

# 理 科(生物)

(2024)

- (注意事項)
- 1 問題文は18ページあります。
  - 2 解答は解答用紙の所定欄に記入してください。下書きは、問題冊子の余白を利用してください。ただし、回収はしませんので採点の対象とはなりません。
  - 3 定規を使用することができます。ただし、計算・メモ・通信などの機能をもった時計や電卓、携帯電話などは使用できません。
  - 4 解答は一部記述を含むマークセンス方式となっていますので、解答用紙の注意事項をよく読み解答してください。
  - 5 受験番号・氏名・フリガナは、監督者の指示に従って、解答用紙の所定欄に丁寧に記入してください。
  - 6 解答用紙にマークセンス方式の受験番号欄があります。受験番号をマークする際は濃く丁寧にぬってください。
  - 7 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページ落丁・乱丁及び解答用紙の汚れなどに気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。

第1問 細胞に関する次の文章を読み、下記の問いに答えよ。

解答欄  ～  ， 記述式解答欄 1～4

細胞は、17世紀にイギリスの  によって発見された。彼は手製の顕微鏡を用いて  の切片や木炭の断面を観察するうちに、それが小さな部屋からなることに気が付き、その小部屋を細胞（cell）と名付けた。彼が見たものは a) 死細胞であった。

19世紀になって、ドイツの  が植物のからだについて、続いて  が動物のからだについて、「生物のからだを構成するのは細胞であり、細胞は生命の最小単位である」と唱えた。このような考え方を  という。

細胞の研究は b) 顕微鏡と共に進展した。分解能は肉眼で約  ，光学顕微鏡で約  で、電子顕微鏡では約  である。図1は電子顕微鏡で観察した動物細胞の模式図で、丸い核が1つ見られる。核を細胞内に持つ生物を  生物といい、ヒトなどの動物のほか、 や菌類も含まれる。また、明瞭な核をもたない細胞からなる生物を  生物という。核の中には、より小さい球状の  が観察される。核の外側にはへん平な膜構造の小胞体を取りまくように広がっている。小胞体は物質の輸送路で、表面にタンパク質の合成を行うリボソームが付着しているものもある。小胞体を経由したタンパク質は、物質の分泌を行う  へ運ばれ、あるものは c) 細胞外に分泌される。タンパク質には、細胞内の不要物などを  で分解するための酵素として働くものもある。 は呼吸に関与し、エネルギーの供給に重要な役割を果たす細胞小器官である。また、動物細胞では、細胞分裂の際の紡錘糸の形成の起点となる  も観察される。

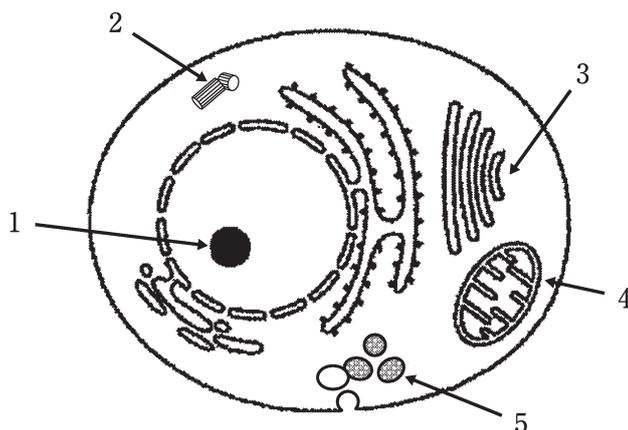


図1 電子顕微鏡で観察した動物細胞の模式図

問1 文中の空欄 **ア** ・ **ウ** ・ **エ** に入る人名の組合せとして、最も適切なものを次の①～④のうちから一つ選べ。 **1**

	ア	ウ	エ
①	フック	シュワン	シュライデン
②	フック	シュライデン	シュワン
③	フィルヒョー	シュワン	シュライデン
④	フィルヒョー	シュライデン	シュワン

