防衛医科大学校

2024 年度　学生採用試験　生物

（2 科目　120 分）

問題Ⅰ〜Ⅳの解答はマークシートにマークし，Ⅴ〜Ⅵの解答は記述式用の解答用紙に記入すること。

Ⅰ 次の文章を読んで以下の設問に答えよ。解答番号 1 から 7

カオルさんは，酵素に関する以下の 2 つの実験をおこなった（図 1）。

（実験 1）ペプシンでタンパク質を分解する実験

方　法：A〜C の 3 本の試験管にタンパク質として卵白をそれぞれ 0.1 g ずつ入れ，そこにペプシン水溶液 0.5 ml を加えた。さらに A〜C の試験管にはそれぞれ 5 ml の，生理食塩水，0.1 % 塩酸，0.5 % 重曹水（$NaHCO_3$ 水溶液）を加えた。3 本の試験管は 37 ℃に保温された湯せん鍋に入れ，40 分間加温したのち，適当な方法によりアミノ酸を検出した。

結　果：試験管 B では，アミノ酸が検出された。試験管 A，C では，アミノ酸は検出されなかった。

（実験 2）生物組織に含まれる酵素で過酸化水素を分解する実験

方　法：D〜F の 3 本の試験管に 3 % 過酸化水素水 10 ml を入れ，そこにそれぞれ，直径 5 mm のガラス玉，一辺約 5 mm の立方体に切った新鮮な肝臓（牛レバー），一辺約 5 mm の立方体に切った新鮮なジャガイモを投入した。

結　果：試験管 E，F では試験管内の生物組織片から気泡が発生しているのが見えたが，試験管 D で発泡は見られなかった。発生した泡は線香の火を近づけることで，酸素であることが確認できた。

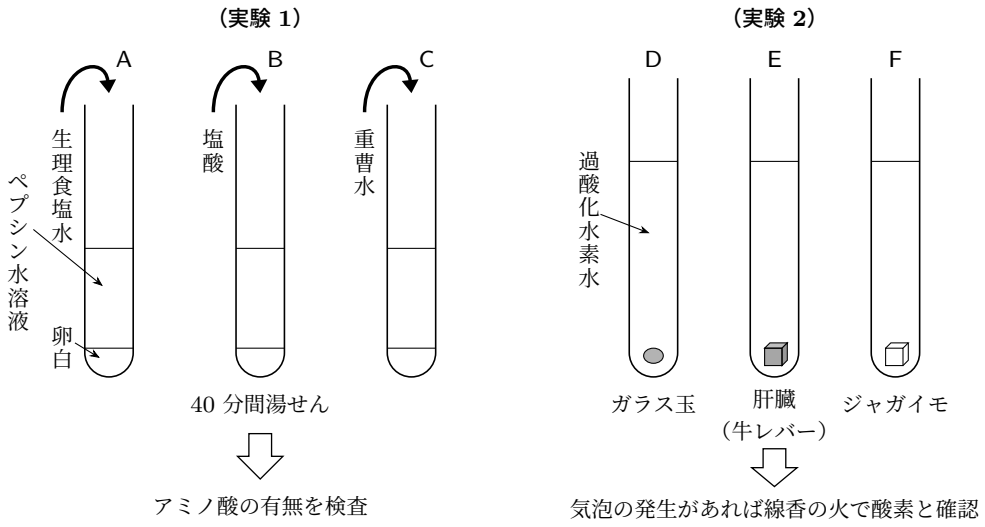


図 1 （実験 1）と（実験 2）の概要

問 1　ペプシンの前駆物質であるペプシノーゲンはどこから分泌されるか，1 つ選べ。 1

(1)　食道　　(2)　胃　　(3)　十二指腸

(4)　肝臓　　(5)　膵臓

問 2　次の中で，ヒトの消化管内に分泌される消化酵素はどれか，2 つ選べ（順不同）。 2 ・ 3

(1)　テロメラーゼ　　(2)　マルターゼ　　(3)　アミラーゼ

(4)　ATP アーゼ　　(5)　β ガラクトシダーゼ

問 3　マコトさんはカオルさんがおこなった（実験 1）を再現しようとしたところ，間違ってペプシン水溶液ではなくトリプシン水溶液を加えてしまった。すると，異なった結果が出た。どのような結果が出たと考えられるか，1 つ選べ。 4

