

理科

1. 3 科目すべての解答用紙に受験番号、氏名を記入すること。
2. 物理・化学・生物の 3 科目のうち、2 科目を選択すること。
3. 選択しない科目の解答用紙の中央に大きく×印を描くこと。
4. 選択しない科目の解答用紙は試験開始から 30 分後に回収される。

1. 試験時間は 90 分である。
2. 試験開始の指示があるまで、筆記用具を持つてはならない。
3. 試験開始後に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁等の不備、解答用紙の汚れ等を確認しなさい。
これらがある場合には手を高く挙げて監督者に知らせること。
4. 物理では、1～11 ページで、解答番号は

1

 ～

24

 である。
化学では、12～23 ページで、解答番号は

1

 ～

39

 である。
生物では、24～41 ページで、解答番号は

1

 ～

23

 である。
5. 解答は指示された解答番号に従って解答用紙の解答欄にマークすること。
6. 解答用紙に正しく記入・マークしていない場合には、正しく採点されないことがある。
7. 指定された以外の個数をマークした場合には誤りとなる。
8. 下書きや計算は問題冊子の余白を利用すること。
9. 質問等がある場合には手を高く挙げて監督者に知らせること。
10. 試験終了の指示があったら直ちに筆記用具を机の上に置くこと。
11. 試験終了の合図の後に受験番号、氏名の記入漏れに気づいた場合には、手を高く挙げて監督者の許可を得てから記入すること。許可なく筆記用具を持つと不正行為とみなされる。
12. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

受験番号				
MB	0	1	2	3

フリガナ	ニッポン	ハナコ
氏名	日本	花子

注意事項

1. 黒鉛筆(HB、B、2B)またはシャープペンシル(2B)を使用すること。
 2. マークは、はみ出さないように  の内側に  のように丁寧に塗りつぶすこと。
 3. 所定の記入欄以外には何も記入しないこと。
- ※ マークの塗り方が正しくない場合には、採点されないことがある。

	         
良い例	悪い例

1. 受験番号の空欄に受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークする。次に、氏名を書き、フリガナをカタカナで記入する。
2. 受験番号欄と解答欄では、①の位置が異なるので注意する。
3. マークは黒鉛筆(HB, B, 2B)またはシャープペンシル(2B)を使い、はみ出さないように○の内側を●のように丁寧に塗りつぶす。
4. マークを消す場合には、消しゴムで跡が残らないように完全に消す。
5. 解答用紙は折り曲げたり、汚したりしない。
6. 所定の欄以外には何も記入しない。

生 物

解答上の注意

1. 解答は、解答用紙の解答欄にマークしなさい。

例えば、

4

 と表示のある問題に対して、「①～⑧のうちから2つ選び、一緒にマークせよ。」の場合には、次の例に従う。

例：②と⑦と答えたい場合には

解答番号	解 答 欄									
4	①	☒	③	④	⑤	⑥	☒	⑧	⑨	⑩

例えば、

5

 と表示のある問題に対して、「①～⑨のうちから3つ選び、一緒にマークせよ。」の場合には、次の例に従う。

例：①と②と⑨と答えたい場合には

解答番号	解 答 欄									
5	☒	☒	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	☒	⑩

例えば、

6

 と表示のある問題に対して、「①～⑨のうちから4つ選び、一緒にマークせよ。」の場合には、次の例に従う。

例：①と③と④と⑦と答えたい場合には

解答番号	解 答 欄									
6	☒	②	☒	☒	⑤	⑥	☒	⑧	⑨	⑩

1 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

遺伝子の転写が環境に応じて抑制もしくは促進されることで、環境に適応した細胞の活動が可能となる。例えば、大腸菌においては、培地にグルコースがなくラクトースがある場合には、ラクトースに由来する成分が(a)と結合してその立体構造を変化させる。その結果、(a)とラクトース分解酵素遺伝子群の(b)領域との結合が抑制され、その遺伝子発現が活性化されることでラクトースが栄養源として用いられる。

遺伝子発現調節のメカニズムは多様であり、上記の立体構造変化以外にも、タンパク質の分解を介した転写活性の調節も存在する。大腸菌の遺伝子Sの転写は、通常の培地で培養した場合は、遺伝子Sの転写調節領域に結合するタンパク質Tによって抑制される。タンパク質Tは、培養条件に関係なく、常に一定量存在している。そのため、遺伝子Sから発現するタンパク質Sが細胞内に存在する量は、通常、非常に少ない。しかし、培地に薬剤Xが含まれる場合は、タンパク質Sが細胞内で活性化され、タンパク質Tを分解する。その結果、タンパク質Tは遺伝子Sの転写を抑制できず、細胞内でのタンパク質Sの存在量が増加する。タンパク質Sは、活性化時にタンパク質Tを分解する以外に、薬剤Xを含む環境で細胞を安定的に増殖させる。

