

# 本書の構成と 利用の仕方

本書は、高等学校「生物」の授業の予習・復習、学習内容の整理を、書き込みながら進められるように構成しています。  
皆さんが本書をおおいに活用して、「生物」を十分にマスターされることを願っています。

## 本書の構成

- 学びの要点** ————— 「生物」の学習内容を短い文章で簡潔に整理しました。  
( ) に適する語を記入してみよう。
- 学びの核心** ————— 学習内容の重要なポイントです。確認してみよう。
- 練習問題** ————— 「生物」の学習内容の定着を図るための基本問題です。右側には解答欄を設けています。一度解いたら、隠して繰り返し学習しよう。
- 正誤チェック** ————— 文章の正誤問題です。各テーマの学習内容をきちんと理解しているかを確認してみよう。
- 編末問題 Achieve** ————— 大学入学共通テストに対応した選択式の問題です。センター試験、試行テスト、大学入学共通テストの問題を改題し、掲載しています。各編で学習した内容が理解できているか確認してみよう。  
～大学入学共通テストに向けて～
- 編末論述まとめ** ————— 各論で学習した内容に関する記述式の問題です。「書く」ことを通してより深い理解と知識の定着を図ります。各問題にはキーワードが提示してあります。キーワードを使ってどのように説明すればよいのか整理してみよう。
- 総合問題** ————— センター試験、試行テスト、大学入学共通テストの問題を改題し、問題パターンごとに掲載しています。問題には解説動画を用意しています。表紙やページ右上の二次元コードを読み込んでご利用ください。  
さらに、左の二次元コードからは、別のパターンで分類した「もっと！総合問題」とその解説動画を読み込めます。
- 別冊解答編** ————— 丁寧で詳しい解説で、理解が深まるように構成しています。

二次元コード  
掲載予定  
◀もっと！総合問題

### アイコンについて

実験の問題には **実験** マークを、会話形式の問題には **会話** マークを、問題タイトル上に付記しました。  
また、実験考察や資料の読み取りなど思考力を必要とする問題には、📍 マークを付記しました。



学習した日を記入し、どのくらい理解できていたか目盛りを塗って確かめよう。そのうえで、教科書で学習内容を振り返り、理解度をさらに高めよう。

## 目次

### 1 編 生物の進化

1 共通性と多様性をつなぐ進化①	2
2 共通性と多様性をつなぐ進化②	4
3 遺伝的変異	6
4 多様な遺伝的変異をもたらす有性生殖①	8
5 多様な遺伝的変異をもたらす有性生殖②	10
6 多様な遺伝的変異をもたらす有性生殖③	12
7 多様な遺伝的変異をもたらす有性生殖④	14
8 遺伝子レベルでみる進化①	16
9 遺伝子レベルでみる進化②	18
10 種分化	20
11 生物の系統	22
12 生物の系統分類	24
13 霊長類と人類の変遷	26
編末問題 Achieve ~大学入学共通テストに向けて~	28
編末論述まとめ	30

### 2 編 生命現象と物質

14 細胞を構成する成分	32
15 生体膜のはたらき	34
16 細胞の構造①	36
17 細胞の構造②	38
18 細胞の構造③	40
19 タンパク質の構造	42
20 酵素としてはたらくタンパク質①	44
21 酵素としてはたらくタンパク質②	46
22 生命現象とタンパク質	48
23 代謝とエネルギー (ATP・呼吸①)	50
24 代謝とエネルギー (呼吸②)	52
25 代謝とエネルギー (呼吸③)	54
26 代謝とエネルギー (発酵)	56
27 光合成①	58
28 光合成②	60
29 光合成③	62
30 光合成④	64
編末問題 Achieve ~大学入学共通テストに向けて~	66
編末論述まとめ	68

### 3 編 遺伝情報の発現と発生

31 DNAの構造	70
32 DNAの複製①	72
33 DNAの複製②	74
34 遺伝情報の流れ①	76
35 遺伝情報の流れ② - 転写	78
36 遺伝情報の流れ③ - 翻訳(1)	80
37 遺伝情報の流れ④ - 翻訳(2)	82
38 原核生物のタンパク質合成と遺伝暗号の研究史	84
39 遺伝情報の変化	86
40 原核生物の遺伝子発現の調節①	88
41 原核生物の遺伝子発現の調節②	90
42 真核生物の遺伝子発現の調節と選択的遺伝子発現	92
43 動物の発生①	94
44 動物の発生②	96
45 動物の発生③	98
46 発生運命と遺伝子発現	100

47 発生現象と遺伝子発現の調節①	102
48 発生現象と遺伝子発現の調節②	104
49 発生現象と遺伝子発現の調節③	106
50 発生現象と遺伝子発現の調節④	108
51 動物の形と調節遺伝子の発現	110
52 遺伝情報を増幅する技術①	112
53 遺伝情報を増幅する技術②	114
54 塩基配列を解読する技術	116
55 遺伝子組換え技術の利用①	118
56 遺伝子組換え技術の利用②	120
編末問題 Achieve ~大学入学共通テストに向けて~	122
編末論述まとめ	124

