデータをもとに, 対立遺伝子間 (α - β 間, β - γ 間, γ - δ 間) の組換え価(百分率)として正しい値を選び, それぞれ , , にマークしなさい。ただし, 隣接する対立遺伝子間で二重乗換えはないものとし, 有効数字は二桁とする。

α - β 間: β - γ 間: γ - δ 間:

- | | |
|--------|--------|
| ① 1.0% | ② 1.5% |
| ③ 2.0% | ④ 2.5% |
| ⑤ 3.0% | ⑥ 3.5% |
| ⑦ 4.0% | ⑧ 5.0% |
| ⑨ 7.0% | ⑩ 8.0% |

(5) 表のデータをもとに, 斑入り遺伝子座の場所として適切なものを選び, にマークしなさい。

- ① α - β 間の α 寄り
- ② α - β 間の真ん中
- ③ α - β 間の β 寄り
- ④ β - γ 間の β 寄り
- ⑤ β - γ 間の真ん中
- ⑥ β - γ 間の γ 寄り
- ⑦ γ - δ 間の γ 寄り
- ⑧ γ - δ 間の真ん中
- ⑨ γ - δ 間の δ 寄り
- ⑩ 該当なし

問2 次の文章を読み, 設問 (1), (2) に答えなさい。

正常な体細胞分裂では、染色体DNAの複製とその後の分配は正確に行われる。一方、がん細胞では、特定の染色体領域のDNA量だけが増えることがある。正常な染色体には、動原体の側から末端（テロメア）の側へ、A、B、Cの3つの領域がこの順に並んでいる。

染色体末端が何らかの原因で断裂し、断裂箇所が修復されないまま複製されると、断端どうしが融合して、二つの動原体をもつ融合染色体ができる。二つの動原体は反対方向に引っ張られて橋を作り、橋はどこかで切れる（断裂・融合・橋形成1回目）。切れた側の染色体を受け取った娘細胞は、複製後にまた断端どうしが融合し、次の細胞分裂で再び橋を作る（2回目）。この「断裂・融合・橋形成」のサイクルが4回くり返されると、B領域などのDNA量が増えた融合染色体ができる。図3は、その過程の一部（1回目と2回目の断裂箇所）と、4回目のあとにできる融合染色体（☆）を示している。

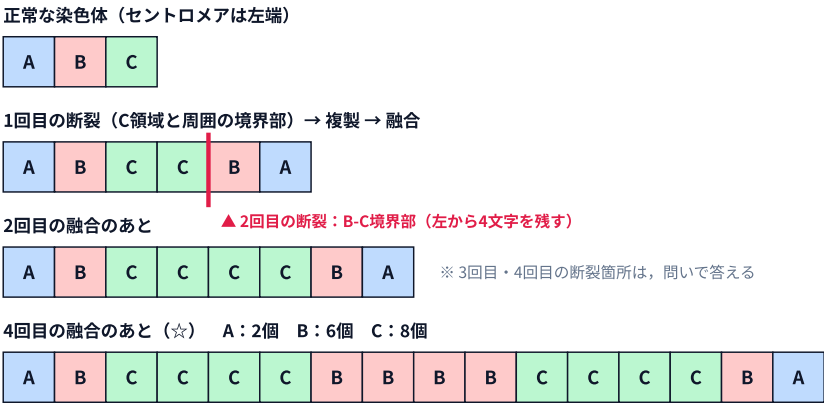


図3 「断裂・融合・橋形成」のサイクルのようす（TMPS作成）

(1) 図3の☆の融合染色体ができる過程における3回目、4回目の断裂箇所として正しい組合せを選び、23 にマークしなさい。ただし、断裂はA、B、C領域の境界部（周囲の染色体領域との境界部を含む）、あるいは染色体融合部位に限って起こり、全過程で染色体の逆位、欠失、挿入は起こらないものとする。