問1 文章中の(a)、(b)に当てはまる語の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。

1

	a	b
①	リプレッサー	プライマー
②	リプレッサー	オペレーター
③	基本転写因子	プライマー
④	基本転写因子	オペレーター
⑤	転写活性化因子	プライマー
⑥	転写活性化因子	オペレーター

問 2 原核生物における遺伝子発現に関する記述として、誤っているものを次の①～⑤のうちから 1 つ選べ。 2

- ① 転写途中の mRNA にリボソームが結合し、翻訳が行われる。
- ② 調節タンパク質は栄養素や代謝物と結合し、その一次構造が変化する。
- ③ 調節タンパク質には、遺伝子発現を促進するものと抑制するものとが存在する。
- ④ オペロンでは、機能的に関連のある遺伝子が隣り合って存在し、1 本の mRNA として転写される。
- ⑤ 細胞内で合成された物質の濃度が上昇すると、その合成に必要な遺伝子の発現が抑制されるフィードバック調節が存在する。

問 3 タンパク質 T は 202 個のアミノ酸から構成され、1 番目から 3 番目のアミノ酸は、順にメチオニン、リシン、アラニンである。タンパク質 T をコードする遺伝子 *T* を含む塩基配列を図 1 に示す。この塩基配列に、遺伝子 *T* の開始コドンから終止コドンまでがすべて含まれている。表 1 に遺伝暗号表を示す。図 1 の塩基配列に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから 1 つ選べ。 3

1	ATGAAAGCGT TAACGGCCAG GCAACAAGAG GTGTTTGATC TCATCCGTGA TCACATCAGC
61	CAGACAGGTA TGCCGCCGAC GCGTGCGGAA ATCGCGCAGC GTTTGGGGTT CCGTTCCCCA
121	AACGCGGCTG AAGAACATCT GAAGGCGCTG GCACGCAAAG GCGTTATTGA AATTGTTTCC
181	GGCGCATCAC GCGGGATTCTG TCTGTTGCAG GAAGAGGAAG AAGGGTTGCC GCTGGTAGGT
241	CGTGTGGCTG CCGGTGAACC ACTTCTGGCG CAACAGCATA TTGAAGGTCA TTATCAGGTC
301	GATCCTTCCT TATTCAAGCC GAATGCTGAT TTCCTGCTGC GCGTCAGCGG GATGTCGATG
361	AAAGATATCG GCATTATGGA TGGTGACTTG CTGGCAGTGC ATAAAACTCA GGATGTACGT
421	AACGGTCAGG TCGTTGTGCG ACGTATTGAT GACGAAGTTA CCGTTAAGCG CCTGAAAAAA
481	CAGGGCAATA AAGTCGAACT GTTGCCAGAA AATAGCGAGT TTAAACCAAT TGTCGTTGAC
541	CTTCGTCAGC AGAGCTTCAC CATTGAAGGG CTGGCGGTTG GGGTTATTCTG CAACGGCGAC
601	TGGCTGTAAC ATAT

図 1 遺伝子 *T* の塩基配列

左端の数字は、各行の左端の塩基が、ここに示した 614 個の塩基の何番目であるかを示している。

表1 遺伝暗号表

		2 番目の塩基												
		U		C		A		G						
1 番目の塩基	U	UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U	3 番目の塩基			
		UUC		UCC		UAC		UGC		C				
		UUA		ロイシン		UCA		UAA		終 止		UGA	終 止	A
		UUG				UCG		UAG				UGG	トリプトファン	G
	C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U				
		CUC		CCC		CAC		CGC		C				
		CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA		A				
		CUG		CCG		CAG		CGG		G				
	A	AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U				
		AUC		ACC		AAC		AGC		C				
		AUA		ACA		AAA	リシン	AGA	アルギニン	A				
		AUG		メチオニン		ACG		AAG		AGG		G		
	G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U				
		GUC		GCC		GAC		GGC		C				
		GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA		A				
		GUG		GCG		GAG		GGG		G				

- ① この遺伝子の終止コドンは UGA である。
- ② この塩基配列には、イントロンの領域も含まれる。
- ③ タンパク質 T の 201 番目のアミノ酸はトリプトファンである。
- ④ この塩基配列は鋳型鎖(アンチセンス鎖)の配列を示している。
- ⑤ RNA ポリメラーゼはこの塩基配列の 614 番目側から 1 番目側に移動しながら mRNA を合成する。

