

1

問 1	
問題点： カブトムシは、はねのある成虫の期間が夏の2, 3ヶ月と短いため、一年間のうちに研究できる時期が限られてしまう。	
実験計画： 厳密な温度制御下で飼育し、羽化の時期を少しずつずらせば、夏期以外でも成虫のはねの観察が可能となる。	

1
※

I	II
※	※

問 2	
在来昆虫と外来昆虫は地理的隔離によって、それぞれの環境で小進化し、競争の多い環境に生息する外来昆虫の中には攻撃性が高いものが存在する。攻撃性の高さは種内競争においても有利なため、交雑によって攻撃性の高い個体が増えやすい。攻撃性の高い個体が増えると、遺伝的多様性が失われ生態系の変化に対応できなくなる、他の生物の餌を専有してしまう、等の問題が生じる。	

問 3	
生物種1： オオクチバス	
理由： 繁殖力と定着力が高く、他の小魚や水生生物を旺盛に捕食するため、侵入した水域の生物数および生物種を著しく減少させてしまう。また、在来魚の減少は、漁獲量の減少にもつながる。	
生物種2： セイタカアワダチソウ	
理由： 繁殖力が高く、土壌中に化学物質を放出して、他の植物の生育を阻害するため、絶滅危惧種を含む在来植物が排除されることで、生態系の攪乱になる。	

問 4	
仮説： シマトネリコの樹液に含まれる化学物質に、カブトムシの1日周期のリズムを乱す作用があるため、カブトムシが昼夜を問わず、樹液を吸うようになった。	

I	II
※	※

実験計画： 樹木から隔離して羽化させたカブトムシを複数個体用意して2グループに分ける。クヌギから採取した樹液のみを与えて育てた個体と、シマトネリコから採取した樹液のみを与えた個体について、1日周期のリズムに違いが見られるかを観察する。もし、シマトネリコの樹液のみを与えた個体が昼夜を問わず活動するようになれば、仮説を支持する結果となる。また、各樹木の樹液に含まれる成分を分析し、カブトムシの神経伝達などを活性化する物質の含有量に違いがあるかを調べる。	
---	--

2

問 1

左脳運動野からの神経は延髄で右側に交叉し、脊髄・運動神経を介して右半身の筋肉を制御するため

2
※

問 2

④ → ⑥ → ① → ② → ⑤ → ③


I	II
※	※

問 3

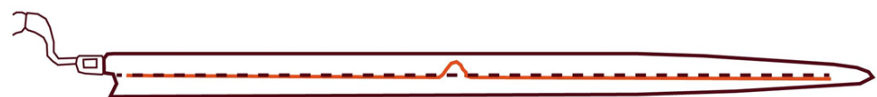
鼓膜の空気の振動を耳小骨がてこの原理で増幅し、さらにより面積の小さい卵円窓に集めて鼓膜の振動を増幅させる

問 4

音波のピークが鼓膜に当たったときの基底膜



音波の谷が鼓膜に当たったときの基底膜



問 5

うずまき管の基部から頂部にかけて基底膜の幅(断面積)が広がっている, 等。

問 6

うずまき管基部の基底膜が振動しにくくなっている。基部の聴細胞が壊れた, 等。

問 7

聴神経の興奮を引き起こす最小の音の強さ, 音の強さに対する聴神経の発火閾値、

I	II
※	※

問 8

音のする方向の検知(音源定位)は聴覚野で起こっているのではなくて、耳から聴覚野の途中で処理されていると考えられ、その途中に損傷が起こると、疾患が生じる。

3

問 1

劣性の場合の遺伝子型は  $aa$  である。一方で、優性は、 $AA, Aa$  の二種類の遺伝子型がある。優性の形質を持つ個体を、劣性の形質を持つものと掛け合わせる。その子の形質で、優性の形質しか現れないときは、元の個体の遺伝子型は  $AA$ 、優性の形質と劣性の形質が 1 対 1 で現れたときは、元の個体の遺伝子型は  $Aa$  である。

3  
 ※

問 2

(1) 自家受粉した細胞には、父方、母方の染色体しかない。そのため、自家受精の細胞の 1 対の染色体の組み合わせは 3 通り (父父, 父母, 母母) である。3 種類の相同染色体が存在するため、 $3 \times 3 \times 3 = 3^3$  通りになる。