	3回目	4回目
①	A-B境界部	A-B境界部
②	A-B境界部	B-C境界部
③	B-C境界部	A-B境界部
④	B-C境界部	B-C境界部
⑤	A領域と周囲の境界部	B-C境界部
⑥	A領域と周囲の境界部	C-C融合部位
⑦	C-C融合部位	A-B境界部
⑧	C-C融合部位	B-C境界部

(2) 「断裂・融合・橋形成」により染色体の特定領域のDNA量が増加した二種のがん細胞（あ）、（い）がある。どちらの細胞も、正常染色体ABCと、修復済み染色体を1本ずつもち、安定したDNA複製と染色体分配をくり返して増殖する。修復済み染色体の領域の並びは、（あ）がABCCBBBABBBCCAC、（い）がABCCCCBACCCBAである。これらのがん細胞の染色体領域別のDNA量（値は正常細胞のDNA量を1とした相対値）を示すグラフとし

て正しいものを図4の①～⑧からそれぞれ選び、（あ）を 24，（い）を 25 にマークしなさい。

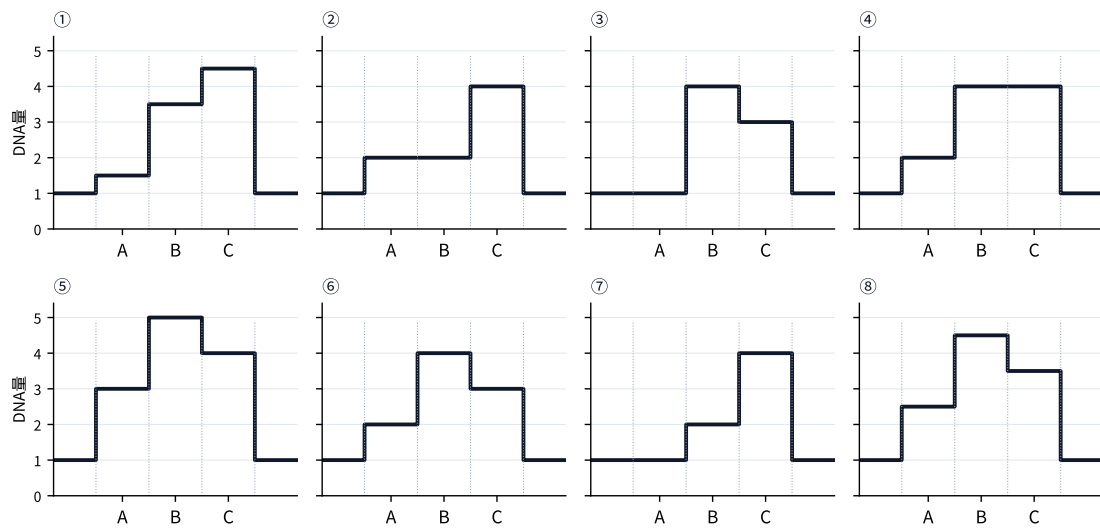


図4 DNA量（正常細胞の値を1とした相対値）のグラフの選択肢（TMPS作成）

【III】

個体数変動について、問1～問3に答えなさい。

問1 個体群密度について、以下の文を読み (1)～(3) に答えなさい。

個体群とは同種の生物 (ア) の集団を意味し、その個体数を生活空間の面積や体積で割った値を個体群密度という。いま、ある湖に棲むブルーギルの個体群密度を調べるため、まず 120 匹の個体を捕獲して標識をつけて湖に戻した。7日後に網を仕掛けたところ、90 匹のブルーギルがかかっており、そのうち標識された個体は 12 匹であった (イ)。このことから、この湖には ウ 匹のブルーギルが棲んでいると推定された。

(1) 下線部 (ア) について、同種の生物ではない組合せを選び、26 にマークしなさい。

- ① ホンドタヌキとエゾタヌキ
- ② ニホンジカとエゾシカ
- ③ ライオンとトラ
- ④ ニホンイノシシとリュウキュウイノシシ
- ⑤ ニワトリとセキショクヤケイ