### 4 編 生物の環境応答

57 刺激の受容から反応への流れ	126
58 ニューロンの興奮	128
59 興奮の伝導と伝達①	130
60 興奮の伝導と伝達②	132
61 興奮の伝導と伝達③	134
62 刺激の受容と感覚①	136
63 刺激の受容と感覚②	138
64 刺激の受容と感覚③	140
65 刺激の受容と感覚④	142
66 中枢神経系での情報処理	144
67 効果器	146
68 動物の行動①	148
69 動物の行動②	150
70 動物の行動③	152
71 被子植物の生殖と発生	154
72 植物ホルモンと光受容体・発芽調節	156
73 茎・根の成長と環境要因の影響①	158
74 茎・根の成長と環境要因の影響②	160
75 茎・根の成長と環境要因の影響③・気孔の開閉	162
76 花芽形成と環境要因の影響	164
77 果実の形成と成熟・ 器官の老化と脱落のしくみ	166
編末問題 Achieve ~大学入学共通テストに向けて~	168
編末論述まとめ	172

### 5 編 生態と環境

78 個体群と生物群集①	174
79 個体群と生物群集②	176
80 個体群と生物群集③	178
81 種内関係(個体間の相互作用)	180
82 種間関係(個体群間の相互作用)	182
83 生物群集の成り立ちと多種の共存	184
84 食物網と物質生産	186
85 生態系の物質収支と生態ピラミッド	188
86 バイオームの生産量と現存量	190
87 生物多様性と生態系	192
編末問題 Achieve ~大学入学共通テストに向けて~	194
編末論述まとめ	196

総合問題	198
------	-----

# 共通性と多様性をつなぐ進化①

- 1 進化** 現在地球上には、1,000万種におよぶ生物が生息している。(a )とは、生物を分類する基本単位である。生物は、共通の祖先から、(b )の結果、世代を経て姿・形を変えてきた。すべての生物には、①細胞からできている、②DNAをもつ、③エネルギーを利用する、④自己複製能力をもつ、⑤恒常性をもつなどの共通性がみられる。
- 2 生物界の変遷(1)** 地球の誕生は約(c )億年前、生命の誕生は約(d )億年前といわれている。生物の体をつくる有機物は、原始地球の(e )で生じた可能性が考えられている。(e )からは、無機物である(f )、(g )、(h )、硫化水素などが噴出している。原始地球ではこのような無機物から、簡単な有機物である(i )や(j )、(k )が合成され、さらに複雑な有機物である(l )や(m )が合成され、生命誕生につながったと考えられている。
- 無機物から有機物が蓄積する過程：(n )
- 3 RNAワールド** 最初の生命：遺伝情報を担うもの：(o )、触媒作用を担うもの：(p )  
現在の生命：遺伝情報を担うもの：(q )、触媒作用を担うもの：(r )



すべての生物は(s )から進化した。  
→生物には多様性だけでなく共通性もみられる。

## 練習問題

### 1 種と進化

次の文章を読み、あとの問いに答えよ。  
生命は約(ア)億年ほど前に誕生したといわれている。その後、生物は世代を経てその形質を変化させてきた。これは(イ)と呼ばれる。(イ)によって現在では、1,000万種を超える生物が地球上に生息していると考えられている。変化の源は祖先から受け継がれた(ウ)であり、その(ウ)に起きた変化により性質に変化が生じる。つまり、生物は祖先の性質を受け継ぎながら、変化することになる。その結果、生物には多様性だけでなく共通性がみられる。

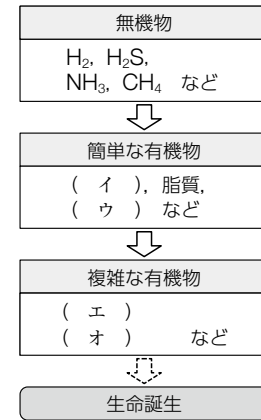
- (1) 文章中の空欄(ア)~(ウ)に当てはまる語句を答えよ。  
(2) 下線部について、すべての生物に共通する特徴として適切なものを、次の①~⑧からすべて選べ。
- ① 細胞からできている。      ② タンパク質被膜からできている。  
③ 遺伝情報としてDNAをもつ。      ④ 動くことで環境変化に対応する。  
⑤ 脳や肺、葉などの器官をもつ。      ⑥ エネルギーを利用する。  
⑦ 自己複製能力をもつ。      ⑧ 恒常性をもつ。

- 答  
(1)(ア) \_\_\_\_\_  
(イ) \_\_\_\_\_  
(ウ) \_\_\_\_\_  
(2) \_\_\_\_\_

### 2 生物の出現(1)ー化学進化

次の文章を読み、あとの問いに答えよ。  
地球は約46億年前に誕生したと考えられている。生物の体をつくる有機物は、原始海洋の(ア)で生じた可能性が注目されている。噴出したメタン、硫化水素、水素、アンモニアなどの無機物が反応しあって、(イ)や、DNAの構成成分である(ウ)などの簡単な有機物が合成されたと推測される。そして、(イ)や(ウ)からそれぞれ硫黄やリンを含む複雑な有機物である(エ)や(オ)が合成され、生命誕生につながったと考えられている。

右の図はこのような無機物から有機物が生成し蓄積する過程を示したものである。原始生命体は、約40億年前に、原始海洋で誕生したと考えられている。ロシアのオパーリンは、数種類のコロイド溶液を混合して、コアセルベートと呼ばれる液滴をつくった。これは条件によって成長・分裂し、原始生命体のモデルの一種として提唱されている。