(1)　すべての試験管でアミノ酸は検出されなかった。

(2)　生理食塩水を加えた試験管でのみアミノ酸が検出された。

(3)　塩酸を加えた試験管と重曹水を加えた試験管でアミノ酸が検出された。

(4)　生理食塩水を加えた試験管と重曹水を加えた試験管でアミノ酸が検出された。

(5)　すべての試験管でアミノ酸が検出された。

問 4　（実験 2）の試験管 E と F で，過酸化水素を分解した酵素の名称はどれか。 5

(1)　スクラーゼ　　(2)　リパーゼ　　(3)　カタラーゼ

(4)　セルラーゼ　　(5)　ペプチダーゼ

問 5　カオルさんは新鮮な肝臓がはいった試験管 E からの発泡を時間を追って観察したところ，徐々に減少してゆくのが観察された。そこで，反応開始からの発泡量を適当な方法で測定して，単位時間当たりの発泡量のグラフを作成したところ，図 2 のようになった。

実験条件を以下のように変えた場合，発泡量のグラフはどのようになると予想されるか，選べ。

(a)　投入する肝臓の大きさを半分にした場合　[6]

(b)　注入する過酸化水素水の量を 2 倍にした場合　[7]

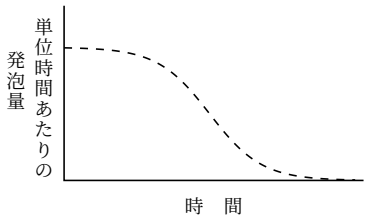
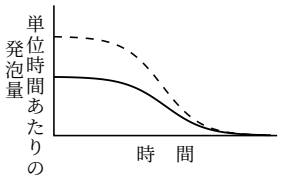
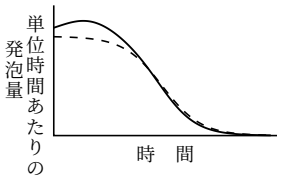


図 2　発泡量の変化

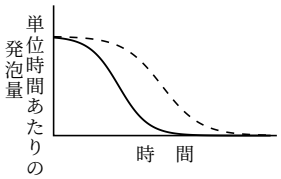
(1)



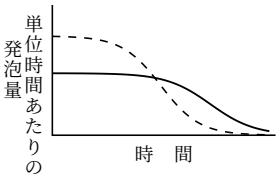
(2)



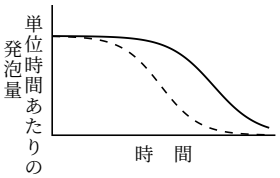
(3)



(4)



(5)



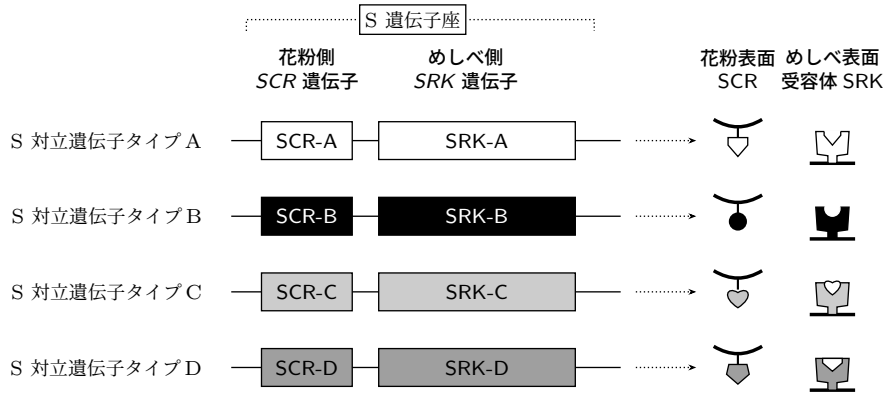
（破線は図 2 の曲線を重ねたもの）

II 植物の自家不和合性に関する次の文章を読んで以下の設問に答えよ。解答番号 [8] から [13]

種子植物は生殖器官である花を咲かせて有性生殖①を行う。花のあり方は多様であり，雄花と雌花が別個体に存在するもの②もあれば，1 つの花の中におしべとめしべの両方をもつ両性花もある。ただし，おしべとめしべを 1 つの花の中にもてば，自己の花粉で受精が起こる可能性が高まる。そこで花は同個体のおしべ由来の花粉をめしべが拒絶する機能をもっている。これを自家不和合性という。

特定のアブラナ科植物の研究より，自家不和合性に働く S 遺伝子座の機能が詳しく調べられた。野

生集団の S 遺伝子座には多数のタイプの対立遺伝子があるが，本問では S 対立遺伝子タイプ A〜D が存在する二倍体の野生集団 Z について考えることとする。S 遺伝子座には，花粉表面タンパク質 SCR を作る *SCR* 遺伝子と，めしべの柱頭表面で SCR と結合する受容体タンパク質 SRK を作る *SRK* 遺伝子があり，2 つの遺伝子は互いに近接して並んでいる（図 1)。各個体は二倍体であるため S 対立遺伝子タイプの組み合わせに従って，花粉表面には 1 種類のタイプの花粉 SCR，めしべには 2 種類のタイプの受容体 SRK が発現している。受容体 SRK は，同タイプの花粉 SCR とのみ結合し花粉管伸長③の阻害反応を引き起こす（図 2 左)。このような受容体 SRK の阻害反応は，異なるタイプの花粉 SCR をもつ花粉では起こらない（図 2 右)。同個体の花粉は，必ずめしべと同じタイプの花粉 SCR をもつことになるので受精は起こらない。一方，他個体由来の花粉 SCR が，めしべのいずれの受容体 SRK ともタイプが異なる場合に受精が成立する④。



