

日本生物学オリンピック 2021

予選問題

2021年7月18日（日）

試験時間：90分

これは冊子体版です。実際の試験は、オンライン版を使って行われました。

問1

下の配列をもつ2本鎖DNA（2本鎖のうち一方の鎖の5'側からの配列のみを示している）をPCR法で増幅させたい。



上の配列中の下線部に対して設計するプライマーの塩基配列として、正しい組合せをA~Iから選べ。（4点）

- ① 5' —AAGGATGGCTGCC— 3'
- ② 5' —TTCCTACCGACGG— 3'
- ③ 5' —GGCAGCCATCCTT— 3'
- ④ 5' —ACTAACGGGTACC— 3'
- ⑤ 5' —CCATGGGCAATCA— 3'
- ⑥ 5' —GGTACCGGTTAGT— 3'

A. ①④ B. ①⑤ C. ①⑥ D. ②④ E. ②⑤ F. ②⑥ G. ③④ H. ③⑤ I. ③⑥

問2

増殖に十分な栄養を含む培地で非同調的に培養した大腸菌の培養液を2つに分け、それぞれを培養液P、培養液Qとした。培養液QにのみDNAリガーゼ阻害剤を添加し、70分後に培養液Pと培養液QからDNAを抽出し、アルカリ処理によりDNAを1本鎖にした。この試料に含まれる1本鎖DNAの長さの分布はどのようになると推定されるか。適切な記述の組合せをA~Kから選べ。

ただし、大腸菌のゲノムサイズは約460万塩基対とする。また、大腸菌は1種類のDNAリガーゼのみをもち、添加したDNAリガーゼ阻害剤は、リガーゼの酵素活性のみを完全に阻害し、その他の酵素には影響しないものとする。さらに、この実験条件下では大腸菌は30分で2倍に増えるものとする。（5点）

- ① 培養液Pでは400万塩基以上の長いDNA断片のみ存在する。
- ② 培養液Qでは400万塩基以上の長いDNA断片は存在しない。
- ③ 培養液Pにくらべ、培養液Qでは2000塩基以下の短いDNA断片が多い。
- ④ 培養液Pにくらべ、培養液Qでは2000塩基以下の短いDNA断片が少ない。

A. ① B. ② C. ③ D. ④ E. ①② F. ①③ G. ①④ H. ②③ I. ②④
J. ①②③ K. ①②④

問3

ある細菌（真正細菌）には薬剤耐性菌が存在する。ある薬剤に耐性のない個体が耐性のある個体に変化する突然変異の出現率（突然変異率）を知るために、次のような実験を行った。

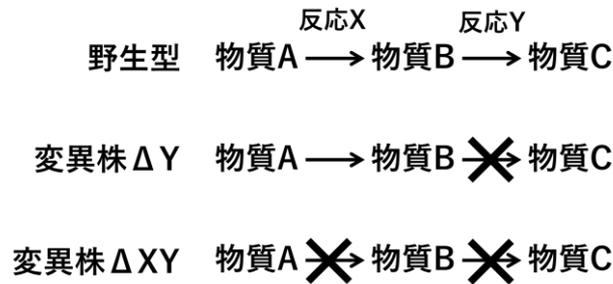
耐性のない1個体を同調培養し、15回の分裂サイクルで $2^{15} = 32768$ 個体をえた。なお、同調培養とは、細胞分裂の時期をそろえる培養であり、個体数は2, 4, 8, …と倍々に増える。32768個体のうち、ある薬剤に耐性のある個体が何個体いるのかを調べた。この実験を100回行った結果、100回中3回の実験において、この薬剤に耐性のある個体が検出された。個体数は、それぞれ1, 2, 12であった。

突然変異率は低く、復帰突然変異（耐性をもった個体が耐性のない個体に変化する突然変異）は生じないと仮定し、さらに致死突然変異や分裂が非同期的になる突然変異は生じないと仮定したとき、細胞分裂あたりの突然変異率（総突然変異数を総細胞分裂数で割ったもの）を推定する式をA~Lから選べ。（5点）

- A. $3 \div (32768 \times 100)$
- B. $3 \div (32767 \times 100)$
- C. $3 \div (15 \times 100)$
- D. $4 \div (32768 \times 100)$
- E. $4 \div (32767 \times 100)$
- F. $4 \div (15 \times 100)$
- G. $5 \div (32768 \times 100)$
- H. $5 \div (32767 \times 100)$
- I. $5 \div (15 \times 100)$
- J. $15 \div (32768 \times 100)$
- K. $15 \div (32767 \times 100)$
- L. $15 \div (15 \times 100)$

問4

大腸菌は図のような代謝経路をもち、物質Cは大腸菌の増殖に必須である。大腸菌には変異株ΔYと変異株ΔXYが存在し、変異株ΔYは反応Yの活性が、変異株ΔXYは反応Xと反応Yの両方の活性が失われている。



一方、シロイヌナズナも同様の代謝経路をもち、シロイヌナズナのゲノム情報から、反応Xを担う酵素の遺伝子としてGene1とGene2が、反応Yを担う酵素の遺伝子としてGene3とGene4が、候補としてあげられた。

