生　　物

第1問　バイオテクノロジーに関する次の文章を読み，下の問い（**問1～6**）に答えよ。

K高校の生物部では，ウナギの蒲焼きに使われているウナギを試料に用いて，このウナギがニホンウナギかどうかをDNA鑑定することにした。実験手順は以下のとおりである。

手順①　蒲焼きウナギの身の断片から，DNA抽出液を使ってDNAを採取する。
手順②　採取したDNAの一部を，DNAを増幅するための反応液と混ぜる。
手順③　ニホンウナギ特有のDNAを増幅する*1。
手順④　増幅したDNAを電気泳動する。
手順⑤　DNAを染色した後，紫外線を照射して撮影する*2。
手順⑥　DNA分子量マーカーの移動距離とDNA断片の長さ（塩基対数）との関係をグラフにする。
手順⑦　手順⑥で作成したグラフから，増幅したDNAの塩基対数を推定する。

*1：サーマルサイクラー（反応条件をプログラムしておけば，自動的にDNAを増幅できる専用の機器）を使用する。

＊2：紫外線照射装置（ゲルに紫外線を照射し，同時に撮影もできる装置）を使用する。

問1　手順②について，DNAを増幅するための反応液に**使用しないもの**はどれか。次の**a**～**d**のうちから一つ選べ。 1

a　プライマー
b　プラスミド
c　4種類の塩基のヌクレオチド
d　DNAポリメラーゼ（DNA合成酵素）

問 2　試料のウナギの DNA 鑑定のために，手順③で用いた方法は次のうちどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **2**

a　PCR 法

b　サンガー法

c　全ゲノム解析

d　遺伝子組換え技術

e　DNA マイクロアレイ

問 3　手順③について，この反応中に起こる現象はどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **3**

a　鋳型 DNA の特定の塩基配列が切断される。

b　鋳型 DNA の末端に相補的な DNA 鎖が連結する。

c　合成された DNA 鎖の不要な部分が取り除かれる。

d　鋳型 DNA の相補的な 2 本鎖が 2 つの 1 本鎖に分かれる。

e　反応が進行するにつれて，鋳型 DNA 鎖の量が減少する。

問 4　手順④について，増幅した DNA の電気泳動に関する記述として，正しいものはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **4**

a　DNA の塩基配列によって，移動する方向が異なる。

b　DNA は，寒天ゲル内を移動する際の摩擦力によって分離される。

c　調べたい DNA とは別に，前もって DNA 分子量マーカーを電気泳動する。

d　電極間に電圧をかけると，DNA が + (陽) 極の方向に寒天ゲル中を移動する。

e　DNA 分子量マーカーは，DNA 断片の大きさごとに分けて寒天ゲルの穴（ウェル）に注入しなければならない。

問 5　手順⑤について，DNA を染色するために必要なものはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **5**

