

受験番号					氏名	
------	--	--	--	--	----	--

2020 年度

理 科

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけない。
2. 出題分野、頁および選択方法は、下表のとおりである。

出題分野	頁	選 択 方 法
物 理	1～19	左の3分野のうちから2分野を選択し、 解答しなさい。
化 学	20～34	
生 物	35～54	

3. 試験開始後、頁の落丁・乱丁及び印刷不鮮明、解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 監督者の指示にしたがって解答用紙の該当欄に下記のようにそれぞれ正しく記入し、マークせよ。

① 受験番号欄

受験番号を4ケタで記入し、さらにその下のマーク欄に該当する4ケタをマークせよ。(例)受験番号0025番→

0	0	2	5
---	---	---	---

と記入。

② 氏名欄 氏名・フリガナを記入せよ。

③ 解答分野欄

解答する分野名2つを○で囲み、さらにその下のマーク欄にマークせよ。

5. 受験番号および解答する分野が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る。
6. 解答は、解答用紙の解答欄にHB鉛筆で正確にマークせよ。


例えば

15

 と表示された問題の正答として④を選んだ場合は、次の(例)のように解答番号15の解答欄の④を濃く完全にマークせよ。薄いもの、不完全なものは解答したことにはならない。

(例)

解答番号	解 答 欄									
15	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

7. 解答を修正する場合は、必ず「消しゴム」であとが残らないように完全に消すこと。鉛筆の色や消しにくずが残ったり、のような消し方などをした場合は、修正したことにならない。
8. 解答をそれぞれの問題に指定された数と異なる数をマークした場合は無解答とする。
9. 問題冊子の余白等は、適宜利用してよいが、どの頁も切り離してはならない。
10. 試験終了後、問題冊子および解答用紙を机の上に置き、試験監督者の指示に従い退場しなさい。

生 物

(注意) 「○桁の数字で答えよ。」の解答をマークするときは、○桁に満たない位には 0 を選んでマークせよ。

第 1 問 以下の問い(問 1 ~ 6)に示す語句について、①~⑥の中に誤っているものが 1 つあるか、あるいは①~⑥のすべてが正しいかのどちらかである。①~⑥の中に誤りがある場合にはその記号を、①~⑥のすべてが正しい場合には⑦を選んで、解答欄にマークせよ。解答番号 ~

問 1 被子植物の配偶子形成と受精

- ① 胚のう母細胞が減数分裂して生じた胚のう細胞は、核分裂を 3 回行い 8 個の核をもつ胚のうになる。
- ② 胚のうの 3 個の反足細胞は珠孔の反対側に形成され、核相はそれぞれ n である。
- ③ 花粉四分子が減数分裂して花粉管細胞と雄原細胞が生じ、雄原細胞が花粉管細胞の中に取り込まれて花粉になる。
- ④ めしべの柱頭について発芽した花粉は胚珠に向かって花粉管を伸ばし、助細胞から放出される物質で胚のうに誘引される。
- ⑤ 胚のうの中央細胞と花粉管から放出された 1 個の精細胞が融合し、 $3n$ の胚乳細胞が生じる。
- ⑥ 受精卵は体細胞分裂で大きさの異なる 2 つの細胞になり、小さな細胞は体細胞分裂して胚球(球状胚)を構成する。
- ⑦ ①~⑥のすべての選択肢は正しい。

問 2 カエル胚の3つの胚葉に由来する細胞・組織・器官

2

- ① 眼の角膜、水晶体は外胚葉由来である。
- ② 皮膚の表皮、色素細胞は外胚葉由来である。
- ③ 心臓、血球は中胚葉由来である。
- ④ 骨、筋肉は中胚葉由来である。
- ⑤ 輸尿管、ぼうこうは内胚葉由来である。
- ⑥ 肺の上皮、気管の上皮は内胚葉由来である。
- ⑦ ①～⑥のすべての選択肢は正しい。

