

# 生 物

医学部・応用生物科学部

## 問 題 冊 子

### 注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 問題冊子は 16 ページで、医学部は解答用紙 3 枚・白紙 1 枚、応用生物科学部は解答用紙 5 枚・白紙 3 枚である。乱丁、落丁、印刷不鮮明の箇所などがある場合は、ただちに試験監督者に申し出ること。
3. 受験番号は、解答用紙のそれぞれ指定の欄すべてに必ず記入すること。
4. 解答は、解答用紙の指定箇所に記入すること。
5. 問題は 5 題ある。応用生物科学部の受験生は 5 題すべてに解答すること。医学部の受験生は問題 1, 2, 3 に解答すること。
6. 解答用紙は持ち帰らないこと。
7. 問題冊子と白紙は持ち帰ること。
8. 大問ごとに、満点に対する配点の比率 (%) を表示してある。

1 次の文章を読み、問1～5に答えよ。(配点比率 医：34%，応生：20%)

神経細胞(ニューロン)は、核の存在する **ア** と、そこから伸びる **イ** と **ウ** という2種類の突起で構成されている。神経細胞同士はこの2種類の突起を介して情報伝達を行っている。短い突起である **イ** はほかの神経細胞からの情報を受け取り、**ウ** は電気的信号を離れたところへ伝える。**ウ** の末端には神経伝達物質のつまつた **エ** とよばれる小型の袋状の構造が多数存在する。**ウ** の末端まで電気的信号が伝わると、**エ** 内の神経伝達物質が放出される。**オ** へ放出された神経伝達物質は、次の神経細胞の膜電位を変化させ、情報伝達がなされる。

また神経細胞は、さまざまなホルモンの情報も受け取っている。ホルモンとは内分泌腺とよばれる器官や細胞から **カ** に放出される物質で、全身に行き渡り、特定の臓器や細胞に作用する。

このように、神経細胞はさまざまな情報を受け取るが、それに反応して神経細胞内では多くの遺伝子の発現が変化することが知られている。

神経細胞で発現する、ある遺伝子Xの転写調節機構を調べるために以下の実験を行った。

[実験1] ラットの脳から採取した神経細胞を、培養液とともにシャーレで培養した。この培養条件下で、神経細胞は長期間生存し、神経細胞同士は互いの突起を介して生体内と同様のネットワークを形成した。また、これらの神経細胞は、生体内と同様の電気的活動や遺伝子発現を示した。

[実験2] 実験1で得られた神経細胞の培養液中に、神経伝達物質の一つであるグルタミン酸を添加した場合と無添加の場合を比較した。添加1時間後に、遺伝子XのmRNA量を測定したところ、mRNA量は無添加の場合と比べて増加していた。

[実験3] 実験1で得られた神経細胞の培養液中に、糖質コルチコイドを添加した場合と無添加の場合を比較した。添加3時間後に、遺伝子XのmRNA量を測定したところ、mRNA量は無添加の場合と比べて増加していた。

[実験4] ラットのゲノム DNA の遺伝子 X の上流(図1の左方向)の領域を A~E に分け、それをホタル由来の酵素であるルシフェラーゼの遺伝子に連結した組換え DNA を作製した(図2)。それぞれの組換え DNA を、実験1の神経細胞に導入し、その後に発現するルシフェラーゼの酵素活性を測定した(表1の「薬剤の添加なし」)。

さらに、培養液中にグルタミン酸を添加して3時間後と、糖質コルチコイドを添加して5時間後のルシフェラーゼの酵素活性も測定した(それぞれ表1の「グルタミン酸添加」と「糖質コルチコイド添加」)。

ルシフェラーゼ遺伝子はラットの組織に存在しないため、検出されたルシフェラーゼの酵素活性は、すべて導入された組換え DNA 由来のものである。また、ルシフェラーゼの酵素活性は2時間前のルシフェラーゼ mRNA 量に比例するものとし、それぞれの組換え DNA の神経細胞への導入効率は等しいものとする。

[実験5] グリア細胞は、神経細胞とともに脳を構成する細胞である。ラットの脳から採取したグリア細胞を培養した。図2の組換え DNA をグリア細胞に導入し、その後に発現するルシフェラーゼの酵素活性を測定した(表2)。