これら的大腸菌変異株に、イントロンを除いたシロイヌナズナのGene1、Gene2、Gene3、Gene4を下表のとりの組合せでプラスミドに組み込んで形質転換し、物質Bと物質Cを含まず物質Aを含む培地での菌の増殖の有無を確認することで、どの遺伝子の産物が反応Xまたは反応Yの触媒活性をもっているのか調べた。表中の+/-はその結果である。

遺伝子の組合せ	Gene1	Gene2	Gene3	Gene4	Gene1 と Gene3	Gene1 と Gene4	Gene2 と Gene3	Gene2 と Gene4
変異株ΔY	-	-	+	+	+	+	+	+
変異株ΔXY	-	-	-	-	+	+	-	-

+ : 増殖がみられた。 - : 増殖がみられなかった。

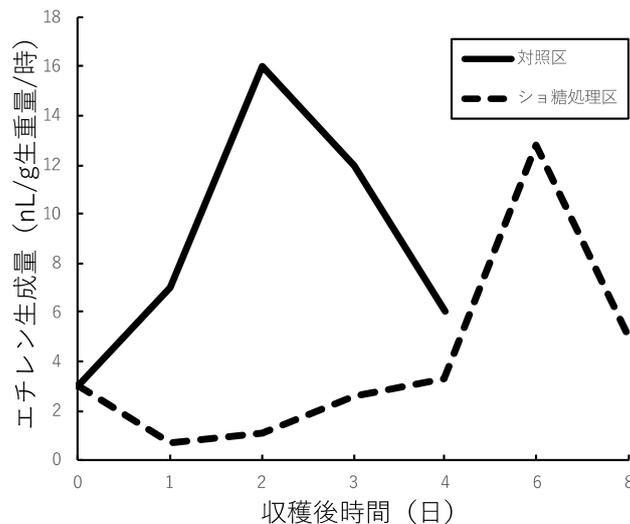
反応Xと反応Yを担うシロイヌナズナの遺伝子はそれぞれどれか。適切な組合せをA~Iから選べ。(6点)

	反応Xに関与する遺伝子	反応Yに関与する遺伝子
A	Gene1	Gene3
B	Gene1	Gene4
C	Gene1	Gene3 と Gene4
D	Gene2	Gene3
E	Gene2	Gene4
F	Gene2	Gene3 と Gene4
G	Gene1 と Gene2	Gene3
H	Gene1 と Gene2	Gene4
I	Gene1 と Gene2	Gene3 と Gene4

問5

花をしおれない状態で長期間維持できれば、切り花の商品価値は向上する。花が開くためには多くのエネルギーが必要である。開花した花には糖質が蓄積されるが、切り花においては、開花後糖質の量が著しく減少することが知られている。糖質の不足は老化の促進を誘導することになる。また、多くの切り花の老化にはエチレンが関係している。現在、切り花を長くもたせる技術が開発されているが、糖質の添加によるエチレン量の制御はその1つである。

糖質とエチレンの関係を知るため、スイートピーの切り花が生成するエチレン量を調べた。図はその結果である。シヨ糖処理区（破線）は、開花したスイートピーを切り花として収穫し、それを100 g/Lの濃度のシヨ糖水溶液に8日間浸したときに生成するエチレン量の日変化を示している。対照区（実線）は、シヨ糖水溶液の代わりに、蒸留水に4日間浸した結果である。



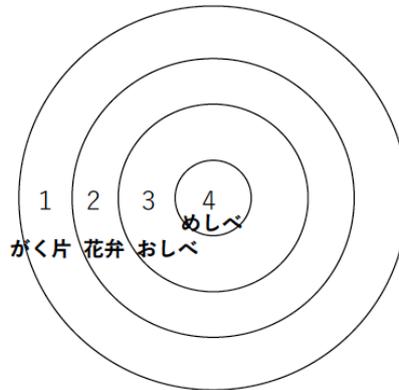
次の記述のうち、この実験結果から考えられる、シヨ糖とエチレンとの関係についての考察として正しいものはどれか。正しい記述の組合せをA~Jから選べ。(5点)

- ① シヨ糖を添加しても、エチレンは生成される。
- ② シヨ糖を添加すると、エチレンの生成が早まる。
- ③ 切り花の糖質の減少が抑えられると、エチレンの生成が促進される。
- ④ スイートピーはエチレンに反応しにくい植物である。
- ⑤ シヨ糖を添加すると、エチレンを介した老化が遅延する。

- A. ①② B. ①③ C. ①④ D. ①⑤ E. ②③ F. ②④ G. ②⑤ H. ③④ I. ③⑤ J. ④⑤

問6

シロイヌナズナの花器官に関する突然変異体などの研究から、花器官が決定される仕組みを説明するABCモデルが考えられてきた。このABCモデルでは、図に示すように花分裂組織の領域を、外側から領域1（がく片）、領域2（花弁）、領域3（おしべ）、領域4（めしべ）の4つに分ける。そして各領域の花器官は、それぞれの領域ではたらく遺伝子の組合せで決定されるとする。