問 3 遺伝子を扱う技術

3

- ① PCR法では、加熱して2本鎖DNAを1本鎖に分けるので、高温で変性しにくいDNAポリメラーゼが用いられる。
- ② アガロース(寒天)ゲルでDNA断片を電気泳動すると、短いDNA断片ほど陽極側から陰極側へ速く移動する。
- ③ DNAの2本鎖切断を触媒する制限酵素は、その種類により認識して切断する塩基配列が異なる。
- ④ ベクターとして用いられるプラスミドは、細菌のゲノムDNAとは独立して存在する環状DNAである。
- ⑤ アグロバクテリウムは、外来遺伝子の導入によるトランスジェニック植物の作製に用いられる。
- ⑥ DNAマイクロアレイは網羅的な遺伝子発現の解析に用いられ、病気の原因遺伝子の特定に利用できる。
- ⑦ ①～⑥のすべての選択肢は正しい。

問 4 は虫類の進化 4

- ① は虫類は、石炭紀に両生類から進化した脊椎動物である。
- ② は虫類は、卵殻の中で胚を包む羊膜が発達し、陸上での発生が可能となった。
- ③ ペルム紀末の大量絶滅を生き延びたは虫類は、中生代に入って適応放散した。
- ④ 恐竜だけでなく、首長竜や翼竜もそれぞれの生活環境で繁栄し大形化した。
- ⑤ 始祖鳥は、は虫類と鳥類の中間的な形質を示し、白亜紀の化石として発見されている。
- ⑥ 体表に厚いうろこをもつ恐竜だけでなく、羽毛をもつ恐竜の化石も発見されている。
- ⑦ ①～⑥のすべての選択肢は正しい。

問 5 生態系の物質収支 5

- ① 生産者の被食量＝一次消費者の摂食量
- ② 生産者の呼吸量＝総生産量－純生産量
- ③ 生産者の総生産量＝成長量＋被食量＋呼吸量
- ④ 一次消費者の同化量＝摂食量－不消化排出量
- ⑤ 一次消費者の生産量＝同化量－呼吸量
- ⑥ 一次消費者の成長量＝生産量－(被食量＋死滅量)
- ⑦ ①～⑥のすべての選択肢は正しい。

注 1) ②～⑥の右辺の各量は、左辺の栄養段階のものである。

注 2) 呼吸量は呼吸で失われた有機物の量で、消費者では、尿素や尿酸などの老廃物の排出量も含まれている。

表

成分	質量パーセント濃度(%)		
	血しょう	原尿	尿
タンパク質	7.2	0	0
グルコース	0.1	0.1	0
ナトリウムイオン	0.3	0.3	0.34
カリウムイオン	0.02	0.02	0.15
尿素	0.03	0.03	2
尿酸	0.004	0.004	0.054
イヌリン	0.01	0.01	1.2

注) イヌリンは、静脈注射により投与され、糸球体ですべてろ過され、再吸収されずにすべて尿として排出される。なお、血しょう、原尿、尿の密度は1g/mLで、尿は1分間に1mL生成されるものとする。

- ① タンパク質は、原尿中に含まれていないため、糸球体でろ過されないといえる。
- ② グルコースは、原尿には含まれるが尿には含まれていないため、細尿管で再吸収されるといえる。
- ③ カリウムイオンの濃縮率は、7.5と計算できる。
- ④ 1分間に生成される原尿の量は、120mLと計算できる。
- ⑤ 1時間に糸球体でろ過される尿酸の質量は、0.288gと計算できる。
- ⑥ 1分間に細尿管で再吸収される尿素の割合は、約44%と計算できる。
- ⑦ ①～⑥のすべての選択肢は正しい。

第2問 次の文章Ⅰ～Ⅳを読んで、以下の問い(問1～11)に答えよ。解答番号

7 ~ 18

Ⅰ ATP(アデノシン三リン酸)は、エネルギーの受け渡しを仲介する物質であり、
A) 全ての生物で共通に利用されている。動物は、他の生物がつくった有機物を摂
取し、呼吸によってATPを得ている。 B) 外界から摂取した有機物は、消化管を通
る間に消化され体内に吸収される。 C) 体内の有機物は、体液によって運搬され、細
胞に取り込まれる。 D) 細胞内に取り込まれた有機物は、いくつかの反応過程を経て
酸化される。 このとき、有機物のもつ化学エネルギーがATPに受け渡される。