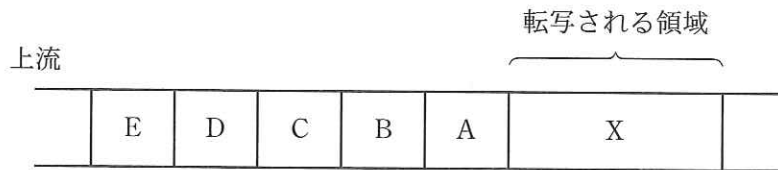


図1 ラットのゲノム DNA 中の遺伝子 X と上流の領域の配置



図2 実験に用いた6種類の組換え DNA (組換え DNA①~⑥)

表1 神経細胞におけるルシフェラーゼの酵素活性

		薬剤の添加 なし	グルタミン酸 添加	糖質コルチコイド 添加
導入した 組換え DNA	①	++	+++	+++
	②	-	-	-
	③	++	++	+++
	④	++	+++	+++
	⑤	++	+++	++
	⑥	+	++	++

注) +++: 強い酵素活性    ++: 中等度の酵素活性    +: 弱い酵素活性  
-: 酵素活性なし

表2 グリア細胞におけるルシフェラーゼの酵素活性

導入した組換え DNA	①	②	③	④	⑤	⑥
酵素活性	-	-	-	++	-	-

注) 酵素活性の表示は表1と同様

問 1.  ~  に適切な語を入れよ。

問 2. 下線部に関して、興奮性の情報伝達が行われる場合、神経伝達物質を受け取った側の神経細胞ではどのような変化が見られるか。次の(a)~(f)の中で正しいものを1つ選び、記号を記せ。ただし、膜電位は細胞の外側を基準としたときの細胞内の電位を表すものとする。

- (a) カリウムイオンが細胞外から細胞内に流入し、膜電位はマイナスの方向に変化する。
- (b) カリウムイオンが細胞外から細胞内に流入し、膜電位はプラスの方向に変化する。
- (c) カリウムイオンが細胞内から細胞外に流出し、膜電位はプラスの方向に変化する。
- (d) ナトリウムイオンが細胞外から細胞内に流入し、膜電位はマイナスの方向に変化する。
- (e) ナトリウムイオンが細胞外から細胞内に流入し、膜電位はプラスの方向に変化する。
- (f) ナトリウムイオンが細胞内から細胞外に流出し、膜電位はプラスの方向に変化する。

問 3. 実験1で得られた神経細胞の培養液中に、電位依存性ナトリウムチャネルの阻害薬を加えて、電位依存性ナトリウムチャネルのはたらきを完全に抑制した場合、神経細胞の膜電位にどのような変化が見られるか、15字以内で記せ。

下書き用 (15字)

5	10	15

問 4. 表 1 の実験結果に関して、次の(a)~(g)の中で正しいと考えられるものをすべて選び、記号を記せ。

- (a) 遺伝子 X の転写が開始する際には、A 領域内に RNA ポリメラーゼが結合する。
- (b) 遺伝子 X の転写は、RNA ポリメラーゼが単独で DNA に結合することで開始する。
- (c) B 領域には、「グルタミン酸添加」の条件で、遺伝子 X の転写を促進するはたらきがある。
- (d) B 領域にはグルタミン酸の受容体が直接結合する。
- (e) D 領域内には、必ず、糖質コルチコイドの受容体が直接結合する配列がある。
- (f) E 領域には、「薬剤の添加なし」の条件でも、遺伝子 X の転写を促進するはたらきがある。
- (g) E 領域がなくても、グルタミン酸や糖質コルチコイドの添加によって、遺伝子 X の転写は促進される。

問 5. 表 1 と表 2 の実験結果から、C 領域は、遺伝子 X の転写調節において、どのようなはたらきをしていると考えられるか、「神経細胞」と「グリア細胞」の 2 語を用いて 50 字以内で記せ。

下書き用 (50 字)


2

次の文章を読み、問1～3に答えよ。(配点比率 医：33%， 応生：20%)

ネコの被毛の色、模様は極めて多彩であるが、それら形質の発現には多くの遺伝子が関わっている。なお、下記の文章において、遺伝子のアルファベットの大文字は、それぞれの小文字に対して優性を表す。また、遺伝子( $O$ ,  $o$ )および( $S$ ,  $s$ )の大文字は下線を引き  $\underline{O}$  および  $\underline{S}$  と表記する。