問2 文中の空欄 **イ** の試料が得られる植物のバイオーム上での分類群として、最も適切なものを次の①～④のうちから一つ選べ。 **2**

- ① 照葉樹林      ② 夏緑樹林      ③ 針葉樹林      ④ 硬葉樹林

問3 下線部 a) の中は主にどのような物質で占められているか、最も適切なものを次の①～④のうちから一つ選べ。 **3**

- ① 水      ② 細胞質基質      ③ 空気      ④ タンパク質

問4 文中の空欄 **オ** にはある説の名称が入る。その説の名称を答え、なぜ「説」であり、証明が不可能なのか、その理由を記述式解答欄1に簡潔に説明せよ。

記述式解答欄 1

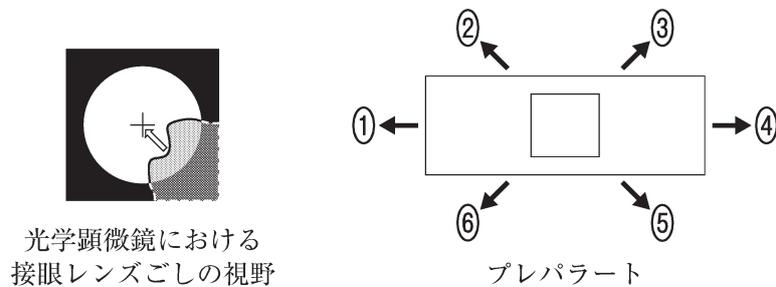
問5 次の①～⑥は下線部b)に関して、鏡筒上下式光学顕微鏡の操作を順不同に記述したものである。①～⑥の操作の内から不適切な操作を1つ除き、残りの5つを選んで、高倍率で検鏡する場合の操作手順となるように記述式解答欄2に並べかえよ。

記述式解答欄 2

- ① レボルバーを回して高倍率にしてピントを合わせる。
- ② 観察したい部分を視野の中央に移動させる。
- ③ 反射鏡を動かして視野を明るくし、観察対象が対物レンズの真下にくるようにプレパラートをステージの中央に置く。
- ④ 接眼レンズをのぞきながら、調節ネジを回して、対物レンズとプレパラートを近づける。
- ⑤ 接眼レンズをのぞきながら、対物レンズとプレパラートを遠ざけてピントを合わせる。
- ⑥ 横から見ながら調節ネジを回して、対物レンズとプレパラートを近づける。

問6 下図のように、光学顕微鏡下において視野の右下隅にある物体を視野の中央へ移動させるために、プレパラートを動かす方向として、最も適切なものを図の①～⑥のうちから一つ選べ。

4



問7 文中の空欄 カ ～ ク に入る数値の組合せとして、最も適切なものを次の①～④のうちから一つ選べ。

5

	カ	キ	ク
①	100 μm	200 nm	0.2 nm
②	100 μm	20 nm	0.2 nm
③	10 μm	200 nm	0.2 μm
④	10 μm	20 nm	0.2 μm

問8 文中の空欄 **ケ** ~ **サ** に入る語句の組合せとして、最も適切なものを次の①~④のうちから一つ選べ。

**6**

	ケ	コ	サ
①	原核	細菌	真核
②	真核	植物	原核
③	原核	植物	真核
④	真核	細菌	原核

問9 文中の空欄 **シ** ~ **タ** には細胞小器官が入る。その名称が対応する図1の番号の組み合わせとして、最も適切なものを①~④のうちから一つ選べ。

**7**

	シ	ス	セ	ソ	タ
①	5	4	3	2	1
②	5	3	4	1	2
③	1	5	3	2	4
④	1	3	5	4	2

問10 下線部c)の際に細胞膜で起こる現象の名称として、最も適切なものを①~④のうちから一つ選べ。

**8**

- ① エンドサイトーシス
- ② エキソサイトーシス
- ③ 能動輸送
- ④ 受動輸送

問11 細胞を構成する細胞膜の断面の模式図を記述式解答欄3に描き、リン脂質と膜タンパク質をそれぞれ矢印で示せ。

**記述式解答欄 3**

問12 電子顕微鏡で植物細胞を観察した場合、図1の動物細胞には描かれていない構造として、葉緑体以外の2つの構造を挙げ、それらの名称と働きをそれぞれ記述式解答欄4に簡潔に示せ。