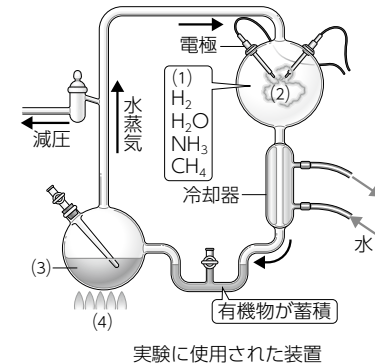


- (1) 文章中の空欄(ア)~(オ)に当てはまる語句を答えよ。ただし、(イ)~(オ)については、下記から選び答えよ。  
【核酸、アミノ酸、H<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、ヌクレオチド、H<sub>2</sub>S、タンパク質、NH<sub>3</sub>、】  
(2) 生命誕生に先立つ下線部の過程を何というか。

- 答  
(1)(ア) \_\_\_\_\_  
(イ) \_\_\_\_\_  
(ウ) \_\_\_\_\_  
(エ) \_\_\_\_\_  
(オ) \_\_\_\_\_  
(2) \_\_\_\_\_

### 実験 3 ミラーの実験

ミラーは、1953年に原始地球の大気を想定した水素、水、アンモニア、メタンを含む混合ガスに高圧電流を流して放電し、アミノ酸などの有機物が合成することを見出した。右の図は、ミラーの実験装置を模式的に示したものである。図中の(1)~(4)が、原始地球におけるどの環境に対応しているのかを下記から選べ。



【原始海洋、火山の熱、原始大気、雷】

実験に使用された装置

- 答  
(1) \_\_\_\_\_  
(2) \_\_\_\_\_  
(3) \_\_\_\_\_  
(4) \_\_\_\_\_

### 4 生物の出現(2)ーRNAワールド

次の文章を読み、あとの問いに答えよ。  
最初の生命の誕生を理解するうえでは、遺伝情報がどう保持され、複製されたのが鍵となる。最初の生命では、(a)遺伝情報はRNAに保持されていたと考えられている。その根拠として、RNAはリボザイム(ribozyme = リボ核酸 ribonucleic acid + 酵素enzyme)であることが発見されたことがあげられる。RNAは遺伝情報の保持だけでなく酵素のような触媒作用も有し、もとのRNA分子の複製を触媒することもできるからだ。その後、RNAからタンパク質が合成されるようになり、RNAは遺伝情報、タンパク質は触媒作用を担うようになったとされ、(b)現在では、DNAが遺伝情報を担い、mRNAに遺伝情報が転写されたのち、タンパク質が合成され触媒としてはたらくようになったと考えられている。

(1) 下線部(a)に関して、このような時代を何と呼ぶか。  
(2) 下線部(b)に関して、RNAよりもDNAの方が遺伝物質として適している理由を簡潔に説明せよ。

- 答  
(1) \_\_\_\_\_  
(2) \_\_\_\_\_

## 正誤チェック

次の①~④の文章の誤っているところに線を引こう。誤っているところがなければ、[ ]に○を記入しよう。

- [ ] ① 原始地球において、無機物から徐々に複雑な有機物が生成され蓄積される過程を化学進化という。  
[ ] ② ミラーは1953年に、熱水噴出孔において、化学進化が正しいことを検証した。  
[ ] ③ 熱水噴出孔周辺には、メタン、硫化水素、水素、アンモニア、オゾンが噴出している。  
[ ] ④ RNAは遺伝情報を保持するだけでなく、酵素と同様の触媒作用をもつことが知られている。

**第1問** 生物の進化について、次の問い(問1~7)に答えよ。

**問1** 次の文章は、高校生のシャーロットとモトオの動物園での会話である。文章中の **ア** ~ **ウ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから1つ選べ。 **18センター追**

シャーロット：真っ白いカンガルーがいるね。親から受け継いだ特徴かな。

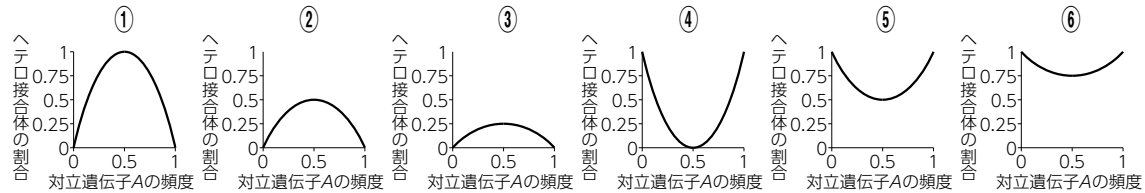
モトオ：そうかもしれない。でも、親と違う特徴が現れて、それが遺伝することがあるんだ。 **ア** が起こったんだね。

シャーロット：野生の集団でも **ア** は起こっているはずなのに、白いカンガルーはほとんど見かけないから、 **イ** がはたらいっているのかもしれないね。

モトオ：そうだね。でも、 **ア** のなかには生存に有利でも不利でもない、中立なものもあるよ。生物の分子進化の場合は特に、遺伝子頻度が偶然に変化する **ウ** と呼ばれる効果が大事だね。進化は環境への適応や遺伝のしくみなどいろんな現象が組み合わさって起こっているね。