花分裂組織における4つの領域

ABCモデルはおもに3つのルールから成り立っている。

ルール1：Aクラス遺伝子はがく片の、Aクラス遺伝子とBクラス遺伝子は花弁の、Bクラス遺伝子とCクラス遺伝子はおしべの、Cクラス遺伝子はめしべの発生を決定する。

ルール2：Aクラス遺伝子とCクラス遺伝子は互いの発現を抑制する。

ルール3：Cクラス遺伝子は、花器官の発生を決定するはたらきに加えて、花分裂組織に存在する幹細胞の機能を抑制し、無限成長から有限成長への切り替えを促すはたらきをもつ。したがって、花器官はでき上がるとそこで花器官の成長は止まる。

このルールにもとづき、花器官を作る植物があるとする。この植物においてCクラス遺伝子の活性が抑えられた変異体の領域1と領域4で形成される花器官は、どのような表現型を示すと予想されるか。またCクラス遺伝子をすべての領域で人為的に発現させた変異体の領域1で形成される花器官は、どのような表現型を示すと予想されるか。予想される花器官の組合せをA~Lから選べ。(6点)

- ① 領域1にがく片が生じる。
- ② 領域1に花弁が生じる。
- ③ 領域1に葉が生じる。
- ④ 領域1にめしべが生じる。
- ⑤ 領域4にめしべの発生が繰り返し生じる。
- ⑥ 領域4に2次花（がく片と花弁からなる花器官）の発生が繰り返し生じる。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Cクラス遺伝子の活性を抑えた変異体	① ⑤	① ⑤	① ⑤	① ⑥	① ⑥	① ⑥	② ⑤	② ⑤	② ⑤	② ⑥	② ⑥	② ⑥
Cクラス遺伝子をすべての領域で発現させた変異体	①	③	④	①	③	④	①	③	④	①	③	④

問7

ある植物は、多数の花を咲かせる自家不和合性の多年草であり、花の数に比べて果実の数が少ないという特徴をもっている。また、受粉は昆虫を介して行われる。ある生育地から85個体を選び、それぞれの個体について、5月に花の数を、9月に果実の数を調べた。これらの個体を花の数により5つのグループに分類し、個体あたりの平均果実数と平均結実率を求めた。なお、結実率は果実の数を花の数で割ったものであり、平均結実率はそれぞれの個体の結実率の平均値である。下表はその結果である。

	花の数				
	99以下	100~199	200~499	500~999	1000以上
平均果実数	2.13	3.50	3.78	6.25	3.25
平均結実率	3.0%	2.5%	1.3%	1.0%	0.3%

花の数に関する次の文章の（ ）内に入る語句はなにか。適切な語句の組合せをA~Lから選べ。(5点)

一般的に、虫媒花においては花の数が多い方が繁殖上（ア）であると推測される。また、自家不和合性の植物では、花の数が多いと結実率の低下を招き、花の数が多い方が繁殖上（イ）であると推測される。

虫媒花の自家不和合性植物では、上記の両面を考える必要がある。表の結果だけで判断すると、もっとも適応度が高いと考えられるのは、花の数が（ウ）のグループである。

- ① 有利
- ② 不利
- ③ 99以下
- ④ 500~999
- ⑤ 1000以上

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
ア	①	①	①	①	①	①	②	②	②	②	②	②
イ	①	①	①	②	②	②	①	①	①	②	②	②
ウ	③	④	⑤	③	④	⑤	③	④	⑤	③	④	⑤

問8

魚類では、水中に溶けた物質を味覚で捉え、反応することがある。ある魚類において、ある物質（アミノ酸あるいはアミノ酸の類似体）を溶かした水溶液を与え（第1刺激）、味覚神経の反応（膜電位の変化）を調べた。反応があった場合、順応が生じた段階で別の物質を加え（第2刺激）、味覚神経の反応を調べた。この実験では、4種類の物質（S1～S4）を使用した。下表はこの結果である。

第1刺激	使用した物質	S1	S1	S1	S4	S4	S4
	反応	+	+	+	+	+	+
第2刺激	使用した物質	S2	S3	S4	S1	S2	S3
	反応	-	-	+	+	+	-

＋：反応あり，－：反応なし

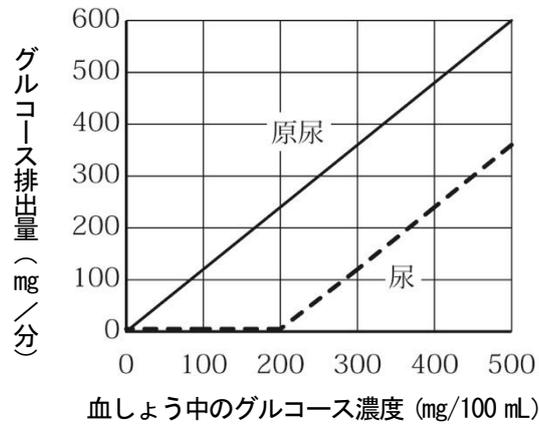
次の記述のうち、この結果から推測されるものはどれか。推測される記述の組合せをA～Lから選べ。(5点)