**記述式解答欄 4**

第2問 タンパク質に関する次の文章を読み、下記の問いに答えよ。

解答欄  ～  ，

タンパク質は化学反応を促進する酵素，物質の輸送に関わる輸送タンパク質，細胞の形をささえる  ，免疫機構において異物の排除に働く  ，あるいは特定の組織や器官の働きを調節する  などとして細胞の生命活動を支えている。タンパク質は a) アミノ酸がペプチド結合によって鎖状に連なった分子からなる。タンパク質のアミノ酸配列を一次構造といい， b) 二次構造，三次構造あるいは四次構造という立体構造を形成することによって，タンパク質は機能をもつようになる。酵素は特定の生体内化学反応を促進する触媒能力を備えたタンパク質であり，基質を生成物に変換する過程で，その c) 活性化エネルギーを低下させる機能をもつ。 d) 酵素の反応速度は，酵素濃度と基質濃度のバランスによって変化する。またタンパク質の一種である酵素は， e) 高温や pH の極端な変化により失活する。細胞内の代謝経路では多くの場合，原料となる物質にいくつかの酵素が働いて細胞に必要な最終産物を生成している。その過程では，必要な最終産物が足りなくなったり，余ったりしないように f) 反応系全体の進行を調節する仕組みとしてフィードバック阻害が関わっていることが多い。酵素の代表的な阻害様式には，基質とよく似た構造をもつ物質が酵素の活性部位に結合することで起こる  阻害と，基質以外の物質が酵素の活性部位以外の場所に結合することで起こる  阻害がある。とくに  阻害によって酵素の活性が変化する現象には  効果が含まれる。

問1 文中の空欄  ～  に当てはまる語句の組み合わせとして，最も適切なものを次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	ホルモン	ホルモン	抗体	抗体	細胞骨格	細胞骨格
イ	抗体	細胞骨格	ホルモン	細胞骨格	抗体	ホルモン
ウ	細胞骨格	抗体	細胞骨格	ホルモン	ホルモン	抗体

問2 下線部 a) を構成するアミノ酸の例として図 2-1 にグルタミン酸とリシンの構造式を示す。タンパク質構造の一部としてグルタミン酸とリシンがペプチド結合を形成する場合、そのペプチド形成に関与する部位 A~D の組み合わせとして、最も適切なものを下の①~④のうちから一つ選べ。

