

令和 2 年度 一般入学試験(前期)問題 理 科

試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはならない。

科目選択について

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。

注 意 事 項

1. 試験時間は 100 分である。
2. 試験開始の合図があるまで、筆記用具を持ってはならない。
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 ページ～17 ページまでで、解答番号は

1

 ～

29

 である。
化学では、18 ページ～31 ページまでで、解答番号は

1

 ～

33

 である。
生物では、32 ページ～49 ページまでで、解答番号は

1

 ～

45

 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. 試験終了の合図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。

解答用紙記入要領

例：受験番号が「0123」番の「日本花子」さんの場合

受 験 番 号				
MB	0	1	2	3
●	①	①	①	①
①	●	①	①	①
②	②	●	②	②
③	③	③	●	③
④	④	④	④	●
⑤	⑤	⑤	⑤	⑤
⑥	⑥	⑥	⑥	⑥
⑦	⑦	⑦	⑦	⑦
⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
⑨	⑨	⑨	⑨	⑨

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(BまたはHBに限る)を使用すること。
 2. マークは、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(BまたはHBに限る)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	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

例えば、

7

8

 と表示のある問題に対して、計算等から得られた値をマークする場合には次の例に従う。

例：38 と答えたい場合には

解答 番号	解 答 欄									
7	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
8	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

1 次の文章を読み、下の問い(問1～6)に答えよ。

ニューロン(神経細胞)は電気的な信号を発生することによって、その情報を個体のすみずみに送る。その情報により個体活動は統合的に制御されている。この電気的な信号は活動電位とよばれる一過性の膜電位の変化である。一方で、活動電位を発生していないときの細胞の膜電位は静止電位とよばれる。活動電位は、^ア膜を介したイオンの移動が時間経過とともに変化することで生じる。活動電位の性質の一つとして、^イ不応期が知られ、その期間では活動電位は発生しない。興奮はシナプスで伝達されるが、^ウシナプスの一つとして、^エ神経筋接合部が知られている。神経筋接合部でのシナプス伝達を調べるために行った実験の概要を図1に示す。運動ニューロンの細胞体に刺激電極から人為的に電流を流して刺激を行い、細胞体で生じる膜電位の変化を電極Aで記録した。またニューロンの軸索がとどいてある筋繊維(筋細胞)の膜電位の変化を電極Bで記録した。なお、運動ニューロンに活動電位が生じ、つづいて筋繊維で活動電位が生じた場合、筋繊維の活動電位の波形および性質はニューロンの活動電位と同じものとする。

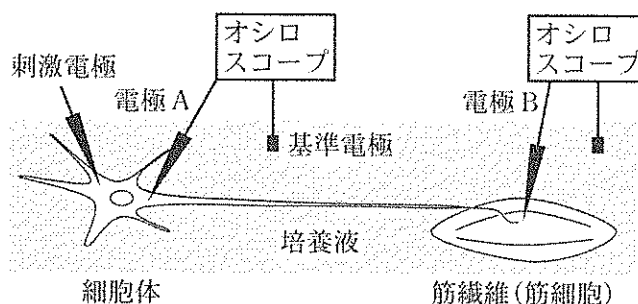


図1 実験の概要

問1 下線部アに関して、静止電位の維持に重要な役割をもつタンパク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。 1

- ① Gタンパク質
- ② カドヘリン
- ③ 電位依存性ナトリウムチャネル
- ④ 伝達物質依存性イオンチャネル
- ⑤ ナトリウム-カリウムATPアーゼ

問2 下線部イに関して、活動電位の発生時に移動するイオンとその移動方向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。 2

	イオン	移動方向
①	H ⁺	細胞内への流入
②	H ⁺	細胞外への流出
③	Na ⁺	細胞内への流入
④	Na ⁺	細胞外への流出
⑤	HCO ₃ ⁻	細胞内への流入
⑥	HCO ₃ ⁻	細胞外への流出

問 3 下線部ウに関連して、刺激電極を用いて、ニューロンの細胞体に、ある大きさの刺激を2回行い、細胞体に生じる膜電位の変化を電極 A により記録したところ、図 2 に示すように同じ波形をもつ活動電位が2回記録された。2回の刺激の間隔を短くすると電極 A での膜電位の記録はどのようなになるか。最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。刺激間隔をそれぞれの図の上部に示す。 3

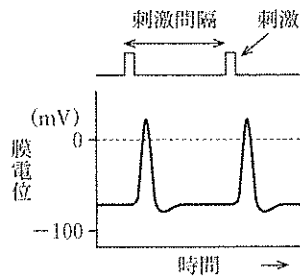
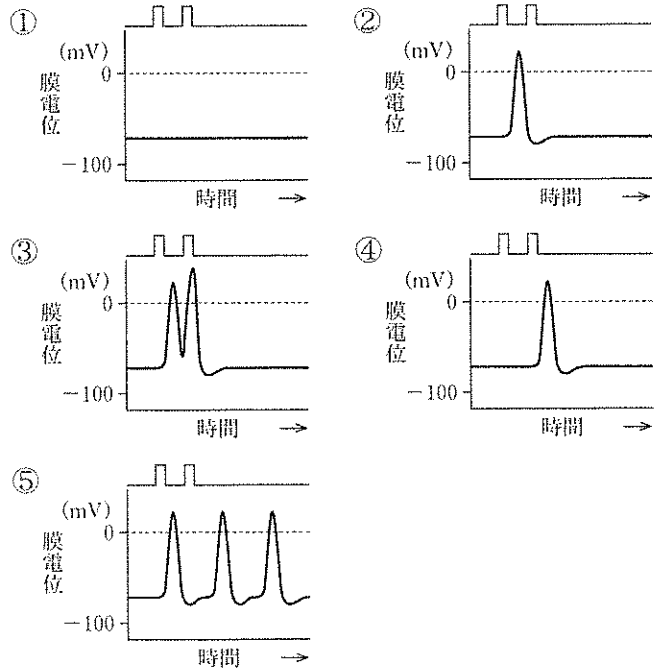


