

令和3年度 入学者選抜試験問題

一般選抜 令和3年1月29日

理 科 (120分)

I 注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子は85ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。
物理 4～29ページ
化学 30～53ページ
生物 54～85ページ
- 3 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、手を挙げて監督員に知らせなさい。
- 4 解答用紙は2枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。
 - ① 受験番号欄
受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
 - ② 氏名欄
氏名・フリガナを記入しなさい。
 - ③ 解答科目欄
解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 5 試験開始後30分間および試験終了前5分間は退出できません。
- 6 この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。この問題冊子は試験終了後回収します。

II 解答上の注意

- 1 解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば、大問①の③と表示のある問いに対して②と解答する場合は、次の〈例〉のように解答番号3の解答欄の②をマークします。

〈例〉

1	解 答 欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

受 験 番 号				

生 物

1 細胞と生体物質に関する次の文（A～C）を読み、下の問1～8に答えなさい。

〔解答番号 ～ 〕

A 光学顕微鏡とマイクロメーターを用いて、血球の大きさを測定した。接眼マイクロメーターを 内に、対物マイクロメーターを にセットして検鏡したところ、接眼マイクロメーターの11目盛り分が対物マイクロメーターの2目盛り分と一致していた。なお、対物マイクロメーターは1 mm を100等分した目盛りが付されており、その1目盛りの幅は μm に相当する。

次に、a 血液凝固防止剤を含むヒトの血液を生理食塩水で希釈して、同じ倍率で観察した。すると図1のように、血液の像と接眼マイクロメーターの目盛りを同時に観察できた。

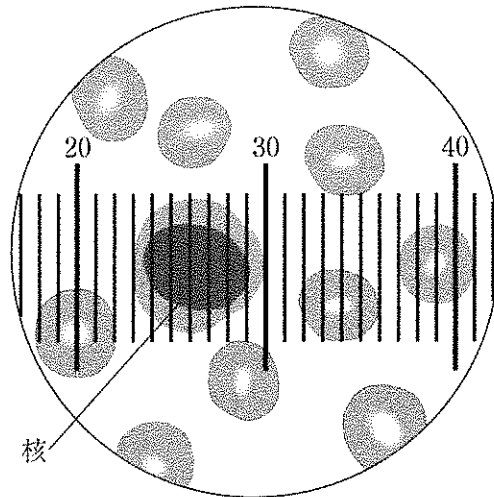


図1

問1 文中の **ア** ～ **ウ** にあてはまる語句または数値の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 **1**

	ア	イ	ウ
①	鏡筒	対物レンズ	1
②	鏡筒	対物レンズ	10
③	鏡筒	ステージ	1
④	鏡筒	ステージ	10
⑤	接眼レンズ	対物レンズ	1
⑥	接眼レンズ	対物レンズ	10
⑦	接眼レンズ	ステージ	1
⑧	接眼レンズ	ステージ	10

問2 下線部 a に関して、血液凝固に関する記述として誤っているものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **2**

- ① 肝臓は血液凝固に関わるタンパク質を合成する。
- ② 血管の破れた箇所に血小板が集合する。
- ③ 血液凝固には、カルシウムイオンの作用が不可欠である。
- ④ 繊維状のフィブリノーゲンが血球を絡めて、血ぺいを形成する。
- ⑤ 血ぺいを溶解する反応を線溶（繊溶）という。
- ⑥ 血液凝固は採血した血液を試験管に入れて静置しても生じる。

問3 図1より、赤血球の直径を計算した。そのおよその大きさとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **3** μm

- ① 7.3 ② 8.8 ③ 9.1
- ④ 11 ⑤ 12.7 ⑥ 15.4

B 生物が正常な生活機能を営むために必要な元素を生体元素または生元素という。元素には、水素 (H)、酸素 (O)、炭素 (C)、窒素 (N) など全生物が利用する元素と、特定の生物だけによく利用される元素がある。また、b ヒトの体を構成する物質には、水、タンパク質、脂質、炭水化物などがある。

問4 動物の生元素に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① ウニの受精時、卵に Ca^{2+} が流入して細胞内電位が上昇する。
- ② 筋収縮の際に、筋小胞体から K^+ が放出される。
- ③ DNA や RNA、必須アミノ酸はリン (P) を含む。
- ④ ヘモグロビンは鉄 (Fe) を含む。
- ⑤ 体液中の Na^+ などのイオンの濃度調節は肝臓で行っている。

問5 下線部 b に関して、ヒトのタンパク質に関する記述として誤っているものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① コラーゲンは皮膚や骨の構成成分となって、生物の構造を支える。
- ② タンパク質の凝集は、重篤な疾病を引き起こす原因となり得る。
- ③ シャペロンは、変性してしまったタンパク質の修復を補助することはできない。
- ④ ビタミン類と結合するタンパク質も存在する。
- ⑤ 複数のポリペプチドからなるタンパク質の立体構造を四次構造という。

C 一般に、多細胞生物は発生・分化の過程で特定の遺伝子が選択的に発現し、固有の形質を生み出す。これを選択的遺伝子発現という。その調節機構として、 エ レベルにおける調節が最も重要かつ普遍的であり、オ の構造の変化や、カ による遺伝子発現の制御などが生じる。