問 4 タンパク質 T はタンパク質 S によって 84 番目のアミノ酸のアラニンと 85 番目のアミノ酸のグリシンとの間が切断される。タンパク質 S に切断されない変異型タンパク質 T' を設計するため、84 番目のアラニンを別のアミノ酸に置換する変異を導入することにした。この変異を導入するのに適切な塩基置換を、次の①～⑥のうちから 1 つ選べ。

4

- ① 84 番目の塩基の T を C に置換する。
- ② 168 番目の塩基の T を C に置換する。
- ③ 250 番目の塩基の G を A に置換する。
- ④ 252 番目の塩基の C を A に置換する。
- ⑤ 255 番目の塩基の T を A に置換する。
- ⑥ 258 番目の塩基の A を G に置換する。

問 5 大腸菌に、以下の遺伝子組換えの操作(i)~(iii)のいずれかを行った後、通常の培地で培養した。このときの遺伝子 S の転写の状態について適切な組合せを、下の①~⑧のうちから 1 つ選べ。

5

- (i) 通常の培地においてもタンパク質 T を分解する活性をもつ変異型タンパク質 S' を、プラスミドを利用して大腸菌細胞内で発現させた。なお、この変異型タンパク質 S' のその他の性質はタンパク質 S と同じである。
- (ii) 遺伝子 S の転写調節領域の塩基配列に突然変異を導入し、タンパク質 T が転写調節領域に結合できない配列にした。なお、この突然変異は、この転写調節領域とタンパク質 T との結合を失わせることの他には影響を及ぼさない。
- (iii) タンパク質 S に分解されない変異型タンパク質 T' を、プラスミドを利用して細胞内で発現させた。なお、この変異型タンパク質 T' のその他の性質はタンパク質 T と同じである。

	(i)	(ii)	(iii)
①	促 進	促 進	促 進
②	促 進	促 進	抑 制
③	促 進	抑 制	促 進
④	促 進	抑 制	抑 制
⑤	抑 制	促 進	促 進
⑥	抑 制	促 進	抑 制
⑦	抑 制	抑 制	促 進
⑧	抑 制	抑 制	抑 制

次のページに続く

2 次の文章を読み、下の問い(問 1, 2)に答えよ。

タンパク質 C は、神経細胞への分化に働く遺伝子の転写を促進する。また、タンパク質 D はタンパク質 C と結合することで、タンパク質 C の作用を調節している。タンパク質 C とタンパク質 D それぞれについて、変異型のタンパク質が見出されており、タンパク質 C の変異型タンパク質 c は、転写を促進する性質をもたないが、タンパク質 D と結合する性質などの他の機能はタンパク質 C と同一である。タンパク質 D の変異型タンパク質 d は、タンパク質 C および変異型タンパク質 c と結合することができないが、他の機能はタンパク質 D と同一である。変異型タンパク質 c、変異型タンパク質 d とともに、細胞内において合成・分解される量は、それぞれ、タンパク質 C、タンパク質 D と同様である。

各遺伝子型の細胞を用いて以下の実験 1～3 を行った。タンパク質 C、タンパク質 D とともに変異をもたない細胞の遺伝子型を *CCDD*、双方に変異をもつ細胞の遺伝子型を *ccdd* などと表記するものとする。

【実験 1】 各遺伝子型の細胞に対して神経に分化させる誘導物質(分化誘導物質)を培養液に加えた場合、加えていない場合の分化の様子を調べた。

細胞の遺伝子型	分化誘導物質あり	分化誘導物質なし
<i>CCDD</i>	神経に分化	分化していない状態
<i>ccDD</i>	分化していない状態	分化していない状態
<i>CCdd</i>	神経に分化	神経に分化

【実験 2】 遺伝子型 *CCDD* の細胞内でのタンパク質の量を調べた。タンパク質 C、D とともに分化していない細胞のタンパク質量を 100 とした場合の量を示す。

	分化していない細胞	神経に分化した細胞
タンパク質 C	100	100
タンパク質 D	100	0

【実験 3】 各遺伝子型の細胞について、タンパク質 C あるいは変異型タンパク質 c の細胞内での分布を調べた。

細胞の遺伝子型	分化誘導物質あり	分化誘導物質なし
<i>CCDD</i>	核 内	細胞質
<i>ccDD</i>	核 内	細胞質
<i>CCdd</i>	核 内	核 内

問 1 実験 1～3 の結果から推定できることとして適切なものを、次の①～⑥から 2 つ選び、一緒にマークせよ。 6

- ① タンパク質 C は核の中に入ると分解される。
- ② タンパク質 C はタンパク質 D の細胞内での存在量を増加させる。
- ③ タンパク質 D はタンパク質 C の細胞内での存在量を減少させる。
- ④ 細胞が神経に分化すると、タンパク質 C の細胞内での存在量は増加する。
- ⑤ タンパク質 D が細胞内に存在する場合、タンパク質 C は細胞質に分布している。
- ⑥ 分化していない状態の細胞では、タンパク質 C が細胞質中に分布することで神経に分化させる遺伝子の発現は誘導されない。