図 2 電極 A での膜電位の記録



問 4 次に、刺激電極を用いて、このニューロンの細胞体に、ある大きさの刺激を1回行ったときの、電極 A での膜電位の記録を図 3 に示す。この場合の電極 B での膜電位の記録として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。 4

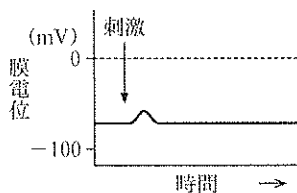
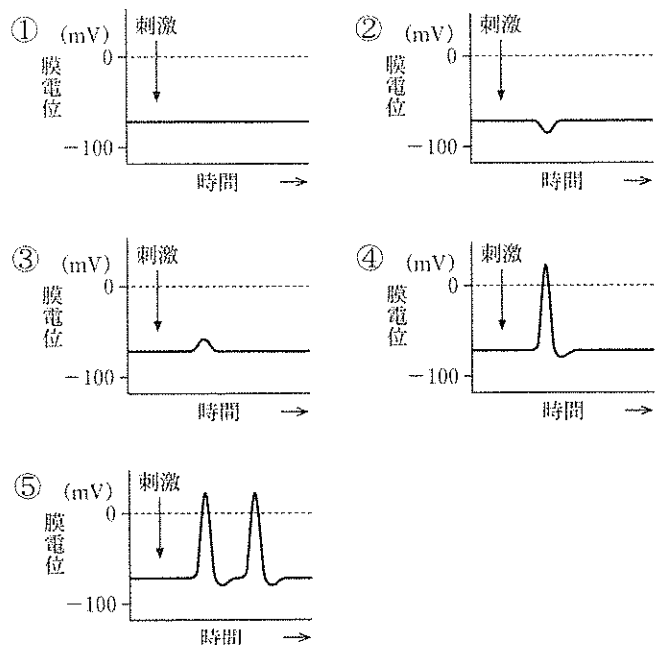


図 3 電極 A での膜電位の記録



問 5 刺激電極を用いて、ニューロンの細胞体に、ある大きさの刺激を1回行ったときの、電極 B での膜電位の記録を図 4(a)に示す。培養液中の Ca^{2+} 濃度を下げたところ、図 4(b)のようになった。培養液中の Ca^{2+} が重要な役割をもつ事象が働かなかったと考えられる。その事象として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。 5

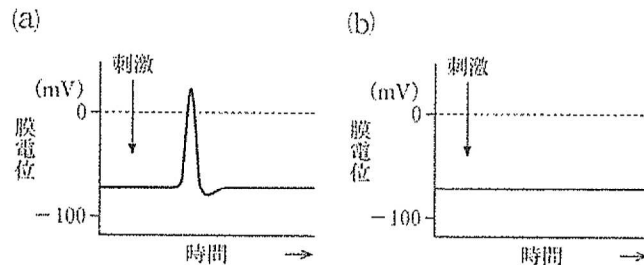


図 4 電極 B での膜電位の記録

- ① 筋繊維の収縮
- ② 軸索の興奮伝導
- ③ 神経伝達物質の放出
- ④ 神経伝達物質受容体の分解
- ⑤ シナプス間隙での神経伝達物質の分解

問 6 下線部エに関連して、神経筋接合部の発生を調べるために運動ニューロンと筋繊維を同時に培養し、軸索の伸長とアセチルコリンの受容体の分布について時間を追って観察した。その結果の模式図を図 5 に示す。一定数のアセチルコリン受容体が存在する領域を・で示している。この結果から導かれることとして最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。 6

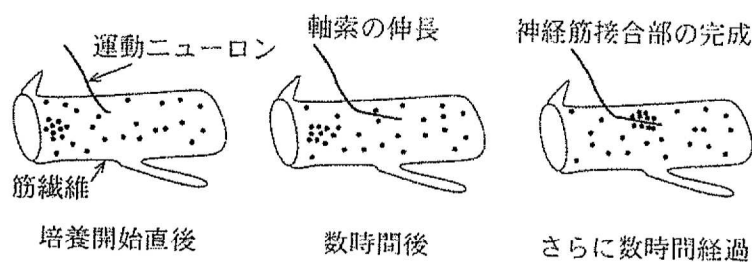


図 5 神経筋接合部の発生

- ① 神経筋接合部の完成前の筋繊維にアセチルコリン受容体は存在しない。
- ② 軸索が伸長すると、筋繊維全体にわたりアセチルコリン受容体数が増加する。
- ③ 筋繊維においてアセチルコリン受容体が存在する領域の位置は変わらない。
- ④ アセチルコリン受容体が多い領域に向かって軸索は伸長する。
- ⑤ 神経終末が筋繊維に作用することにより、神経筋接合部のアセチルコリン受容体数が増加する。

2

生物の進化に関する次の問い(問1～4)に答えよ。

問1 ガラパゴス諸島にはダーウィンフィンチ類とよばれる約14種の小鳥が生息している。それらは種により食物が異なり(種子食, サボテン食, 昆虫食, 菜食), くちばしの大きさや形も異なっている。図1に, くちばしの高さや長さの測定部位を示す。なお, くちばしの高さは遺伝する形質であることがわかっている。次の(1)～(3)に答えよ。