- ① S1とS2の受容器は同じである。
- ② S1とS3の受容器は同じである。
- ③ S1とS4の受容器は同じである。
- ④ S2とS3の受容器は同じである。
- ⑤ S2とS4の受容器は同じである。
- ⑥ S3とS4の受容器は同じである。
- ⑦ S1の受容器は存在しない。
- ⑧ S2の受容器は存在しない。
- ⑨ S3の受容器は存在しない。
- ⑩ S4の受容器は存在しない。

- A. ①⑨ B. ①⑩ C. ②⑧ D. ②⑩ E. ③⑧ F. ③⑨
 G. ④⑦ H. ④⑩ I. ⑤⑦ J. ⑤⑨ K. ⑥⑦ L. ⑥⑧

問9

図は健康な成人において、グルコースの血しょう中の濃度と尿および原尿への排出量の関係を調べた結果である。グルコースは腎臓で原尿に濾（こ）し出されるが、尿細管で再吸収されることが知られている。



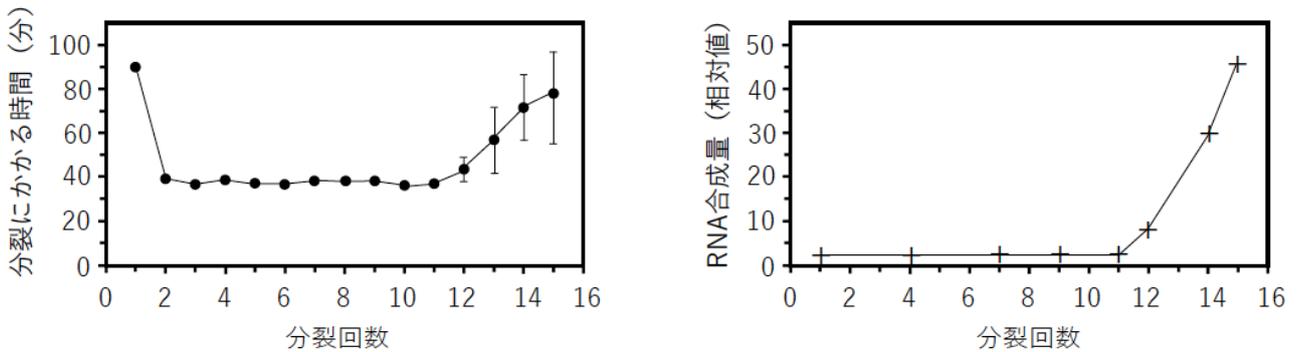
次の記述のうち、この図から導き出せる結論として正しいものはどれか。正しい結論の組合せをA~Lから選べ。(5点)

- ① 健康な成人の場合、尿中にグルコースが排出されることはない。
- ② 血しょう中のグルコースの濃度は、原尿中の濃度よりも常に低い。
- ③ 尿細管では最大で1分あたり240 mgのグルコースを原尿から再吸収できる。
- ④ 尿に排出されるグルコースの量は、原尿に含まれるグルコースの量に比例する。

- A. ① B. ② C. ③ D. ④ E. ①② F. ①③ G. ①④ H. ②③ I. ②④ J. ③④
 K. ①②④ L. ①③④

問10

2つの図は、アフリカツメガエルの初期発生過程における細胞分裂回数と分裂にかかる時間およびRNA合成量との関係を示したものである。左図の黒丸は平均値を、縦の棒線は標準偏差を示している。

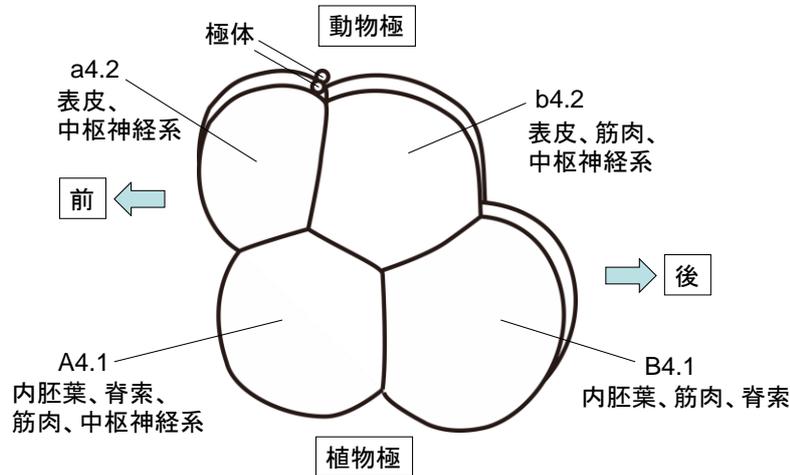


このアフリカツメガエルの受精卵をアクチノマイシンDという転写のみを特異的に阻害する薬剤で処理すると、左図の分裂回数と分裂にかかる時間との関係はどのように変化すると考えられるか。もっとも適切な記述をA~Fから選べ。(4点)