野生集団内の S 遺伝子座には複数の対立遺伝子（タイプ）が存在している。タイプにより，花粉 SCR と受容体 SRK のアミノ酸配列が異なり，同タイプ同士のみが結合する。

図 1　自家不和合性に関わる S 遺伝子座

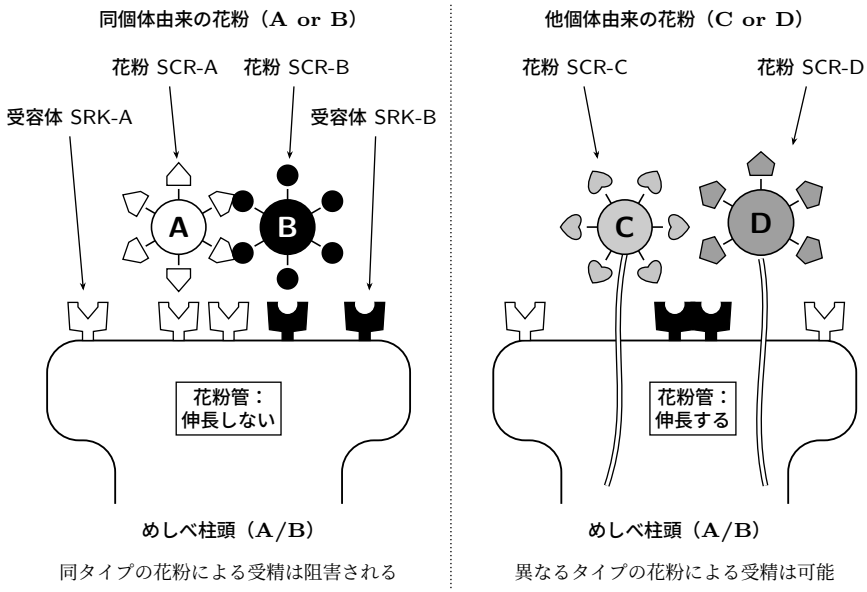


図 2　あるアブラナ科の二倍体種の自家不和合性

問 1　下線部①について，有性生殖の説明として**間違っているもの**を 1 つ選べ。 8

(1)　配偶子形成では減数分裂を行う。

(2)　無性生殖に比べ，子孫の遺伝的多様性が生じにくい。

(3)　新しい個体の誕生には 2 種類の配偶子が必要である。

(4)　無性生殖を行う生物には，環境が悪化すると有性生殖を行う種がいる。

(5)　受精を必要とするため，無性生殖と比較して個体数の増加速度は遅い。

問 2　下線部②について，両性花ではなく，雄花と雌花をつくる植物を 1 つ選べ。 9

(1)　ユリ　　(2)　タンポポ　　(3)　サクラ

(4)　イチョウ　　(5)　アサガオ

問 3　下線部③について，伸長する花粉管が向かう先はどこか，1 つ選べ。 10

(1)　子葉　　(2)　胚のう　　(3)　胚乳

(4)　やく　　(5)　胚

問 4　下線部④について，この集団 Z 内のある個体は，S 対立遺伝子タイプの異なる花粉 X と花粉 Y を作る。これらを S 対立遺伝子タイプの組み合わせの分かった個体のめしべに受粉させ以下の表のような結果を得た場合，花粉 X と花粉 Y の S 対立遺伝子のタイプの組み合わせとして正しいものを 1 つ選べ。 11

花粉	受精しためしべ	受精しないめしべ
X	B/D	A/B
Y	B/D	B/C

	花粉 X	花粉 Y
(1)	A	B
(2)	C	C
(3)	A	C
(4)	C	A
(5)	B	A

問 5　仮に S 対立遺伝子タイプ A とタイプ B をヘテロにもつ個体の減数分裂で，図 3 上段の矢印の位置で染色体の交さが起き，図 3 下段のような組換えタイプが生じたとする。組換えタイプの遺伝子をもつ花粉が集団 Z 内で受精して生じた次世代の個体について正しい記述を 1 つ選べ。 12