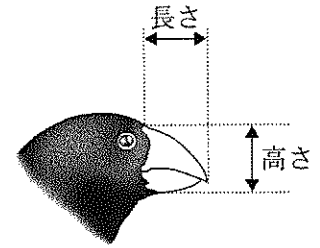


図1 くちばしの測定部位

(1) 図2にダーウィンフィンチ類に属するA～Fの6つの種についてミトコンドリアDNAの塩基配列を用いた分子系統樹を示す。食物が系統関係を反映し, 近縁であるほど食物が同じであると仮定した場合, それぞれの種の食物の組合せとして最も適切なものを, 次の①～⑤のうちから1つ選べ。

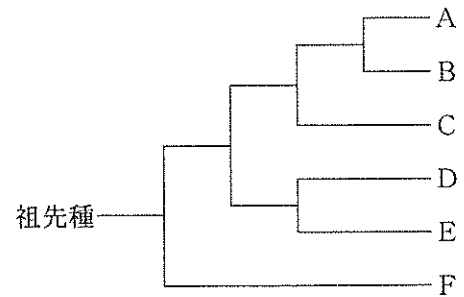


図2 6つの種の分子系統樹

7

	①	②	③	④	⑤
A	種子食	種子食	サボテン食	種子食	昆虫食
B	種子食	種子食	種子食	菜食	サボテン食
C	サボテン食	菜食	種子食	サボテン食	種子食
D	昆虫食	種子食	サボテン食	サボテン食	昆虫食
E	昆虫食	昆虫食	昆虫食	種子食	昆虫食
F	菜食	菜食	昆虫食	菜食	サボテン食

(2) 図3にコガラバゴスフィンチのみが生息する島(G I), ガラバゴスフィンチのみが生息する島(G II), コガラバゴスフィンチとガラバゴスフィンチとが共存している島(G III)での, それぞれの種の個体ごとのくちばしの高さを測定した結果を示す。両種ともダーウィフィンチ類に属し, 地上に落ちていた種子を割って食べる種である。図4はダーウィフィンチ類のうちで種子食のものにくちばしの高さで割ることができる種子の大きさとの関係を示している。図3と図4から導かれることとして最も適切なものを, 下の①~⑤のうちから1つ選べ。 8

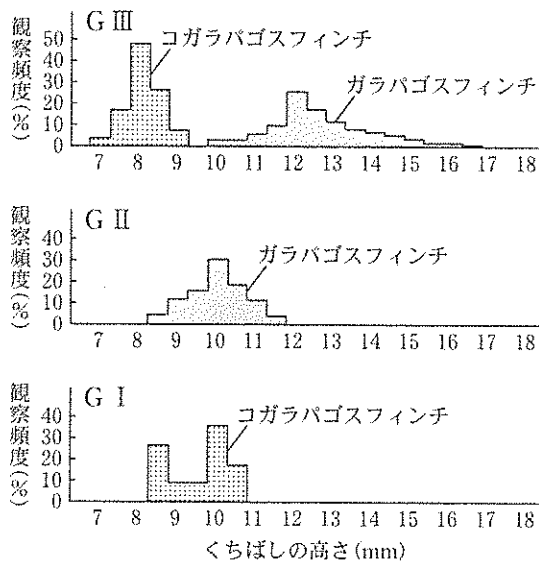


図3 各島におけるくちばしの高さ

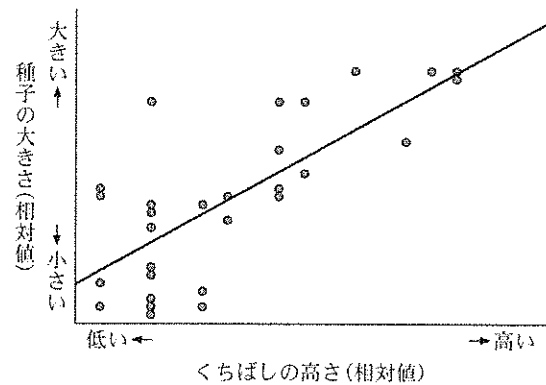


図4 くちばしの高さで種子の大きさ

- ① 同種のフィンチであれば, どの島に生息していてもくちばしの高さは同じ分布になる。
- ② 2種類のフィンチはくちばしの長さには差がない。
- ③ 同じような種子を食べる種が同じ島に生息した場合, 片方の種は絶滅した。
- ④ 同じような種子を食べる種が同じ島に生息した場合, 巣をつくる場所が異なるようになった。
- ⑤ 同じような種子を食べる種が同じ島に生息した場合, 異なる大きさの種子を食べるようになった。

(3) ある島におけるガラパゴスフィンチの個体数、種子の量、種子の固さ、くちばしの高さの変化を図5～8に示す。1977年頃に干ばつが起きた。図5～8から導かれることとして最も適切なものを、下の①～⑤のうちから1つ選べ。 9