a　メチルグリーンとピロニンを含む混合液

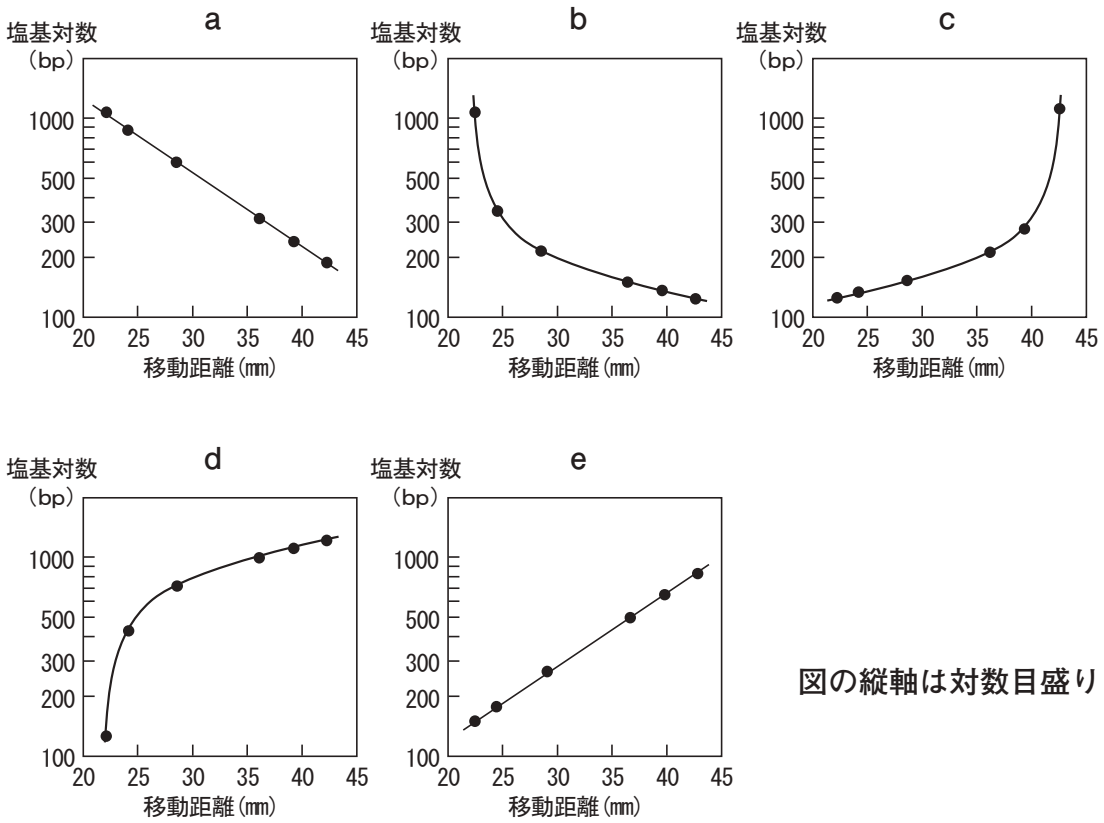
b　4 種類の塩基に蛍光色素が結合したヌクレオチドを含む溶液

c　DNA と結合し，紫外線を当てると蛍光を発する物質を含む溶液

d　多数のスポットに異なる塩基配列の 1 本鎖 DNA が接着されているチップ

e　緑色蛍光タンパク質（GFP）の遺伝子が組み込まれたマーカー遺伝子を含む溶液

問 6　手順⑥について，電気泳動後の DNA 分子量マーカーの移動距離と塩基対数との関係のグラフとして，正しいのはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **6**



図の縦軸は対数目盛り

第 2 問　生殖に関する次の文章を読み，下の問い（**問 1 ～ 6** ）に答えよ。

生物は①生殖によって増殖する。生殖で最も重要なことは，DNA のもつ遺伝情報を次世代に伝えることである。真核生物では，DNA 1 分子は②染色体 1 本に含まれ，染色体の形や本数は種によって異なる。体細胞がもつ同形同大の対をなす染色体は，③相同染色体と呼ばれる。有性生殖を行う生物は④減数分裂によって配偶子を形成する。通常，減数分裂の際に相同染色体どうしは対合し，相同染色体間で⑤組換えが起こり，配偶子に多様性が生じる。また，⑥配偶子の多様性は組換えのみならず，種に固有の相同染色体数にも依存する。これは減数分裂で複相（$2n$）から単相（n）に変わる際，2 つの相同染色体から二者択一で配偶子に分配するしくみのためである。

問 1　下線部①の生殖に関する記述として，正しいのはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **7**

a　無性生殖では生殖細胞がつくられる。

b　接合子は減数分裂によって形成される。

c　サツマイモの根（イモ）は配偶子である。

d　無性生殖では遺伝的に全く同じ個体を生じる。

e　どの生物も有性生殖と無性生殖のどちらかのみで増える。

問 2　下線部②の染色体に関する記述として，正しいのはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **8**

a　精子や卵には常染色体が存在しない。

b　哺乳類の X 染色体は雌性決定因子を含む。

c　X 染色体と Y 染色体は相同染色体である。

d　単相（n）の細胞が DNA 複製することで複相（$2n$）に変化する。

e　ある個体のもつ 1 本の染色体には，その個体の父と母の遺伝情報が混在する。

問 3　下線部③の相同染色体上の遺伝子に関する記述として，**誤っている**のはどれか。下の **a** ～ **e** のうちから一つ選べ。 **9**

a　染色体上の遺伝子の位置を遺伝子座という。

b　対立遺伝子の遺伝子座が異なることをヘテロ接合という。

c　精子や卵がもつ遺伝情報に複数の対立遺伝子は存在しない。

d　相同染色体間の異なる遺伝子が，同じ遺伝子座を占めることはない。

e　優性の遺伝子と劣性の遺伝子がある場合，その 2 つは対立遺伝子である。

問 4　下線部④の減数分裂に関する記述として，正しいのはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **10**

a　第一分裂を終えた細胞の核相は単相（n）である。

b　染色体の一部が交換されることをキアズマという。

c　二価染色体は，8 本の相同染色体が対合してできる。

d　第二分裂を終えた細胞がもつ DNA 量は G_1 期の 1/4 である。

e　体細胞分裂と異なり，減数分裂の前に DNA は複製されない。

問 5　下線部⑤の組換えに関する記述として，**誤っている**のはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから一つ選べ。 **11**

a　組換えがない時，配偶子の多様性は相同染色体の数に依存する。

b　組換えの頻度が同じとき，配偶子の多様性は DNA の量に依存する。

c　通常，組換え価は同一染色体にある遺伝子間の相対的な距離に反比例する。

d　連鎖する遺伝子の間で組換え価が十分に高い場合，独立した遺伝子の挙動と区別できない。

e　検定交雑で組換え価を求める場合，優性ホモの個体と劣性ホモの個体を交雑し，生じた子に劣性ホモの個体を交雑させる。

問 6　下線部⑥に関して，$2n = 46$ のヒトで組換えがない場合，一卵性双生児を除く兄弟や姉妹が全く同じ遺伝情報をもつ割合はいくつか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **12**

a　$1/23$

b　$1/46$

c　$1/23^2$

d　$1/2^{23}$

e　$1/2^{46}$

第 3 問　ヒトの感覚の受容機構に関する次の文章を読み，下の問い（**問 1 ～ 5**）に答えよ。

ヒトの感覚器は，物理的刺激や化学的刺激を受けて，その情報を電気信号に変えている。物理的刺激である可視光線は，①眼によって受容され，音波は，②外耳・中耳・内耳からなる耳が受容する。また，内耳には体の③平衡感覚を受容する器官も存在している。