- A. 変化しない。
- B. 1回目の分裂にかかる時間が長くなる。
- C. 1回目の分裂にかかる時間が短くなる。
- D. 2回目以降の分裂にかかる時間のばらつきが大きくなる。
- E. 11回目の分裂までは変化しないが、その後分裂の時間が長くなり、やがて分裂は停止する。
- F. 11回目の分裂までは変化しないが、その後分裂にかかる時間が短くなっていく。

問 11

下の図は 8 細胞期のホヤ胚の模式図である。ホヤ胚は左右対称で、8 細胞期には前後上下を区別することができる。それぞれの細胞には a4. 2, b4. 2, A4. 1, B4. 1 と名前がつけられている（左右対称なので右と左に同じ名前の細胞が 1 つずつある）。図には、それぞれの細胞から生じるおもな組織が細胞の名前の下に書かれている。たとえば、動物極側の前方に位置する a4. 2 細胞からは表皮と中枢神経系が、植物極側の後方に位置する B4. 1 細胞からは内胚葉、筋肉、脊索が生じる。



8 細胞期のホヤ胚の各細胞を単離して発生させ、各細胞から生じる組織を調べたところ、下表の結果がえられた。

	表皮	中枢神経系	筋肉	内胚葉
a4. 2	○	×	×	×
b4. 2	○	×	×	×
A4. 1	×	×	×	○
B4. 1	×	×	○	○

○と×は各組織の形成の有無を示す。

次の記述のうち、8 細胞期のホヤ胚の細胞の発生運命と表の実験結果についての説明として間違っているものはどれか。間違っている記述の組合せを A~L から選べ。(6 点)

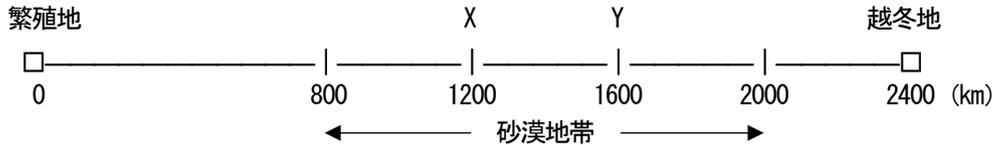
- ① 表皮は動物極側の細胞からのみ生じ、単離した動物極側の細胞からも形成される。
- ② 筋肉は植物極側の細胞 (A4. 1, B4. 1) と動物極側の b4. 2 細胞から生じるが、単離した細胞からは生じない。
- ③ 内胚葉は植物極側の細胞からのみ生じ、単離した植物極側の細胞からも形成される。
- ④ 中枢神経系は動物極側の細胞 (a4. 2, b4. 2) と植物極側の A4. 1 細胞から生じるが、単離した細胞からは生じない。
- ⑤ B4. 1 細胞から筋肉が生じる過程には、B4. 1 細胞から生じる細胞以外の細胞との接触が必要である。
- ⑥ A4. 1 細胞から筋肉が生じる過程には、A4. 1 細胞から生じる細胞以外の細胞との接触が必要である。
- ⑦ b4. 2 細胞から筋肉が生じる過程には、b4. 2 細胞から生じる細胞以外の細胞との接触が必要である。
- ⑧ 中枢神経系の発生には、他の細胞からの誘導が必要と考えられる。
- ⑨ 表皮細胞の発生には、他の細胞からの誘導が必要と考えられる。
- ⑩ 一部の筋肉細胞の発生には、他の細胞からの誘導が必要と考えられる。

- A. ①②③④ B. ②⑤⑨⑩ C. ⑤⑥⑦⑧ D. ①②⑦ E. ①④⑥ F. ②⑤⑨
 G. ②⑤⑩ H. ②⑦⑧ I. ③⑥⑨ J. ④⑤⑥ K. ④⑥⑦ L. ⑤⑧⑩

問 12

鳥類には、ツルやツバメのように繁殖地と越冬地を季節的に長距離移動する渡り鳥が多数存在する。渡り鳥の多くは中継地で休みながら目的地に向かう。中継地は、休息の場だけでなく、水や食料の補給のためにも重要である。飛行ルートに海がある場合、この区間はノンストップで飛行しなければならない。飛行ルートに砂漠がある場合、どうであろうか。このことを知るために次のような観察を行った。

スズメ亜科に属する鳥類について、砂漠地帯内の観測地点 X と Y の上空を地上に降りずに通過する個体数を秋（9月～10月）に調査した。下図は飛行ルート上の観測地点 X と Y、繁殖地、越冬地、砂漠の関係的模式的に示したものである。



繁殖地と越冬地の距離は 2400 km であり、そのうちの半分（1200 km）は砂漠地帯である。また、砂漠地帯にはオアシスが点在している。図 1 はこの調査結果である。