(2) 下線部 (イ) のような個体数の推定法をなんというか。27 にマークしなさい。

- ① 標識放流法
- ② 無作為標識法
- ③ 標識再捕法
- ④ 標識区画法
- ⑤ 標識推定法

(3) ウ に当てはまる数値を 28 にマークしなさい。

- ① 450
- ② 600
- ③ 900
- ④ 1350
- ⑤ 1800

問2 次の文を読み、(1)～(5) に答えなさい。

栄養を十分にふくむ培養液に少数のゾウリムシを入れて飼育する。培養液にはゾウリムシを捕食する生物はいない。培養液の量が十分で餌も十分にあれば、ある時点 t における個体数の増加速度は、その時点の個体数 $N(t)$ と増殖率 r との積になる。よって、

$$N'(t) = dN/dt = rN(t) \quad \dots \text{《1》}$$

$N'(t)$ は個体数 $N(t)$ を時間 t で微分して得られるので、《1》より $N(t) = \text{エ} \dots \text{《2》}$ となる。《2》のとおり個体数が変化するなら、図1の曲線Aのように個体数は無限に増えるはずだが、実際は曲線Bのように個体数には上限がある (オ)。これは、個体数が増えるにつれて、餌や空間などが不足し、排出物による環境の悪化も増殖に影響するからである。このように個体群の密度が変化すると、個体群の形態、生理、増殖率、生存率などが変化する現象を カ という。カ によって個体群の成長を抑える作用が働き、その強さ r' は個体数に比例して増え、 $r' = hN$ (h は定数) で表される。このとき個体数の変化速度は

$$N'(t) = dN/dt = (r - r')N = (r - hN)N \quad \dots \text{《3》}$$

この式から、 N を時間 t の関数として表すと、 $N(t) = r/(h + Ce^{-rt})$, $C = r/N_0 - h \dots \text{《4》}$ となる。ただし、 N_0 は時間 $t = 0$ のときの個体数、 e は自然対数の底とする。

(1) エ に当てはまる数式を選び、29 にマークしなさい。ただし、時間 $t = 0$ のときの個体数を N_0 とする。

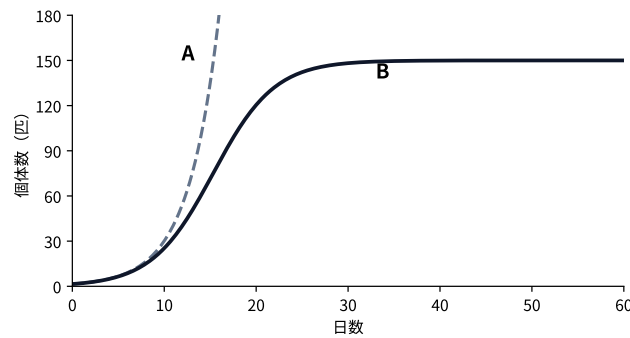


図1 ゾウリムシの個体群の成長曲線（縦軸は個体数，横軸は日数。TMPS作成）

- $$\begin{array}{ll} \textcircled{1} & rN_0t \\ \textcircled{3} & rt + N_0 \\ \textcircled{5} & rt^2 + N_0 \end{array} \qquad \begin{array}{ll} \textcircled{2} & N_0e^{rt} \\ \textcircled{4} & N_0rt + N_0 \end{array}$$

(2) 下線部 (オ) の値を何というか。 30 にマークしなさい。

- ① 限界個体数
 - ② 最大個体数
 - ③ 最終収量
 - ④ 環境収容力

(3) カ に当てはまる語を 31 にマークしなさい。

- ① 自然淘汰 ② 競爭的排除
③ 密度效果 ④ 環境效果
⑤ 生存競爭

(4) 適切に管理された培養環境下での観察から、ゾウリムシの増殖率 r は 0.30 であることがわかっている。図1のデータから、この培養液における h の値として適切なものを選び、32 にマークしなさい。

