

2024年度  
生 物

2024年2月13日実施  
獣医学部 動物資源科学科, 生物環境科学科  
海洋生命科学部 海洋生命科学科

受験番号		氏名	
------	--	----	--

**【注 意 事 項】**

1. 試験監督による解答始めの指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 試験時間は60分です。
3. この問題冊子は1ページから13ページまであります。
4. 解答は解答用紙(マークシート)の所定欄に記入しなさい。
5. 解答は所定欄に濃くはっきりとマークしなさい。その際、ボールペン・サインペン・万年筆等は使用してはならない。その他マークの仕方に関しては、解答用紙(マークシート)の注意事項をよく読むこと。
6. 試験監督の指示により、解答用紙(マークシート)に氏名(フリガナ)および受験番号を記入し、さらに受験番号および志望学科をマークしなさい。
7. 試験監督の指示により、問題冊子にも受験番号および氏名を記入しなさい。
8. 解答用紙(マークシート)は折り曲げたり、メモやチェック等で汚したりしないように注意しなさい。
9. 計算用紙はないので、問題冊子の余白部分を使用すること。
10. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を高く挙げて試験監督に知らせなさい。
11. 試験終了後、問題冊子と解答用紙(マークシート)はともに机の上に置いておくこと。持ち帰ってはいけません。

(余 白)

【注意】 1つの設問に対して複数解答する場合には、その設問に該当するマークシートの解答番号欄にすべての解答をマークしなさい。

I 動物の反応と行動に関する以下の問いに答えなさい。

問1 ヒトの神経細胞についての以下の記述に当てはまる物質として、最も適切なものをそれぞれ1つずつ答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

1. 神経細胞の細胞内に豊富に存在する陽イオンで、細胞内の濃度は細胞外の濃度の約30倍である。

2. 活動電位が生じる際には、細胞膜にあるイオンチャネルが開いてこのイオンが移動するため、静止電位から急激な電位の上昇が起こる。

3. 活動電位が発生して膜電位が最大となる頃には、細胞膜にあるイオンチャネルが開き、ここをこのイオンが移動し始めるため、膜電位の低下が起こる。

4. ナトリウムポンプにより、常に細胞外に排出されている。

5. このイオンが細胞膜のイオンチャネルを通過して移動することが、静止電位が生じる要因となる。

6. 骨格筋に接続する神経の末端から放出されて、骨格筋を収縮させる働きがある。

7. 抑制性シナプスのシナプス後細胞では、神経伝達物質が作用するとイオンチャネルを通過してこのイオンが細胞内に流入する。

8. 心臓に接続する神経の末端から放出されて、心臓の拍動を促進する。

9. 胃に接続する神経の末端から放出されて、胃のぜん動を促進する。

10. 興奮性の神経伝達物質としても働くアミノ酸である。

- |           |             |                   |
|-----------|-------------|-------------------|
| ① アセチルコリン | ② アンモニウムイオン | ③ 塩化物イオン          |
| ④ カリウムイオン | ⑤ カルシウムイオン  | ⑥ $\gamma$ -アミノ酪酸 |
| ⑦ グルタミン酸  | ⑧ ナトリウムイオン  | ⑨ ノルアドレナリン        |

問2 ヒトが音を受容する過程について、以下の選択肢から必要な記述を4つ選び、それらを起こる順に並べたとき、  ～  に当てはまる最も適切な記述をそれぞれ1つずつ答えなさい。

→  →  →

- |                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| ① うずまき管内のリンパ液が振動する。   | ② 鼓膜が振動する。           |
| ③ 聴細胞をのせているおおい膜が振動する。 | ④ 聴細胞をのせている基底膜が振動する。 |
| ⑤ 耳小骨が振動する。           | ⑥ 中耳内のリンパ液が振動する。     |
| ⑦ 半規管内のリンパ液が振動する。     | ⑧ 平衡砂(耳石)が動く。        |
| ⑨ 前庭にある聴細胞の感覚毛が屈曲する。  | ⑩ 連絡神経細胞が興奮する。       |

問3 条件づけの実験についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。なお、この実験で示された反応はヒトでも観察されており、関与する神経系はイヌとヒトで同じであると考えてよい。

食べ物を口に入れると、その刺激で唾腺から唾液が分泌される。これは反射の1つであり、15 に中枢がある。生理学者のパプロフらはこの反射に着目し、イヌを使って「条件づけ」の実験を行った。