	<b>ア</b>	<b>イ</b>	<b>ウ</b>		<b>ア</b>	<b>イ</b>	<b>ウ</b>
①	環境変異	隔離	かく乱	⑤	突然変異	隔離	かく乱
②	環境変異	隔離	遺伝的浮動	⑥	突然変異	隔離	遺伝的浮動
③	環境変異	自然選択	かく乱	⑦	突然変異	自然選択	かく乱
④	環境変異	自然選択	遺伝的浮動	⑧	突然変異	自然選択	遺伝的浮動

**問2** 遺伝子頻度に関連して、ある遺伝子座において2つの対立遺伝子  $A$  と  $a$  だけが存在する集団を考える。この集団において、ハーディ・ワインベルグの法則が成り立つとき、 $A$  の頻度とヘテロ接合体の割合との関係を示すグラフとして最も適当なものを、次の①~⑥のうちから1つ選べ。 **18センター追**



**問3** 哺乳類に関連して、ヒト(ホモ・サピエンス)やその他の霊長類の進化に関する記述として最も適当なものを、次の①~⑥のうちから1つ選べ。 **20センター追**

- ① 最初の人類は、約1000万年前に出現した。
- ② 原始的な霊長類は、草原環境に適応した生物だった。
- ③ アウストラロピテクスなどの猿人は、ヒトと同程度の脳容量をもっていた。
- ④ 現生の生物で、ヒトに最も進化的に近縁なのは類人猿である。
- ⑤ 道具を使用することができた霊長類はヒトだけである。
- ⑥ ヒトは、50万年前にはアジアやヨーロッパにも生息していた。

**問4** 有性生殖が多様な遺伝子型をつくるしくみに関する次の文章中の **エ** ・ **オ** に入る数値として最も適当なものを、後の①~⑧のうちからそれぞれ1つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

ある常染色体に、三つの連鎖した遺伝子座が存在し、それぞれで対立遺伝子がヘテロ接合している個体を想定する。この個体が形成する配偶子における対立遺伝子の組合せの種類は、減数分裂の際に相同染色体の乗換えが全く起こらない場合には **エ** 種類であり、乗換えが自由に起こった場合には最大 **オ** 種類になる。こうした相同染色体の乗換えによる遺伝子の組換えは、減数分裂の際にすべての染色体で起こるため、有性生殖により多様な遺伝子型をもつ子孫がえられる。 **22共通**

- ① 1   ② 2   ③ 3   ④ 4   ⑤ 6   ⑥ 8   ⑦ 9   ⑧ 36

**問5** 次の文章は、有性生殖の特徴の一つである減数分裂について述べたものである。文章中の **カ** ~ **ク** に入る語と数値の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから1つ選べ。

減数分裂では、2回の連続した分裂が起こる。第一分裂の際には、相同染色体どうしの多くはキアズマと呼ばれる部分で結合し、染色体の一部が交換される。この現象は、染色体の **カ** と呼ばれる。第一分裂が終わった

とき、1細胞あたりのDNA量は、 $G_1$ 期の細胞の **キ** 倍になっている。一方、第二分裂が終わったとき、1細胞あたりのDNA量は、 $G_1$ 期の細胞の **ク** 倍となっている。 **20センター**

	<b>カ</b>	<b>キ</b>	<b>ク</b>		<b>カ</b>	<b>キ</b>	<b>ク</b>
①	組換え	1	1	⑤	乗換え	1	1
②	組換え	1	1/2	⑥	乗換え	1	1/2
③	組換え	2	1	⑦	乗換え	2	1
④	組換え	2	1/2	⑧	乗換え	2	1/2

**問6** 突然変異に関連して、遺伝子に生じた塩基置換はアミノ酸配列の変化を起こすもの(以後、非同義置換と呼ぶ)と、起こさないもの(以後、同義置換と呼ぶ)に分類することができる。ある遺伝子  $X \sim Z$  について、それぞれの塩基配列をさまざまな動物種の間で比較し、非同義置換の率と同義置換の率を計算した結果を、表1に示した。表1のデータに基づき、遺伝子  $X \sim Z$  について、突然変異が起きた場合に個体の生存や繁殖に有害な作用が起きる確率の大小関係として最も適当なものを、次の①~⑥のうちから1つ選べ。 **20センター**

表1

	1塩基あたり100万年あたりの塩基置換の率	
	非同義置換	同義置換
遺伝子X	0.0	$6.4 \times 10^{-3}$
遺伝子Y	$1.8 \times 10^{-3}$	$4.3 \times 10^{-3}$
遺伝子Z	$0.6 \times 10^{-3}$	$3.9 \times 10^{-3}$