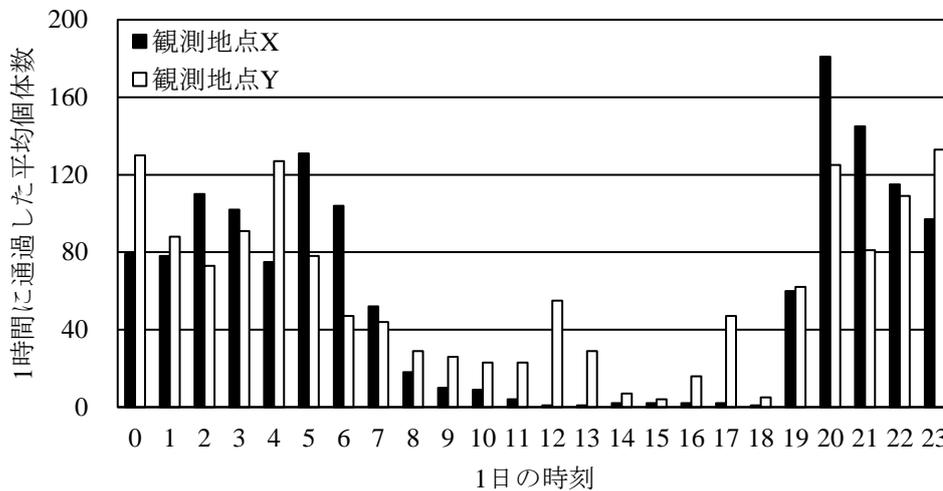


図 1：秋に観察した平均個体数の推移

次の記述は砂漠地帯での飛行に関するものである。これらの調査結果から推測できるものはどれか。推測できる記述の組合せを A～L から選べ。なお、スズメ亜科の鳥類の飛行速度は時速 50 km であり、個体差はないと仮定する。(5 点)

- ① 多くの個体は、地上に降りることなく、ノンストップで飛行する。
- ② 多くの個体は、途中で地上に降り、休息を取る。
- ③ 途中で地上に降り、休息を取る個体では、昼間に休息をとる傾向が強い。
- ④ 途中で地上に降り、休息を取る個体では、夜間に休息をとる傾向が強い。
- ⑤ 途中で地上に降り、休息を取る個体では、昼夜に関わりなく休息をとる。
- ⑥ 観測地点 X はオアシスである。
- ⑦ 観測地点 Y はオアシスである。

- A. ①③⑥ B. ①③⑦ C. ①④⑥ D. ①④⑦ E. ①⑤⑥ F. ①⑤⑦
 G. ②③⑥ H. ②③⑦ I. ②④⑥ J. ②④⑦ K. ②⑤⑥ L. ②⑤⑦

問 13

個体数を推定する方法の1つに標識再捕獲法がある。2つの池（S池とT池）には、ある小型の魚類が生息している。これらの池からそれぞれ50匹を捕獲し、標識をつけた後、元の池に戻した。後日、それぞれの池から50匹を捕獲し、標識の有無を調べた。個体数（ N ）は $N=sn/m$ で推定した。ここで、 s は標識をつけた個体数、 n は再捕獲した個体数、 m は再捕獲したもののうちで標識のある個体数である。また、S池については、水を抜き、実際に生息していた（再捕獲した個体数を含めた）個体数を調べた。下表はこれらの結果である。

	標識をつけた 個体数	再捕獲した50個体のうち		$N=sn/m$ をもちい て推定した個体数	実際に生息して いた個体数
		標識のある個体数	標識のない個体数		
S池	50	20	30	125	100
T池	50	8	42	312.5	調査せず

標識をつけたことによる捕獲率の変化に2つの池で違いがないと仮定したとき、次の記述のうち、推測されるものはどれか。推測される記述の組合せをA～Lから選べ。（6点）

- ① 標識のある個体の捕獲率は標識のない個体の捕獲率より低い。
- ② 標識のある個体の捕獲率は標識のない個体の捕獲率と等しい。
- ③ 標識のある個体の捕獲率は標識のない個体の捕獲率より高い。
- ④ T池に生息していた個体数は200と推定される。
- ⑤ T池に生息していた個体数は225と推定される。
- ⑥ T池に生息していた個体数は250と推定される。
- ⑦ T池に生息していた個体数は275と推定される。

- A. ①④ B. ①⑤ C. ①⑥ D. ①⑦ E. ②④ F. ②⑤
- G. ②⑥ H. ②⑦ I. ③④ J. ③⑤ K. ③⑥ L. ③⑦

問 14

北アメリカ大陸北部に生息しているシカ科に属するある動物は、個体数の減少が危惧されている。3つの個体群（P、Q、R）を選び、これらの個体群の特徴を調査した。下表はその結果である。

個体群	生息地の特徴	成獣の死亡率	新成獣の割合
P	夏は高山、冬は平原	8%	15%
Q	山岳地帯	19%	17%
R	平原	23%	9%

(注) 成獣の死亡率：成獣が1年以内に死亡する割合

新成獣の割合：成獣全体の中で、1年以内に幼獣から成獣になった個体の割合

個体群Pは、夏は高山地帯に、冬は平原に移動する。個体群Qの生息地は、冬にはなだれが生じる雪深い山岳地帯である。個体群Rは平原で1年を過ごす。なお、すべての個体群で性比は1:1であった。次の文章の（ ）の中に入る記述はどれか。適切な記述の組合せをA～Lから選べ。(6点)