アフリカツメガエルの未分化の外胚葉細胞は、発生が進むと神経細胞または表皮細胞に分化する。この過程は、近接した細胞間または細胞内に情報を伝える種々のシグナル化学物質が協調的に機能することによって制御されている。それらのシグナル化学物質は、分化を促進または抑制する機能をもつ。

シグナル化学物質 P, Q, R, S (以下、単に P, Q, R, S と表記する) は、図2のような一連の伝達経路を構成しており、活性型と不活性型が存在する。これらの伝達経路について調べるため、未分化の外胚葉細胞を用いて、その分化を調べる実験を行った。なお、図2中のキ ~ コ のそれぞれは P~S のいずれか一つに対応し、促進または抑制とは活性型シグナル化学物質の機能を示す。たとえば、キ を単独で過剰発現させた場合を考える。キ による促進作用の結果、ク が活性型になる。すると、ク による抑制作用が働き、ケ が不活性型に変化する。さらに、ケ からの抑制が解除されると、コ が活性型となる。

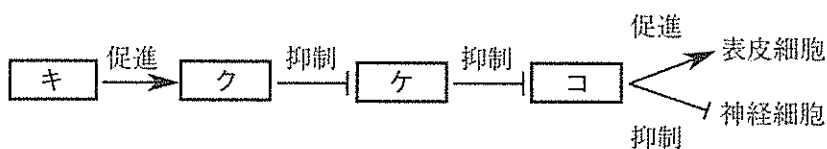


図2

【実験1】常に活性型になるよう改変したP, Q, R, Sを、それぞれ単独で未分化の外胚葉細胞に過剰発現させた。Rを単独で過剰発現させると、神経細胞が分化した。その他のシグナル化学物質を単独で過剰発現させると、表皮細胞が分化した。

【実験2】常に活性型になるよう改変したP, Q, R, Sを2つ組み合わせて、未分化の外胚葉細胞で過剰発現させた。その結果、[QとR]および[RとS]を組み合わせたときだけ、神経細胞が分化した。その他の組合せでは、表皮細胞が分化した。

【実験3】未分化の外胚葉細胞でQを完全に欠失させた上で、常に活性型となるよう改変したSを過剰に発現させた。その結果、神経が分化した。

問6 下線部cに関して、ヒトの細胞での遺伝子発現に関する記述として最も適切なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

6

- ① 解糖系の酵素遺伝子はほぼすべての細胞で発現する。
- ② 水晶体細胞ではクリスタリン遺伝子のプロモーターが不活性化している。
- ③ すい臓ランゲルハンス島A細胞ではインスリン遺伝子が発現する。
- ④ 赤血球ではグロビン遺伝子の転写が非常に盛んである。
- ⑤ 同一遺伝子が発現すれば、そこから翻訳されるタンパク質は必ず同じになる。
- ⑥ リンパ球どうしでは発現する遺伝子の遺伝情報に差異がない。

問7 文中の **エ** ~ **カ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものは
 どれか。次の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 **7**

	エ	オ	カ
①	転写	クロマチン	オペロン
②	転写	クロマチン	調節タンパク質
③	転写	受容体	オペロン
④	転写	受容体	調節タンパク質
⑤	翻訳	クロマチン	オペロン
⑥	翻訳	クロマチン	調節タンパク質
⑦	翻訳	受容体	オペロン
⑧	翻訳	受容体	調節タンパク質

問8 図2の **キ** ~ **コ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものは
 どれか。次の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 **8**

	キ	ク	ケ	コ
①	P	S	Q	R
②	P	R	S	Q
③	Q	S	R	P
④	Q	R	P	S
⑤	R	Q	P	S
⑥	R	P	S	Q
⑦	S	Q	R	P
⑧	S	P	Q	R

2 減数分裂とゲノムに関する次の文（A～C）を読み、下の問1～7に答えなさい。

〔解答番号 ～ 〕

A 有性生殖では、2つの配偶子が合体して新個体を生じる。配偶子の形成過程で減数分裂が生じ、染色体数を半減させる。減数分裂では相同染色体の対合の際に、染色体の乗換えが生じる。染色体が交さる領域を と呼ぶ。 $2n = 12$ の細胞が減数分裂する場合、対合の完成した染色体（二価染色体）は 本となる。

被子植物の雄原細胞から精細胞を形成する分裂（以下、分裂Aとする）および動物の二次精母細胞から精細胞を形成する分裂（以下、分裂Bとする）を比較してみよう。精細胞を形成する点は共通だが、分裂Aは分裂Bとは異なり減数分裂の一部ではない。図1のP、Qは、それぞれ分裂中の染色体の模式図を示したものである。このうち、分裂Aは 、分裂Bは となる。

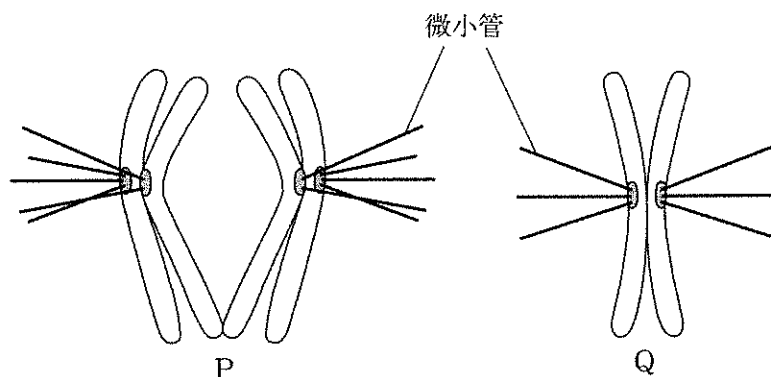


図1

問1 文中の ・ にあてはまる語句または数字の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- | | ア | イ |
|---|------|----|
| ① | キアズマ | 3 |
| ② | キアズマ | 6 |
| ③ | キアズマ | 12 |
| ④ | 動原体 | 3 |
| ⑤ | 動原体 | 6 |
| ⑥ | 動原体 | 12 |