問 2 遺伝子型 *ccdd* の細胞について、分化誘導物質がある場合、ない場合のそれぞれで培養を行った。それぞれの培養における細胞の分化の状態と、分化誘導物質がない場合でのタンパク質 c の細胞内での分布について、推定される結果として最も適切な組合せを、次の①～⑧のうちから 1 つ選べ。 7

	分化誘導物質あり	分化誘導物質なし	
	細胞の状態	細胞の状態	タンパク質 c の分布
①	分化していない状態	分化していない状態	核 内
②	分化していない状態	神経に分化	核 内
③	神経に分化	分化していない状態	核 内
④	神経に分化	神経に分化	核 内
⑤	分化していない状態	分化していない状態	細胞質
⑥	分化していない状態	神経に分化	細胞質
⑦	神経に分化	分化していない状態	細胞質
⑧	神経に分化	神経に分化	細胞質

3 代謝に関する次の問い(問1～4)に答えよ。

問1 次の文章を読み、下の(1)、(2)に答えよ。ただし、原子量は $H = 1.0$ 、 $C = 12$ 、 $O = 16$ とする。

物質を構成する原子や分子などの粒子の個数に着目して表した物質の量を物質量といい、モル(単位: mol)で表す。1 mol の物質には 6.02×10^{23} 個の粒子が含まれる。物質 1 mol あたりの質量をモル質量(単位: g/mol)といい、原子量・分子量に g/mol をつけたものになる。例えば、1 mol のグルコース($C_6H_{12}O_6$: 分子量 180)から 2 mol のピルビン酸($C_3H_4O_3$: 分子量 88)と水素イオンを生じる反応



においては、180 g のグルコースがこの反応で代謝された場合、生じるピルビン酸は 176 g となる。

- (1) アルコール発酵では、1 mol のグルコース($C_6H_{12}O_6$)を基質にした場合、最終的に 2 mol のエタノール(C_2H_6O)と 2 mol の二酸化炭素(CO_2)が生じる。360 g のグルコースがアルコール発酵により完全に分解されたときに、生じるエタノールと二酸化炭素の質量として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから 1 つ選べ。

8

	エタノール	二酸化炭素
①	46 g	44 g
②	46 g	88 g
③	92 g	44 g
④	92 g	176 g
⑤	184 g	88 g
⑥	184 g	176 g

- (2) Aさんは3.24 gの水飴を食べたが、ダイエット中だったため、高層ビルの中にあるオフィスまで、階段を使うことにした。Aさんがビル1階分昇るために必要なATPの物質量は0.07 molである。水飴は全てデンプンからなるとし、そこから得られるエネルギーの全てが階段を昇るためのATPに変換されるとする。デンプンは $(C_6H_{10}O_5)_n$ で表される物質(n は自然数)であり、1分子のデンプンが分解されると n 個のグルコースが生じる。またグルコースの酸化によって生じるATPの物質量は理論上の最大値であるとする。食べた水飴から得られるエネルギーの全てが消費されるためには、何階昇ればいいのか。最も近いものを次の①～⑥のうちから 1 つ選べ。ただし、水飴のエネルギーは全て階段を昇るために消費され、基礎代謝(安静時の代謝)などによるATPの消費は考えないものとする。

9

- ① 1階 ② 5階 ③ 6階 ④ 9階 ⑤ 11階 ⑥ 15階

問 2 ある植物に放射性同位体 ^{14}C を含む二酸化炭素 $^{14}\text{CO}_2$ を取り込ませながら、明条件・ 1% CO_2 濃度のもとで光合成を行わせた。一定時間後に反応を停止させ、有機物を抽出して、そこに含まれる ^{14}C の放射線量を調べた。次に、(i)、(ii)に示すように環境条件を変化させ、一定時間後に反応を停止させた後、有機物を抽出して、 ^{14}C の放射線量をもとに有機物の量の変化を調べた。ただし、温度条件は、この植物の最適温度に固定したものとする。

(i) 光の強さを一定にしたまま、 CO_2 濃度を 1% から 0.003% に低下させた。

(ii) CO_2 濃度を 1% にしたまま、明条件から暗条件に変えた。

(i)の条件下での ^{14}C を含むリブ로스 1,5-ビスリン酸 (C_5 物質)の量の変化と、(ii)の条件下での ^{14}C を含むホスホグリセリン酸 (C_3 物質)と NADPH の量の変化として適切なものを、次の A 群～C 群の①～③、④～⑥、⑦～⑨のうちからそれぞれ1つずつ選び、3つ一緒にマークせよ。 10