成獣の死亡率と新成獣の割合の推定値が正確であると仮定したとき、個体数の増加が予想されるのは（ア）である。個体群Rでは、個体数は年あたり約（イ）%減少する。成獣メスの94%が毎年1頭の幼獣を出産し、幼獣は2年で成獣になると仮定したとき、幼獣の死亡率は成獣の死亡率より（ウ）と推測される。

- ① 個体群P
- ② 個体群Q
- ③ 14
- ④ 15
- ⑤ 16
- ⑥ 低い
- ⑦ 高い

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
ア	①	①	①	①	①	①	②	②	②	②	②	②
イ	③	③	④	④	⑤	⑤	③	③	④	④	⑤	⑤
ウ	⑥	⑦	⑥	⑦	⑥	⑦	⑥	⑦	⑥	⑦	⑥	⑦

問 15

ヒトの常染色体上の S 遺伝子座には 2 つの対立遺伝子 (S と s) があり、遺伝子型 SS と遺伝子型 Ss の表現型は S 型であり、遺伝子型 ss の表現型は 0 型である。

ある任意交配集団では、対立遺伝子 S の頻度は p であり、対立遺伝子 s の頻度は q である ($p+q=1$)。この集団に属している男女の間に子どもが生まれた。次の情報が与えられたとき、子どもの表現型が 0 型である確率 (アとイ) および父親の表現型が 0 型である確率 (ウとエ) はどうなるか。

父親の表現型	不明	S 型
母親の表現型	S 型	S 型
子どもが 0 型である確率	ア	イ

母親の表現型	不明	0 型
子どもの表現型	0 型	0 型
父親が 0 型である確率	ウ	エ

父親と母親は集団から無作為に (ランダムに) 選ばれたと仮定し、これらの確率 (ア~エ) を求め、その組合せを A~L から選べ。(6 点)

- ① q
- ② $q/(1+q)$
- ③ q^2
- ④ $q^2/(1+q)$
- ⑤ $q^2/(1+q)^2$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
ア	③	③	③	③	③	③	③	③	④	④	④	④
イ	④	④	④	④	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤
ウ	①	①	②	②	①	①	②	②	①	①	②	②
エ	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②

問 16

連鎖した 4 つの遺伝子座 P, Q, R, S は、この順番に並んでおり、遺伝子座間の組換え頻度は次のようである。

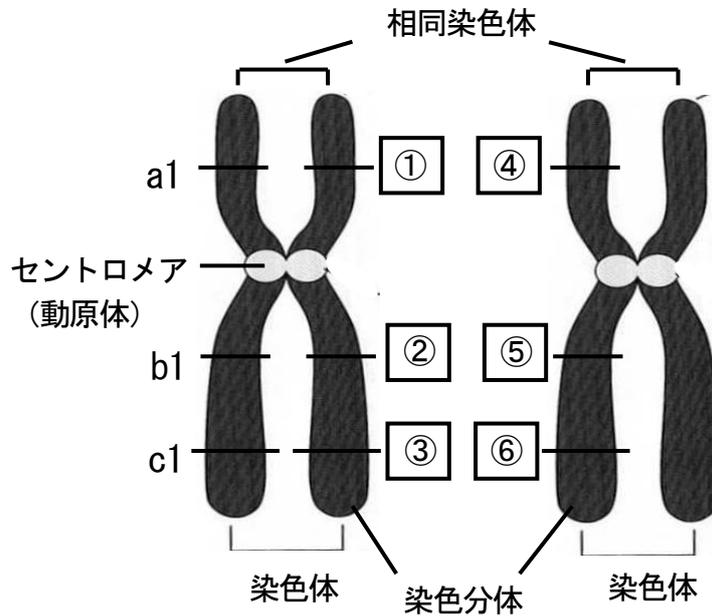
P-Q 間の組換え頻度 : 20%, Q-R 間の組換え頻度 : 20%, R-S 間の組換え頻度 : 30%

交差 (乗換え) が生じるとその近傍では別の交差が起きにくくなるという干渉がないと仮定して、遺伝子座 P と遺伝子座 S の間の組換え頻度を求め、その数値を A~L から選べ。(5 点)

- A. 39.2% B. 40.4% C. 41.6% D. 42.8% E. 44.0% F. 45.2%
- G. 46.4% H. 47.6% I. 48.8% J. 50.0% K. 68.8% L. 70.0%

問17

次の図は、ある個体の単一細胞内にある相同染色体一对を示す。1つの染色体上に3つの遺伝子座（a, b, c）が示されている。それぞれに2つずつの対立遺伝子があると仮定する。すなわち、a1とa2, b1とb2, c1とc2である。



次の問い、(ア)と(イ)において、対立遺伝子の正しい組合せをA~Lから選べ。(5点)