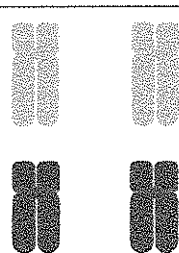
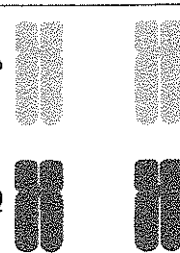
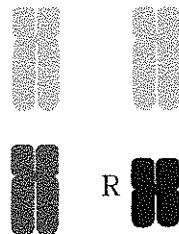

問2 文中の ・ にあてはまる記号の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選びなさい。

- | | ウ | エ |
|---|---|---|
| ① | P | P |
| ② | P | Q |
| ③ | Q | P |
| ④ | Q | Q |

B 真核生物において、雌雄で形態や本数が同じ染色体を常染色体という。これに対して、雌雄によって構成が異なる染色体を性染色体という。雄の性染色体がヘテロとなっている生物の性決定をする場合、雌雄が共通してもつ性染色体を X 染色体、雄に固有の性染色体を Y 染色体という。この定義にしたがえば、近縁種のもつ特定の染色体が、一方の種では常染色体として扱われ、他方の種では性染色体として扱われることがある。また、性染色体の本数は必ずしも 2 本とは限らず、種によっては 3 本以上の性染色体をもつ。

イトヨはトゲウオ科の魚類で、日本には太平洋イトヨと日本海イトヨの 2 種が生息する。両種の染色体を比較し、特徴的な染色体構成について表 1 に記した。両種の雌は、染色体 P と染色体 Q を 2 本ずつもつ。これに対して、太平洋イトヨの雄は染色体 P、染色体 Q、染色体 R をもち、日本海イトヨの雄は染色体 P、染色体 Q、染色体 [P + R] (染色体 P と染色体 R の融合したもの) をもつ。表 1 より、日本海イトヨの染色体 P は **オ** 染色体、染色体 Q は **カ** 染色体、染色体 [P + R] は **キ** 染色体と判明する。なお、表 1 に示されている染色体以外の染色体は、両種において共通である。

表 1

	太平洋イトヨ	日本海イトヨ
雌	 <p>P</p> <p>Q</p>	 <p>P</p> <p>Q</p>
雄	 <p>P</p> <p>Q</p> <p>R</p>	 <p>P</p> <p>Q</p> <p>P + R</p>

問3 ヒトの体細胞の染色体に関する記述として誤っているものはどれか。次の①～

⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① 遺伝子は特定の染色体の決まった位置に存在する。
- ② X染色体とY染色体は減数分裂の過程で対合する。
- ③ X染色体は女性の系譜のみを経て次世代に伝播する。
- ④ 染色体の末端にはテロメアという特徴的な繰返し配列が存在する。
- ⑤ 1細胞につき44本の常染色体が存在する。
- ⑥ Y染色体には生殖腺を精巣に分化させる上で重要な遺伝子が存在する。

問4 文中の ～ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものは

どれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

	オ	カ	キ
①	X	X	X
②	X	X	Y
③	X	常	X
④	X	常	Y
⑤	常	X	X
⑥	常	X	Y
⑦	常	常	X
⑧	常	常	Y

問5 表1について、太平洋イトヨと日本海イトヨを比較したとき、数が同じ染色体が存在する。その染色体として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

5

- ① 雄の X 染色体
- ② 雄の性染色体
- ③ 雄の Y 染色体
- ④ 常染色体
- ⑤ 雌の X 染色体
- ⑥ 雌の性染色体

C ヒトのミトコンドリアには 16,569 塩基対からなる小型の環状 DNA (mtDNA) が局在する。mtDNA は、ミトコンドリア内膜に存在する に関わるタンパク質の遺伝子を 13 個、rRNA や tRNA の遺伝子を 22 個含む。

GCGC の塩基配列を認識する で mtDNA を処理すると、mtDNA の塩基配列が完全にランダムである場合、生じる断片の数はおよそ 断片であると予想される。

問 6 真核生物の mtDNA とある原核生物の DNA を比較したところ、両者が近縁であると推定された。その原核生物として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① RNA ウイルス
- ② 嫌気性細菌
- ③ 好気性細菌
- ④ 酵母菌
- ⑤ シアノバクテリア
- ⑥ T₂ ファージ

問 7 文中の ～ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

	ク	ケ	コ
①	基質レベルのリン酸化	制限酵素	1036
②	基質レベルのリン酸化	制限酵素	65
③	基質レベルのリン酸化	DNA リガーゼ	1036
④	基質レベルのリン酸化	DNA リガーゼ	65
⑤	酸化的リン酸化	制限酵素	1036
⑥	酸化的リン酸化	制限酵素	65
⑦	酸化的リン酸化	DNA リガーゼ	1036
⑧	酸化的リン酸化	DNA リガーゼ	65