(i) CO₂ 濃度

(1 %→0.003 %)

(ii) 光条件

(明→暗)

A 群	
	C ₅ 量
①	増加する
②	変化なし
③	減少する

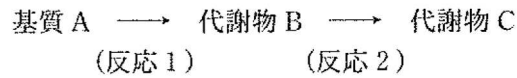
B 群	
	C ₃ 量
④	増加する
⑤	変化なし
⑥	減少する

C 群	
	NADPH 量
⑦	増加する
⑧	変化なし
⑨	減少する

問 3 物質 X がヒト細胞に取り込まれると酵素 E によって分解され、このときの分解速度は酵素 E の濃度に比例する。酵素 E は遺伝子 E から作られるタンパク質 E が一定数結合して多量体になったものである。遺伝子 E には対立遺伝子として E' があり、遺伝子 E' から作られるタンパク質をタンパク質 E' と呼ぶ。酵素 E の中に1つでもタンパク質 E' が存在していると、その酵素 E は物質 X を分解することができない。遺伝子型が EE のヒトと EE' のヒトで X の分解速度を比べると、EE' のヒトは EE のヒトの $\frac{1}{16}$ である。遺伝子型が E'E' のヒトは物質 X を分解することができない。酵素 E はいくつのタンパク質 E が結合したものか。最も適切なものを次の①～⑦のうちから1つ選べ。ただし、遺伝子型 EE' のヒトの細胞中のタンパク質 E と E' の存在する量は同等であり、酵素 E にタンパク質 E と E' が取り込まれる確率は共に $\frac{1}{2}$ であるとする。 11

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 6 ⑤ 8 ⑥ 12 ⑦ 16

問 4 ある細胞内で起こる代謝経路の一部を次に示す。



ここで基質 A は反応 1 により代謝物 B になり、代謝物 B は反応 2 により代謝物 C になる。反応 1, 2 は酵素 X, Y のうちいずれか一方の酵素によって進み、1 つの酵素が両方の反応を触媒することはない。酵素 X, Y の性質を調べるため、この細胞から酵素 X, Y を取り出して、以下の実験 1, 2 を行った。その結果を図 1 に示す。ただし、酵素 X と酵素 Y の最適 pH と最適温度は同じであり、実験はすべて最適条件で行ったものとする。

【実験 1】 基質 A のみを含む水溶液に酵素 X を加え、しばらく後に酵素 Y を加えた。

【実験 2】 基質 A のみを含む水溶液に酵素 X, Y を同時に加えた。

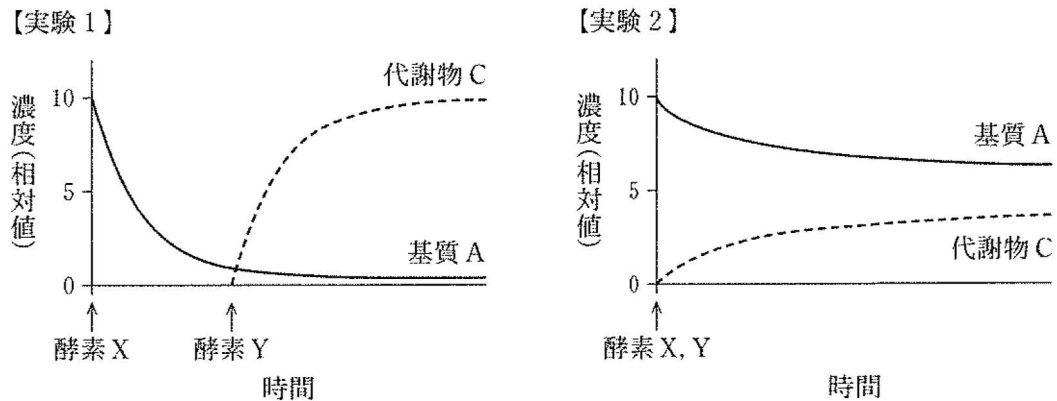


図 1 基質と代謝物の濃度変化

これらの実験結果から導かれることとして、最も適切なものを、次の①～⑥のうちから 1 つ選べ。 12

- ① 酵素 X は反応 1 を触媒し、代謝物 B によるフィードバック阻害を受ける。
- ② 酵素 X は反応 1 を触媒し、代謝物 C によるフィードバック阻害を受ける。
- ③ 酵素 X は反応 2 を触媒し、代謝物 C によるフィードバック阻害を受ける。
- ④ 酵素 Y は反応 1 を触媒し、代謝物 B によるフィードバック阻害を受ける。
- ⑤ 酵素 Y は反応 1 を触媒し、代謝物 C によるフィードバック阻害を受ける。
- ⑥ 酵素 Y は反応 2 を触媒し、代謝物 C によるフィードバック阻害を受ける。