10

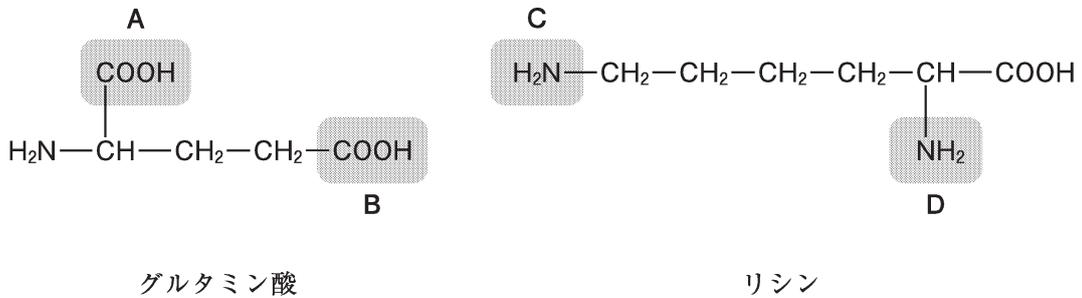


図 2-1 アミノ酸の構造

①	②	③	④
A と C	A と D	B と C	B と D

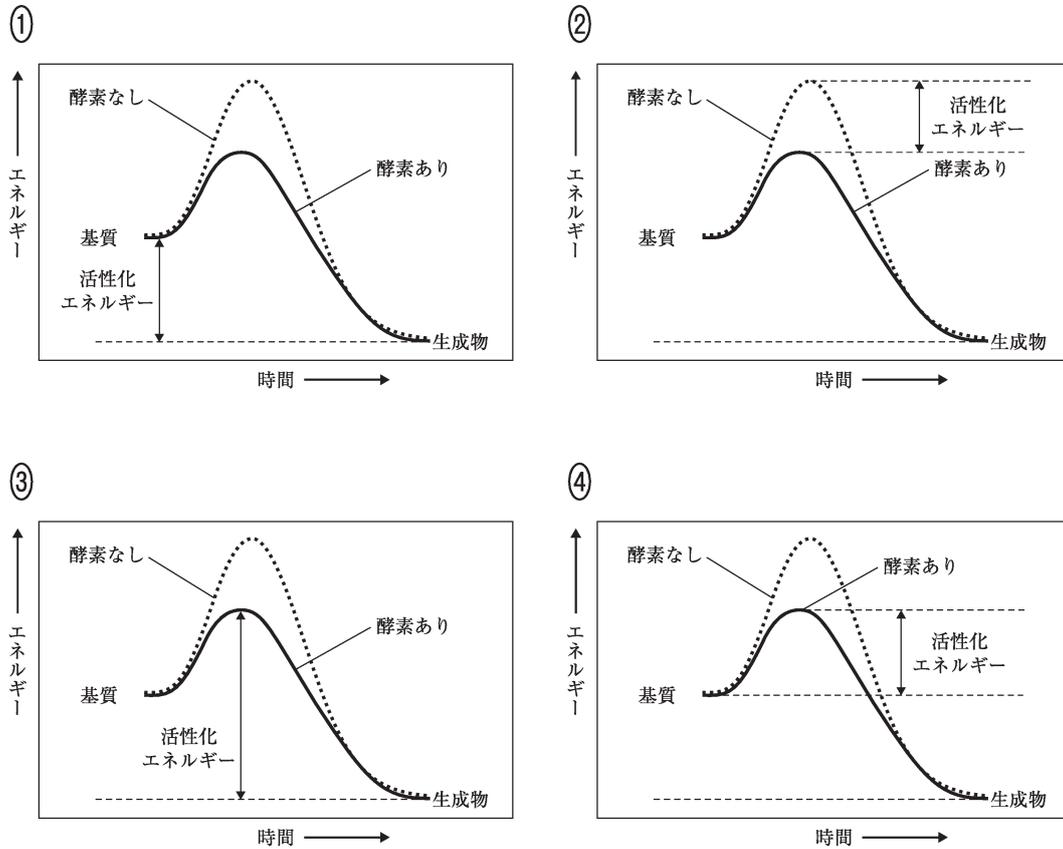
問3 下線部 b) に示すタンパク質の二次構造、三次構造、四次構造に関する記述について、誤りであるものを次の①~④のうちから一つ選べ。

11

- ① 二次構造の形成には水素結合が関与している。
- ② 四次構造をもつタンパク質は、複数のポリペプチド鎖からなる。
- ③ タンパク質の中には四次構造を持たず、三次構造で機能するものもある。
- ④ タンパク質は二次構造として $\alpha$ -ヘリックス構造が形成され、三次構造として $\beta$ -シート構造が形成される。

問4 下線部c)の活性化エネルギーを示す図として、最も適切なものを次の①～④のうちから一つ選べ。

12



問5 下線部d)に関して、一定量の酵素に対する基質濃度と反応速度の関係を図2-2に示す。このグラフにおいて、基質濃度が上昇すると反応速度が一定になり、それ以上増加しなくなる理由を、記述式解答欄5に示せ。