3 光合成と窒素同化に関する次の文（A～C）を読み、下の問1～8に答えなさい。

〔解答番号 ～ 〕

A 光合成とは、光エネルギーを利用して ATP と還元型補酵素を生産した後、CO₂ を固定して糖を合成する反応である。O₂ を発生する光合成では、光合成色素として を利用し、O₂ を発生しない光合成では を利用する。陸上植物の場合、窒素同化も光合成と連動しており、 で合成した ATP と還元型補酵素を利用する。光合成の炭酸固定反応はルビスコによる触媒で進行する。

問1 文中の ～ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

	ア	イ	ウ
①	クロロフィル	カロテノイド	チラコイド
②	クロロフィル	カロテノイド	ストロマ
③	クロロフィル	バクテリオクロロフィル	チラコイド
④	クロロフィル	バクテリオクロロフィル	ストロマ
⑤	バクテリオクロロフィル	カロテノイド	チラコイド
⑥	バクテリオクロロフィル	カロテノイド	ストロマ
⑦	バクテリオクロロフィル	クロロフィル	チラコイド
⑧	バクテリオクロロフィル	クロロフィル	ストロマ

問2 サトウキビやトウモロコシのルビスコの存在領域として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① 維管束鞘細胞の液胞
- ② 維管束鞘細胞の葉緑体
- ③ 表皮細胞の液胞
- ④ 表皮細胞の葉緑体
- ⑤ 葉肉細胞の液胞
- ⑥ 葉肉細胞の葉緑体

B 植物は根から NO_3^- (硝酸イオン) や NH_4^+ (アンモニウムイオン) を吸収する。
 NO_3^- は NO_2^- (亜硝酸イオン) を経て、 NH_4^+ に変換される。図1のように、
 [エ] が NH_4^+ と結合し [オ] が合成される。この反応を触媒するのは
 [オ] 合成酵素である。次に、[オ] は有機酸の一種である [カ] と反応して、
 2分子の [エ] を合成する。さらに、[エ] のアミノ基は種々の有機酸に転移し、
 種々のアミノ酸が合成される。[オ] 合成酵素の働きを特異的に阻害する薬剤と
 して、グルホシネートが知られている。この薬剤を高濃度に含む水溶液を植物体に
 噴霧すると、植物は枯死する。枯死の原因として、植物の窒素同化が妨げられて
 [キ] が欠乏すること、および [ク] が蓄積することが考えられる。

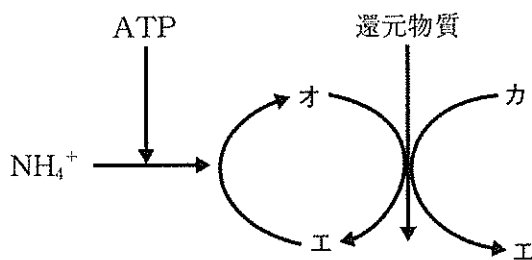


図1

問3 文中の [エ] ~ [カ] にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものは
 どれか。次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 [3]

- | | エ | オ | カ |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|
| ① | α -ケトグルタル酸 | グルタミン | グルタミン酸 |
| ② | α -ケトグルタル酸 | グルタミン酸 | グルタミン |
| ③ | グルタミン酸 | α -ケトグルタル酸 | グルタミン |
| ④ | グルタミン酸 | グルタミン | α -ケトグルタル酸 |
| ⑤ | グルタミン | α -ケトグルタル酸 | グルタミン酸 |
| ⑥ | グルタミン | グルタミン酸 | α -ケトグルタル酸 |

問4 文中の **キ** ・ **ク** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **4**

- | | キ | ク |
|---|-----------------|-----------------|
| ① | アミノ酸 | NH_4^+ |
| ② | アミノ酸 | NO_3^- |
| ③ | NH_4^+ | アミノ酸 |
| ④ | NH_4^+ | NO_3^- |
| ⑤ | NO_3^- | アミノ酸 |
| ⑥ | NO_3^- | NH_4^+ |

問5 動物の場合、文中の **エ** には重要な機能がある。その機能に関する記述 A～Cのうち、正しいものの組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **5**

- A 5個の炭素をもつ C_5 化合物で、クエン酸回路に含まれる分子である。
- B ニューロンから分泌される神経伝達物質の一種である。
- C ヒトの体内で合成できない必須アミノ酸の一種である。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① A | ② B | ③ C |
| ④ A, B | ⑤ A, C | ⑥ B, C |

C 生物が空気中の窒素ガスをアンモニアに還元することを窒素固定という。単独で窒素固定を行う生物として、アゾトバクターやクロストリジウム、シアノバクテリアのうちのおよそ半数の種などが知られている。また、a 根粒をつくって特定の植物と共生する細菌も存在する。

植物の根に形成される根粒の数はどのように制御されているのだろうか。最近の研究で、根粒菌の tRNA が b 小型の RNA へと断片化され、植物の A 遺伝子の mRNA と結合することがわかった。そこで、この現象についてさらに調べるため、以下の実験 1 および実験 2 を行った。