- ①  $X < Y < Z$    ②  $X < Z < Y$    ③  $Y < X < Z$
- ④  $Y < Z < X$    ⑤  $Z < X < Y$    ⑥  $Z < Y < X$

**問7** 適応放散の例として最も適当なものを、次の①~④のうちから1つ選べ。 **18センター**

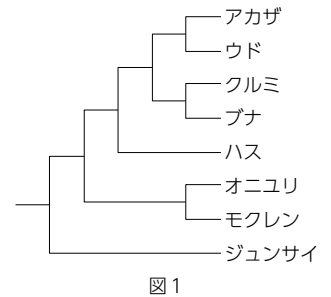
- ① 哺乳類は、恐竜類が絶滅した後、さまざまな環境で多様化した。
- ② 毒をもたないハナアブが、毒をもつハチと同じような黄と黒の縞模様をもつようになった。
- ③ ヒトは、直立二足歩行により、両手をさまざまな作業に使えるようになった。
- ④ イギリスに生息するガの一種は、周囲の工業化が進むにつれて体色の黒い個体の割合が増加した。

**第2問** 次の文章を読み、下の問い(問1・2)に答えよ。

被子植物の多様化の過程を調べるため、8種の現生の被子植物にみられる花粉を調べたところ、花粉管が発芽する孔(発芽孔)の数について、表1に示す多様性が観察された。また、それら8種について分子系統樹を作成したところ、図1に示す結果が得られた。

表1

被子植物の種	発芽孔の数(個)
アカザ	4以上
ウド	3
オニユリ	1
クルミ	4以上
ジュンサイ	1
ハス	3
ブナ	3
モクレン	1



**問1** 発芽孔の数の進化について、表1と図1の結果から導かれる考察として最も適当なものを、次の①~⑨のうちから1つ選べ。

- ① 3個, 1個, 4個以上の順に進化した。
- ② 3個, 4個以上, 1個の順に進化した。
- ③ 3個から, 4個以上と1個が同時に進化した。
- ④ 4個以上, 1個, 3個の順に進化した。
- ⑤ 4個以上, 3個, 1個の順に進化した。
- ⑥ 4個以上から, 3個と1個が同時に進化した。
- ⑦ 1個, 3個, 4個以上の順に進化した。
- ⑧ 1個, 4個以上, 3個の順に進化した。
- ⑨ 1個から, 3個と4個以上が同時に進化した。

**問2** 被子植物が出現した時代の花粉の化石について、発芽孔の数、生育した年代および生育場所の当時の緯度を調べたところ、表2の結果が得られた。被子植物の分布の変化について述べた記述のうち、表1・表2および図1の結果から導かれる推論として最も適当なものを、次の①~④のうちから1つ選べ。

表2

試料番号	発芽孔の数(個)	年代(百万年前)	当時の緯度
1	3	67	北緯 60°
2	3	90	南緯 40°
3	1	67	北緯 60°
4	1	110	南緯 20°
5	1	135	北緯 5°
6	1	130	南緯 10°
7	3	110	北緯 25°
8	1	110	北緯 30°
9	1	100	南緯 35°
10	1	120	北緯 10°
11	3	90	南緯 20°
12	3	80	北緯 40°
13	4以上	67	北緯 60°
14	4以上	67	南緯 55°

- ① 当時の赤道付近に出現し、高緯度方向に分布を広げた。
- ② 当時の北極付近に出現し、南方向に分布を広げた。
- ③ 当時の南極付近に出現し、北方向に分布を広げた。
- ④ 当時の北緯 30° 付近に出現し、南北方向に分布を広げた。

1 次の文章を読み、下の問い(問1~3)に答えよ。

22 共通

(a)ヒトの近縁種の系統関係を調べるため、チンパンジー、ゴリラ、オランウータン、およびニホンザルのそれぞれについて、遺伝子Aからつくられるタンパク質Aのアミノ酸配列を調べたところ、互いに異なっているアミノ酸の割合は、表1の通りであった。

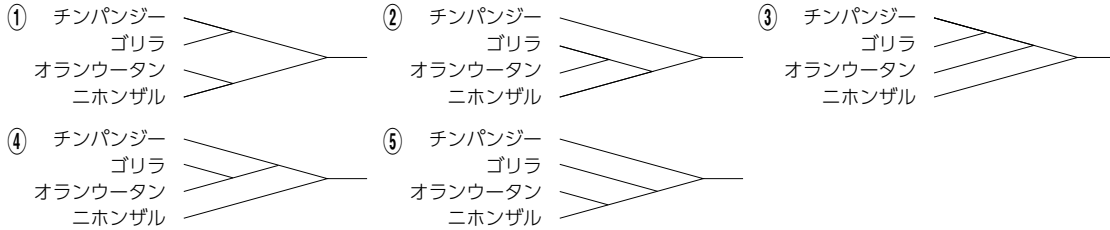
表1

	チンパンジー	ゴリラ	オランウータン
ゴリラ	0.90%	—	—
オランウータン	1.93%	1.77%	—
ニホンザル	4.90%	4.83%	4.85%

問1 下線部(a)について、ヒトがもつ次の特徴①~④のうち、直立二足歩行にともなって獲得した特徴はどれか。その組合せとして最も適当なものを、後の①~⑥のうちから1つ選べ。

- ① 手には、親指がほかの指と独立に動く、ぼ母指(母指)対向性がある。
  - ② 大後頭孔が頭骨の底面に位置し、真下を向いている。
  - ③ 眼が前方についている。
  - ④ 骨盤は幅が広く、上下に短くなっている。
- ① a, b    ② a, c    ③ a, d    ④ b, c    ⑤ b, d    ⑥ c, d