イヌの口内に分泌された唾液の量と唾液分泌が起こるまでの時間(潜時)を正確に測定できるような装置を用いて、以下のア、イ、ウの操作を順に行った。なお、操作アを行ってから1日以上の間隔をあけて、操作イを行い、その後1日以上の間隔をあけて、操作ウを始めた。

ア ベルの音を30秒間聞かせて、そのベルの音の開始時点からの唾液の分泌量と潜時を記録した(表1)。

10分おきに同じ操作を3回行っても、結果は変わらなかった。

イ ビスケットの粉を口の中に入れて、そのときの唾液の分泌量と潜時を記録した(表1)。10分おきに

同じ操作を3回行っても、結果は変わらなかった。

表1 操作アとイにおける唾液分泌の測定結果

操作の種類	唾液の分泌量(滴)	唾液分泌までの潜時(秒)
ア	0	※唾液分泌がなかったので測定不能
イ	60	2

ウ 「ベルの音を5秒間聞かせて、2秒後にビスケットの粉を口の中に入れる」という試行Sを1回行った後に、ベルの音を30秒間聞かせて、そのベルの音の開始時点からの唾液の分泌量と潜時を記録した。これを第1セッションとした(表2)。その後、2日～4日おきに第2セッション～第6セッションを行った。各セッションでは試行Sを所定回繰返した後に、ベルの音を30秒間聞かせて、そのベルの音の開始時点からの唾液の分泌量と潜時を記録した。なお、セッションを経るごとに、試行Sを繰返し行う回数を10回、20回、30回、40回、50回と順に増やした。また、第2セッション～第6セッションのそれぞれの結果は、それよりも前に行われたセッションの影響を受けなかったものとする。

表2 操作ウにおける唾液分泌の測定結果

セッション	試行Sを行った回数(回)	唾液の分泌量(滴)	唾液分泌までの潜時(秒)
第1	1	0	※唾液分泌がなかったので測定不能
第2	10	6	18
第3	20	20	8
第4	30	60	2
第5	40	60	2
第6	50	59	2

1. 文中の **15** に当てはまる部位として、最も適切なものを1つ答えなさい。

- ① 大脳                      ② 間脳                      ③ 中脳                      ④ 小脳                      ⑤ 延髄

2. これらの実験操作によって興奮する以下の神経について、最も適切な名称をそれぞれ1つずつ答えなさい。  
なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

(1) 舌で受容した刺激の情報を脳に伝える神経 **16**

(2) 内耳で受容した刺激の情報を脳に伝える神経 **17**

(3) 唾腺に情報を送り、唾液を分泌させる働きのある神経 **18**

- ① 運動神経                  ② 感覚神経                  ③ 散在神経                  ④ 自律神経

3. 実験結果についての以下の問いに答えなさい。

(1) この実験結果からわかったこととして、適切な記述を2つ答えなさい。 **19**

- ① 反射により、ベルの音に反応して唾液分泌が起こる。  
② 反射により、口に入ったビスケットの粉に反応して唾液分泌が起こる。  
③ ベルの音を繰り返し聞くと、唾液分泌量は増加し、唾液が遅れて分泌されるようになる。  
④ ベルの音を繰り返し聞くと、唾液分泌量は増加し、唾液はすぐに分泌されるようになる。  
⑤ ビスケットの粉が繰り返し口に入ると、唾液分泌量は増加し、唾液が遅れて分泌されるようになる。  
⑥ ビスケットの粉が繰り返し口に入ると、唾液分泌量は増加し、唾液はすぐに分泌されるようになる。  
⑦ ベルの音を聞いた後にビスケットの粉が口に入ることが繰り返されると、ビスケットの粉が口に入っただけのときよりも唾液分泌量が増加する。  
⑧ ベルの音を聞いた後にビスケットの粉が口に入ることが繰り返されると、ベルの音を聞いただけで唾液が分泌されるようになる。

(2) この実験において、条件づけ学習が完全に成立し、反応が最大に達するまでに必要であった1日に行う試行Sの最少施行回数として、最も適切なものを1つ答えなさい。 **20**

- ① 1回                      ② 10回                      ③ 20回                      ④ 30回                      ⑤ 40回                      ⑥ 50回

