

平成 22 年度 日本医科大学入学試験問題

[理 科]

受験番号	
------	--

注 意 事 項

1. 指示があるまで問題用紙は開かないこと。
2. 受験科目は予め受験票に記載された 2 科目とし、変更は認めない。
3. 問題用紙および解答用紙配布後、監督者の指示に従い、配布枚数の確認を行うこと。
(問題冊子 20 ページ、うち 2 ページは計算用紙、解答用紙 物理 1 枚、化学 1 枚、生物 1 枚)
落丁、乱丁、印刷の不鮮明の箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 解答時間は 14 時 10 分から 16 時 10 分までの 120 分。
なお、試験開始後 40 分経過後でなければ退室は認めない。
5. 机上には、受験票と筆記用具および時計（計時機能のみ）以外は置かないこと。
6. 筆記用具は鉛筆、シャープペンシル、消しゴムのみとする。
(コンパス、定規等は使用できない。)
7. 止むを得ず下敷を使用する場合は、監督者の許可を得ること。
8. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に記入すること。欄外には何も書かないこと。
9. この問題用紙の余白及び計算用紙は草稿や計算に自由に用いてよい。
10. 耳栓の使用はできない。
11. 携帯電話等の電源は必ず切り、鞆の中にしまうこと。
12. 質問、用便、中途退室など用件のある場合は、無言のまま手を挙げて監督者の指示に従うこと。
13. 受験中不正行為があった場合は、退室を命じ試験の一切を無効とする。
14. 退室時は、試験問題および解答用紙を裏返しにすること。

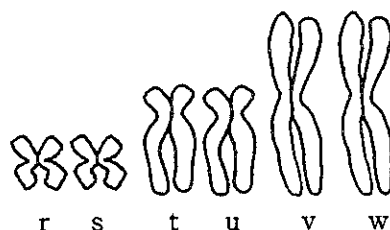
生 物

[I] 以下の文章を読み、各問いに答えなさい。

核酸には DNA と RNA がある。ともに [1] とよばれる構成単位が、糖と [2] の結合を介して連結した鎖状の分子である。DNA と RNA では [1] に含まれる糖の種類が異なっており、DNA の場合には [3] である。また、DNA は通常 2 本の [1] の鎖が互いの塩基の間で結合し、二重らせん構造をとっている。

下図は、ある生物の体細胞分裂中期に観察された染色体を並べた模式図である。染色体 r と染色体 s のように①大きさや形が同じ染色体が 2 本ずつ対で存在し、1 個の細胞あたり合計で 6 本 (3 対) の染色体が観察された。また、個々の染色体は縦裂しているように見え、ほぼ左右対称な形をしていた。

この生物の体細胞を培養液 X の中で培養した。細胞を十分な数に増殖させた後、培養液を X から Y に交換して 1 回だけ分裂させ、再び培養液 X に交換した。②培養液の交換はいずれも細胞質分裂の完了直後に行った。2 種類の培養液の成分は同じで、共にチミジン ([3] とチミンが結合したもの) を含むが、培養液 Y ではチミンを構成する水素 (^1H) を放射性同位体 (^3H) に置き換えてある。この放射性チミジンは、培養液 X に含まれる通常 (非放射性) のチミジンと同様に細胞に取り込まれ、DNA の複製に利用される。なお、すべての細胞は同調して分裂しており、各培養液における DNA の複製には、その培養液の成分のみが利用されるものとする。



問 1 [1] ~ [3] に適する語句を記入しなさい。

問 2 下線部①の、大きさや形が同じ 2 本の染色体を何というか答えなさい。また、分裂中期のヒトの体細胞 1 個には、このような染色体は何対存在するか。常染色体の場合について答えなさい。

問 3 上図の 6 本の染色体には、二重らせん構造をした DNA 分子が合計で何個含まれているか。また、この生物で減数分裂の第二分裂が完了すると、1 個の配偶子の核には二重らせん構造をした DNA 分子が何個含まれるか。

問4 次のタイプA～タイプCの染色体は、上記の培養実験で観察される染色体rを表しており、水素の放射性同位体 (^3H) が取り込まれた部位を黒で示してある。以下の(1)～(3)の時期に300個の細胞を観察すると、各タイプの染色体rをもつ細胞はそれぞれ何個存在すると予想されるか。(ア)～(キ)から最も適切なものを1つずつ選び、記号で答えなさい。

- (1) 培養液Yでの分裂中期
- (2) 再び培養液Xに交換してから1回目の分裂中期
- (3) 再び培養液Xに交換してから2回目の分裂中期

タイプA：縦裂面の両側に ^3H が存在する

タイプB：縦裂面の片側に ^3H が存在する

タイプC：縦裂面の両側どちらにも ^3H は存在しない



	タイプA	タイプB	タイプC
(ア)	300	0	0
(イ)	0	300	0
(ウ)	0	0	300
(エ)	150	150	0
(オ)	0	150	150
(カ)	150	0	150
(キ)	100	100	100