(2) 乗換えが、それぞれの配偶子で染色体毎に 1 回起きた時には、4 種類の染色体ができる。ただし、配偶子によって、乗換えが起きた場所は異なるので、乗換えが起きた染色体は同一でない。しかし、もとなる染色体は同一である。そのため、生殖細胞の 1 対の染色体の組み合わせは、 $4 \times 4$  から 1 つ引いた 15 通りになる。3 種類の相同染色体の組み合わせの総数は、 $15 \times 15 \times 15 = 15^3$  通りになる。

問 3

A, C, B (あるいは反対) の順に並び、 $A-C : C-B = 1:2$  になる。  
 (遺伝子間の距離は組換え価と比例するので組換え価を計算する。  
 $A-B, A-C, B-C$  の組換え価は、0.14, 0.05, 0.1 である。 $A-B$  の組換え価が相対的に低いのは二重組換えがあり過小評価されているためである。)

I	II
※	※

問 4

(1) 記号: Y  
 説明: 集団 X では、D の遺伝子頻度は 0.7, d の遺伝子頻度は 0.3 であり、ハーディ・ワインベルグの法則では、 $DD:0.7 \times 0.7 = 0.49$ ,  $Dd:2 \times 0.7 \times 0.3 = 0.42$ ,  $dd:0.3 \times 0.3 = 0.09$ , 全体で 4% の差しかない。集団 Y では、D の遺伝子頻度は 0.5, d の遺伝子頻度は 0.5 であり、ハーディ・ワインベルグの法則にのっとると、 $DD:0.5 \times 0.5 = 0.25$ ,  $Dd:2 \times 0.5 \times 0.5 = 0.5$ ,  $dd:0.5 \times 0.5 = 0.25$ , 全体で 60% もの差がある。つまり、集団 Y のほうが、ハーディ・ワインベルグの法則に従わない集団である。

(2) 多くの遺伝子が、ハーディ・ワインベルグの法則に従っているため、対象となる集団は、集団のサイズは十分に大きく、交配もほぼランダムであると考えられる。そのため、D 遺伝子がヘテロになると有害になる可能性が考えられる。

問 5

対立遺伝子 e は急激に固定し、周辺の SNP も固定する。一方で、遠方の SNP は、組換えにより連鎖しない。そのため、対立遺伝子 e の周辺で塩基多様性は低くなる。また、対立遺伝子 E は長期にわたって遺伝的浮動の状態であり、対立遺伝子 E 周辺には多様な SNP が蓄積し塩基多様性が高くなる。

I	II
※	※

4

問 1

1: 特定の基質にのみ作用する (基質特異性が高い), 最適 pH が存在する  
2: 温和な条件 (生理的条件) ではたらく, 最適温度がある, 等から 2 つ

4  
※

問 2

(1) 番号: ① 理由: 反応開始直後は, 過酸化水素の濃度変化をほぼ無視することができるため。  
(2) 番号: ⑤ 理由: 濃度 a においてほぼ最大速度に達しているため, 濃度が 1.5 倍になっても初期の反応速度はあまり変わらないはずだから。

問 3

A さん: 一般に酵素は基質特異性が高いため, 過酸化水素と構造が似ていない化合物 X をカタラーゼが基質として分解することは考えにくい。  
B さん: 競争的阻害の場合, 基質の濃度が十分高ければ, 反応速度は阻害剤の無い場合と同じになる。しかし, この実験ではそうならないので, 競争的阻害とはいえない。

I	II
※	※

問 4

(1) 阻害 ・ 活性化  
(2) エネルギーの供給が十分な場合は, ATP 濃度が高いので, ホスホフルクトキナーゼは阻害され, 解糖系の進行は遅くなり, ATP の合成は抑制される。エネルギーの消費が激しい場合は, ATP 濃度が低いので, ホスホフルクトキナーゼは活性化し, 解糖系の進行が高まり, ATP が多く合成される。

問 5

A さん: 酵素は, 構造のわずかな違いを見分けることができるので, ADP が ATP と同じ作用をするとは限らない。ADP の存在は, 細胞内のエネルギー不足を意味しており, ホスホフルクトキナーゼを活性化し, 解糖系を進行させると考えられる。  
B さん: クエン酸は TCA 回路の中間体であり, これが大量に存在することは, エネルギーの需要より供給が多い状態なので, クエン酸はホスホフルクトキナーゼを阻害して, 解糖系の進行を抑えると考えられる。

I	II
※	※