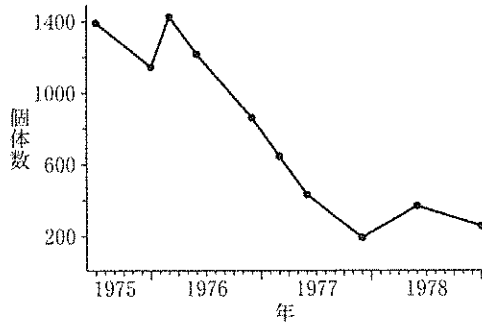


図5 個体数

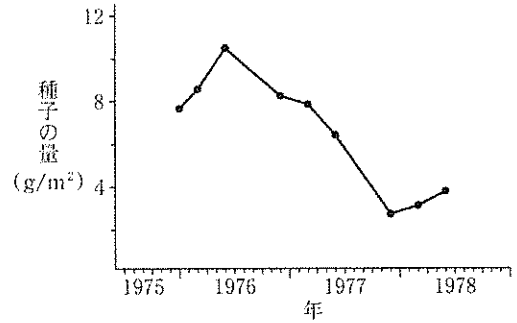


図6 種子の量

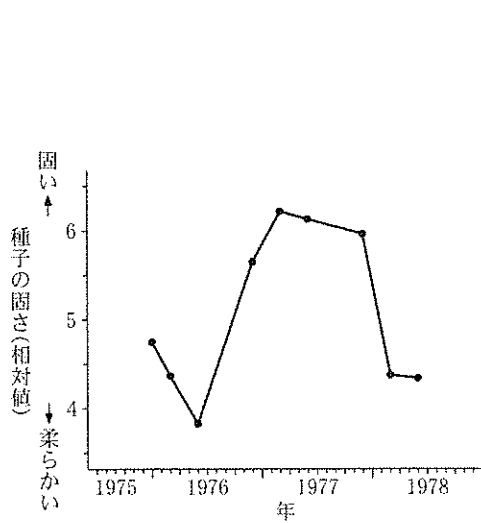


図7 種子の固さ

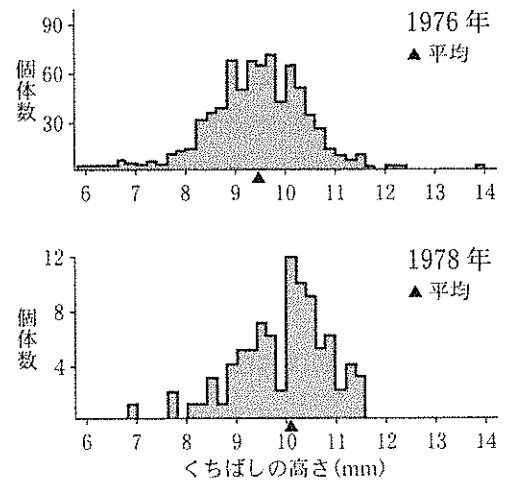


図8 干ばつ前と干ばつ後に生き残った個体のくちばしの高さ

- ① 干ばつにかかわらず、生まれたガラパゴスフィンチの子の死亡率は一定であった。
- ② 干ばつ後は、くちばしの高さの分布の範囲が大きくなった。
- ③ 干ばつにより集団内で、くちばしの高さが低い個体は高い個体よりも生存しにくかった。
- ④ 干ばつ前後でのくちばしの高さの変化は餌の固さに影響を受けなかった。
- ⑤ くちばしが長い個体が生存に有利だった。

問 2 ハーディ・ワインベルグの法則が成り立つための条件として適切なものを、次の①～⑦のうちから2つ選び、一緒にマークせよ。 10

- ① 個体によって生存能力に差がある。
- ② 集団を構成する個体の数が多い。
- ③ 個体によって繁殖力に差がある。
- ④ 遺伝子頻度が交雑ごとに変化する。
- ⑤ 離れた集団の個体間でも交雑が起こる。
- ⑥ すべての個体が自由に交雑する。
- ⑦ 集団内の個体で突然変異が起こる。

問 3 生物の変遷に関する次の①～⑥の事象を古い順に並べたときに3番目と5番目になるものはどれか。最も適切なものを、次の①～⑥のうちから、それぞれ1つずつ選べ。

3番目 11 5番目 12

- ① アンモナイト類の絶滅
- ② 三葉虫の出現
- ③ エディアカラ生物群の出現
- ④ 被子植物の繁栄
- ⑤ 哺乳類の出現
- ⑥ 木生シダ植物の繁栄

問 4 藻類のなかには4枚の膜からなる葉緑体をもつものがある。これは、シアノバクテリアなどを共生(一次共生)させた藻類などの植物(一次植物)がさらに別の宿主に取り込まれ、共生(二次共生)した結果と考えられている。この葉緑体で内側から数えて3枚目と4枚目にあたる膜の由来の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。 13

	3枚目	4枚目
①	シアノバクテリア	シアノバクテリア
②	シアノバクテリア	一次植物
③	シアノバクテリア	二次共生の宿主
④	一次植物	シアノバクテリア
⑤	一次植物	一次植物
⑥	一次植物	二次共生の宿主
⑦	二次共生の宿主	シアノバクテリア
⑧	二次共生の宿主	一次植物
⑨	二次共生の宿主	二次共生の宿主

3 遺伝に関する次の問い(問1, 2)に答えよ。

問1 次の文章を読み、下の(1)~(5)に答えよ。

哺乳類の性決定様式は雄ヘテロのXY型であることが知られている。雌の細胞にはX染色体が2つあるが、胚発生の過程でどちらかのX染色体が不活性化されて遺伝子が発現できないようになり、もう片方のX染色体しか働かない。どちらのX染色体が不活性化されるかは細胞によって異なるが、一度不活性化された染色体は細胞分裂後も不活性化されたままである。このため、発生が進行すると、雌では父親由来のX染色体が働いている細胞と母親由来のX染色体が働いている細胞とが、からだ全体に混ざって存在するようになる。一方、雄のX染色体は不活性化されない。