ネコの被毛の茶色の発現はX染色体上に存在する1組の対立遺伝子( $\underline{O}$ ,  $o$ )によって決定される。茶色が優性形質であり、雌で劣性ホモ( $X^oX^o$ )または雄で劣性( $X^oY$ )の場合には茶色は発現しない。一方、DNA配列の変化を伴わずに遺伝子の発現が制御され、娘細胞に伝達していく仕組みがあることがわかっている。ネコの被毛の茶色の発現にもこの機構が大きく関わっている。性染色体がXXであるネコの雌ではXYであるネコの雄に比べてX染色体が2倍量あるために、その量を調節する機構がはたらく。すなわち、雌では、胚の卵割がある程度進んだ時期に、各細胞の片方のX染色体が不活性化されるという現象が起こる。父親と母親からのX染色体のうちどちらが不活性化されるかは、細胞により異なる。よって、発生の初期において、ある細胞では父親由来のX染色体が不活性化され、ある細胞では母親由来のX染色体が不活性化される。いったん不活性化されると、その状態は細胞分裂を通じて維持される。

ネコのおのおの一本の毛に数種類の色が混ざり、まだらとなる毛色様式はアグチパターンとよばれ、全体の外観の毛色はいわゆるキジ色となる。アグチパターンの発現はアグチ遺伝子とよばれる1組の対立遺伝子( $A$ ,  $a$ )によって決定される。アグチパターンが優性形質であり、優性ホモ( $AA$ )またはヘテロ( $Aa$ )の場合の毛色はキジ色となる。一方、劣性ホモ( $aa$ )では黒色の毛色となる。しかし、被毛に茶色が発現する部位では、茶色遺伝子( $\underline{O}$ ,  $o$ )がアグチ遺伝子より上位であるためにアグチ遺伝子の発現は抑制され、キジ色または黒色の形質は現れない。

ネコの被毛の一部または大部分が白色となる現象(以下、白斑と記載)の発現は、スポット遺伝子とよばれる1組の対立遺伝子( $\underline{S}$ ,  $s$ )によって決定される。白斑が優性形質であり、劣性ホモ( $ss$ )では白斑は発現しない。また、スポット遺伝子による白斑の発現は、アグチ遺伝子( $A$ ,  $a$ )や茶色遺伝子( $\underline{O}$ ,  $o$ )の影響を受けない。

ネコの被毛には種々の模様が現れるが、それらの発現にも多くの遺伝子が関係していると考えられている。たとえば、キジ色または茶色の被毛に現れるトラ模様とよばれるトラのようなしま模様の発現は、1組の対立遺伝子( $M$ ,  $m$ )によって決定される。トラ模様が優性形質であり、劣性ホモ( $mm$ )の場合は渦巻き模様となる。

なお、以下の設問に関しては、( $\underline{O}$ ,  $o$ )( $A$ ,  $a$ )( $\underline{S}$ ,  $s$ )( $M$ ,  $m$ )の各対立遺伝子のみを考慮することとし、各遺伝子間での連鎖、および組換えは考えないものとする。

問 1. 一般的に三毛ネコとよばれるのは、白色、黒色(黒色の代わりにキジ色の場合もある)、茶色の三色を有するネコである。三毛ネコは通常、雌であり、茶色遺伝子( $O, o$ )の遺伝子型は  $X^O X^o$  である。三毛ネコが生まれる遺伝的な機構を 120 字(アルファベット 1 文字、 $X^O$  および  $X^o$  はそれぞれ 1 字とする)以内で記せ。

下書き用 (120 字)


問 2. 「黒色と茶色(トラ模様あり)の二色の雌ネコ」と「全身キジ色(渦巻き模様あり)の雄ネコ」を交配した時、「黒色と茶色(トラ模様あり)の二色の雌ネコ」と「全身キジ色(渦巻き模様あり)の雄ネコ」が生まれた。推定される母ネコと父ネコの遺伝子型を記せ。

なお、茶色遺伝子( $O, o$ )においては、性染色体  $X$  および  $Y$  は表記せず、 $X^O X^O$  は  $OO$ 、 $X^O X^o$  は  $Oo$ 、 $X^o X^o$  は  $oo$ 、 $X^O Y$  は  $O-$ 、 $X^o Y$  は  $o-$  とすること。また、アルファベットの太文字か小文字かをはっきりと区別できるように記載し、( $O, o$ ) ( $S, s$ ) では、大文字には必ず下線を引き、 $\underline{O}$  または  $\underline{S}$  とすること。