4 次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えよ。

神経細胞が標的細胞・組織とつながりネットワークを形成することによって、神経系がシステムとして機能している。このネットワーク形成過程において、神経細胞は軸索を伸ばし標的細胞との間でシナプスを形成し、情報^アを標的細胞に伝える。神経細胞が軸索を標的細胞に伸ばすときには、軸索の先端部は隣接する細胞外基質や別の細胞と相互作用することで、相互作用する対象^イと接着または反発することを繰り返す、伸長経路が決まっていく。軸索先端部と相互作用する誘引因子と反発因子の及ぼす作用のバランスによって、軸索は伸長や方向転換をする^ウ。

問1 下線部アに関連して、細胞間の情報伝達において、細胞外へ分泌されて他の細胞に働く物質として、最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。 13

- ① インテグリン ② カドヘリン ③ ダイニン
④ チューブリン ⑤ ノーダル

問2 下線部アに関連して、神経細胞における活動電位とシナプス伝達に関する記述として、最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。 14

- ① 刺激が強いほど、神経細胞の興奮の頻度は高くなる。
② 無髄神経繊維は有髄神経繊維よりも興奮の伝導速度は大きい。
③ 閾値以上の刺激であれば、刺激の強さに応じて、活動電位は大きくなる。
④ 活動電位が最大値から減少するときに、次の刺激に反応し活動電位が生じる。
⑤ シナプスにおいては、シナプス前細胞と後細胞との間で両方向に活動電位が伝わる。

問 3 (1) 下線部イに関連して、神経細胞の軸索先端部に対する細胞外基質やシグナル分子の誘引または反発作用を調べるために、以下の実験を行った。まず、細胞外基質 A が容器全面に塗られたときの軸索の伸長の様子を観察した(図 1)。次に、細胞外基質 A を容器全面に塗った容器の上に、シグナル分子 B を分泌する非神経細胞を置き、2 種類の神経細胞を別々に培養したときの軸索伸長の様子を観察した(図 2)。これらの観察結果から推定されることとして、最も妥当でないものを、次の①～⑤のうちから 1 つ選べ。

15

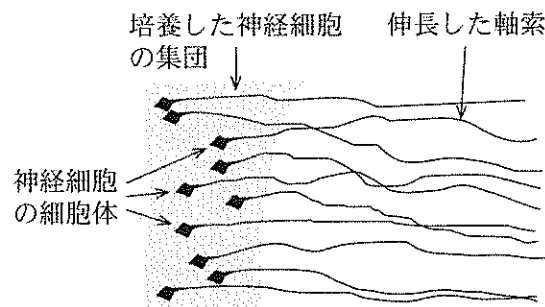


図 1 軸索の伸長の様子

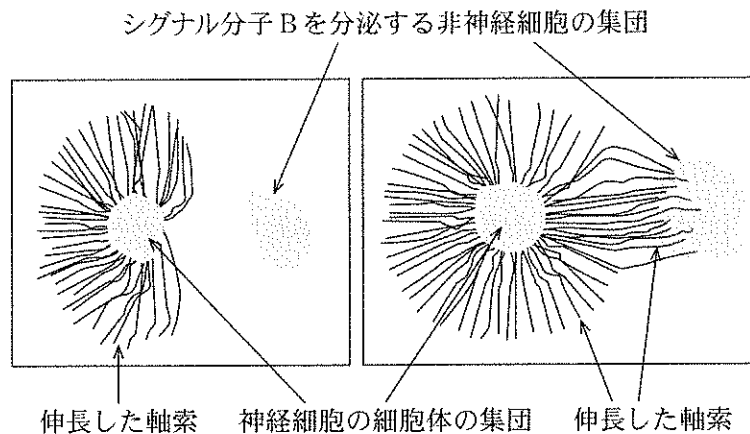


図 2 軸索の伸長の様子

- ① 細胞外基質 A は軸索を伸長させない作用をもつ。
- ② ある種類の神経細胞の軸索は、シグナル分子 B の濃度が高い方向へ伸長する。
- ③ 細胞外基質 A とシグナル分子 B の組合せは、ある種類の神経細胞の軸索に対して誘引作用をもつ。
- ④ 細胞外基質 A とシグナル分子 B の組合せは、ある種類の神経細胞の軸索に対して反発作用をもつ。
- ⑤ ある種類の神経細胞は、シグナル分子 B が存在しなくても、軸索が伸長する。