ネコの毛の色にかかわる遺伝子は複数あるが、以下に示す3種類の遺伝子による毛の色の決定について考える。遺伝子P, Qは常染色体に存在し、遺伝子RはX染色体に存在する。遺伝子Pに関して、遺伝子型がPP, あるいはPpだと他の2種類の遺伝子が何であっても全身が白色一色の毛でおおわれる。ppだと他の遺伝子の影響で毛の色が決まる。遺伝子Qに関して、遺伝子型がQQ, あるいはQqだと遺伝子Rにかかわらずからだの一部分の毛が白くなる(白斑が生じる)が、qqだと白斑は生じない。白斑以外の部分は他の遺伝子の影響で毛の色が決まる。遺伝子Rに関して、遺伝子Rが存在するX染色体が働いていると毛は茶色になるが遺伝子rが存在するX染色体が働いていると毛は黒くなる。

白色一色の毛の雄ネコと茶色と黒色の二色の毛の雌ネコとを交配したところ、3匹の雌ネコ
ア が生まれた。それぞれの毛は茶色と黒色と白色の三色、茶色と黒色の二色および茶色一色
イ であった。

(1) 遺伝子型がppQqRrの雌ネコの毛の色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 白色一色 ② 茶色一色 ③ 黒色一色
④ 茶色と黒色の二色 ⑤ 茶色と黒色と白色の三色

(2) 下線部アの雄ネコの遺伝子P, Q, Rそれぞれの遺伝子型は何か。遺伝子Pの遺伝子型を①~③から1つ選び 15 にマークせよ。遺伝子Qの遺伝子型を④~⑥から1つ選び 16 にマークせよ。遺伝子Rの遺伝子型を⑦, ⑧から1つ選び 17 にマークせよ。ただしY染色体にR遺伝子座はないのでYで表す。

- ① PP ② Pp ③ pp ④ QQ
⑤ Qq ⑥ qq ⑦ RY ⑧ rY

(3) 下線部イの雌ネコの遺伝子 P, Q, R それぞれの遺伝子型は何か。遺伝子 P の遺伝子型を①～③から1つ選び にマークせよ。遺伝子 Q の遺伝子型を④～⑥から1つ選び にマークせよ。遺伝子 R の遺伝子型を⑦～⑨から1つ選び にマークせよ。

- ① PP ② Pp ③ pp ④ QQ ⑤ Qq
 ⑥ qq ⑦ RR ⑧ Rr ⑨ rr

(4) 下線部ウの雌ネコを白色一色の雄ネコと交配したときに生まれる雄ネコの毛の色として次の①～⑤のうちから可能性のあるものを2つ選び、一緒にマークせよ。ただし、突然変異は生じないものとする。

- ① 白色一色 ② 茶色一色 ③ 黒色一色
 ④ 茶色と黒色の二色 ⑤ 茶色と黒色と白色の三色

(5) 雌の性染色体がヘテロ接合である性決定様式(ZW型)の動物として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。

- ① クジラ ② ゾウ ③ ウシ
 ④ ニワトリ ⑤ ショウジョウバエ

問 2 次の文章を読み、適切な数値を求めよ。

ある動物で、4種類の遺伝子 A, B, C および D は同一の常染色体に存在する。それぞれ A と a, B と b, C と c, D と d が対立遺伝子である。遺伝子型が AaBbCcDd の個体と遺伝子型が aabbccdd の個体とを交配して得られた子の遺伝子型を表 1 に示す。

遺伝子 A, B, C, D について

B—C 間の組換え価は % で、

B—D 間の組換え価は % である。

には十の位の数字を、
 には一の位の数字をマークせよ。該当する位がない場合には、①をマークせよ。小数第1位以下がある場合には四捨五入せよ。

表 1 子の遺伝子型

遺伝子型	個体数
AaBbCcdd	1
AaBbccDd	9
AabbCcDd	3
AabbCcdd	77
AabbccDd	10
aaBbCcdd	10
aaBbccDd	77
aaBbccdd	3
aabbCcdd	9
aabbccDd	1
合計	200

4 遺伝情報の発現に関する次の問い(問1, 2)に答えよ。

問1 次の文章を読み, 下の(1)~(4)に答えよ。

ニーレンバーグやコラーナの研究グループは, 次に示すような実験を行い, 各コドンに対応するアミノ酸を明らかにした。表1は, 彼らによって得られた遺伝暗号表である。

【実験1】 ACが交互に繰り返す mRNA からはトレオニンとヒスチジンが交互につながったペプチド鎖が生じた。

【実験2】 (ア)の3つの塩基配列が繰り返す mRNA からはアスパラギンとグルタミンとトレオニンのいずれかのアミノ酸だけからなる3種類のポリペプチド鎖が生じた。

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	(イ)	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U		
		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	(エ)	CGU	アルギニン	U		
		CUC				CCC		CAC			CGC	C
		CUA				CCA		CAA		(オ)	CGA	A
		CUG				CCG		CAG			CGG	G
	A	AUU	イソロイシン	ACU	(ウ)	AAU	(カ)	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	