(例:  $\underline{O}-Aa\underline{S}sMm$ )

問 3. 表 1 はある地域のネコの被毛の色と模様を観察し、集計したものであり、図 1 はそれらの被毛をもつ代表的なネコの写真である(表 1 の番号は図 1 の番号に対応する)。なお、この地域のネコの集団においてはハーディー・ワインベルグの法則が成り立っているものとして、以下の問いに答えよ。

(1) 下記の I および II の遺伝子型を示すネコは表 1 の何番のネコと推定されるか、表 1 の ①~⑦から選び、その番号を記せ。なお、下記の茶色遺伝子( $O, o$ )の遺伝子型表記で、 $o-$  は  $X^o Y$ 、 $\underline{OO}$  は  $X^O X^O$  を示すものとする。

I.  $o-aassMm$

II.  $\underline{OO}Aa\underline{S}sMM$

(2) スポット遺伝子  $\underline{S}$  の遺伝子頻度を記せ。なお、 $\underline{S}$  の遺伝子頻度を  $p$  とした場合、その範囲は、 $0 \leq p \leq 1$  とする。

表1 ある地域のネコの被毛の色・模様とその個体数との関係

番号	被毛の色・模様	個体数
①	全身黒色のネコ	15
②	全身茶色(トラ模様あり)のネコ	20
③	全身キジ色(トラ模様あり)のネコ	19
④	黒色と茶色(トラ模様あり)の二色のネコ	10
⑤	茶色(トラ模様あり)と白色の二色のネコ	13
⑥	黒色と白色の二色のネコ	15
⑦	黒色, 白色, 茶色(渦巻き模様あり)の三毛ネコ	8

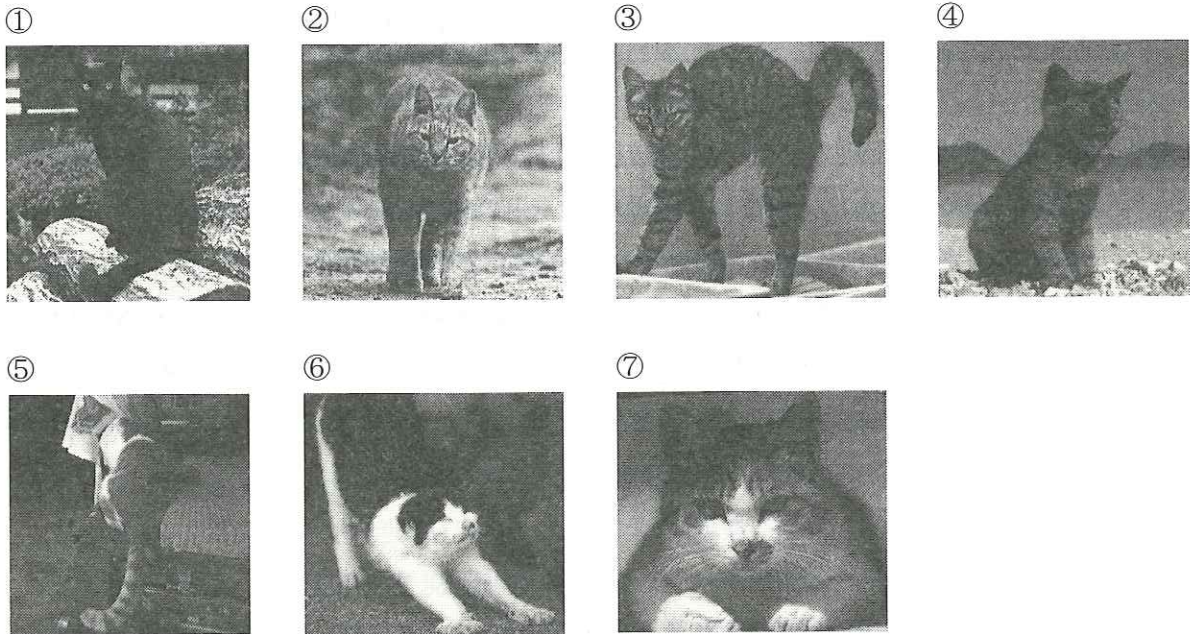


図1 表1で示したネコの被毛の色・模様

①～⑦は表1の①～⑦に対応する。

「ニッポンの猫 岩合光昭著(新潮社)」より改変して転載



3 次の文章を読み、問1～5に答えよ。(配点比率 医：33%，応生：20%)