問5 下線部②の培養液の交換を、細胞質分裂の完了直後ではなく、いずれも分裂準備期 (G_2 期) の途中で行ったとする。この場合、再び培養液Xに交換してから1回目の分裂中期に300個の細胞を観察すると、各タイプの染色体rをもつ細胞はそれぞれ何個存在すると予想されるか。問4の選択肢(ア)～(キ)から最も適切なものを1つ選び、記号で答えなさい。

〔Ⅱ〕 以下の文章を読み、各問いに答えなさい。

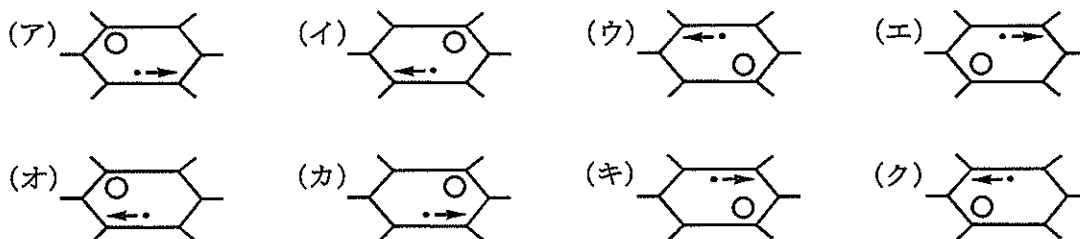
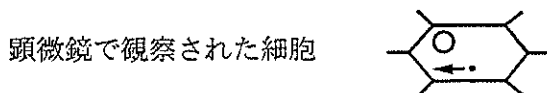
<観察 1> 光学顕微鏡に 10 倍の接眼レンズと 10 倍の対物レンズをセットした。接眼レンズの中には接眼マイクロメーターを入れ、ステージには対物マイクロメーター (1 mm を 100 等分した目盛りが付いている) をのせた。顕微鏡をのぞくと、片方のマイクロメーター (マイクロメーターA) の目盛りは常に見えていたが、もう片方のマイクロメーター (マイクロメーターB) の目盛りを見るには調節ねじを回してピントを合わせる必要があった。両方のマイクロメーターの目盛りを重ねると、マイクロメーターA の 3 目盛りとマイクロメーターB の 4 目盛りが一致していた。

<観察 2> タマネギの鱗片葉の表皮を注意深くはがしてプレパラートを作成し、観察 1 で用いた顕微鏡のステージにのせた。接眼レンズ 10 倍と対物レンズ 40 倍で観察すると、細胞の中を小さな顆粒が流れるように動いていた。この現象は原形質流動とよばれている。

問 1 観察 1 で対物レンズを 40 倍に切り替えて観察すると、マイクロメーターA の 3 目盛りはマイクロメーターB の何目盛りと一致すると考えられるか答えなさい。また、このとき顕微鏡の視野に含まれる面積は、対物レンズが 10 倍のときと比べて何倍になるか、以下の(ア)～(オ)から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 16 倍 (イ) 4 倍 (ウ) 1 倍 (エ) $\frac{1}{4}$ 倍 (オ) $\frac{1}{16}$ 倍

問 2 下図は観察 2 で見られた細胞の模式図である。丸い核と、矢印の方向に動く黒い顆粒が観察された。実際のプレパラートでは、この細胞の核はどこに位置し、顆粒はどの方向に動いていたのか。以下の(ア)～(ク)から 1 つ選び、記号で答えなさい。ただし、プレパラートの向きは顕微鏡で観察したときと同じとする。



問3 観察2の表皮細胞では、顆粒が一方方向に一定速度で動いており、接眼マイクロメーター9目盛り分の距離を4秒で移動していた。このときの移動速度を有効数字2桁で求め、単位を含めて答えなさい。

問4 以下の(ア)～(カ)の真核細胞の各構造にあてはまる項目を、次の(a)～(n)からすべて選び、解答欄の記号を○で囲みなさい。同じ記号を何度選んでもよい。

- (ア) 核
 - (イ) ミトコンドリア
 - (ウ) 葉緑体
 - (エ) ゴルジ体
 - (オ) 細胞膜
 - (カ) 細胞壁
-
- (a) 細胞質全体を包む膜で、脂質とタンパク質を主成分とする
 - (b) セルロースを主成分とする
 - (c) 高張液に浸すと、原形質と分離する
 - (d) 溶質に対して全透性である
 - (e) 2枚の膜で包まれている
 - (f) 細胞内でつくられた物質を受け取り、細胞外へ分泌する
 - (g) クエン酸回路をもつ
 - (h) 電子伝達系をもつ
 - (i) 細胞外のイオンを細胞内に取り込むタンパク質が存在する
 - (j) DNAを含む
 - (k) アントシアンを含む
 - (l) カロテンを含む
 - (m) 二酸化炭素を発生する
 - (n) 動物細胞には存在しない