これらの過程には多くの種類のタンパク質が関わっている。これらのタンパク質が機能するためには、補酵素や金属イオンなどが必要な場合がある。例えば、
E) 鉄イオンはシトクロムなどに含まれるヘムの構成要素である。 シトクロムはミトコンドリアの電子伝達系を構成するタンパク質で、ヘムを介して次々に電子を受け渡していく。

問1 文中の下線部A)の加水分解なしに機能するタンパク質はどれか。適当なものを①～⑧の中から3つ選び、解答番号7の解答欄に3つマークせよ。

7

- ① ミオシン
- ② キネシン
- ③ ダイニン
- ④ カドヘリン
- ⑤ アクアポリン
- ⑥ 免疫グロブリン
- ⑦ ナトリウムポンプ
- ⑧ グルタミン合成酵素

問 2 文中の下線部B)のような生物を従属栄養生物といい、自ら無機物から有機物をつくることのできる生物を独立栄養生物という。約 27 億年前の地層から発掘される大規模な鉄鉱層(縞状鉄鉱層)が形成された原因であると考えられている独立栄養生物はどれか。最も適当なものを①～⑨の中から1つ選べ。

8

- | | | |
|----------|---------|------------|
| ① 好気性細菌 | ② 嫌気性細菌 | ③ 藻類 |
| ④ 化学合成細菌 | ⑤ 植物 | ⑥ シアノバクテリア |
| ⑦ 菌類 | ⑧ 高度好塩菌 | ⑨ メタン菌 |

問 3 文中の下線部C)とD)に関連して、すい液中に含まれるタンパク質の消化に関わる酵素と、タンパク質が分解されて生じる有機物が呼吸基質として利用される時に必要な細胞内の過程の組み合わせとして、正しいものはどれか。最も適当なものを①～⑨の中から1つ選べ。

9

- | 酵 素 | 細胞内過程 |
|---------|------------|
| ① ペプシン | β 酸化 |
| ② ペプシン | 脱アミノ反応 |
| ③ ペプシン | オルニチン回路 |
| ④ リパーゼ | β 酸化 |
| ⑤ リパーゼ | 脱アミノ反応 |
| ⑥ リパーゼ | オルニチン回路 |
| ⑦ トリプシン | β 酸化 |
| ⑧ トリプシン | 脱アミノ反応 |
| ⑨ トリプシン | オルニチン回路 |

問 4 文中の下線部D)に関連して、グルコース1 molが完全に酸化されたとき、グルコースのもつ化学エネルギーの何%がATPの化学エネルギーに変換されるか。必要ならば小数点以下第一位を四捨五入して、二桁の数字で答えよ。ただし、ATPは最大数産生されるものとし、グルコースが完全に酸化されるときに生じるエネルギーを2,850 kJ/mol、ADPとリン酸を結合させてATPを生成するのに必要なエネルギーを30 kJ/molとする。

%

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

問 5 文中の下線部E)は、代謝の過程で化学的に変化するため、再生が必要となる。はげしい運動をしている筋肉で、グルコースを呼吸基質としてATPが産生されるとき、使用される補酵素とその再生方法の組み合わせとして、正しいものはどれか。最も適当なものを①～⑨の中から1つ選べ。なお、選択肢中ではコエンザイム A を CoA と表記する。

補酵素	再生方法
① FAD	乳酸の酸化によるピルビン酸の生成
② FAD	ピルビン酸の還元による乳酸の生成
③ FAD	ピルビン酸の脱炭酸と酸化によるアセチル CoA の生成
④ NAD ⁺	乳酸の酸化によるピルビン酸の生成
⑤ NAD ⁺	ピルビン酸の還元による乳酸の生成
⑥ NAD ⁺	ピルビン酸の脱炭酸と酸化によるアセチル CoA の生成
⑦ CoA	乳酸の酸化によるピルビン酸の生成
⑧ CoA	ピルビン酸の還元による乳酸の生成
⑨ CoA	ピルビン酸の脱炭酸と酸化によるアセチル CoA の生成

II ヘムは特定の波長の可視光線を吸収する。ヘムの構造が異なれば吸収される光の波長も異なる。シトクロムを含む試料に光を照射し、透過光をプリズムで分光すると吸収された光の波長は暗いバンドとして観察される。