- (2) 下線部ウについて、発生途中のニワトリ網膜の水平断面とその一部の拡大図を図3に示す。網膜の神経細胞は軸索を将来盲斑になる場所に向かって伸長し、そこでたくさんの軸索が束となり、方向を変え網膜から外に伸びる。また、網膜内には、(1)の細胞外基質A、シグナル分子Bに加えて、シグナル分子Cが存在する。(1)の実験結果および図3から、軸索の伸長への作用として、最も妥当でないものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。

16

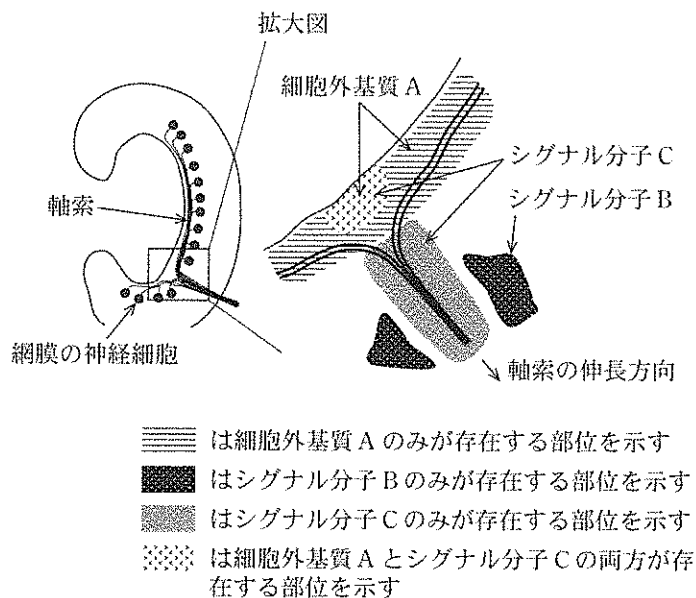


図3 発生途中の網膜の水平断面

- ① シグナル分子Cは誘引作用をもつ。
- ② 細胞外基質Aとシグナル分子Cの組合せは反発作用をもつ。
- ③ 細胞外基質Aよりもシグナル分子Cの方がより強い誘引作用をもつ。
- ④ シグナル分子Bよりもシグナル分子Cの方がより強い誘引作用をもつ。
- ⑤ 細胞外基質Aとシグナル分子Cの組合せよりシグナル分子C単独の方がより強い反発作用をもつ。

問 4 (1) ニワトリでは眼球から伸びた網膜神経の軸索は脳の視蓋という場所に達する。網膜の耳側の神経細胞の軸索は視蓋の前方に、鼻側の神経細胞の軸索は視蓋の後方に伸びる(図4)。ここで、視蓋の前方部分と後方部分をそれぞれ取り出し、すりつぶした試料を作製した。それらを交互にストライプ状に塗った容器で、網膜の耳側から取り出した神経細胞を培養し、軸索の伸長を観察した(図5)。この観察結果から、視蓋の前方部分と後方部分が軸索の伸長に及ぼす影響として推定される組合せを、次ページの選択肢群の①～⑦のうちから4つ選び、一緒にマークせよ。ただし、誘引作用や反発作用の相対的な大きさはわからないものとする。

17

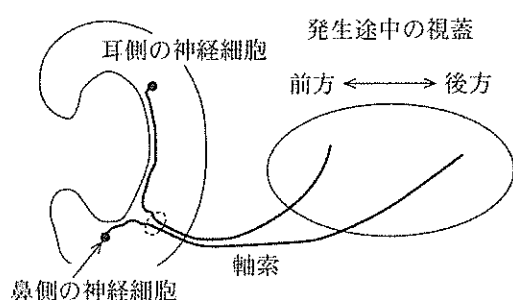


図4 発生途中の網膜と視蓋

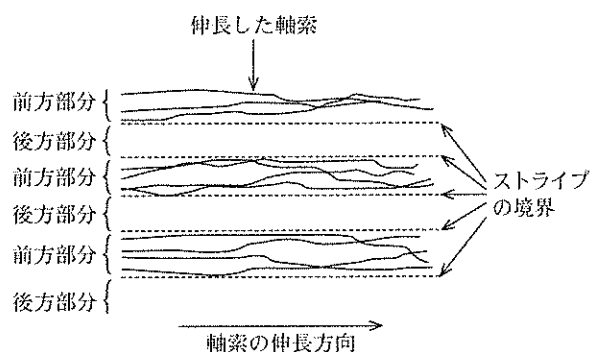


図5 軸索の伸長の様子

(2) 次に、視蓋の前方部分から取り出した試料を加熱変性し、視蓋に含まれているシグナル分子を働かなくした。この試料と、視蓋の後方部分からの変性していない試料とを交互にストライプ状に塗り、網膜の耳側から取り出した神経細胞の軸索伸長を観察した(図6)。さらに、視蓋の後方部分から取り出した試料を加熱変性し、視蓋に含まれるシグナル分子を働かなくし、変性していない視蓋の前方部分からの試料とを交互にストライプ状に塗り、網膜の耳側から取り出した神経細胞の軸索伸長を観察した(図7)。これらの観察結果から、視蓋の前方部分と後方部分が軸索の伸長に及ぼす影響として推定される組合せとして、最も適切なものを、次ページの選択肢群の①～⑦のうちから1つ選べ。