4. イヌに以下の反応を起こす情報伝達経路として、最も適切なものをそれぞれ1つずつ答えなさい。

(1) 操作アによってベルの音を知覚する。

21

(2) 操作イによって口の中にビスケットの粉が入って唾液が分泌される。

22

(3) ベルの音を聞いただけで唾液が分泌される。

23

- ① 聴細胞 → 大脳の聴覚中枢 → 聴覚情報を中継する脳部位
- ② 聴細胞 → 聴覚情報を中継する脳部位 → 大脳の聴覚中枢
- ③ 聴細胞 → 聴覚情報を中継する脳部位 → 唾腺 → 15にある唾液分泌の中枢
- ④ 聴細胞 → 聴覚情報を中継する脳部位 → 15にある唾液分泌の中枢 → 唾腺
- ⑤ 味細胞 → 唾腺 → 15にある唾液分泌の中枢
- ⑥ 味細胞 → 15にある唾液分泌の中枢 → 唾腺
- ⑦ 味細胞 → 大脳の味覚中枢 → 唾腺 → 15にある唾液分泌の中枢
- ⑧ 味細胞 → 大脳の味覚中枢 → 15にある唾液分泌の中枢 → 唾腺

5. この実験で観察された学習は、2つの異なるできごとの関連性を学習する連合学習の1つである。そして、そのうちの1つのできごとは反射であることから、古典的条件づけと呼ばれる。古典的条件づけの例として適切な記述を2つ答えなさい。 24

- ① アメフラシの水管に刺激を与えていると、えら引っ込め反射が起きなくなった。
- ② ウサギに凶形を見せて眼に空気を弱く吹きつけていると、その凶形を見ると瞬間的に眼を閉じるようになった。
- ③ カモのひなが親鳥の姿と鳴き声を学習して、親鳥の後をついて行くようになった。
- ④ チンパンジーが他個体の行動を観察して、シロアリ釣りができるようになった。
- ⑤ マウスに音を聞かせて足に電気ショックを与えていると、音ですくみ反応を起こすようになった。
- ⑥ ミツバチが蜜のある花の色を覚えて、その色の花を何度も訪れるようになった。
- ⑦ ラットを、レバーを押すと餌が出る箱に入れておくと、レバーを押して餌を得るようになった。

(余 白)

II 生物の分類と進化に関する以下の問いに答えなさい。

問1 生物の分類についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

生物の分類については、古くは動物と植物に二分する考え方(二界説)が一般的であった。ホイタッカーは五界説を唱え、生物を(ア)界、(イ)界、(ウ)界、(エ)界、動物界の5つの界に分類した。その後、ウーズらは、界よりさらに上位のドメインという階層を設定し、生物を(オ)ドメイン、(カ)ドメイン、(キ)ドメインの3ドメインに分類した。

図1は五界説と3ドメイン説の対応関係を示したものである。(イ)界にはミドリムシなどが含まれる。(エ)界は系統的に(ウ)界よりも動物界に近い。図2は3つのドメインの系統関係を示している。