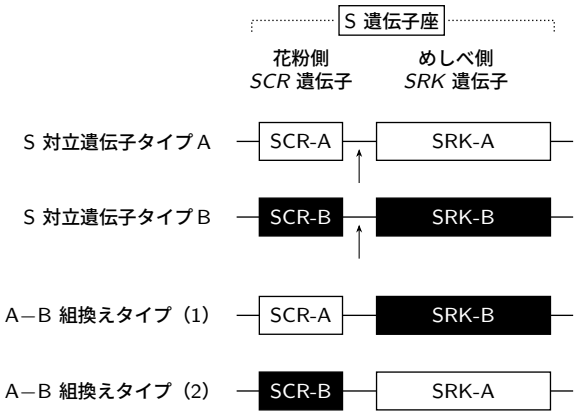


図 3　S 遺伝子座内（↑ の位置）で起きた交さにより生じる組換えタイプの対立遺伝子

(1)　組換えタイプの花粉が受精して生じたすべての個体は自家受精する。

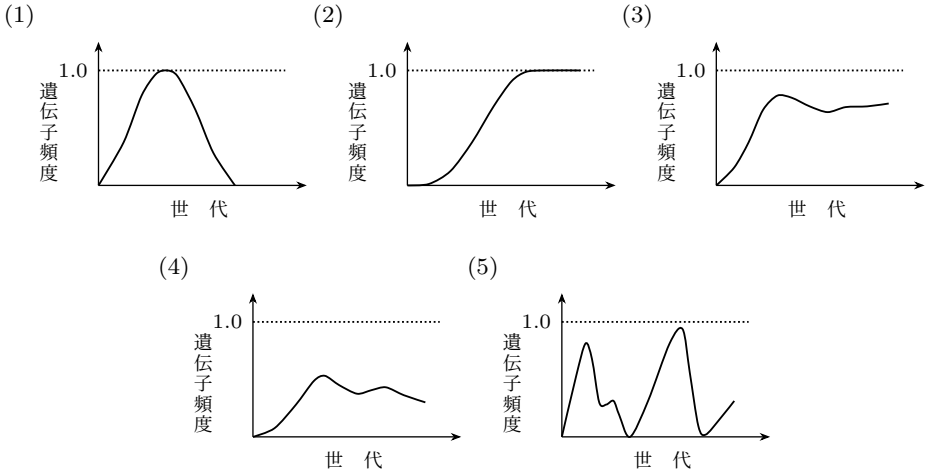
(2)　組換えタイプの花粉が受精して生じたすべての個体は自家不和合となる。

(3)　組換えタイプ（1）の花粉がタイプ B の卵と受精して生じた個体は自家受精する。

(4)　組換えタイプ（2）の花粉がタイプ C の卵と受精して生じた個体は自家不和合となる。

(5)　組換えタイプ（1）あるいは（2）の花粉がタイプ A の卵と受精して生じた個体はいずれも自家不和合となる。

問 6　いま，集団 Z とは異なる野生集団 W について考える。集団 W は，3 つの S 対立遺伝子タイプ A，B，C を含み自家不和合性を示す。ここに新たな S 対立遺伝子タイプ D が入ったとする。この集団内でのタイプ D の対立遺伝子頻度の長い期間の世代変化を表すグラフとして最も適当と思われるものを 1 つ選べ。ただし，集団 W の集団サイズは十分大きく，これ以上の新しい突然変異や対立遺伝子の侵入はなく，また全ての個体について花粉の媒介には問題がないこととする。 13



III トンボの生態に関する次の文章を読んで以下の設問に答えよ。解答番号 14 から 21

トンボは，水田やため池が広がる里山でよく見られる身近な生物である。しかし近年，農薬の使用や外来生物の繁殖などの影響で生息数が減少していることが懸念されている。

関東地方のある里山におけるトンボ成虫の生息数調査を実施した。ただし，トンボはこの里山全体に一様に分布し，調査期間中に出入りする個体はないものと仮定して調査を開始した。

（調査 1）　10 月 1 日，トンボ成虫 20 匹を捕獲し，その翅に黒の油性ペンで丸印を書いて標識し，静かに放った。10 月 5 日に 20 匹捕獲したところ，標識個体は確認できなかった。

（調査 2） 11 月 1 日，トンボ成虫 100 匹を捕獲した。翅に青の油性ペンで丸印を書いて標識し，静かに放った。11 月 5 日に 100 匹を捕獲したところ，青色標識個体は 10 匹確認できた。