18

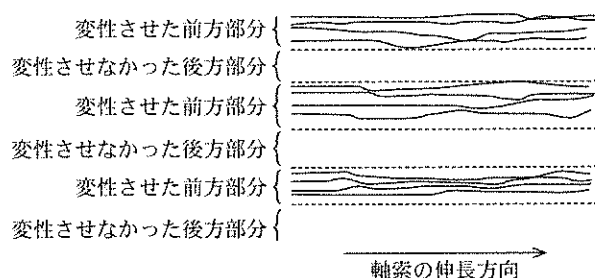


図6 軸索の伸長の様子

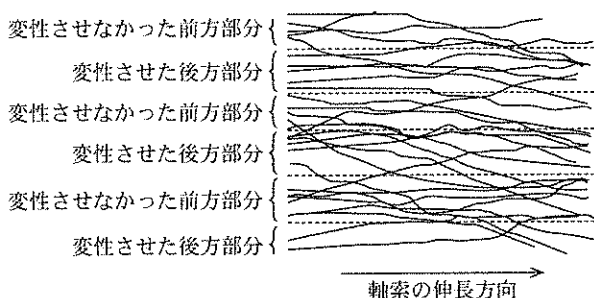


図7 軸索の伸長の様子

選択肢群

	視蓋の前方部分	視蓋の後方部分
①	影響なし	軸索を誘引する
②	影響なし	軸索を反発させる
③	軸索を誘引する	影響なし
④	軸索を誘引する	軸索を誘引する
⑤	軸索を誘引する	軸索を反発させる
⑥	軸索を反発させる	影響なし
⑦	軸索を反発させる	軸索を誘引する

5 次の問い(問1～5)に答えよ。

問1 ヒトの細胞外液に存在するイオンで濃度の高いものはどれか。①～⑤のうちから高い順に2つ選び、一緒にマークせよ。 19

- ① K^+ ② Na^+ ③ Ca^{2+} ④ Mg^{2+} ⑤ Cl^-

問2 ヒトの肝臓につながる血管として肝動脈、肝静脈、肝門脈がある。この3つの血管のうち、平常時に最も尿素を多く含む血液が通過するものと、食後に最もグルコースを多く含む血液が通過するものの組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。

20

	平常時に最も尿素を多く含む血液が通過	食後に最もグルコースを多く含む血液が通過
①	肝動脈	肝静脈
②	肝動脈	肝門脈
③	肝静脈	肝動脈
④	肝静脈	肝門脈
⑤	肝門脈	肝動脈
⑥	肝門脈	肝静脈

問3 あるマウスに今までにその体内に入ることがない抗原を注射した。注射後にそのマウスの体内で起こる反応(i)～(iii)を示す。反応が起こる順番として正しいものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 21

- (i) リンパ節でT細胞に抗原の断片が提示される。
(ii) 分化した抗体産生細胞が抗体を産生する。
(iii) 樹状細胞が抗原を食作用により分解する。

- ① (i)→(ii)→(iii)
② (i)→(iii)→(ii)
③ (ii)→(i)→(iii)
④ (ii)→(iii)→(i)
⑤ (iii)→(i)→(ii)
⑥ (iii)→(ii)→(i)

問 4 ヒトの腎臓において、物質 A は糸球体からボーマンのうにろ過されるが再吸収はされない。ある人の物質 A の濃縮率 $\left(\frac{\text{尿中の濃度}}{\text{血しょう中の濃度}}\right)$ は 100 で、別の物質 B の濃縮率は 20 であった。この人の 1 日の尿量が 2.0 L である場合、物質 B の再吸収率として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから 1 つ選べ。 22

- ① 0 % ② 16 % ③ 24 % ④ 40 % ⑤ 60 % ⑥ 80 %

問 5 100 人の血液を採取して、ABO 式血液型を調べた。抗 A 抗体(凝集素 α)に対して赤血球が凝集反応を示す人が 30 人、抗 B 抗体(凝集素 β)に対して赤血球が凝集反応を示す人が 60 人、両方の抗体に反応した人と、いずれの抗体にも反応しなかった人の合計は 20 人であった。推定される血液型が AB 型である人の数として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから 1 つ選べ。 23

- ① 0 人 ② 5 人 ③ 10 人 ④ 15 人 ⑤ 20 人 ⑥ 30 人