記述式解答欄5

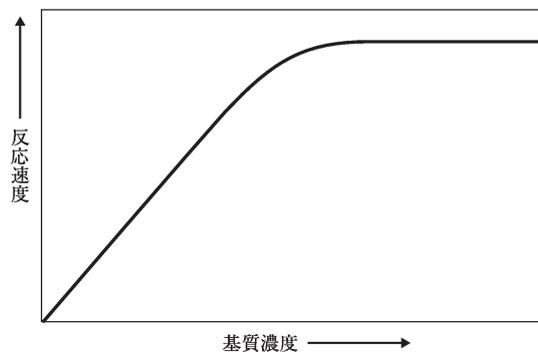


図2-2 一定量の酵素に対する基質濃度と反応速度の関係

問6 下線部 e) に関し，酵素が失活する理由を，ふたつの語句「活性部位」および「立体構造」を用いて，記述式解答欄 6 に説明せよ。

記述式解答欄 6

問7 下線部 f) に関し，フィードバック阻害の仕組みを記述式解答欄 7 に示せ。

記述式解答欄 7

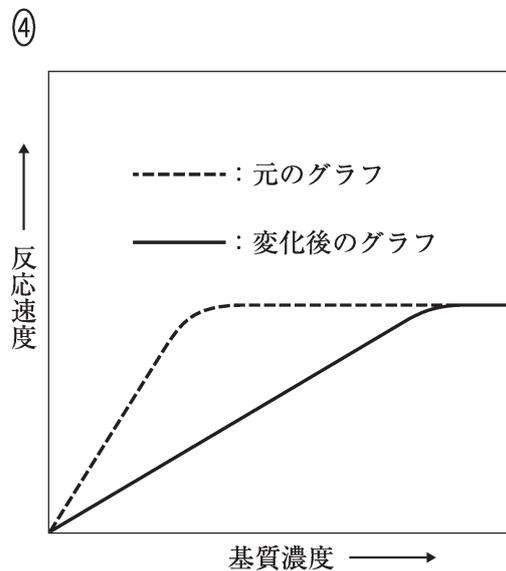
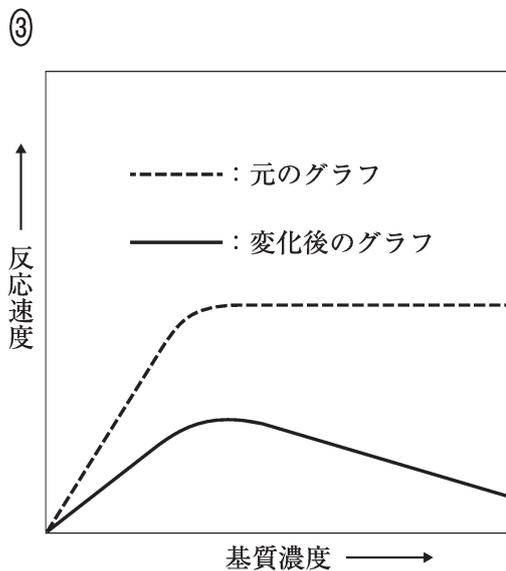
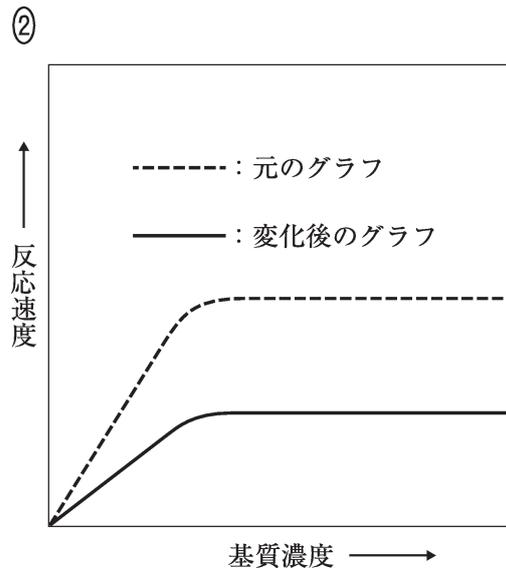
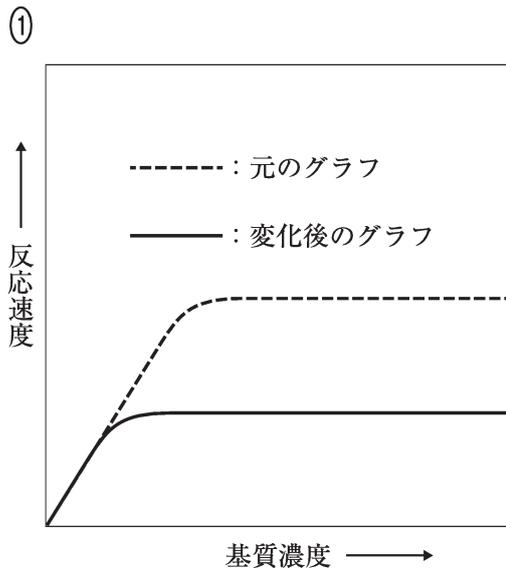
問8 文中の空欄 **エ** ~ **カ** に当てはまる語句の組み合わせとして，最も適切なものを次の①~⑥のうちから一つ選べ。