問 1　この調査手法と，調査対象（成体）の例として適切な組み合わせを 1 つ選べ。 14

(1)　区画法―海洋のクジラ

(2)　区画法―草原のバッタ

(3)　区画法―海岸のフジツボ

(4)　標識再捕法―公園のカラス

(5)　標識再捕法―ため池のフナ

問 2　（調査 2）の結果に基づき，11 月 1 日時点のこの里山におけるトンボ成虫の生息数を推定せよ。最も適切なものを 1 つ選べ。 15

(1)　100　　(2)　500　　(3)　1,000　　(4)　5,000　　(5)　10,000

問 3　（調査 2）と異なり，（調査 1）で標識した個体が 2 回目の捕獲時に全く確認されなかった理由として，最も適切な説明を 1 つ選べ。 16

(1)　この里山の面積が広すぎたから。

(2)　生息数に比べ，捕獲数が少なかったから。

(3)　標識によって捕食される機会が増えたから。

(4)　標識個体はすべて寿命で死んでしまったから。

(5)　標識個体が学習し捕獲者に近寄らなくなったから。

問 4　問 2 で推定したトンボ成虫の生息数が実際の生息数と異なる可能性を検討した。11 月 1 日時点の生息数が**過小評価**となる要因として考えられる最も適切なものを 1 つ選べ。 17

(1)　標識個体の一部で標識が消えてしまった場合

(2)　標識個体の一部が弱って捕食されやすくなった場合

(3)　里山の外から新たにトンボが想定外に飛来した場合

(4)　標識の有無に関わらず，一部が捕食や寿命で死滅した場合

(5)　捕獲されやすい個体が再び捕獲されやすい傾向にあった場合

（調査 3） 翌年の 5 月末に，この里山にあるため池を観察すると，ヤゴが確認できた。小さいヤゴを数日観察していると，大きいヤゴに捕食されるものが観察された。また，周辺の植生から供給される落ち葉を利用しているヤゴも確認された。そこで，ヤゴの大きさや，落ち葉の有無により生存率がどのように変化するのかを実験で調べることにした。ため池でヤゴを捕獲し，大型ヤゴ 25 匹と

小型ヤゴ 80 匹を区分した。同じ大きさの十分大きな発泡スチロール製の箱を 5 箱用意し，ため池の水を水深 15 cm 程度注ぎ，その中に大型ヤゴ，小型ヤゴ，ユスリカ幼虫，十分な量の落ち葉を表 1 の組み合わせで入れた。箱はネットで覆い，外から動物が侵入しないようにした。1 週間後，ヤゴの生存数を確認した。ヤゴの死亡個体の多くは体の一部が捕食されていた。

表 1　ヤゴの生存に関する実験の条件と結果

	実験開始時				1 週間後の結果	
実験群	大型ヤゴ	小型ヤゴ	ユスリカ幼虫	落ち葉	大型ヤゴ	小型ヤゴ
1	5 匹	0 匹	0 匹	なし	1 匹	0 匹
2	5 匹	20 匹	0 匹	なし	4 匹	2 匹
3	5 匹	20 匹	0 匹	あり	4 匹	14 匹
4	5 匹	20 匹	300 匹	なし	5 匹	6 匹
5	5 匹	20 匹	300 匹	あり	5 匹	19 匹

問 5　（調査 3）の結果の解釈として最も適切なものを 1 つ選べ。 18

(1)　大型ヤゴが生存するためには，落ち葉は必要である。

(2)　小型ヤゴが生存するためには，落ち葉は不要である。

(3)　大型ヤゴが生存するためには，小型ヤゴは不要である。

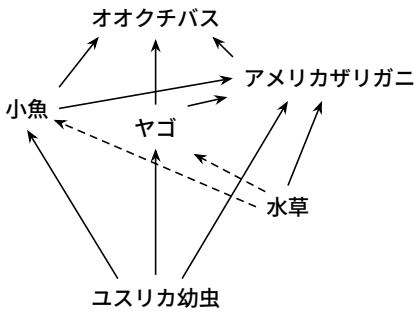
(4)　落ち葉のある環境の方が，大型ヤゴは小型ヤゴを捕食しやすくなる。

(5)　落ち葉とユスリカ幼虫の存在によって，小型ヤゴは生存しやすくなる。

問 6　このため池には，ヤゴの他に小魚や外来種であるオオクチバスやアメリカザリガニが生息し，水草が生えている。調べてみると，オオクチバスはアメリカザリガニ，小魚やヤゴを捕食し，アメリカザリガニは小魚，ヤゴ，ユスリカ幼虫，水草を捕食する（図 1 実線）。一方，水草はトンボや小魚の産卵場所であるとともにヤゴの隠れ場所となっていた（図 1 破線）。もし，オオクチバスを駆除した場合，顕著に増加すると考えられるものを 1 つ選べ。ただし，図 1 の矢印以外の関係は無視できるものとする。 19