植物では動物に比べ、個体の分布を容易に記録できることから、区画法によって個体群の大きさを求めることがある。また、植生内での個体数が多く、上から見て地面をおおっている割合が高い植物を **ア** という。一方、移動する動物では、標識した個体を再捕獲する方法で個体群の大きさを求めることが多い。動植物の個体群の密度や個体の分布などの調査から、種内や種間においてさまざまな関係が明らかになっている。動物の個体群では、個体群密度が高くないときでも、集団で行動する **イ** を形成していることがある。動物個体が日常的に活動したり移動したりする範囲は行動圏とよばれるが、シジュウカラやアユの個体分布を調べると、縄張りが成立していることが多い。個体群内の相互作用には縄張り以外にも、ニホンザルの **イ** の統率にみられる **ウ** 制や、ニワトリにみられる **エ** 制がある。植食性動物や魚の **イ** は、集団として捕食者から身を守るのに役立っている一方で、個体群密度が高まるので種内競争が生じる。生態的地位が似ている種間では、生息場所や活動時間を変えることによって、**オ** を行っている場合もある。

問 1. **ア** ~ **オ** に適切な語を入れよ。

問 2. 下線部①の区画法を用いて、A 調査地(面積 100 m<sup>2</sup>)と B 調査地(面積 200 m<sup>2</sup>)でブナの個体群密度を調べた。A 調査地では 1 m<sup>2</sup> 区画を 7 個、B 調査地では 4 m<sup>2</sup> 区画を 9 個設置した。各区画の個体群密度は、表 1 のようであった。それぞれの調査地の推定個体数を記せ。小数点以下第 1 位を四捨五入し、整数で記せ。

表 1 A および B 調査地における個体群密度

A 調査地		B 調査地	
区 画	個体群密度(個体数/m <sup>2</sup> )	区 画	個体群密度(個体数/m <sup>2</sup> )
1	3	1	9
2	2	2	1
3	2	3	3
4	3	4	0
5	4	5	2
6	5	6	2
7	3	7	1
		8	0
		9	5

問 3. 下線部②に関して、以下の問いに答えよ。

(1) 縄張りをもつ利点を1つ記せ。

(2) 生息に適した場所があったとしても、縄張りの大きさはいずれの動物種においても一定の大きさを超えることはない。その理由を40字以内で記せ。

下書き用(40字)


問 4. 個体群内で **エ** が決まると、個体群内では一般的に個体間の関係には、どのような状態がみられるか、30字以内で記せ。

下書き用(30字)


問 5. 下線部③に関して、個体群の密度が変化すると、個体の形態や個体群の成長などに影響が現れることがある。以下の問いに答えよ。

(1) この影響を何とよぶか、記せ。

(2) 上記の(1)の具体例として、次の(a)~(e)の中から適切なものをすべて選び、記号で記せ。

(a) 十分なえさが入った容器内で、ショウジョウバエの密度を変えて一定期間飼育したところ、ある密度を超えるとメス1個体あたりの産卵数が減少した。

(b) 森林の高木が倒れたよく光のあたる林床に、シイの芽生えが高い密度で集中して分布していた。

(c) ダイズの植栽密度を変えて育てたところ、最終的な単位面積あたりの植物総重量は、植栽密度によらずほぼ同じとなった。

(d) 寒冷で乾燥した季節となったため、高い密度で生育していた半地中植物が芽を地表近くに付けた。

(e) タカとフクロウが同じ地域を行動圏としていた場合に、タカが昼行性を示し、フクロウが夜行性を示した。

4 次の文章を読み、問1～6に答えよ。(配点比率 応生：20%)

動物は、外界からの刺激を感知し、それに応じた反応や行動をとる。このような外界の刺激を感知する器官を [ア] とよび、眼(図1)、鼻、耳、舌などがこれに相当する。[ア]には、[イ] とよばれる細胞が存在する。[イ] は、興奮とよばれる過程により、受け取った刺激を電気的な信号に変換する。このような電気的な信号は、感覚神経を介して脳などの中枢神経系に送られ、そこで処理された後、骨格筋や分泌腺などの [ウ] に伝達される。