〔Ⅲ〕 以下の文章を読み、各問いに答えなさい。

ホルモン H はマウスの甲状腺から血液中に分泌され、標的器官の細胞の核内にある受容体 R と結合する。R は DNA 上の E 領域に結合し、基本転写因子[※]を介して E 領域の近くにある遺伝子の転写を調節する (図 1)。ただし、R は単独もしくは H のみが結合した状態では転写調節を行うことができず、R が転写調節を行うためには、タンパク質 A やタンパク質 B との結合が必要である。なお、1 個の R には、A と B が結合できる部位がそれぞれ 1 カ所ずつある。H が R を介して遺伝子の転写を調節する仕組みを調べるために、以下の手順で各実験を行い、結果を表にまとめた。

注) 基本転写因子とは、RNA 合成酵素 (RNA ポリメラーゼ) がプロモーターに結合して転写を開始するときに必要な因子のことである。

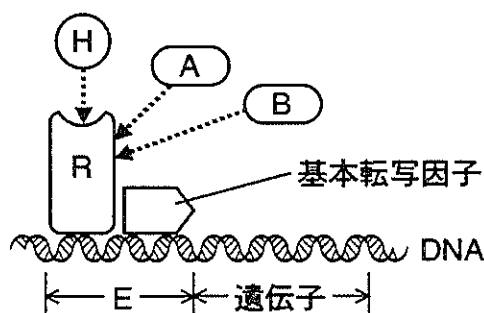


図 1 遺伝子の転写調節に関わる因子

<実験 1>

(1) E 領域と遺伝子 f を連結させたプラスミド DNA (図 2) を人工的に合成し、マウスから採取した細胞に一定量導入した。これを R^+ 細胞とする。次に、 R^+ 細胞のゲノムから受容体 R をつくる遺伝子のみを取り除き、 R^- 細胞を作製した。 R^+ 細胞と R^- 細胞では R の発現のみが異なり、その他はすべて同じである。なお、遺伝子 f は光を発するタンパク質 F の遺伝子で、マウスのゲノムには存在しない。どの細胞でも翻訳の効率は等しいため、発光の強さを測定することで、遺伝子 f の転写活性を調べることができる。

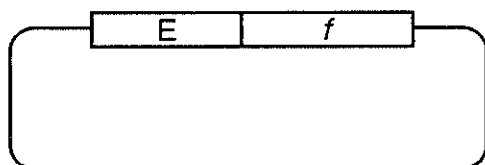


図 2 細胞に導入したプラスミド DNA

(2) ホルモン H を含む培養液と含まない培養液を用意し、各培養液中で R^+ 細胞と R^- 細胞を 1 日間培養した。培養後、それぞれ細胞をすりつぶし、タンパク質と核酸を含む抽出液を調製した。これを「抽出液 1」とする。

- (3) 抽出液 1 の一部を用いて、細胞 1 個あたりの発光の強さを測定した。また、①プラスミド DNA の E 領域およびタンパク質 A と B が抽出液に含まれているかどうかを調べた。その結果を表 1 (抽出液 1 の欄) に示す。
- (4) 抽出液 1 の残りから R を抽出した。このとき、E 領域や A, B は R と結合している場合には R と共に抽出され、結合していない場合には抽出されないものとする。これを「抽出液 2」とする。
- (5) 抽出液 2 を用いて、プラスミド DNA の E 領域および A と B が液中に含まれているかどうかを調べた。その結果を表 1 (抽出液 2 の欄) に示す。

表 1

ホルモン H		R ⁺ 細胞		R ⁻ 細胞	
		-	+	-	+
抽出液 1	発光の強さ	10	100	20	20
	プラスミド DNA の E 領域	○	○	○	○
	タンパク質 A	○	○	○	○
	タンパク質 B	○	○	○	○
抽出液 2	プラスミド DNA の E 領域	○	○	×	×
	タンパク質 A	×	○	×	×
	タンパク質 B	○	×	×	×

培養液に H が含まれる場合を「+」、含まれない場合を「-」、発光の強さは任意の単位 (転写が活発なほど数値が大きい)、プラスミド DNA の E 領域とタンパク質については、検出された場合は「○」、検出されなかった場合は「×」で示してある。