(イ)~(カ)にはアスパラギン, グルタミン, トレオニン, ヒスチジン, フェニルアラニンのいずれかが入る。

(1) 実験2で用いた(ア)の塩基配列は次の①~⑤のうちのいずれかであった。(ア)に入る塩基配列として最も適切なものを, ①~⑤のうちから1つ選べ。 27

- ① AAC ② AAU ③ ACU ④ CAU ⑤ UUU

(2) 実験1と2から決定できる, コドンとそれに対応するアミノ酸の組合せとして適切なものを, 次の①~⑦のうちから2つ選び, 一緒にマークせよ。 28

- ① AAU アスパラギン ② ACA トレオニン ③ ACC トレオニン
 ④ CAC ヒスチジン ⑤ CAG グルタミン ⑥ CAU ヒスチジン
 ⑦ UUU フェニルアラニン

(3) 遺伝暗号表の完成により、DNA の塩基配列からつくられるタンパク質が推定できるようになったのと同時に、タンパク質の一次構造から DNA の塩基配列が推定できるようになった。あるタンパク質の一次構造の部分配列が、メチオニン—イソロイシン—セリン—グルタミン酸—アラニンであったときに、これに対応する mRNA の塩基配列の種類として最も適切なものを、次の①~⑨のうちから1つ選べ。 29 種類

- ① 4 ② 5 ③ 32 ④ 64 ⑤ 144
 ⑥ 243 ⑦ 256 ⑧ 288 ⑨ 576

(4) メチオニン—イソロイシン—セリン—グルタミン酸—アラニンをコードする DNA の塩基配列が変化し、合成されるタンパク質のアミノ酸配列がトレオニン—バリン—セリン—ロイシン—アラニンに変化した。このアミノ酸配列の変化が最少の塩基置換によって起こったとすると、置換された塩基数はいくつか。最も適切なものを、次の①~⑨のうちから1つ選べ。 30 個

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

問 2 ある培養細胞で物質 P は酵素 X, Y および Z がある順序で働くことによって合成される。

これらの酵素の反応物あるいは生成物を a, b, c および d とする。a, b, c および d のうちのどれかが別の酵素 E によって物質 P になる。酵素が働く順序を調べるために、培養細胞 [X], [Y] および [Z] を用意した。それぞれの細胞は酵素 X, Y または Z のみが発現しないように操作されたものである。培養液に加えた a, b, c および d をこれらの細胞に取り込ませる方法も確立した。この方法により、酵素がないため生成物ができなくても、その生成物と同じ物質を取り込んだ細胞はその後の反応を進めることができるようになる。培養細胞と培養液に加えた物質の組合せを表 2 に示す。表中の○はその細胞で物質 P が合成されたことを、× は合成されなかったことを示す。[N] は正常な培養細胞である。酵素が働く順序として最も適切なものを、次の①~⑥のうちから1つ選べ。

31

表 2 培養の結果

	a	b	c	d
[X]	×	×	○	×
[Y]	×	×	○	○
[Z]	○	×	○	○
[N]	○	○	○	○

- ① X→Y→Z ② X→Z→Y ③ Y→X→Z
 ④ Y→Z→X ⑤ Z→X→Y ⑥ Z→Y→X

5 酵素に関する次の問い(問1, 2)に答えよ。

問1 一定量のタンパク質に少量のタンパク質分解酵素を加えて反応させたときの生成物の量の変化を図1に示す。実験はその酵素の最適温度である37℃で行い、酵素の活性は最後まで保たれていた。次の(1), (2)に答えよ。

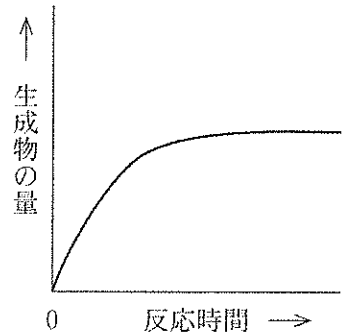


図1 反応時間と生成物の量

(1) 一定の時間を過ぎると生成物の量に変化しなくなった理由の推定として最も適切なものを、次の①~⑤のうちから1つ選べ。 32

- ① 酵素の反応速度が一定になったため。
- ② すべての酵素が基質と結合したため。
- ③ すべての酵素が生成物と結合したため。
- ④ 酵素によって基質がすべて生成物となったため。
- ⑤ 酵素の活性部位に基質と生成物が同時に結合したため。

(2) 他の条件を変化させずに、酵素の量を2倍にしたとき(条件a)、あるいは最適温度からはずれた30℃で行ったとき(条件b)、それぞれの生成物の量の変化は図2のア~オのどの曲線になるか。なお、それぞれは連続した曲線であり、重なって描かれている部分がある。最も適切な組合せを、次の①~⑥のうちから1つ選べ。ただし、図1の条件での生成物の量を示す曲線を実線で示す。 33

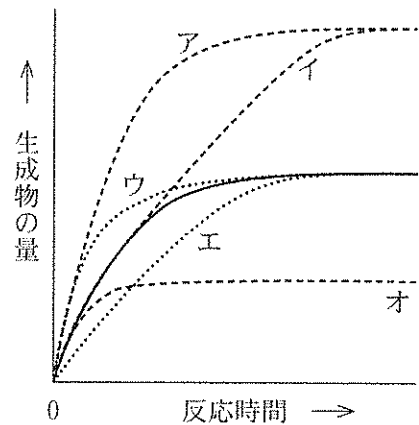


図2 反応時間と生成物の量

	①	②	③	④	⑤	⑥
条件 a	ア	イ	ウ	ア	イ	ウ
条件 b	エ	エ	エ	オ	オ	オ

問 2 図 3 に、ある酵素 E の濃度が一定のときの、基質 S の濃度 ([S] と示す) と反応速度 (v と示す) との関係を示す。反応の最大速度を V_{\max} 、 V_{\max} の半分の速度を $\frac{1}{2} V_{\max}$ 、反応速度が $\frac{1}{2} V_{\max}$ のときの基質濃度を K_M とする。次の(1)~(3)に答えよ。