[ア] から送られた信号が脳においてどのように処理されているのかについて、ある種のカエルを用いた研究が行われている。このカエルは、視覚を用いてえさと捕食者を区別する。対象をえさと認識した場合、カエルは対象の方向に体を向ける、いわゆる「対向行動」を示す。一方、対象を捕食者として認識した場合、カエルは対象から遠ざかる「回避行動」を示す。カエルがどのような仕組みでえさと捕食者を区別しているのかを理解するため、以下の実験を行った。

[実験1] スクリーンに投影された大きさの異なる対象(正方形)を一定時間点滅させながらカエルに見せた場合、カエルが対向行動と回避行動のどちらを示すかについて調べた。その結果を図2に示した。

[実験2] カエルの眼において視覚に関与する感覚神経は、脳の2つの部位(視蓋<sup>しかい</sup>および前視蓋<sup>ぜんしかい</sup>)に信号を送っている。それぞれの部位に電極を差し込み、視蓋ニューロンおよび前視蓋ニューロンの活動が記録できるようなカエルを用意した。このカエルに大きさの異なる対象を見せた場合、それぞれの活動がどのように変化するかについて調べた。その結果を表1に示した。

[実験3] 視蓋ニューロンあるいは前視蓋ニューロンを電気で刺激した場合、カエルが対向行動と回避行動のどちらを示すかについて調べた。その結果、視蓋ニューロンを刺激した場合、カエルは対向行動を示した。一方、前視蓋ニューロンを刺激した場合、回避行動を示した。

[実験4] 前視蓋ニューロンが破壊されたカエルを用意し、大きさの異なる対象を見せた場合、視蓋ニューロンの活動がどのように変化するかについて調べた。その結果を表2に示した。

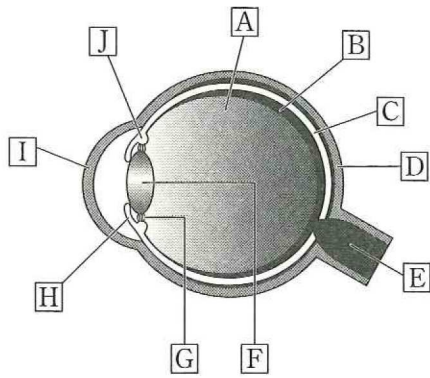


図1 脊椎動物の眼の構造(断面)

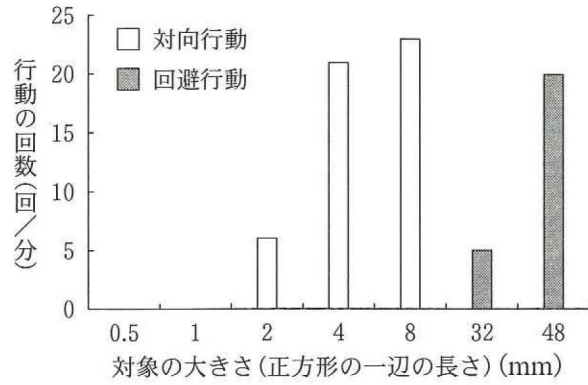


図2 対象の大きさとかエルの行動の関係

補足説明 CとDの間の黒い部分は境界線であり、特定の構造ではない。

表1 カエルの視蓋ニューロンおよび前視蓋ニューロンの活動

対象の大きさ (正方形の一辺の長さ)	視蓋ニューロン	前視蓋ニューロン
0.5 mm	変化なし	変化なし
1 mm	変化なし	変化なし
2 mm	興奮	変化なし
4 mm	興奮	変化なし
8 mm	興奮	変化なし
32 mm	変化なし	興奮
48 mm	変化なし	興奮

表2 前視蓋ニューロンが破壊されたカエルにおける視蓋ニューロンの活動

対象の大きさ (正方形の一辺の長さ)	視蓋ニューロン
0.5 mm	変化なし
1 mm	変化なし
2 mm	興奮
4 mm	興奮
8 mm	興奮
32 mm	興奮
48 mm	興奮