13

	エ	オ	カ
①	競争的	非競争的	活性化
②	競争的	非競争的	アロステリック
③	競争的	非競争的	不活性化
④	非競争的	競争的	活性化
⑤	非競争的	競争的	アロステリック
⑥	非競争的	競争的	不活性化

問9 ある酵素の基質濃度と反応速度の関係を示したグラフ（元のグラフ）に対して，競争的阻害によって酵素反応速度が変化した場合のグラフとして，最も適切なものを次の①～④のうちから一つ選び，解答欄14に示せ。また非競争的阻害によって酵素反応速度が変化した場合のグラフとして，最も適切なものを次の①～④のうちから一つ選び，解答欄15に示せ。

14 , 15





**第3問** アレルギーに関する次の文章を読み、下記の問いに答えよ。

解答欄 16 ～ 23 , 記述式解答欄 8, 9

ヒトの猫アレルギーのアレルゲンとして猫の Feld1 (フェルディーワン) タンパク質が挙げられる。Feld1 タンパク質は Feld1-A 遺伝子と Feld1-B 遺伝子から翻訳されたタンパク質の総称である。Feld1-A 遺伝子, Feld1-B 遺伝子からはそれぞれ 416 塩基, 475 塩基の mRNA が転写され, 88 個, 109 個のアミノ酸からなるタンパク質が翻訳される。ヒトの猫アレルギーでは目のかゆみや充血, 鼻水, くしゃみ, 喉の炎症などの花粉症に似た症状やアトピー性皮膚炎のように全身にかゆみを生じる場合もある。Feld1 タンパク質が猫の唾液腺や皮脂腺から体外に出て, 環境中に蓄積しアレルゲンとなる。猫アレルギーの人の体内には以前の Feld1 タンパク質との接触により特殊なタイプの免疫グロブリンが産生されている。Feld1 タンパク質の体内への侵入が免疫グロブリンを産生する細胞に伝わると, 免疫グロブリンの合成が再開される。免疫グロブリンはマスト細胞の表面に結合し, Feld1 タンパク質と免疫グロブリンの結合を合図にマスト細胞からヒスタミンが分泌される。ヒスタミンは上皮細胞や毛細血管に作用して炎症を誘発させるため, アレルギー症状が引き起こされる。花粉症に代表されるアレルギー疾患の薬としては抗ヒスタミン薬が代表的であったが, 近年, 免疫グロブリンとマスト細胞との結合を阻害する薬としてオマリズマブも発売された。

**問1** Feld1-A 遺伝子 (二本鎖) のある領域の塩基数を数えたところ, 4 種類の塩基のうち A の割合が 26.4 % であった。C の割合 (%) として, 最も適切なものを次の①～④のうちから一つ選べ。

16

- ① 23.6                      ② 26.4                      ③ 36.8                      ④ 38.3

**問2** Feld1-B 遺伝子 (二本鎖) において, 4 種類の塩基のうち A の割合が 25.8 % を占めた。また, この遺伝子を構成する二本鎖のうち, mRNA の鋳型になる鎖では A の割合は 28.2 %, C の割合は 21.2 % であった。この時, mRNA の鋳型になる鎖の G の割合 (%) として, 最も適切なものを次の①～④のうちから一つ選べ。

17

- ① 27.2                      ② 28.2                      ③ 31.1                      ④ 49.4

問3 Feld1-Aタンパク質の分子量は約9614である。Feld1-Bタンパク質のアミノ酸組成がFeld1-Aタンパク質と類似していると仮定すると、Feld1-Bタンパク質の分子量として、最も適切なものを次の①～④のうちから一つ選べ。

18

- ① 7762                      ② 9614                      ③ 11908                      ④ 19228