(1)　小魚　　(2)　水草　　(3)　ヤゴ

(4)　アメリカザリガニ



＊矢印（実線）は主な捕食関係，
矢印（破線）は捕食以外の影響を示す。

図 1　ため池の生態系

問 7　この里山にあるもうひとつのため池は，かつて水草が茂る環境であったが，周辺の住宅地開発にともない生活排水が入り込むようになった。その後，トンボの産卵場所となる水草の種類が変化して，ヤゴの個体数や種類の減少の一因になっていると考えられた。窒素やリンを含む化合物が蓄積し富栄養化が進み水面の近くで植物プランクトンが異常に増殖した後の経過の中で，ヤゴの個体数を減少させる主な要因として適切な説明を次から 2 つ選べ（順不同）。 20 ・ 21

(1)　ヨシなどの抽水植物が減少した。

(2)　クロモなどの沈水植物が減少した。

(3)　異常に増殖したプランクトンをえさとする小魚が増えた。

(4)　異常に増殖した植物プランクトンの光合成で水中の酸素が増えた。

(5)　異常に増殖し死滅したプランクトンの分解で水中の酸素が大量に消費された。

Ⅳ 椎骨と肋骨形態に関する次の文章を読んで以下の設問に答えよ。解答番号 22 から 26

脊椎動物の椎骨と肋骨は，体重の支持①，臓器の保護，運動の基盤となる骨格である。とくに陸上脊椎動物では，それぞれのニッチに適応した椎骨と肋骨の新たな形態が形成されてきた。なかでもカメの甲羅②は極めて特異的な構造だが，これまでその進化過程が未解明であった。最初期の羊膜類③である 3 億年前のペトロラコサウルスと，2 億 2 千万年前のオドントケリスや 2 億 1 千万年前のプロガノケリスの間の時代に十分な全身化石がなかった。近年，このミッシングリンクを埋める 2 億 6 千万年前のユーノトサウルスの新しい全身化石から，カメ類における甲羅の段階的獲得説④が提唱され，現在のカメ類の甲羅の進化的起源の一端⑤が明らかとなった。

問 1　下線部①について，ヒトでは，1 つ 1 つの椎骨に荷重に応じた形態の違いがみられる。図 1 に示す (ア)〜(ウ) について，ヒトの頸椎，胸椎，腰椎として正しい組み合わせはどれか，1 つ選べ。 22

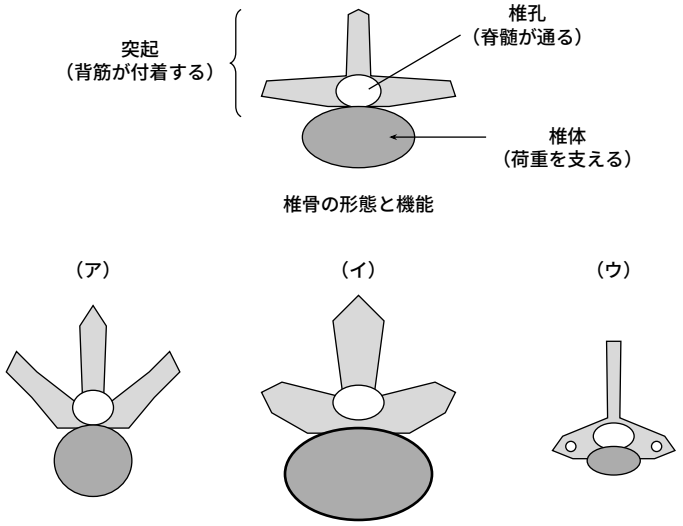


図 1　ヒトの椎骨

	頸椎	胸椎	腰椎
(1)	(ア)	(イ)	(ウ)
(2)	(ア)	(ウ)	(イ)
(3)	(イ)	(ア)	(ウ)
(4)	(イ)	(ウ)	(ア)
(5)	(ウ)	(ア)	(イ)
(6)	(ウ)	(イ)	(ア)