生きたパン酵母の均一な懸濁液を試料として用いた実験では、3つの波長の光(F)が主に吸収された(図1左)。他の性質も調べた結果、研究者は試料中に3種のシトクロムがあると考え、それぞれのシトクロムおよびそれらが吸収する光の波長を示すバンドをa, b, cと名付けた。研究者はさらに、次の実験を行って重要な発見をした。^{G)}

- i) 下線部F)に空気を通すと、バンドa, b, cは消失した(図1ア)。
- ii) i)の実験で通気を中止すると、バンドa, b, cが再び現れた(図1イ)。
- iii) i)の実験で阻害剤Xを加えると、バンドa, b, cが観察できた(図1ウ)。
- iv) i)の実験で阻害剤Yを加えると、バンドbが観察できた(図1エ)。
- v) 抽出したシトクロムcだけの試料に通気しても、バンドcは観察できた(図1オ)。

なお、すべての実験は室温(25℃)で行われた。また、阻害剤XとYは電子伝達のいずれかの段階を阻害する。

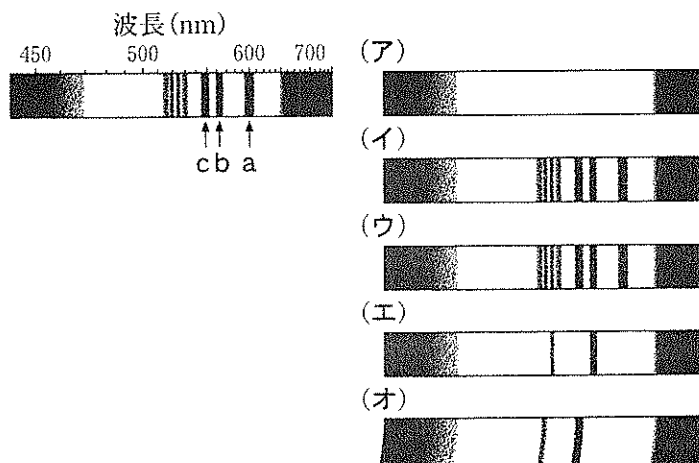


図1

問 6 文中の ii) の実験で還元型のシトクロムのバンドはどれか。最も適当なもの
のを①～⑧の中から1つ選べ。

- ① a ② b ③ c
④ a と b ⑤ a と c ⑥ b と c
⑦ a と b と c ⑧ すべてが酸化型で還元型はない

問 7 文中の下線部 G) に関連して、この実験結果から、還元型補酵素から受け
取った電子がこの 3 種のシトクロムを介して伝達されるとき、どの順番で伝
達されると考えられるか。最も適当なものを①～⑥の中から1つ選べ。

- ① $a \rightarrow b \rightarrow c$ ② $b \rightarrow a \rightarrow c$ ③ $c \rightarrow a \rightarrow b$
④ $a \rightarrow c \rightarrow b$ ⑤ $b \rightarrow c \rightarrow a$ ⑥ $c \rightarrow b \rightarrow a$

問 8 文中の下線部 F) に大量のグルコースを加えると、よく通気してもバンド
a, b, c が観察できた。この結果の原因を推察したとき、適切と考えられる
ものはどれか。最も適当なものを①～⑤の中から1つ選べ。

- ① 大量のグルコースは、3種のシトクロムを常に酸化された状態に保つのに十分であった。
② 多数のグルコースが結合してグリコーゲンが産生され、解糖系の過程が抑制された。
③ クエン酸回路で生じた二酸化炭素が、ATP合成酵素の心棒の部分の回転を抑制した。
④ 呼吸の過程での還元型補酵素の産生速度が、酸素が還元される速度を上まわった。
⑤ ミトコンドリアのマトリックスで、電子と水素イオン、酸素が反応してシトクロムが還元された。

Ⅲ ヘモグロビンもヘムを含むタンパク質である。ヘモグロビンは赤血球に発現して、ヘムに結合した酸素を運搬する。赤血球中のヘモグロビンには、通常、2,3-ビスホスホグリセリン酸(BPG)が結合している。BPGは、解糖系で最初に生じる炭素数3の物質(グリセルアルデヒド3-リン酸)が酸化とリン酸化を受けて生じる物質(1,3-ビスホスホグリセリン酸)から生成され、赤血球内に比較的高濃度で存在する。