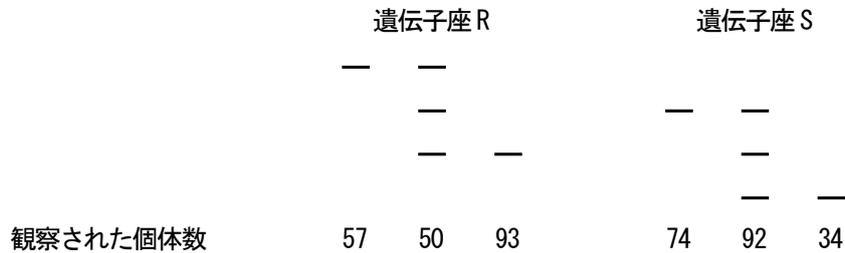
- (ア) それぞれの遺伝子座についてヘテロ接合である個体では、図の①~⑥には、どのような対立遺伝子が記載されるべきか。
- (イ) 上記のヘテロ接合体の減数分裂で、遺伝子座のbとcの間で交差・組換えが起こったとすると、第1分裂の中期の染色体の①~⑥にはどのような対立遺伝子が記載されるべきか。

	(ア)						(イ)					
	①	②	③	④	⑤	⑥	①	②	③	④	⑤	⑥
A	a2	b2	c2	a1	b1	c1	a2	b1	c1	a1	b2	c2
B	a2	b2	c2	a1	b1	c1	a2	b2	c1	a1	b1	c2
C	a2	b2	c2	a1	b1	c1	a2	b1	c2	a1	b2	c1
D	a2	b2	c2	a1	b1	c1	a2	b1	c1	—	—	—
E	a2	b2	c2	a1	b1	c1	a2	b2	c1	—	—	—
F	a2	b2	c2	a1	b1	c1	a2	b1	c2	—	—	—
G	a1	b1	c1	a2	b2	c2	a1	b1	c2	a2	b2	c1
H	a1	b1	c1	a2	b2	c2	a1	b2	c2	a2	b1	c1
I	a1	b1	c1	a2	b2	c2	a1	b2	c1	a2	b1	c2
J	a1	b1	c1	a2	b2	c2	a1	b1	c2	—	—	—
K	a1	b1	c1	a2	b2	c2	a1	b2	c2	—	—	—
L	a1	b1	c1	a2	b2	c2	a1	b2	c1	—	—	—

— は染色体が存在しないことを意味する。

問 18

ある集団からキイロシヨウジョウバエを 200 匹（メス 100 匹とオス 100 匹）採集し、2つの遺伝子座（R と S）の遺伝子が指定するタンパク質の多型を電気泳動法で調べた。電気泳動には非変性電気泳動法を使い、もっている電荷の違いによりタンパク質を分離した。次の図は電気泳動の結果を模式的に示したものである。なお、これらのタンパク質多型には自然選択がはたっていない（すなわち、中立である）ことが知られている。



次の記述のうち、この結果から推測されるものはどれか。推測される記述の組合せを A~L から選べ。（5 点）

- ① これらのタンパク質は、すべて単量体である。
- ② これらのタンパク質は、すべて 2 量体である。
- ③ これらのタンパク質は、すべて 3 量体である。
- ④ 遺伝子座 R は常染色体上にある。 ⑤ 遺伝子座 R は X 染色体上にある。
- ⑥ 遺伝子座 S は常染色体上にある。 ⑦ 遺伝子座 S は X 染色体上にある。

- A. ①④⑥ B. ①④⑦ C. ①⑤⑥ D. ①⑤⑦ E. ②④⑥ F. ②④⑦
 G. ②⑤⑥ H. ②⑤⑦ I. ③④⑥ J. ③④⑦ K. ③⑤⑥ L. ③⑤⑦

問 19

高い突然変異率をもつ RNA ウイルスは、常に変化している。そのため、RNA ウイルスは実際に進化を観察できる特殊な例である。長さ 1701bp の 1つの遺伝子について 1968 年、1980 年、1990 年に採取された RNA ウイルスの塩基配列を比較すると次のような数の塩基の差が観察された。

	1968 年	1980 年
1980 年	95	
1990 年	141	64

この遺伝子がほぼ一定の速度で進化しているとした場合、推定される進化速度を A~L から選べ。ただし、ここでの進化速度はおおよその（四捨五入した）値であり、進化速度を 1 塩基あたり 1 年あたりの塩基の変化の割合とする。また、この期間に調べた遺伝子には 1つのサイトに 2 回以上の突然変異が生じておらず、観察された塩基の差が生じた突然変異の数に相当するものとする。

ここでは、1968 年で採取されたウイルスは 1980 年や 1990 年に採取されたウイルスの直接の祖先ではないこと、1980 年で採取されたウイルスも 1990 年に採取されたウイルスの直接の祖先ではないことに注意すること。（6 点）

- A. 2.6×10^{-8} B. 3.9×10^{-8} C. 4.4×10^{-8} D. 2.7×10^{-3} E. 3.8×10^{-3} F. 4.0×10^{-3}
 G. 4.7×10^{-3} H. 1.9×10^{-2} I. 2.8×10^{-2} J. 4.1×10^{-2} K. 5.9×10^{-2} L. 8.8×10^{-2}