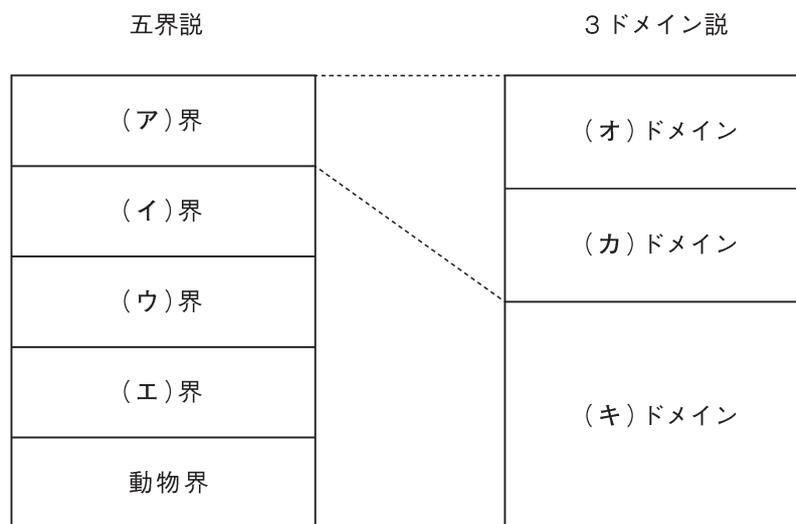


図1 五界説と3ドメイン説における各分類群の対応関係

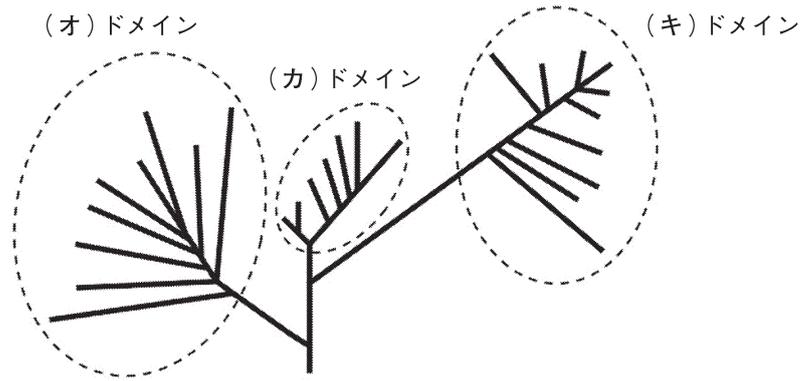


図2 3ドメインの系統関係

1. 図1および図2の(ア)～(キ)に当てはまる最も適切な語をそれぞれ1つずつ答えなさい。

(ア)  (イ)  (ウ)  (エ)   
 (オ)  (カ)  (キ)

- |             |         |             |
|-------------|---------|-------------|
| ① ウイルス      | ② 菌     | ③ 原核生物(モネラ) |
| ④ 原生生物      | ⑤ 原生動物  | ⑥ 古細菌(アーキア) |
| ⑦ 細菌(バクテリア) | ⑧ 植物    | ⑨ 真核生物      |
| ⑩ 脊椎動物      | ⑪ 藻     | ⑫ 多細胞生物     |
| ⑬ プランクトン    | ⑭ 無脊椎動物 |             |

2. 以下の生物として適切なものをそれぞれ2つずつ答えなさい。

(1) (イ)界に属する生物   
 (2) (エ)界に属する生物   
 (3) (オ)ドメインに属する生物   
 (4) (カ)ドメインに属する生物

- |         |               |        |
|---------|---------------|--------|
| ① イヌワラビ | ② インフルエンザウイルス |        |
| ③ 高度好塩菌 | ④ 酵母菌         | ⑤ シイタケ |
| ⑥ ゼニゴケ  | ⑦ ゾウリムシ       | ⑧ 大腸菌  |
| ⑨ ネンジュモ | ⑩ バクテリオファージ   | ⑪ メタン菌 |
| ⑫ ワカメ   | ⑬ ワムシ         |        |



4. 分子進化についての記述として最も適切なものを1つ答えなさい。 19

- ① 分子進化はすべて中立的なものである。
- ② 非同義置換はタンパク質のアミノ酸配列が変化するため、常に中立的でない。
- ③ 異なる遺伝子であっても分子進化の速度は常に同じである。
- ④ 1つの遺伝子内のどの領域でも分子進化の速度は同じである。
- ⑤ 同義置換は 14 によって常に一定の速度で集団の中に広まっていく。
- ⑥ 非同義置換は、生存や生殖に有利な形質を生じる場合、集団に広がりやすい。

5. ある分類群に属する2種の生物間における、それらが共通してもっている複数の種類の遺伝子に存在する同義置換と非同義置換の頻度についての記述として、最も適切なものを1つ答えなさい。 20

- ① どの遺伝子でも同義置換および非同義置換の頻度はそれぞれほぼ一定であり、常に同義置換の方が頻度が高い。
- ② どの遺伝子でも同義置換および非同義置換の頻度はそれぞれほぼ一定であり、常に非同義置換の方が頻度が高い。
- ③ 遺伝子の種類によって同義置換および非同義置換の頻度はそれぞれ異なり、生存に不可欠な機能をもつ遺伝子では、非同義置換の頻度は高い傾向がある。
- ④ 遺伝子の種類によって同義置換および非同義置換の頻度はそれぞれ異なり、生存に不可欠な機能をもつ遺伝子では、非同義置換の頻度は低い傾向がある。