問 1. ア ~ ウ に適切な語を入れよ。

問 2. 眼において光を感知する イ は、図 1 のどの部位に存在するか。A~Jの中から1つ選び、記号を記せ。また、その部位の名称を記せ。

問 3. 下線部①に関して、視覚に関する感覚神経は、図 1 のどの部位に分布するか。A~Jの中から2つ選び、記号を記せ。

問 4. 下線部②の骨格筋および分泌腺に信号を伝える役割を果たしている神経の名称をそれぞれ記せ。

問 5. 実験 1 の結果(図 2)に関して、次の(a)~(d)の中から正しいものをすべて選び、記号を記せ。

- (a) 対象の正方形の一辺が 1 mm 以下の場合、カエルは対向行動も回避行動も示さない。
- (b) カエルが回避行動を示す対象は、対向行動を示す対象よりも小さい。
- (c) 対象の大きさによっては、カエルが対向行動と回避行動の両者を示す場合がある。
- (d) 対象の正方形の一辺が 8 mm の場合、カエルは最も高い頻度で対向行動を示す。

問 6. 実験 1 ~ 4 の結果から、視蓋ニューロンと前視蓋ニューロンはどのような役割を果たすといえるか。各ニューロンを興奮させる対象の大きさの条件を明記しながら、視蓋ニューロンの役割を 50 字以内、前視蓋ニューロンの役割を 70 字以内で記せ。

下 書 き 用 (50 字)

視蓋ニューロン

					5						10						15						20

下 書 き 用 (70 字)

前視蓋ニューロン

					5						10						15						20

5 次の文章を読み、問1～4に答えよ。(配点比率 応生：20%)

生物は、環境に適応して多様化し、現在では名前がついている種だけでも約175～190万種あるといわれている。このように多様化した生物であるが、ゲノムDNAの遺伝情報をもとにタンパク質が合成されることは、原核生物である細菌類でも、真核生物である菌類、植物、動物でも共通している。DNAの二重らせん構造を発見したクリックは、遺伝情報の伝達・発現は「DNA→RNA→タンパク質」と一定方向であり、逆流することがない原理である、とした。<sup>①</sup>すべての生物の遺伝情報の流れ(発現様式)が共通であることから、ある生物種の遺伝子をほかの生物種の遺伝子に導入しても、同じように発現させることができる。<sup>②</sup>一方、ヒト免疫不全ウイルス(HIV)など、RNAをゲノムとし逆転写酵素をもつレトロウイルスは、クリックの提唱した概念に合わない<sup>③</sup>遺伝情報の流れを使って増殖する。

遺伝情報の発現は、ある化学物質や紫外線などによりDNAの一部が切断などの損傷を受けると正常に行われない。通常、損傷を受けたDNAは、細胞がもつDNA修復機能がはたらき、もとの正しい塩基配列に修復される。<sup>④</sup>

問1. 下線部①の原理を何とよぶか、記せ。

問2. 下線部②の例として、次の(a)～(e)の中から適切なものをすべて選び、記号を記せ。

- (a) 血糖量をさげるホルモンであるヒトインスリンを大腸菌で大量に生産した。
- (b) 特定のガの幼虫(害虫)を餓死させる細菌のタンパク質を発現するトウモロコシを作出した。
- (c) 納豆とヨーグルトをマウスに与え、納豆菌と乳酸菌から産生されるタンパク質を同時に腸管から体内に取り込ませた。
- (d) オワンクラゲの緑色蛍光タンパク質を発現する光るマウスを作出した。
- (e) ブドウ球菌に抗生物質を長期間接触させ、遺伝子突然変異により抗生物質が効かないブドウ球菌を作出した。

問3. 下線部③の逆転写酵素は、レトロウイルスの内部に含まれている。また、ウイルスの量(ウイルスの数)が多ければ、逆転写酵素の量も多くなる。レトロウイルスを保存している複数の試験管の中から、ウイルス量が最も多い試験管を調べるため、それぞれの試験管のウイルスの逆転写酵素を使って、以下の実験を行った。

[実験] アデニンが長くつながったRNAのヌクレオチド鎖、チミンが15個つながったDNAのヌクレオチド鎖、チミンのヌクレオチド、の3種類を含む反応液を用意した。反応液に、それぞれのウイルス溶液から抽出した逆転写酵素を加えて1時間反応させたところ、アデニンに相補的なチミンが長くつながったDNAのヌクレオチド鎖があらたに合成された。