- ① 0.0005 ② 0.001
③ 0.002 ④ 0.004
⑤ 0.02

(5) 図1について、最初の個体数 N_0 が5倍になると、成長曲線はどう変化すると考えられるか。適切な図を下から選び、33 にマークしなさい。各図の縦軸は匹数、横軸は日数とし、点線、実線はそれぞれ最初の個体数が N_0 、 $5N_0$ のときの成長曲線とする。

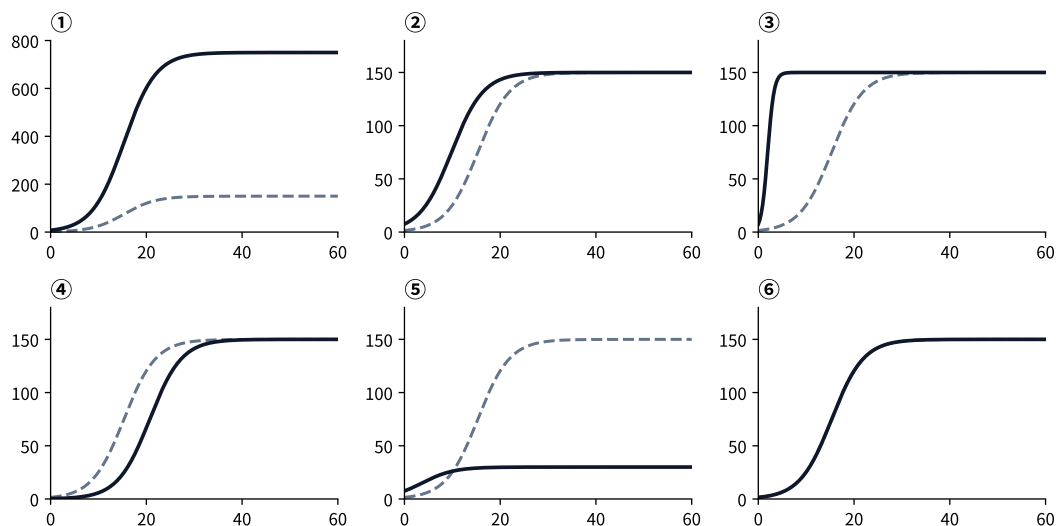


図 最初の個体数と成長曲線（点線： N_0 ，実線： $5N_0$ 。TMPS 作成）

問3 種間相互作用について、次の文を読み (1)～(3) に答えなさい。

同じ生活空間に棲む様々な種の個体群どうしが互いに及ぼす影響を、種間相互作用という。代表的な例として、被食者である小型プランクトンPと、これを食べる捕食者の小型プランクトンQ（どちらも架空の種）の個体数の関係調べるため、以下の実験を行った。

実験1 試験管に、Pの餌となる藻を十分に入れ、PとQを10匹ずつ入れて飼育した。実験開始後、P、Qとも一時的に急増したが、やがて減少に転じ、どちらも16日までに死滅した（図2）。

実験2 実験1と同じ条件で飼育しつつ、試験管の底に砂を入れて、Pが隠れられる場所をつけたところ、両者の個体数は周期的に増減をくり返し、100日後にもどちらも生存していた（図3）。