問2 表1の結果から得られる系統樹として最も適当なものを、次の①~⑤のうちから1つ選べ。



問3 チンパンジーの祖先とオランウータンの祖先が分岐した年代が1300万年前、ヒトの祖先とチンパンジーの祖先が分岐した年代が600万年前とすると、分子時計の考え方により、表1を用いてヒト-チンパンジー間のタンパク質Aにおけるアミノ酸配列の違いを予測できる。ところが、タンパク質Aにおけるヒト-チンパンジー間のアミノ酸配列の違いを実際に調べた値は、分子時計の考え方による予測値よりも小さかった。次の数値①~④のうち、分子時計の考え方による予測値はどれか。また、後の記述I~IIIのうち、実際に調べた値が予測値よりも小さくなった原因に関する考察として適当なものはどれか。その組合せとして最も適当なものを、後の①~④のうちから1つ選べ。

- ① 0.42%    ② 0.89%    ③ 4.18%
- I 遺伝的浮動により、ヒトの集団内で、突然変異によって遺伝子Aに生じた新たな対立遺伝子の頻度が上がったため。
- II ヒトにおいて生存のためのタンパク質Aの重要度が上がり、タンパク質Aの機能に重要なアミノ酸の数が増えたことで、突然変異によりタンパク質Aの機能を損ないやすくなったため。
- III 医療の発達により、ヒトでは突然変異によってタンパク質Aの機能を損なっても、生存に影響しにくくなったため。
- ① e, I    ② e, II    ③ e, III    ④ f, I    ⑤ f, II  
⑥ f, III    ⑦ g, I    ⑧ g, II    ⑨ g, III

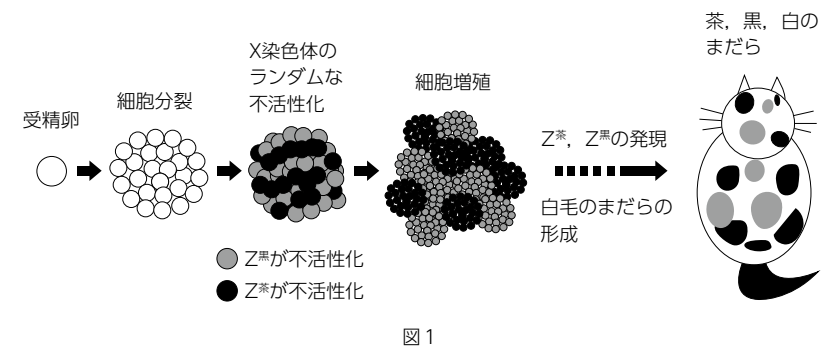
2 次の文章を読み、下の問い(問1・2)に答えよ。

19 センター

ネコやヒトなどの多くの哺乳類は、雄XY型、雌XX型の性決定様式をもつ。これらの動物では、性染色体も常染色体と同じように子孫に伝わり、XおよびY染色体の組合せによって個体の性が決まる。また、性染色体上には、性を決める遺伝子のほかにも、多数の遺伝子が存在する。

三毛ネコは、茶、黒、および白の三色のまだらの毛色をもち、ほとんどが雌である。白毛のまだら部分は、常染色体上の顕性遺伝子によって決まる。白毛以外の部分は、X染色体上の遺伝子Zによって、茶または黒のどちらの毛色になるかが決まる。(a)Z<sup>\*</sup>とZ<sup>■</sup>の対立遺伝子を両方もつ雌は、茶と黒の毛色をもつ。

茶と黒の毛色は、図1に示すように制御される。哺乳類の雌の胚では、発生が少し進んだ段階で、個々の細胞内のX染色体のうち片方の遺伝子の転写が起らない状態(不活性化)になり、もう片方の染色体上の対立遺伝子だけがはたらく。細胞内の2つのX染色体のうちどちらが不活性化されるかは、細胞ごとにランダムに決まり、(b)X染色体の不活性化が一度起こると、細胞分裂を経ても不活性化された状態が分裂後の細胞でも維持される。この結果、Z<sup>\*</sup>とZ<sup>■</sup>を対立遺伝子にもつ雌ネコは、個体ごとに異なった茶と黒のまだらの毛色をもつ。一方、雄はX染色体を1つだけもち、X染色体は不活性化されない。



問1 下線部(a)に関連して、性染色体上の遺伝子も、常染色体上の遺伝子と同じように遺伝する。雌の三毛ネコ(Z<sup>\*</sup>, Z<sup>■</sup>をそれぞれ1遺伝子もつ)を、黒の雄(Z<sup>■</sup>を1遺伝子だけもつ)と交雑した場合、生まれる子ネコのうち、茶と黒の両方の毛色をもつものの割合は何%と期待されるか。最も適当な数値を、次の①~⑥のうちから1つ選べ。

問2 下線部(b)に関連して、三毛ネコの体細胞から核を採取してクローンネコをつくることができる。このとき、核移植によって体細胞のX染色体不活性化の状態が、完全に初期の状態(どちらのX染色体も不活性化されていない状態)に戻るとすると、クローンネコの予想される毛色と模様として最も適当なものを、次の①~④のうちから1つ選べ。