BPGはヘモグロビンの酸素結合部位から離れた部位に結合し、ヘモグロビンの酸素結合の親和性を調節する。ヘモグロビンの酸素結合に及ぼすBPGの影響を酸素解離曲線として示す(図2)。健康な人が平地で生活しているときの赤血球中のBPG濃度は5 mmol/Lで、標高4,500 mの高地に移動すると赤血球中のBPG濃度は8 mmol/Lとなる。

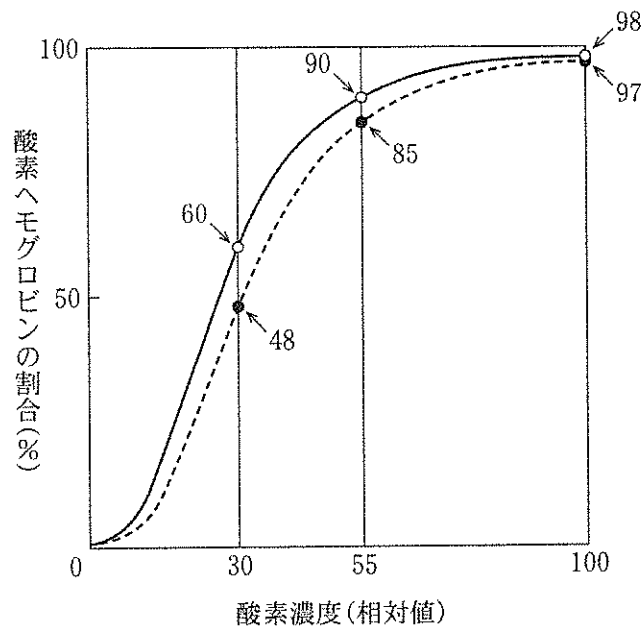


図2

注) 実線はBPG濃度5 mmol/L、破線はBPG濃度8 mmol/Lのときのヘモグロビンの酸素解離曲線を示す。曲線に付した数字はその酸素濃度における酸素ヘモグロビンの割合を示す。

問 9 図 2 から読み取れることとして不適切なものはどれか。最も適当なものを

①～⑤の中から 1 つ選べ。ただし、肺胞における酸素濃度(相対値)は平地で 100、高地で 55 であり、組織における酸素濃度(相対値)は平地でも高地でも 30 とする。 16

- ① 平地から高地へ移動すると、ヘモグロビンの酸素結合の親和性は低下する。
- ② 平地にいるとき、組織で酸素を放出するヘモグロビンの割合は 38 % である。
- ③ 高地に移動すると、組織で酸素を放出するヘモグロビンの割合は、平地にいるときよりも増加する。
- ④ 平地にいるとき、BPG 濃度の上昇は、組織で酸素を放出するヘモグロビンの割合を増加させる。
- ⑤ 高地に移動しても、BPG 濃度が平地にいるときと変わらなければ、組織で酸素を放出するヘモグロビンの割合は 30 % である。

問10 平地で生活する健康な人において、解糖系の最初の段階を触媒する酵素が赤血球で不足したとき、赤血球内の BPG 濃度とヘモグロビンの酸素解離曲線の変化はどのようになると考えられるか。最も適当なものを①～⑨の中から 1 つ選べ。 17

- ① BPG 濃度は変化せず、酸素解離曲線も変化しない。
- ② BPG 濃度は変化せず、酸素解離曲線は左上方に移動する。
- ③ BPG 濃度は変化せず、酸素解離曲線は右下方に移動する。
- ④ BPG 濃度は低下するが、酸素解離曲線は変化しない。
- ⑤ BPG 濃度は低下し、酸素解離曲線は左上方に移動する。
- ⑥ BPG 濃度は低下し、酸素解離曲線は右下方に移動する。
- ⑦ BPG 濃度は上昇するが、酸素解離曲線は変化しない。
- ⑧ BPG 濃度は上昇し、酸素解離曲線は左上方に移動する。
- ⑨ BPG 濃度は上昇し、酸素解離曲線は右下方に移動する。