【実験 1】 植物の A 遺伝子を改変してノックアウトし、遺伝子産物を不活化した。

野生型の植物とノックアウトした植物にそれぞれ根粒菌を感染させて、根粒形成数を比較した。すると、野生型と比較して A 遺伝子をノックアウトした植物にはおよそ 2 倍の根粒数が認められた。

【実験 2】 植物細胞の遺伝情報を改変し、根粒菌由来の小型の RNA の機能を阻害するようにした。すると、この植物はほとんど根粒を形成しなくなった。

さらに、実験を進めた結果、小型の RNA はあるタンパク質と結合することがわかった。小型の RNA とタンパク質の複合体は、植物の A 遺伝子の mRNA を特異的に切断していた (図 2)。

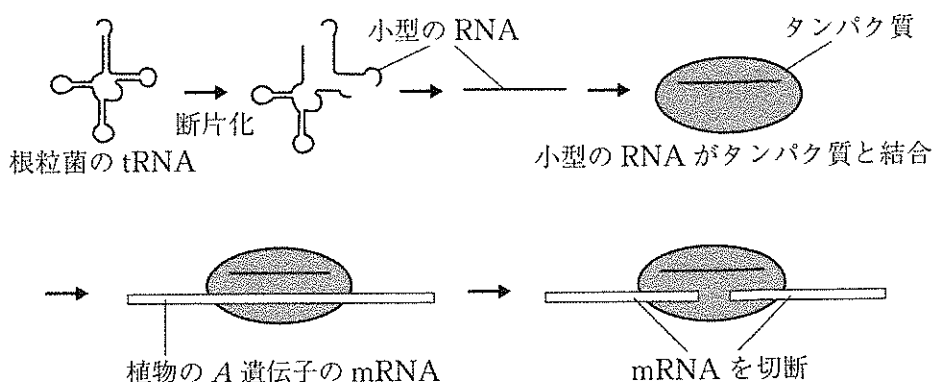


図 2

問6 下線部 a の特定の植物として誤っているものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① アサガオ
- ② エンドウ
- ③ ハンノキ
- ④ ヤシャブシ
- ⑤ ゲンゲ

問7 植物の A 遺伝子の機能として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 根粒菌の小型の RNA の機能を阻害する。
- ② 根粒菌の小型の RNA の機能を促進する。
- ③ 根粒菌の増殖と感染を促す。
- ④ 根粒菌の tRNA からの小型 RNA の切り出しを促進する。
- ⑤ 根粒の形成を抑制する。

問8 下線部 b の機能として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① A 遺伝子の mRNA の複製を促進する。
- ② A 遺伝子の mRNA の複製を抑制する。
- ③ A 遺伝子の mRNA の翻訳を促進する。
- ④ A 遺伝子の mRNA の翻訳を抑制する。
- ⑤ A 遺伝子の転写を促進する。
- ⑥ A 遺伝子の転写を抑制する。

4 バイオームと植物群落の遷移に関する次の文 (A~C) を読み、下の問 1~10 に答えなさい。〔解答番号 ~ 〕

A バイオームと気温との関係を推定する上で、暖かさの指数 (WI) という指標がある。WI は、1 年のうち月平均気温が 5℃ 以上の各月について、月平均気温から 5℃ を引いた値を合計したものである。

一例として、a 日本の場合、バイオームと WI の関係は次のようになる。

針葉樹林	$15 < WI \leq 45$
夏緑樹林	$45 < WI \leq 85$
照葉樹林	$85 < WI \leq 180$
亜熱帯多雨林	$180 < WI \leq 240$

表 1 は北海道の K 市の月平均気温を示したものである。

表 1

月	1	2	3	4	5	6
月平均気温 (℃)	-3.3	-5.6	0.3	4.8	6.2	10.7
月	7	8	9	10	11	12
月平均気温 (℃)	15.3	16.5	14.3	9.0	6.1	1.0

表 1 の値をもとに計算すると、K 市の WI は である。仮に、b 年間を通じて月平均気温が 0.5℃ 上昇すると、WI は になる。

問1 文中の ・ にあてはまる数値として最も適当なものはどれか。
次の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。ア , イ

- ① 15.3 ② 21.3 ③ 43.1
④ 46.6 ⑤ 46.9 ⑥ 75.3
⑦ 78.1 ⑧ 81.6 ⑨ 81.9

問2 下線部 a のように、WI で日本のバイオームを推定できるのは、日本の環境条件にある特徴が存在するからである。その特徴として最も適当なものはどれか。
次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① ^{かくらん}攪乱の強さや頻度が中規模で、競争的排除を妨げる環境である。
② 種多様性が高く、生態系が安定している。
③ 森林や草原など生態系多様性が十分に高い。
④ 森林が成り立つのに必要な年間の降水量が十分にある。
⑤ 森林を構成する優占種の遺伝的多様性が高い。
⑥ 大陸から隔離された島国で、国土の面積も狭い。

問3 文中の WI の計算では、単に月平均気温を合計するのではなく、月平均気温が 5℃ 以上の各月について、月平均気温から 5℃ を引いた値を合計している。その理由として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① 植物体の温度は気温より 5℃ 高いから。
② 植物体の温度は気温より 5℃ 低いから。
③ 植物の生活活動には 5℃ 以上の月平均気温が必要だから。
④ 植物の生活活動には -5℃ 以上の月平均気温が必要だから。
⑤ 草本は枯死するが、樹木は生育できる限界の低温が 5℃ だから。
⑥ 草本は枯死するが、樹木は生育できる限界の低温が -5℃ だから。