- ① 0%    ② 12.5%    ③ 25%    ④ 50%    ⑤ 75%    ⑥ 100%
- ① 三毛ネコになり、細胞を採取したネコと同一の模様になる。
- ② 三毛ネコになり、細胞を採取したネコとは異なるまだらになる。
- ③ 三毛ネコにはならず、茶または黒のみの毛色をもつ。
- ④ 三毛ネコにはならず、茶、黒どちらの毛色ももたない。

3 次の文章を読み、下の問い(問1・2)に答えよ。

試行

ヒトの耳垢の性質はABCC11という遺伝子の多型と関連しており、遺伝子型AAでは乾いた耳垢、遺伝子型GAとGGでは湿った耳垢になる。集団における対立遺伝子頻度は、地域によって異なっている。ある高校の生徒たちが、生徒自身、両親および祖父母の耳垢の性質について調べたところ、次の表1のデータが得られた。なお、生徒が調べた家族は、3世代以上にわたって同じ地域に住み続けているものとする。

表1

対象	乾いた耳垢	湿った耳垢
自分(生徒)	90人	21人
両親	164人	不明*
祖父母	234人	55人

\*: 両親における湿った耳垢の人数は示していない。

問1 生徒が調べた集団における対立遺伝子Gの頻度の推定値として最も適当なものを、次の①~④のうちから1つ選べ。

- ① 0.081    ② 0.100    ③ 0.150    ④ 0.190  
⑤ 0.810    ⑥ 0.850    ⑦ 0.900    ⑧ 0.919

問2 生徒の両親集団における遺伝子型GAの人数の推定値として最も適当なものを、次の①~④のうちから1つ選べ。

- ① 2    ② 13    ③ 16    ④ 19  
⑤ 21    ⑥ 36    ⑦ 39    ⑧ 44

1 共通性と多様性をつなぐ進化① p.2, 3

学びの要点

- a 種 b 進化 c 46
- d 40 e 熱水噴出孔
- f・g・h 水素, アンモニア, メタン(順不同)
- i・j・k アミノ酸, ヌクレオチド, 脂質(順不同)
- l・m タンパク質, 核酸(順不同)
- n 化学進化 o・p RNA q DNA
- r タンパク質 s 共通の祖先

練習問題

- 1 (1)ア40 (イ)進化 (ウ)遺伝子  
(2)①, ③, ⑥, ⑦, ⑧

解説

- (1)生命は約40億年前に誕生したといわれており、現在記録されている種は約190万種であるが、実際は1,000万種を超える種が生息していると考えられている。遺伝子に起こった変化により、性質に変化が生じる。遺伝子の変化の原動力は突然変異(→p.6③)や、有性生殖における遺伝的変異(→p.8④~p.14⑦)である。
- (2)生物は、共通の祖先から進化してきたからこそ、共通する特徴がみられる。なお、単細胞生物における恒常性とは、細胞内の環境を一定の状態に保つことをいう。例えばゾウリムシは収縮胞という細胞小器官により細胞内の浸透圧を一定に保つ。

- 2 (1)ア熱水噴出孔 (イ)アミノ酸  
(ウ)ヌクレオチド (エ)タンパク質 (オ)核酸  
(2)化学進化

解説

- (1), (2)原始地球では、まず無機物から簡単な有機物が生じ、次いで生命に欠かせない核酸やタンパク質などの有機物が合成されたと考えられている。この過程を化学進化と呼び、この根拠の一つが、無機物からアミノ酸を合成できることを示したミラーの実験である。なお、生命が誕生してからの生物の進化は生物進化という。

- 3 (1)原始大気 (2)雷  
(3)原始海洋 (4)火山の熱

解説

ミラーの実験によって、原始地球のように高温で落雷のある環境下では、無機物からアミノ酸が合成されることが示唆され、タンパク質生成の可能性が示

された。なお、ミラーが想定した原始地球の大気組成は、現在の考えとは異なる。現在考えられている原始地球の大気組成は、二酸化炭素がほとんどであり、そのほか、水蒸気や窒素を含んでいたとされる。

- 4 (1)RNA ワールド  
(2)DNA は RNA に比べ安定した物質だから。

解説

- (1)RNA は、遺伝情報も触媒作用の性質ももつ。現在の遺伝子発現のしくみ(→p.76④)から推定すると、DNA が登場する以前、RNA は遺伝情報と触媒作用を担っていた。その後、RNA よりも効率的な触媒作用をもつタンパク質が化学進化により登場し、触媒作用はタンパク質に移ったと考えられる。そしてDNA の登場後、遺伝情報の保持の役割はDNA に移行したと考えられる。補酵素(→p.46②)の中にはヌクレオチドの分子構造によく似たものがあることも、このRNA ワールドを支持する理由の一つである。
- (2)DNA はRNA に比べて、安定した物質である。重要な遺伝情報を蓄えるには、RNA よりもDNA がより適した分子であるといえる。この安定性の違いは、化学構造の違い(→p.76④)に起因する。

正誤チェック

- ① ○  
※生命誕生以前の有機物の生成過程を化学進化という。これは生命誕生の前段階と考えられている。
- ② 誤り。  
ミラーは1953年に、熱水噴出孔において、化学進化が正しいことを検証した。
- ※ミラーは、原始地球・海洋を模した実験装置を組み立て、有機物を合成することに成功した。
- ③ 誤り。  
熱水噴出孔周辺には、メタン、硫化水素、水素、アンモニア、オゾンが噴出している。
- ※熱水噴出孔からは水素やアンモニア、硫化水素などが噴出している。オゾンは、酸素発生型の光合成生物が出現した後にできたオゾン層を形成する物質である(→p.4②)。
- ④ ○  
※RNA は遺伝情報と化学反応の触媒作用をもつため、リボザイム(ribozyme = リボ核酸 ribonucleic acid + 酵素 enzyme)と呼ばれる。