問4 Feld1-A遺伝子における最初のエキソンに相当する領域の塩基配列を図3-1に示した。下側の鎖を鋳型にmRNAが転写された場合、mRNAの最初の塩基と翻訳に使われる最初の塩基の組み合わせのうち、最も適切なものを下の①～⑤のうちから一つ選べ。

19

GGCCTGGCGGTGCTCCTGGAAAAGGATGTTAGACGCAGCCCTCCACCCCTGCCCTACTGTTGCGGCCACAGCAG  
CCGGACCGCCACGAGGACCTTTTCTACAATCTGCGTCGGGAGGGTGGGACGGGATGACAACCGCGGTGTCGTC

図3-1 Feld1-A遺伝子における最初のエキソンに相当する領域の塩基配列

	①	②	③	④	⑤
mRNAの最初の塩基	G	C	A	G	C
翻訳される最初の塩基	G	A	A	A	C

問5 Feld1-A遺伝子の塩基配列を用いて7種類の動物の分子系統樹を作成した(図3-2)。  
この分子系統樹から判明したこととして、最も適切なものを下の①～⑤のうちから一つ選  
べ。なお、分子系統樹の枝は回転できるものとする。

20

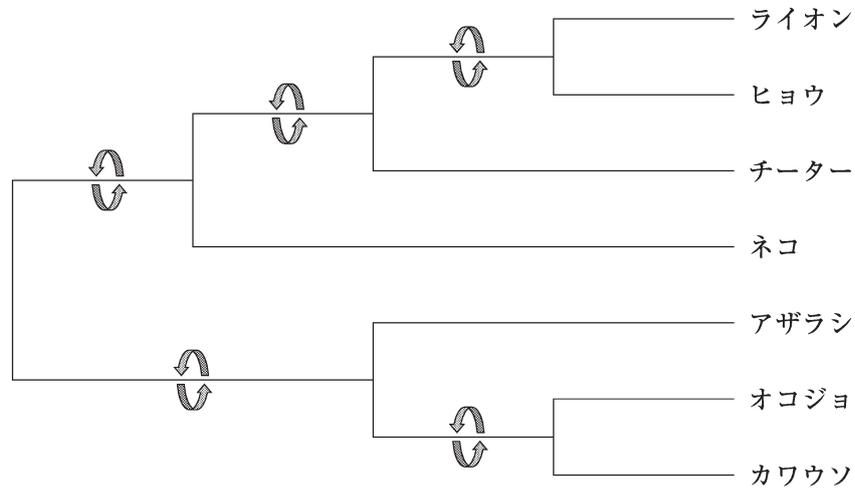


図3-2 Feld1-A 遺伝子配列を用いた分子系統樹

- ① チーターはライオンよりヒョウに近縁である。
- ② ネコとアザラシはネコとヒョウより近縁である。
- ③ ネコからチーターが分岐した。
- ④ ネコの祖先がチーターやヒョウの祖先と分岐したのは、アザラシの祖先がオコジョやカワウソの祖先と分岐したよりも早期である。
- ⑤ ネコとチーターの間での塩基配列の相違はアザラシとカワウソの間での塩基配列の相違と同程度である。

問6 アレルギー反応において、アレルゲンの一部を提示する細胞として、最も適切なものを  
次の①～④のうちから一つ選べ。

21

- ① 樹状細胞
- ② ヘルパーT細胞
- ③ キラーT細胞
- ④ 好中球



**第4問** 植物に関する次の文章を読み、下記の問いに答えよ。

解答欄 

24
----

 ~ 

29
----

 , 

記述式解答欄10~12
-------------

多くの植物は光合成をするための細胞小器官である葉緑体を持っているので緑色に見える。しかし、ギンリョウソウ（図4）と言う高さ10-20 cmほどの植物は、葉緑体を持たないため美しい白色で、太陽光のエネルギーを取り入れることができない。このため菌類と間違われたこともあるが、実は花を咲かせる被子植物の仲間である。光合成はせず、菌類に寄生して菌糸から栄養を取り込むので、腐生植物（菌従属栄養植物）と呼ばれる。その種子は非常に小さく、モリチャバネゴキブリやカマドウマなどの昆虫が実を食べて種子の入った糞をすることでギンリョウソウの生息域を広げている。