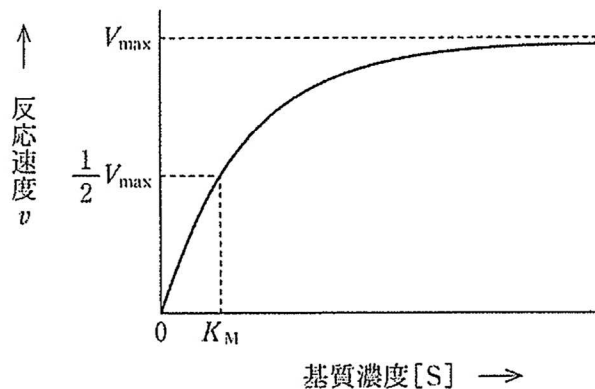


図 3 基質濃度と反応速度

(1) 図 3 に示すように、基質濃度が高くなると反応速度の上昇がゆるやか

になる。この理由の推定として最も適切なものを、次の①、②、③、⑤のうちから1つ選べ。

34

- ① 酵素の活性が低下するため。
- ② 酵素—基質複合体ができなくなったため。
- ③ ほとんどの酵素が基質と結合しているため。
- ⑤ 酵素によって、ほぼすべての基質が生成物となったため。

(2) この反応では、 v 、 V_{\max} 、 K_M の間には

$v = \frac{V_{\max} [S]}{K_M + [S]}$ という式が成り立つことがわかっている。 V_{\max} は、基質濃度が無限大のときの反応速度であるので、実際の実験で直接数値を求めることが難しい。そこで、実験で得たデータから、横軸に基質濃度の逆数 ($\frac{1}{[S]}$)、縦軸に反応速度の逆数 ($\frac{1}{v}$) をプロットし、図 4 を作成した。上記の式を変形すると、

$$\frac{1}{v} = \frac{K_M + [S]}{V_{\max} [S]} = \frac{K_M}{V_{\max}} \frac{1}{[S]} + \text{35}$$

となり、図 4 の直線の式が導かれる。

図 4 の点 A の座標は $(0, \text{35})$ 、点 B の座標は $(-\frac{1}{K_M}, 0)$ となり、 V_{\max} 、 K_M の実際の値をそれぞれ求めることができる。35 に入る式として最も適切なものを、次の①~⑧のうちから1つ選べ。

- | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ① V_{\max} | ② $\frac{1}{2} V_{\max}$ | ③ $\frac{1}{V_{\max}}$ | ④ K_M |
| ⑤ $\frac{1}{2} K_M$ | ⑥ $\frac{1}{K_M}$ | ⑦ $\frac{V_{\max}}{K_M}$ | ⑧ $\frac{K_M}{V_{\max}}$ |

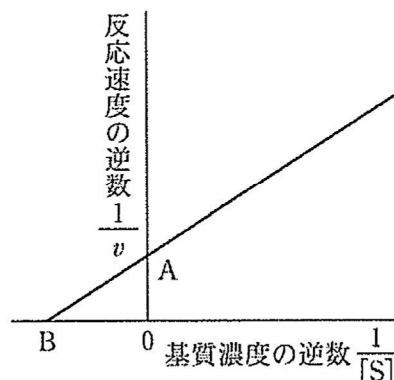
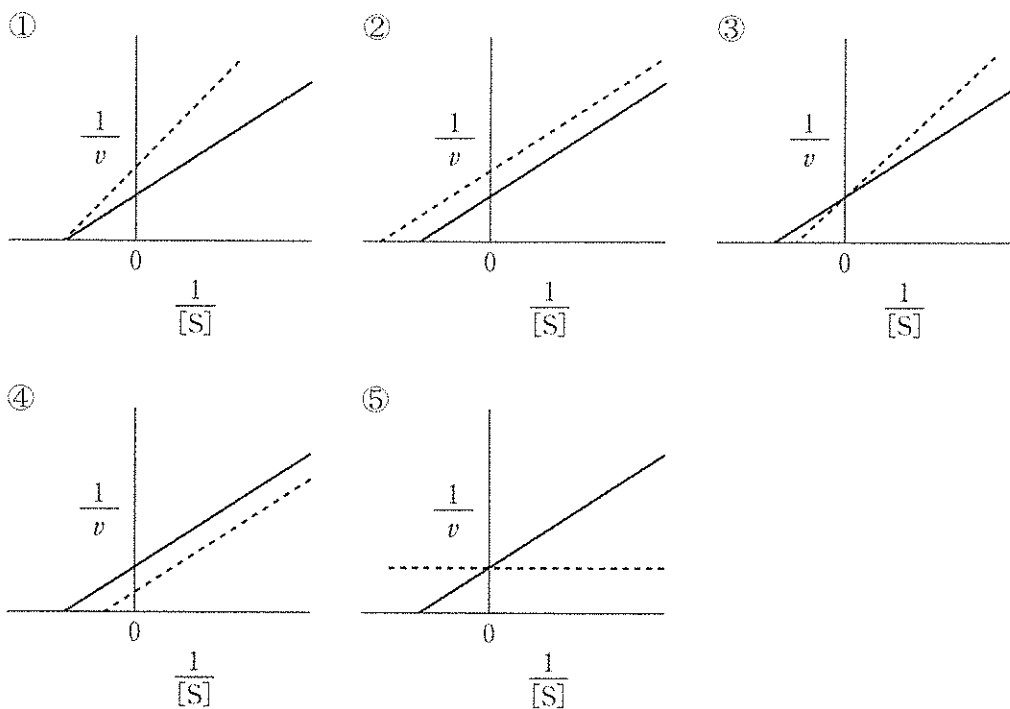