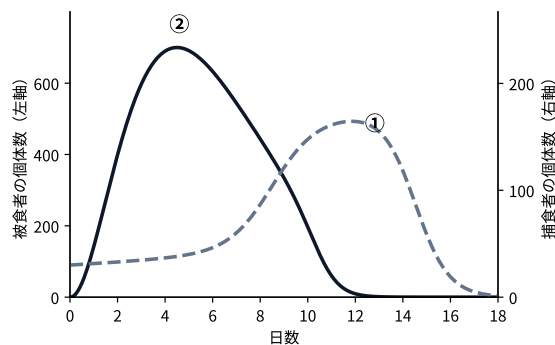


図2 実験1における2種の個体数の変動（横軸は日数。TMPS 作成）

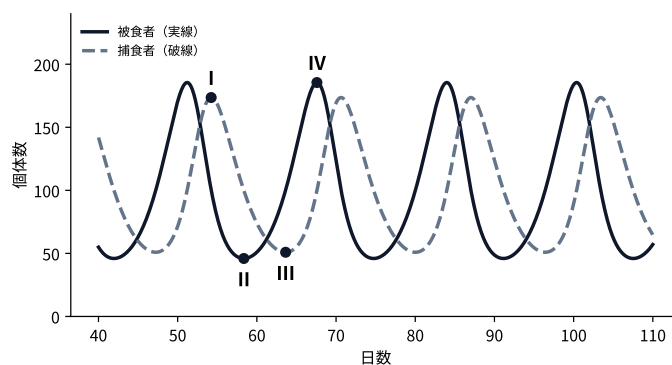


図3 実験2におけるPとQの個体数の変動（実線：P，破線：Q。横軸は日数。TMPS 作成）

(1) Qの個体数は図2の曲線①, ②のどちらか。[34]にマークしなさい。

(2) 図4は, 図3の40~110日における2種の個体数の関係を示す。なお, 図3のI, IIIは, Qの個体数がそれぞれ極大値, 極小値に達した時点, II, IVは, Pの個体数がそれぞれ極小値, 極大値に達した時点である。図4のア~エのどの状態の移行に該当するか, 解答欄 [35]~[40]にマークしなさい。ただし, 該当する状態がなければ ⑩ をマークしなさい。

例 状態アからイへの移行 ア→イは ①→②→⑩

I → III : [35] → [36] → [37] II → IV : [38] → [39] → [40]

選択肢 ①ア ②イ ③ウ ④エ ⑩該当なし

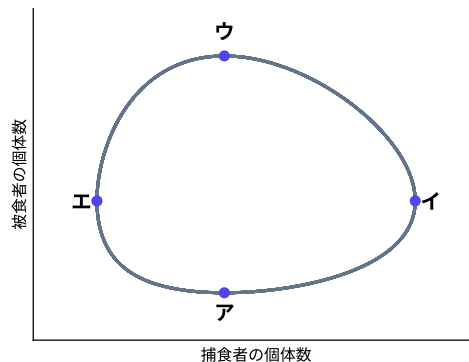


図4 図3の40~110日における2種の個体数の関係 (TMPS作成)

(3) 実験2のように管理された飼育環境でも野生でも, 被食者, 捕食者の個体数は周期的に増減する事例が知られている。被食者の数が増えるとそれを食べる捕食者も増え, やがて被食者の数が減少する。すると捕食者も食物の不足で減少し, 被食者の数が再び増加に転じる。この現象は, アメリカの数学者ロトカと, イタリアの数学者ヴォルテラが, それぞれ独立に理論づけた。この方程式では, 捕食者, 被食者の個体数をそれぞれ X , Y とすると, X , Y の変化速度は $dX/dt = -AX + BXY$, $dY/dt = CY - DXY$

ただし $A \sim D$ はそれぞれ正の定数で, A : 捕食者の死亡率, B : 捕食したことによる捕食者の増殖率, C : 被食者の繁殖率, D : 捕食者が被食者をつかまえる確率とする。実験2で, 試験管の底に砂を入れたことによって, 上記の $A \sim D$ のどの値がどう変化したと考えられるか。選択肢から選び, [41]にマークしなさい。

- | | |
|-------------|-------------|
| ① A が減少した | ② A が増加した |
| ③ B が減少した | ④ B が増加した |
| ⑤ C が減少した | ⑥ C が増加した |
| ⑦ D が減少した | ⑧ D が増加した |

終