光合成をする植物は太陽の光をエネルギーとして取り込み、他の生物が作る有機物を必要としないので独立栄養生物と呼ばれる。太陽の光は地球表面のいたるところに届くので、動き回らなくても水中・地上の多くの場所でエネルギーを得ることができる。一方、動物は他の生物が作った有機物を栄養源とするため、従属栄養生物と呼ばれ、エネルギー源となる食料を見つけるために動き回る。独立栄養植物であったギンリョウソウの祖先が、エネルギー獲得の手段である光合成の能力を失い、固着生活でありながら従属栄養生物へと進化したことは不思議に思える。

多くの光を受けて早く成長する陽生植物のほうが陰生植物よりも有利なようだが、そのためには高く成長し、多くの葉を茂らせる労力が必要である。このように有利不利は環境条件で変わる中、ギンリョウソウは菌の栄養を利用して、生き残りの可能性の少ない生存競争の道を辿ったのかもしれない。



図4 ギンリョウソウ

問1 下記の文の空欄 **A** ~ **E** に当てはまる語句の組み合わせとして、最も適切なものを次の①~④のうちから一つ選べ。 24

「光合成は **A** エネルギーで **B** を分解し **C** を発生させるチラコイドで起きる反応と、 **D** から **E** を合成するストロマで起きる反応に分けられる。」

	A	B	C	D	E
①	光	二酸化炭素	酸素	水	糖
②	酸素	糖	二酸化炭素	二酸化炭素	水
③	光	水	酸素	二酸化炭素	糖
④	酸素	二酸化炭素	糖	糖	水

問2 以下に示す生物名のうち菌類に含まれる生物種の数として、最も適切な数字を①~⑤のうちから一つ選べ。 25

生物名： シイタケ，大腸菌，アオカビ，シアノバクテリア，ゾウリムシ

問3 細菌に関する以下の文のうち、最も適切なものを次の①~④のうちから一つ選べ。 26

- ① 細菌は細胞の構造が簡単で細胞壁を持たない。
- ② 細菌の多くは細胞の大きさが数  $\mu\text{m}$  以下である。
- ③ 細菌は核がないので遺伝物質を持たない。
- ④ ほとんどの細菌は主に電子伝達系で ATP を合成する。

問4 以下の文の空欄 **I** ~ **IV** に当てはまる語句の組み合わせとして、最も適切なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 27

「光合成では **I** により **II** を合成する。呼吸では **III** により **II** を分解し、高エネルギーリン酸結合をもつ **IV** を作り出す。」

	I	II	III	IV
①	同化	有機物	異化	ATP
②	異化	無機物	同化	NADH
③	同化	無機物	異化	NADH
④	異化	有機物	同化	ATP

問5 植物やシアノバクテリアのように光合成により光エネルギーを取り込む生物の他に、有機物以外からエネルギーを得る独立栄養生物にはどのような例があるか、生物名を挙げ、その生物が何をエネルギー源としているかを記述式解答欄10に示せ。

記述式解答欄10

問6 陽生植物と陰生植物に関する以下の文の空欄 **イ** ~ **ニ** を埋めるのに最も適した語句の組み合わせを、次の①~④のうちから一つ選べ。 28

「陰生植物は光補償点が比較的 **イ** ，光飽和点が比較的 **ロ** 。それに対して陽生植物は光補償点が比較的 **ハ** ，光飽和点が比較的 **ニ** 。」

	イ	ロ	ハ	ニ
①	高く	低い	低く	高い
②	高く	高い	低く	低い
③	低く	高い	高く	低い
④	低く	低い	高く	高い

問7 以下の植物のうち、陰生植物の数として、最も適切な数を①～④のうちから一つ選べ。

29

植物名：ススキ、スダジイ、イタドリ、ヤシャブシ

問8 先駆植物には陽生植物が多い。その理由を記述式解答欄11に示せ。

記述式解答欄11

問9 ギンリョウソウは光合成ができないため、他の植物に比べて不利なように見えるが、なぜ葉緑体を失うように進化したのか。論理的な推測を記述式解答欄12に示せ。

記述式解答欄12