問3 次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

ある分類群に属する5種の動物N, O, P, Q, Rについて、ある遺伝子の塩基配列の一部を比較したところ、表のような相違が見られた。表中の「・」はNと同じ塩基であることを示している。図3はこれをもとにして作成した分子系統樹であり、突然変異の起きた回数が最小になるように作成してある。図3のコ, サ, シはO, P, Qのいずれかであり、●(s~z)はその前の分岐点から次の分岐点、あるいは分岐点からN, コ, サ, シ, Rに至るまでの過程の任意の時点を示す。なお、表の1番目の塩基はこの系統樹内で1回だけ突然変異が起きたことがわかっているものとする。

表 ある遺伝子の塩基配列の一部

		塩基配列												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
種	N	C	C	G	C	A	G	G	G	A	T	A	A	C
	O	G	・	・	・	・	・	・	・	T	・	・	・	・
	P	・	・	・	・	・	・	・	・	T	・	・	・	A
	Q	G	・	・	T	・	・	・	・	T	・	・	・	・
	R	G	・	・	T	・	・	・	・	T	・	・	・	A

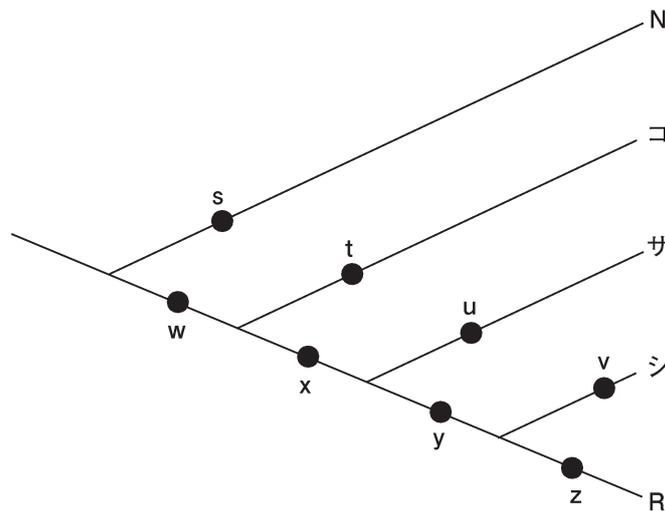


図3 分子系統樹

1. 図3のコ, サ, シにはO, P, Qのいずれが当てはまるか。コ, サ, シの順に並べた組合せとして最も適切なものを1つ答えなさい。

- ① O, P, Q                      ② O, Q, P                      ③ P, O, Q  
④ P, Q, O                      ⑤ Q, O, P                      ⑥ Q, P, O

2. 表の4番目および9番目の塩基についてはN~Rの間で違いがみられる。突然変異の起きた回数が最小であると仮定した場合, 以下の塩基の置換について, 起きた可能性があると考えられる場合は, 図3の●(s~z)のうち, その置換が起きた時点として最も適切なものをそれぞれ1つずつ答えなさい。また, 可能性がないと考えられる場合は「⑨なし」を答えなさい。

(1) 4番目の塩基

CからTへの塩基置換

TからCへの塩基置換

(2) 9番目の塩基

AからTへの塩基置換

TからAへの塩基置換

- ① s    ② t    ③ u    ④ v    ⑤ w    ⑥ x    ⑦ y    ⑧ z    ⑨ なし

3. 表に示した塩基配列について, 図3の分子系統樹上では突然変異は何回起きたと想定されるか。最も適切なものを1つ答えなさい。  回

- ① 1                      ② 2                      ③ 3                      ④ 4                      ⑤ 5                      ⑥ 6  
⑦ 7                      ⑧ 8                      ⑨ 9                      ⑩ 10                      ⑪ 11

4. この遺伝子の全塩基配列をもとに分子系統樹を作成したところ, 図3と同じ分岐パターンの系統樹が得られた。この遺伝子全体の塩基配列の違いは, サとRの間では4%であり, Nとサの間, NとRの間では, ともに7%だった。この遺伝子において, 100万年当たり1%の速度で突然変異が蓄積されるとすると, Nの祖先とサおよびRの共通祖先が分岐してから, サの祖先とRの祖先が分岐するまでの時間は何万年と推定されるか。最も適切な値を答えなさい。ただし,  は100万の位の数字,  は10万の位の数字,  は1万の位の数字をそれぞれ表す。該当する位がない場合は, 「⑩0」を答えなさい。なお, 同じ選択肢を複数回答してもよい。    万年

- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 6    ⑦ 7    ⑧ 8    ⑨ 9    ⑩ 0