問4 下線部bのような気温の上昇によって、K市に生育する植物のうち、衰退の可能性のある植物が存在する。その植物として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- | | | |
|---------|--------|--------|
| ① シラカンバ | ② タブノキ | ③ トドマツ |
| ④ ブナ | ⑤ ヘゴ | ⑥ ミズナラ |

B 標高や水深など鉛直軸に沿った種々の環境条件の変化のため、それらに対応したバイオームが成立する。このようなバイオームの分布を垂直分布という。一般に、標高が100 m 増すごとに、気温が0.5~0.6℃低下する。森林限界よりも標高が高くなると、小低木や比較的小型の多年生草本などで構成される c 高山植物の群落へと変化する。

地球は温暖化と寒冷化を繰り返しており、現在は氷河時代にあたる。氷河時代の中でも、特に寒冷で氷河が発達する時期を氷期、氷期と氷期の間の比較的温暖な時期を間氷期という。地球は氷期と間氷期をおよそ10万年周期で繰り返してきた。

北半球の高山植物の水平分布は、間氷期に ウ に移動する。しかし、一部の集団は間氷期にも ウ に移動せず、エ 標高域に移動して取り残される。このような オ を契機として、カ をもたらす遺伝的変化が生じ、氷期に キ に移動してきた集団と出会っても交配が行えなくなる。こうして ク が起こると考えられる。たとえば、ヨツバシオガマが東北地方を境にして2系統に分類されるのは、このような現象が生じたためと推測されている。

問5 下線部cについて、日本の高山植物として誤っているものはどれか。次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 6

- | | | |
|-----------|--------|-----------|
| ① イワギキョウ | ② オナモミ | ③ コマクサ |
| ④ シナノキンバイ | ⑤ ハイマツ | ⑥ ハクサンイチゲ |

問6 文中の **ウ** ・ **エ** ・ **キ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 **7**

- | | ウ | エ | キ |
|---|---|---|---|
| ① | 北 | 高 | 南 |
| ② | 北 | 低 | 南 |
| ③ | 南 | 高 | 北 |
| ④ | 南 | 低 | 北 |
| ⑤ | 西 | 高 | 東 |
| ⑥ | 西 | 低 | 東 |
| ⑦ | 東 | 高 | 西 |
| ⑧ | 東 | 低 | 西 |

問7 文中の **オ** ・ **カ** ・ **ク** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 **8**

- | | オ | カ | ク |
|---|-------|-------|------|
| ① | 生殖的隔離 | 地理的隔離 | 共進化 |
| ② | 生殖的隔離 | 地理的隔離 | 自然選択 |
| ③ | 生殖的隔離 | 地理的隔離 | 種分化 |
| ④ | 生殖的隔離 | 地理的隔離 | 中立進化 |
| ⑤ | 地理的隔離 | 生殖的隔離 | 共進化 |
| ⑥ | 地理的隔離 | 生殖的隔離 | 自然選択 |
| ⑦ | 地理的隔離 | 生殖的隔離 | 種分化 |
| ⑧ | 地理的隔離 | 生殖的隔離 | 中立進化 |

C 東京都の d あるマツ林は、長年下生えを刈り取って、人工的な管理が行われてきた。しかし1948年以降、マツ林は自然のまま放置されることになった。すると10年後にはコナラなどの **ケ** が侵入し出した。およそ20年後、**ケ** が亜高木層にまで達し、その下にスダジイなどの **コ** が伸び出した。同じ頃に、アカマツやクロマツが枯死し始めた。マツ類の枯れた主な原因として、二酸化硫黄の排出が増えたことによる **サ** の影響が指摘されている。マツ林を放置して30年後、林冠を形成していたアカマツやクロマツはほぼ枯れて、**ケ** および **コ** の混交林となった。その後、**ケ** が次第に衰え始め、**コ** が現在まで勢力を伸ばしている。

ケ から **コ** に移り変わった原因を調べるため、混交林内でコナラとシロダモの芽生えが枯れていく様子を追跡した。なお、シロダモは陰樹で、**コ** に属する。その結果をまとめると、図1のようになった。