問 2　下線部②について，ガラパゴス諸島に住むリクガメの甲羅について，各島で少しずつ見られる形態の違いに関するダーウィンの考えはどれか，1 つ選べ。 23

(1)　形質置換　　(2)　中立進化　　(3)　用不用説

(4)　自然選択　　(5)　収れん（収束）進化

問 3　下線部③について，図 2 に現生羊膜類の系統樹の例を示す。ここから読み取れることは何か，1 つ選べ。 24

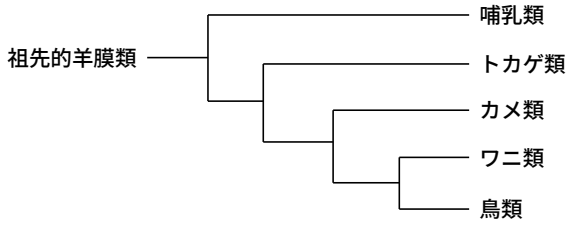


図 2　羊膜類の系統樹

(1)　鳥類はカメ類の子孫種である。

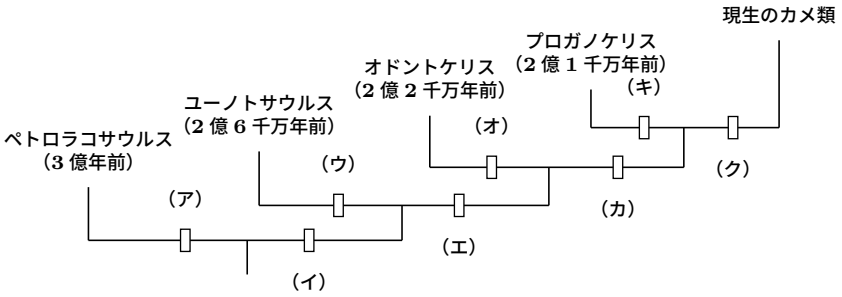
(2)　カメ類は哺乳類より多くの回数進化した。

(3)　カメ類は，哺乳類より鳥類に近縁である。

(4)　トカゲ類はワニ類とカメ類の共通祖先である。

(5)　哺乳類はカメ類よりも原始的な羊膜類である。

問 4　下線部④について，甲羅の形成には「肋骨の肥大化」と「椎骨と肋骨の癒合」が必要となる。この 2 つの形質は，それぞれ系統樹のどこで獲得されたと考えられるか。図 3 の図表から類推し，1 つ選べ。 25



	甲羅の形成	
	肋骨の肥大化	椎骨と肋骨の癒合
プロガノケリス	○	○
オドントケリス	○	×
ペトロラコサウルス	×	×
ユーノトサウルス	○	×
現生のカメ類	○	○

図 3　カメ類の系統樹と共有形質

	肋骨の肥大化	椎骨と肋骨の癒合
(1)	(ア)	(オ)
(2)	(ア)	(キ)
(3)	(イ)	(オ)
(4)	(イ)	(カ)
(5)	(イ)	(キ)
(6)	(ウ)	(カ)
(7)	(ウ)	(キ)
(8)	(エ)	(カ)
(9)	(エ)	(キ)
(0)	(エ)	(ク)

問 5　下線部⑤について，最初期の羊膜類から現生のカメに至る椎骨と肋骨の形態変化を図 4 に示す。化石種と比べて現生のカメにはどのような特徴が見られるようになったか，図から読み取れることを 1 つ選べ。 26

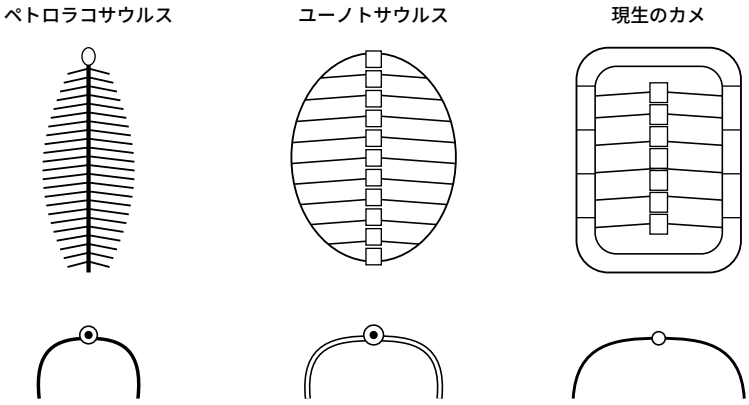


図 4　カメ類の椎骨と肋骨の形態変化（上：背面から見た図，下：横断面図）

(1)　椎骨数が増加した。

(2)　呼吸時における肋骨の可動性が減少した。

(3)　脊柱を左右に曲げる運動が円滑になった。

(4)　一部の椎骨に肋骨が発生しなくなっていった。

(5)　脊柱まわりで体をひねる運動が円滑になった。

V 次の文章を読んで以下の設問に答えよ。

タケルさんは骨格筋を自宅の光学顕微鏡で観察することにした。生物の教科書に載っていた電子顕微鏡像のような縞模様（図 1 A，B）を自分で見てみたいと思ったからだ。

鮮魚店で刺身を買ってきて，これをカミソリの刃で薄く切ってプレパラートを作成した。次にプレパラートを顕微鏡の（ ① ）に載せ，（ ② ）を回して倍率を徐々に上げて観察した。観察された像は，スマートフォンのカメラレンズを顕微鏡の接眼レンズに押し当てて撮影し記録した。

観察開始当初は図 2 のようなおびただしい数の脂肪滴が出現しており，なかなか骨格筋の縞模様は観察できなかったが，水道水中で刺身をつまようじの先でほぐすなどして観察したところ，何とか，図 3 のような写真を撮ることに成功した。この際，（ ① ）の下にある（ ③ ）を調節したところ，良好なコントラストが得られた。