一方，味や匂いなどの化学的刺激に対しては，味細胞や嗅細胞が反応し，感知されている。受容器からの情報は，④感覚ニューロンから，いくつかの⑤シナプスを介して脳へと伝えられる。

問 1　下線部①に関して，眼の光受容細胞について正しいのはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **13**

a　かん体細胞は，明暗の識別に使われる。

b　かん体細胞が密集している部位は，黄斑と呼ばれる。

c　錐体細胞の視物質は，ロドプシンである。

d　錐体細胞は，かん体細胞よりも光に対する感度が高い。

e　明順応は，暗順応に比べて進行が遅い。

問 2　下線部②の耳の構造と機能について，**誤っている**のはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから一つ選べ。 **14**

a　あぶみ骨は，卵円窓に接している。

b　耳小骨は，てこの原理で音波を増幅する。

c　ユースタキー管（耳管）は，内耳につながっている。

d　うずまき管では，リンパ液の振動により基底膜が振動する。

e　刺激されるコルチ器の位置の違いにより，音の高低が判別される。

問 3　下線部③の平衡感覚を受容する器官ついて，**誤っている**のはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから一つ選べ。 15

a　前庭の感覚細胞は，有毛細胞である。

b　体の動きも感知する自己受容器である。

c　回転運動の停止直後も，半規管は刺激される。

d　前庭の耳石の動きにより，重力の方向を知ることができる。

e　半規管には，３個の互いに平行な半円状の管が配置されている。

問 4　下線部④の感覚ニューロンについて，正しいのはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 16

a　細胞体をもたない。

b　脊髄では，腹根を通る。

c　12対の脳神経には含まれていない。

d　軸索は，髄鞘をもたない無髄神経繊維である。

e　刺激が強いほど，活動電位の発生頻度が高くなる。

問 5　下線部⑤のシナプスについて，正しいのはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 17

a　シナプス間隙は，50 μm（マイクロメートル）程度である。

b　シナプス小胞には，カルシウムイオン（Ca^{2+}）が含まれている。

c　放出された神経伝達物質は，シナプス間隙に数分間とどまっている。

d　刺激が強くなると，シナプス前ニューロンからの伝達物質の放出量が増加する。

e　シナプス後ニューロンで発生する興奮性シナプス後電位（EPSP）は，つねに一定の大きさである。

第 4 問　生物の変異と進化に関する次の文章を読み，下の問い（**問 1 ～ 5**）に答えよ。

ある地域に生息する同種の生物集団がもつ遺伝子の全体を［ ア ］という。［ ア ］は予想以上にたくさんの①遺伝的変異を含んでおり，集団中に含まれる個々の対立遺伝子の割合を遺伝子頻度という。遺伝子頻度は，一定の条件を満たした集団においては，世代を経ても変化しないことが知られており，これを②ハーディー・ワインベルグの法則という。この法則が成り立つある生物の集団Ａにおいて，③対立遺伝子には，遺伝子Ｒと遺伝子ｒが存在したとき，100個体中 9 個体の遺伝子型がｒｒであった。さらに，④集団Ａの次世代集団である集団Ｂは，500個体の集団であった。

問 1　［ ア ］にあてはまる語はどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **18**

a　遺伝子座

b　遺伝的浮動

c　相同遺伝子

d　メタゲノム

e　遺伝子プール

問 2　下線部①に関して，ヒトにおいて一つの塩基の置換による遺伝子変異が原因となる疾患について，正しいのはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **19**

a　糖尿病

b　心筋梗塞

c　関節リウマチ

d　アナフィラキシー

e　鎌状赤血球貧血症（かま状赤血球症）

問 3　下線部②の法則が成り立つための条件について，正しいのはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **20**

a　突然変異が起こる。

b　自由な交配が行われる。

c　個体数が少なく，遺伝的浮動の影響を無視できる。

d　注目している形質の間では，自然選択がはたらく。

e　同種であれば，他の集団への移住や，他の集団からの移入があってもよい。

問 4　下線部③について，遺伝子 R の遺伝子頻度を p，遺伝子 r の遺伝子頻度を q としたとき，p と q の数値の組み合せとして正しいのはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **21**

	p	q
a	0.09	0.91
b	0.1	0.9
c	0.3	0.7
d	0.7	0.3
e	0.9	0.1

問 5　下線部④について，集団Ｂで，遺伝子型が Rr である個体の数値として正しいのはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **22**

a　41

b　82

c　90

d　105

e　210