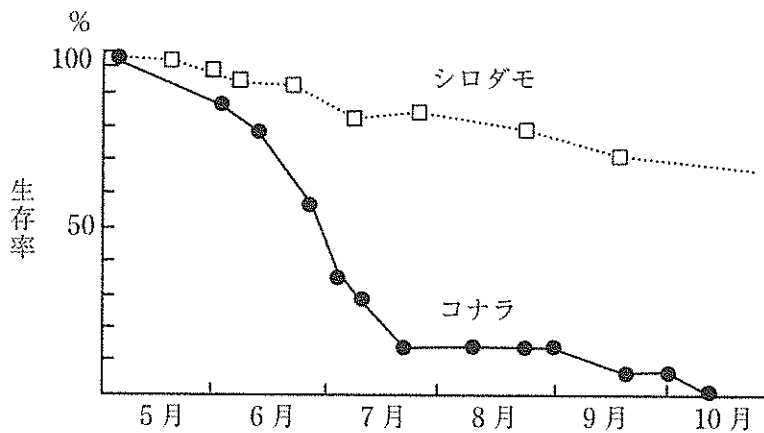


図1

問8 文中の **ケ** ～ **サ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 **9**

- | | ケ | コ | サ |
|---|-------|-------|-----|
| ① | 常緑広葉樹 | 常緑針葉樹 | 温暖化 |
| ② | 常緑広葉樹 | 常緑針葉樹 | 酸性雨 |
| ③ | 常緑広葉樹 | 落葉広葉樹 | 温暖化 |
| ④ | 常緑広葉樹 | 落葉広葉樹 | 酸性雨 |
| ⑤ | 落葉広葉樹 | 常緑広葉樹 | 温暖化 |
| ⑥ | 落葉広葉樹 | 常緑広葉樹 | 酸性雨 |
| ⑦ | 落葉広葉樹 | 落葉針葉樹 | 温暖化 |
| ⑧ | 落葉広葉樹 | 落葉針葉樹 | 酸性雨 |

問9 下線部 d のような活動には生物多様性を増し生態系を維持する効果がある。記述 A～C のうち、生物多様性を増し生態系を維持する効果を期待できる現象や活動の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑦のうちから一つ選びなさい。 **10**

- A サンゴの被度が中程度の場所における中規模の攪乱^{かくらん}
- B 熱帯林における大規模な森林伐採
- C 里山における雑木林の伐採や落ち葉集め

- | | | |
|---------|--------|--------|
| ① A のみ | ② B のみ | ③ C のみ |
| ④ A・B | ⑤ A・C | ⑥ B・C |
| ⑦ A・B・C | | |

問10 から に移り変わった主な理由として最も適当なものはどれか。
次の①～④のうちから一つ選びなさい。

- ① 人工的な管理をやめると土壌の栄養塩類が減少し、コナラの生育に適さなくなるから。
- ② コナラの芽生えや幼木の耐陰性は高いが、ある程度成長すると、成長に十分な光が必要であるから。
- ③ 夏になって気温が上昇すると、寒冷地に適応した樹種であるコナラは枯死しやすいから。
- ④ コナラは陽樹で、芽生えの光補償点が高いため、林内に入る光量では成長に不十分であるから。

5 生物の進化と系統に関する次の文 (A・B) を読み、下の問 1～6 に答えなさい。

〔解答番号 ～ 〕

A 集団において世代を経て遺伝子頻度に変化することを小進化という。a ハーディー・ワインベルグの法則が成立している集団では、遺伝子頻度に変化せず、小進化は起こらない。

ヒトの ABO 式血液型は第 9 染色体に存在する遺伝子により決定される。対立遺伝子として A, B, O の 3 種類が知られており、A 型は遺伝子型 AA か AO, B 型は遺伝子型 BB か BO, AB 型は遺伝子型 AB, O 型は遺伝子型 OO である。

ハーディー・ワインベルグの法則が成立する 3,600 人からなる集団について、ABO 式血液型を調べた。生理食塩水で洗った被験者の血球と抗 A 抗体 (抗 A 血清) または抗 B 抗体 (抗 B 血清) を混合し、赤血球が凝集するかどうかを確認した。その結果、b 抗 A 抗体で凝集するが、抗 B 抗体では凝集しない被験者が 2,016 人存在した。また、抗 A 抗体および抗 B 抗体で凝集しない被験者が 900 人存在した。c これらのデータから遺伝子頻度を計算することができた。

問 1 下線部 a の集団が満たす前提条件として誤っているものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 新たな突然変異が生じないこと。
- ② 遺伝的浮動の効果が顕著であること。
- ③ 移入および移出が生じないこと。
- ④ 交配が任意 (ランダム) に行われること。
- ⑤ 自然選択が働かないこと。

問 2 下線部 b の被験者の遺伝子型として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① AA または AO ② AA のみ ③ AO のみ
- ④ BB または BO ⑤ BB のみ ⑥ BO のみ

問3 下線部cについて、A 遺伝子頻度およびB 遺伝子頻度として最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。

A 遺伝子頻度 , B 遺伝子頻度

- ① 0.10 ② 0.25 ③ 0.40 ④ 0.50
⑤ 0.56 ⑥ 0.64 ⑦ 0.75 ⑧ 0.81

問4 この集団において、B 型どうしの両親から子が産まれるとする。子の血液型がB 型となる割合として最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 %

- ① 0 ② 8 ③ 25 ④ 38
⑤ 50 ⑥ 75 ⑦ 79 ⑧ 100

B 多くの生物にとって高濃度の硫化水素 (H_2S) は極めて有毒である。 H_2S は水によく溶け、溶存酸素量を減らす。また、ヘモグロビンの働きを阻害したり、COX という酵素の活性を強力に阻害したりする。COX はミトコンドリアの電子伝達系を構成するタンパク質複合体の1つであり、**ア** を捕捉して **イ** に付加し、さらに **ウ** を結合させて **エ** を生成する。

南米に生息するカダヤシ科の魚類には、 H_2S に適応している個体群と適応していない個体群が存在する。カダヤシ科に属する8つの集団 a~h を調査した。これらは共通の祖先種をもつが、適応型と非適応型が4つずつあった。