タケルさんはさらに明瞭な縞模様を観察したいと思い，刺身を手指消毒用のエタノールの中で同様

につまようじでほぐし，さらにカバーガラスの上から試料を指で押しつぶしてから観察したところ，骨格筋の縞模様はより明瞭に観察され，図 4 の写真を撮ることができた。

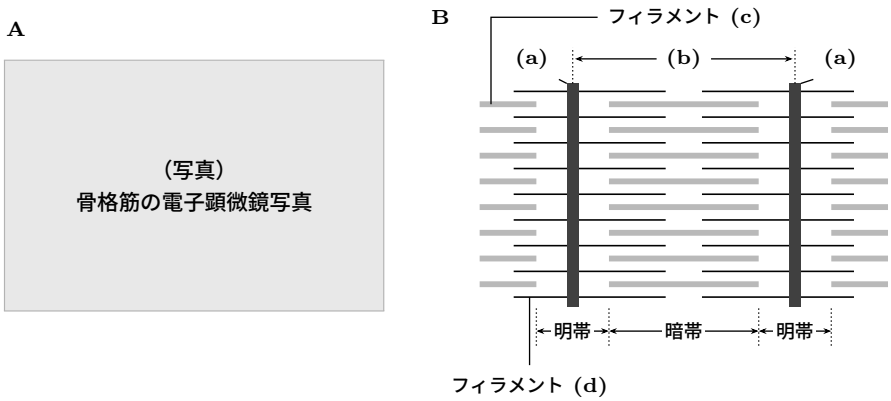


図 1　A　骨格筋の電子顕微鏡写真，B　骨格筋微細構造の模式図



図 2　100 倍で撮影



図 3　400 倍で撮影



図 4　400 倍で撮影

問 1　図 1B の (a)，(b) について以下の設問に答えよ。

(1)　構造物 (a) の名称を記せ。

(2)　収縮のための構造の単位 (b) の名称を記せ。

問 2　図 1B 中のフィラメント (c)，(d) について以下の設問に答えよ。

(1)　フィラメント (c) を構成するタンパク質の名称を記せ。

(2)　フィラメント (d) を構成するタンパク質の名称を記せ。

問 3　文章中の空欄（ ① ）～（ ③ ）に当てはまる光学顕微鏡の各部名称を答えよ。

問 4　下線部について，エタノールを用いたことと，指で押しつぶしたことが，それぞれ標本にどの

ような効果をもたらしたことでより明瞭な縞模様が見られるようになったと考えられるか，記せ。

問 5　下線部について，実験室などで顕微鏡観察のために動物組織を処理する際には，しばしばホルマリンが用いられる。ここでホルマリンを用いる目的は何か，1 つ記せ。

問 6　電子顕微鏡と光学顕微鏡の仕組みの違いを 1 つ記せ。

VI 次の文章を読んで以下の設問に答えよ。

多種多様な細菌の集合を細菌叢（そう）という。①ヒトの体に見られる各細菌叢の中には②病原性を発する細菌もあるが，③アレルギー反応の抑制などヒトの健康維持に寄与する細菌もある。近年，次世代シーケンサーを用いた 16S rRNA 解析の登場により，④個人間での細菌叢比較が可能となってきた。

問 1　下線部①について，ヒトの主な細菌叢は皮膚や粘膜の表面に見られるため，これらの組織では細菌を侵入させないための構造やしくみを有する。皮膚がもつ物理的および化学的生体防御機能を，それぞれ 20 文字以内で説明せよ。

問 2　下線部②について，病原性細菌が体内に入った時に，樹状細胞の細胞膜上やエンドソーム（エンドサイトーシスにより取り込まれた細胞外物質を含む小胞）内の受容体タンパク質によって認識される細菌特有の構造や成分は何か，3 つ答えよ。

問 3　下線部③について，アレルギー反応の 1 つである花粉症はどのようにして起こるか，そのメカニズムを肥満細胞（マスト細胞）の役割を中心に，60 文字以内で説明せよ。

下線部④について，ある母子の腸内細菌叢から細菌 A と細菌 B が共通して検出され，遺伝子配列の解析から 2 種とも母親から乳児の腸管へ移行したと考えられた。さらに詳しく解析をしたところ，母乳中のオリゴ糖を分解する酵素をコードする遺伝子 S が，母親では細菌 A のみに，乳児では細菌 A と細菌 B の両方に見つかった。

問 4　乳児の腸管中で腸内細菌 B のゲノムに起こったことを考えて，40 文字以内で説明せよ。

問 5　腸内細菌 B のゲノム変化が，なぜ乳児の腸管で見られたか，40 文字以内で説明せよ。