図 4 基質濃度の逆数と反応速度の逆数

(3) 酵素 E の活性部位を基質 S と奪い合うことにより競争的阻害を生じる物質 P を一定量添加すると、どのような直線になるか。最も適切なものを、次の①～⑤のうちから 1 つ選べ。ただし、図 4 の条件での直線を実線で示す。 36



6 次の文章を読み、下の問い(問1～6)に答えよ。

窒素(N)は多くの生体分子に含まれ、生物にとって不可欠な元素で、生態系内を循環している。図1に窒素が循環する方向を矢印で示す。大気中には窒素分子(N₂)が体積にして約80%存在するが、多くの生物はこれを直接同化に利用できない。しかし、ある種の生物は大気中の窒素を生物が利用可能な形に変えることができる。生物の遺体や排出物に含まれる有機窒素化合物は分解され、植物が吸収しやすい形に変えられ、その一部は窒素分子として大気に戻される。植物の根から水と共に吸収された窒素化合物は、葉まで輸送されて還元され、有機酸に転移されて生体分子の一部となる。一方で、動物は無機窒素化合物から有機窒素化合物を生成することができず、有機窒素化合物を食物として取り込んでいる。

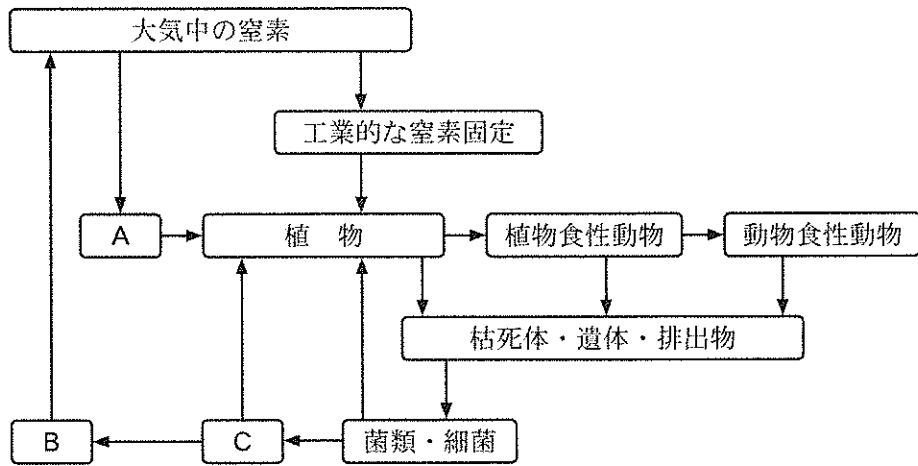


図1 窒素の循環

問1 下線部アに関して、窒素が含まれない生体分子を、次の①～⑤のうちから1つ選べ。

37

- ① ATP ② DNA ③ ルビスコ ④ ビルビン酸 ⑤ クロロフィル

問2 A～Cに入る生物の組合せとして最も適切なものを、次の表の①～⑥のうちから1つ選べ。 38

	A	B	C
①	硝化細菌	脱窒素細菌	窒素固定細菌
②	硝化細菌	窒素固定細菌	脱窒素細菌
③	脱窒素細菌	硝化細菌	窒素固定細菌
④	脱窒素細菌	窒素固定細菌	硝化細菌
⑤	窒素固定細菌	硝化細菌	脱窒素細菌
⑥	窒素固定細菌	脱窒素細菌	硝化細菌

問 3 下線部イに関連して、次の(1)、(2)に答えよ。

(1) 窒素固定を行う生物として最も適切なものを、次の②～⑤のうちから1つ選べ。

39

- ② クロレラ ③ ネンジュモ ④ アオサ
⑤ シャジクモ

(2) 窒素固定をする微生物である根粒菌とマメ科植物の間に成立している関係として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。 40

- ① 寄生 ② 競争 ③ 共同繁殖 ④ 相利共生 ⑤ 片利共生

問 4 下線部ウに関して、植物において、窒素同化の最初に NH_4^+ を利用して合成される有機窒素化合物として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。 41

- ① グルタミン ② アスパラギン ③ オキサロ酢酸
④ グリシン ⑤ α -ケトグルタル酸

問 5 下線部エに関して、ヒト(成人)が、生体内で合成することができず、直接食物から取り込む必要がある窒素化合物として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。

42

- ① セリン ② アラニン ③ グルタミン酸
④ システイン ⑤ トリプトファン

問 6 次の文章を読み、適切な数値を求めよ。

ある植物に 20 g の硝酸カリウム(KNO_3)を肥料として与えたところ、その窒素原子の 15 % が取り込まれ、そのすべてがタンパク質の合成に利用された。また、この植物でのタンパク質合成に使われた窒素はすべてがこの硝酸カリウムに由来したとする。タンパク質中の窒素含有量を 16 % とした場合、合成されたタンパク質の重量は . g である。 には十の位の数字を、 には一の位の数字を、 には小数第 1 位の数字をマークせよ。該当する位がない場合には、①をマークせよ。小数第 2 位以下がある場合には四捨五入せよ。ただし、原子量は $\text{N} = 14$ 、 $\text{O} = 16$ 、 $\text{K} = 39$ とする。