1編 編末問題

- 第1問 問1⑧ 問2② 問3④  
問4ア…② イ…⑥ 問5⑥  
問6④ 問7①

解説

- 問1 正解は⑧。  
○遺伝的変異や、環境変異とその要因(突然変異)、種分化にかかわる隔離に関する用語についての知識を組み合わせた問題。  
ア：変異…同じ種の個体間の形質に見られる違い。変異には、遺伝する変異(遺伝的変異)と、遺伝しない変異(環境変異)がある(→p.6③)。  
遺伝的変異：突然変異によって生じる。  
環境変異：食物の量の違いがもたらす体重の差異などのように、生育環境の違いにより生じる。  
イ：自然選択…もっている遺伝子によって生存率や残せる子の数が異なることで、有利な形質が集団中に広まったり、不利な形質が消えていったりすること(→p.16⑧)。  
隔離…次の2つがよく知られている(→p.20⑩)。  
地理的隔離：生物の集団が、海や溶岩などにより分断されて往来できなくなること。  
生殖的隔離：自然下で交配しない・交配しても子孫が代々生殖能力をもち続けられないこと。  
ウ：偶然による遺伝子頻度の変化を、遺伝的浮動という(→p.16⑧)。
- 問2 正解は②。  
○ハーディ・ワインベルグの法則に関して、対立遺伝子の遺伝子頻度に関する基本的知識をおさえたうえで、グラフ上でどのように表現されるかを考察する問題。ハーディ・ワインベルグの法則について、計算を含めて確認しておこう(→p.16⑧, p.18⑨)。  
○対立遺伝子Aの遺伝子頻度をp、対立遺伝子aの遺伝子頻度をqとする(p + q = 1)。  
集団内の各遺伝子型の頻度は、AA : Aa : aa = p<sup>2</sup> : 2pq : q<sup>2</sup>である。  
対立遺伝子Aの頻度がp = 0のとき、ヘテロ接合体(Aa)の頻度は、2pq = 0である。  
同様に、対立遺伝子Aの頻度がp = 1のとき、q = 0なので、ヘテロ接合体(Aa)の頻度は、2pq = 0である。  
対立遺伝子Aの頻度がp = 0.5のとき、q = 0.5なので、2pq = 2 × 0.5 × 0.5 = 0.5。つまり、②が正しい。
- 問3 正解は④。  
○霊長類と人類の変遷と特徴に関する基本的な知識

- 問題。霊長類について、しっかり確認しておこう。特に、人類の特徴と、ヒトとその他の霊長類との違いはよく整理しておこう(→p.26⑩)。
- ①最初の人類(猿人)は、約700万年前に出現した。なお、最初の猿人は、サヘラントロプス・チャデンシスと考えられている。
- ②霊長類の特徴に、立体視できる範囲が広いことや、扁平な平爪をもつこと、拇指対向性があげられる。これらの特徴はすべて、樹上生活において有利な形質である。すなわち、樹上で枝から枝へ飛び移るには、立体視が有効であり、枝などをしっかりと握ることができる平爪は有利である。
- ③猿人の脳容量は現在のヒトのおよそ3分の1以下であった。猿人の後に出現した原人は、猿人より脳容積が拡大している。
- ④現生の生物では、ヒト(ホモ・サピエンス、新人)に近縁なのは、ゴリラやチンパンジー、オランウータン、ボノボなどの類人猿である。現生の類人猿のなかでは、チンパンジーがヒトに最も近く、遺伝子の塩基配列の違いは1.2%程度である。化石やDNAの研究から、ヒトとチンパンジーの系統が分かれたのは700万年前と推定される。
- ⑤人類の特徴として、直立二足歩行があげられる。直立二足歩行によって手が発達し、道具を使用するようになった。このように考えると紛らわしい選択肢である。しかし、現生のヒト以外にも、猿人は石器を使っており、原人はより形の整った石器だけでなく火も使用していた。また、それ以外にも、チンパンジーなどヒト以外の霊長類でも、道具を使用できるものがある。チンパンジーは太く長い棒を使って、シロアリやアリの巣を掘り崩したりする。
- ⑥ヒト(新人)が出現したのは約20万年前のアフリカである。7万年前~5万年前にアフリカを出てユーラシア大陸に進出し全世界に広がった。
- 問4 正解はアが②、イが⑥。  
○有性生殖によってもたらされる遺伝的多様性に関する基本的な知識を組み合わせ考察する問題。染色体の組み合わせのポイント3つをしっかりとおさえておこう(→p.10⑤~p.14⑦, 1編編末論述(7)など)。  
○3つの連鎖した遺伝子座において、それぞれで対立遺伝子がヘテロ接合のものとして、AaBbCcを考える。ABC, abcの対立遺伝子が連鎖しているものとして考える(右図)。  
乗換えについて確認しておこう(→p.14⑦)。