<実験 2>

- (1) 実験 1 と同様に R⁺細胞を作製し、さらにこの R⁺細胞に、タンパク質 A もしくはタンパク質 B をつくる遺伝子を導入した。それぞれを R⁺A⁺⁺細胞, R⁺B⁺⁺細胞とする。これらの細胞では、指定したタンパク質のみが過剰に発現し、その他のタンパク質の発現量は R⁺細胞と同じである。
- (2) 実験 1 と同様に R⁺細胞と R⁺A⁺⁺細胞および R⁺B⁺⁺細胞を培養し、抽出液を調製した後、細胞 1 個あたりの発光の強さを測定した。その結果を表 2 に示す。

表 2

ホルモン H	R ⁺ 細胞		R ⁺ A ⁺⁺ 細胞		R ⁺ B ⁺⁺ 細胞	
	-	+	-	+	-	+
発光の強さ	10	100	10	150	0	100

表示方法については表 1 と同様である。

問 1 下線部①の E 領域を検出するためには、特殊な DNA 合成酵素 (DNA ポリメラーゼ) やプライマー等を用いた手法により、プラスミド DNA の E 領域のみを増幅する必要がある。この手法の名称をアルファベット 3 文字で答えなさい。また、この手法の最初の段階では、反応液を 90℃以上に加熱する。このときに起こる反応を、以下の(ア)~(エ)から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) DNA ポリメラーゼが失活する
- (イ) DNA が 1 本鎖になる
- (ウ) プライマーが鋳型 DNA に結合する
- (エ) DNA の合成が始まる

問 2 実験 1 の結果から、R による転写調節について正しく述べているものを、以下の(ア)~(エ)から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) R は転写を活性化するときのみ、E 領域に結合する
- (イ) R は転写を抑制するときのみ、E 領域に結合する
- (ウ) R は転写を活性化するときも抑制するときも、どちらの場合も E 領域に結合する
- (エ) R は転写を活性化するときも抑制するときも、どちらの場合も E 領域に結合しない

問 3 実験 1 および 2 の結果から、転写調節における A と B の働きについて正しく述べているものを、以下の(ア)~(カ)からそれぞれ 1 つずつ選び、記号で答えなさい。

- (ア) H が存在するときのみ、R と結合して転写を活性化する
- (イ) H が存在しないときのみ、R と結合して転写を活性化する
- (ウ) H が存在するときもしないときも、R と結合して転写を活性化する
- (エ) H が存在するときのみ、R と結合して転写を抑制する
- (オ) H が存在しないときのみ、R と結合して転写を抑制する
- (カ) H が存在するときもしないときも、R と結合して転写を抑制する

問 4 遺伝子 f の発現では、R が転写を調節しない場合でも、基本転写因子が働いていると考えられる。下線部のことを示す実験結果として最も適切なものを、以下の(ア)～(カ)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 培養液中の H の有無にかかわらず、 R^+ 細胞では抽出液 1 から A と B が検出された
- (イ) 培養液中の H の有無にかかわらず、 R^- 細胞では抽出液 1 から A と B が検出された
- (ウ) 培養液中の H の有無にかかわらず、 R^- 細胞では同じ強さの発光が検出された
- (エ) 培養液に H が含まれない場合に、 R^+A^{++} 細胞では R^+ 細胞と同じ強さの発光が検出された
- (オ) 培養液に H が含まれない場合に、 R^+B^{++} 細胞では発光が検出されなかった
- (カ) 培養液に H が含まれる場合に、 R^+B^{++} 細胞では R^+ 細胞と同じ強さの発光が検出された

問 5 実験 2 で、培養液に H が含まれる場合に、 R^+A^{++} 細胞では R^+ 細胞よりも強い発光が検出された。この理由を述べなさい。

問 6 以下の(ア)～(オ)のホルモンは、ヒトでは生体内のどの部位から血液中に分泌されるか。次の(a)～(i)からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

- (ア) アドレナリン (イ) インスリン (ウ) バソプレシン (エ) パラトルモン
- (オ) 副腎皮質刺激ホルモン

- (a) 視床下部 (b) 脳下垂体前葉 (c) 脳下垂体後葉 (d) 甲状腺 (e) 副甲状腺
- (f) ランゲルハンス島の A 細胞 (g) ランゲルハンス島の B 細胞
- (h) 副腎皮質 (i) 副腎髄質

計算用紙（切り離さないこと）

計算用紙（切り離さないこと）

受験番号	
------	--

平成22年度

生物解答用紙

採点	
----	--

[I]

問1	1		2					
	3							
問2			対	問3	6本の染色体	個	配偶子の核	個
問4	(1)		(2)		(3)		問5	

[II]

問1	目盛り		問2		問3										
問4	(ア) 核	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
	(イ) ミトコンドリア	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
	(ウ) 葉緑体	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
	(エ) ゴルジ体	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
	(オ) 細胞膜	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
	(カ) 細胞壁	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n

[III]

問1		法	反応	問2						
問3	A		B	問4						
問5										
問6	(ア)		(イ)		(ウ)		(エ)		(オ)	