この実験に関して、以下の問いに答えよ。

(1) ウイルス量が最も多い試験管を選ぶには、何を調べればよいか、次の(a)~(e)の中から適切なものを1つ選び、記号を記せ。

- (a) 合成された DNA の量
- (b) 合成された RNA の量
- (c) 合成されたアミノ酸の量
- (d) 合成されたタンパク質の量
- (e) 合成されたレトロウイルスの量

(2) (1)の答えを選んだ理由を下記の用語をすべて用いて、60字以内で記せ。

(用語) 鋳型, 逆転写酵素

下書き用 (60字)

5					10					15					20				

問 4. 下線部④に関して、DNA 修復機能をもつ細菌の野生株と、DNA 修復機能が欠損した変異株の2種類を用いて、ある化学物質 X の DNA 損傷性を調べるため、以下の実験を行った。

[実験] 化学物質 X の量を変えて濾紙に染み込ませ、寒天培地の上におき、2種類の菌株 (A 株と B 株) をそれぞれ直線状に塗抹した(図 1 左)。37℃ で培養後、発育した細菌の集落(細菌のかたまり)の先端から濾紙までの距離(図 1 右の両矢印)を測定し、結果を表 1 にまとめた。

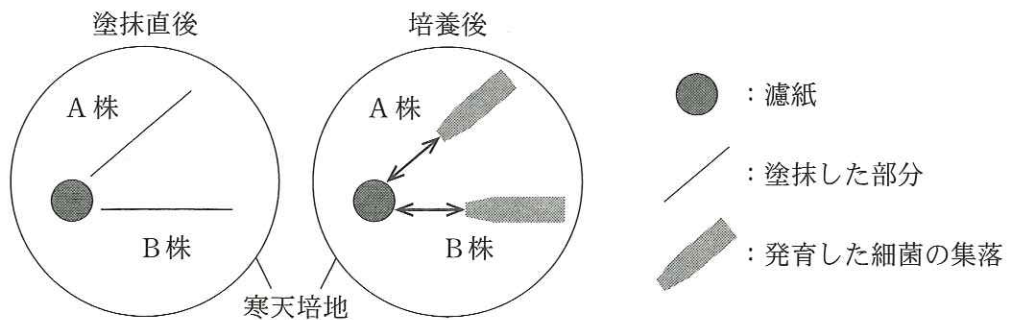


図 1 化学物質 X による DNA 損傷性試験の模式図

表1 化学物質 X による DNA 損傷性試験の結果

濾紙に染み込ませた 化学物質 X の量 (mg)	発育した細菌集落の先端から 濾紙までの距離 (mm)	
	A 株	B 株
0	1.0	1.0
10	5.5	10.5
20	7.1	12.4
40	7.8	15.8
80	8.7	18.6

この実験では、濾紙に染み込ませた化学物質 X は、濾紙から寒天培地に染み込み、ゆるやかに同心円状に拡散していく。すなわち、濾紙の近くは化学物質 X の影響が強く、濾紙から遠ざかるほど化学物質 X の影響が少なくなる。化学物質 X に DNA 損傷性がある場合、かつ、細菌に DNA 修復機能がない場合は、DNA の損傷が修復されないため細菌の発育は阻害される。以下の問いに答えよ。

- (1) 表1の結果から、化学物質 X は DNA 損傷性があると判定した。さらに、DNA 修復機能が欠損した変異株は B 株であると判断した。B 株が変異株であると判断した理由を 45 字以内で記せ。

下書き用 (45 字)

5					10					15					20				

- (2) A 株は DNA 修復機能をもっているにもかかわらず、化学物質 X の量により発育した細菌の集落の先端から濾紙までの距離が異なる。その理由を 60 字以内で記せ。

下書き用 (60 字)

5						10						15						20					



(3) 化学物質 Q を 0.01 mL 濾紙に染み込ませ、表 1 で使った B 株を用いて、同様の実験を 2 回実施したところ、発育した細菌の集落の先端から濾紙までの距離は、11.8 mm と 14.2 mm だった。1 mL の化学物質 Q がもつ DNA 損傷性は、化学物質 X の量に換算するとどれくらいの量に相当するか、次の(a)~(e)の中から適切なものを 1 つ選び、記号を記せ。

- (a) 1 ~ 4 mg
- (b) 10 ~ 40 mg
- (c) 100 ~ 400 mg
- (d) 1000 ~ 4000 mg
- (e) 10000 ~ 40000 mg