さらに、8つの集団について H_2S 濃度を 0~0.5 μM の範囲で変化させ、個体のもつ COX の酵素活性がどのように変化するかを調べた (図 1)。その結果、最も強い阻害がみられた H_2S 濃度において、非適応型の COX の酵素活性は 36%~73% 低下していた。また、適応型のうち3集団は COX 遺伝子に突然変異が生じて、 H_2S に対する耐性を獲得している。残る1集団は、 H_2S から身を守るための異なる方法が存在する。

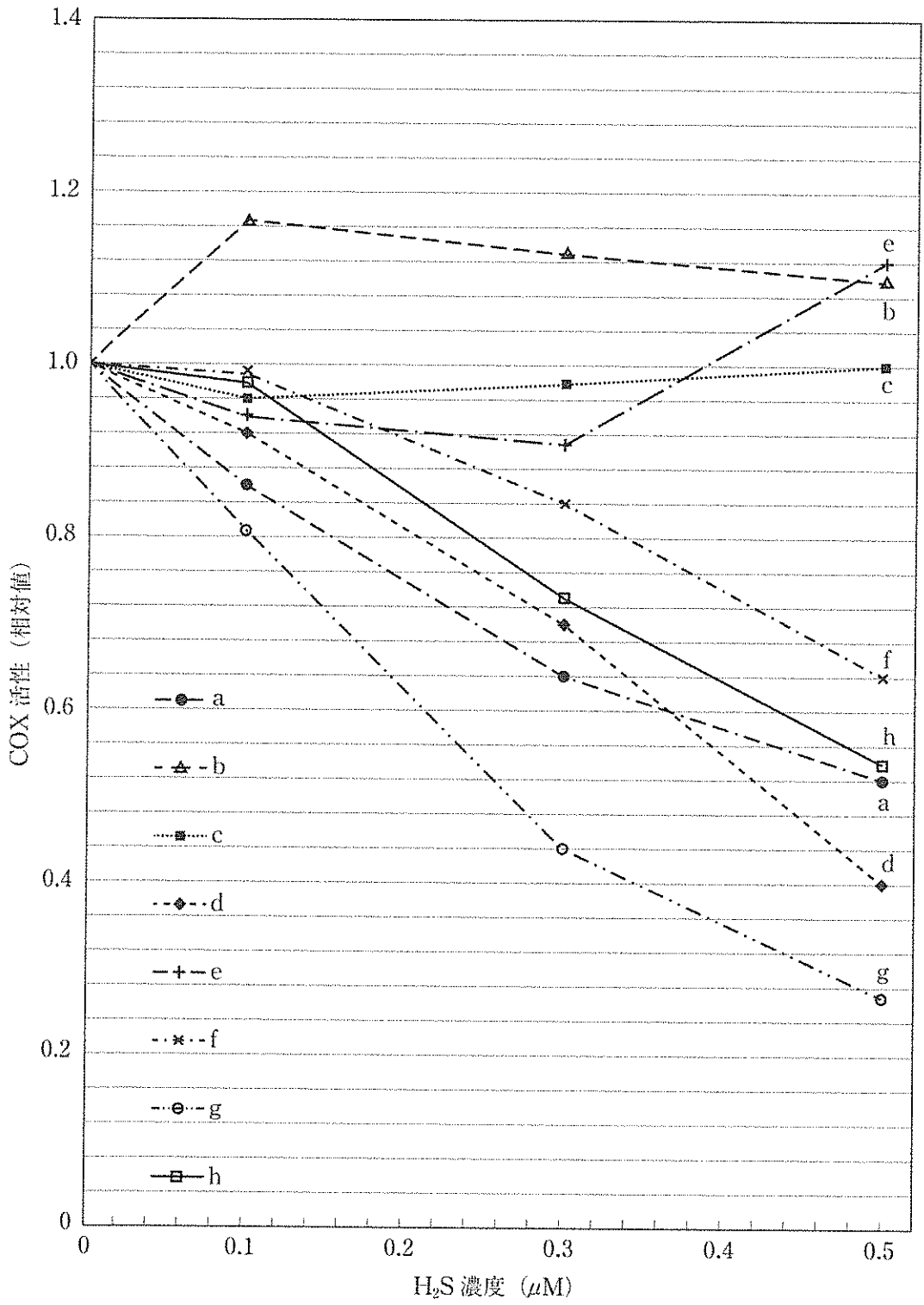


图 1

問5 文中の **ア** ~ **エ** にあてはまる語句またはイオン、分子の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 **6**

	ア	イ	ウ	エ
①	電子	O ₂	H ⁺	H ₂ O
②	電子	H ⁺	H ₂ O	O ₂
③	電子	H ₂ O	H ⁺	O ₂
④	電子	H ₂ O	O ₂	H ⁺
⑤	H ₂ O	O ₂	電子	H ⁺
⑥	H ₂ O	H ⁺	電子	O ₂
⑦	H ₂ O	電子	O ₂	H ⁺
⑧	H ₂ O	電子	H ⁺	O ₂

問6 問題文の内容と図1だけでは適応型か非適応型か判別のつかない集団がある。それらの集団の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①~⑨のうちから一つ選びなさい。 **7**

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| ① a・f・h | ② a・d・h | ③ a・d・g |
| ④ b・c・e | ⑤ b・c・f | ⑥ c・f・h |
| ⑦ a・d・f・h | ⑧ b・c・e・f | ⑨ b・c・f・h |

(下書き用紙)