IV 鉄イオンは受容体を介したエンドサイトーシスによって細胞内に取り込まれるが、これには2つの成分が関わっている。1つはトランスフェリンと呼ばれる水溶性のタンパク質で、血液中を循環している。もう1つは細胞膜に存在するトランスフェリン受容体で、エンドサイトーシスによって取り込まれ、細胞膜に戻って再利用される。

受容体を介したエンドサイトーシスでは、物質を取り込んだ小胞は、まずエンドソームと呼ばれる膜で囲まれた酸性の区画に融合する。そこで再利用される受容体は再び小胞に取り込まれ、エキソサイトーシスで細胞膜へと戻る。一方で、細胞内で必要とされる物質はリソソームへと送られる。

鉄イオンは体液のpH付近でトランスフェリンと結合するが、酸性では結合しない。またトランスフェリンは、鉄イオンが結合しているときだけ体液のpHでトランスフェリン受容体と結合するが、鉄イオンが結合していなくても酸性ならば受容体と結合する。

問11 鉄イオンとトランスフェリン、トランスフェリン受容体の関係を説明する記述として適切なものはどれか。最も適当なものを①～⑤の中から1つ選べ。

18

- ① 鉄イオンと結合していないトランスフェリンは、トランスフェリン受容体とは結合せずに血管壁に付着している。
- ② 鉄イオンと結合したトランスフェリンは、細胞表面にあるトランスフェリン受容体と結合する。
- ③ エンドソームに送られたトランスフェリンは、鉄イオンと解離し、トランスフェリン受容体とも解離する。
- ④ リソソームに送られた鉄イオンは、拡散によりリソソーム膜を透過し、細胞質に輸送される。
- ⑤ 細胞膜に戻ったトランスフェリン受容体は、トランスフェリンを解離することなく鉄イオンと結合する。

第3問 次の文章I, IIを読んで, 下の問い(問1~7)に答えよ。解答番号

19

~

28

- I ある一定の地域に生息する同種の個体の集まりを個体群という。個体群を構成する個体の分布様式は, 非生物的環境や同種個体の個体間相互作用, 種間の個体関係などを反映している。同種の個体は同一の資源を利用することが多いため, 個体間での資源を巡る競争が激しくなる。
- c)

問1 文中の下線部A)に関連して, 次のア~カの中で, 集中分布に関する記述の組み合わせとして, 正しいものはどれか。最も適当なものを①~⑨の中から1つ選べ。

19

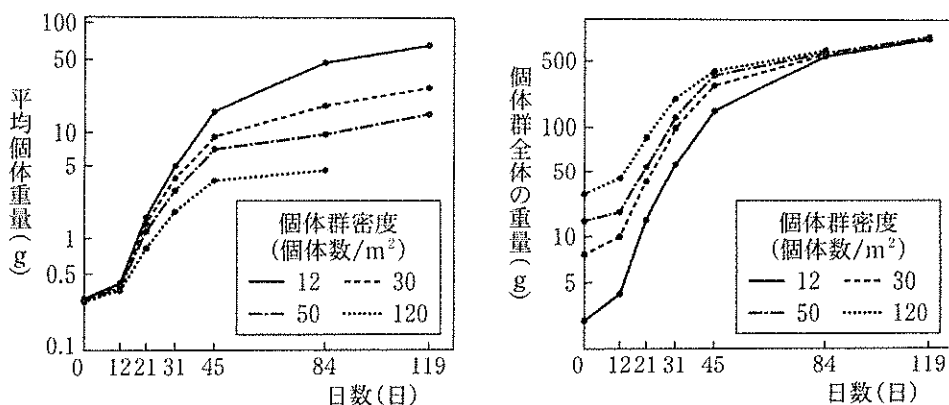
- ア 生息地において, 各個体が規則的に分布する。
イ 生息地において, 各個体が他個体と関係なく散らばる。
ウ 生息地において, 多くの個体が特定の空間に偏って分布する。
エ 群れを形成する動物にみられる。
オ 縄張りを形成する動物にみられる。
カ 風で種子が散布される植物にみられる。
- ① アとエ ② アとオ ③ アとカ
④ イとエ ⑤ イとオ ⑥ イとカ
⑦ ウとエ ⑧ ウとオ ⑨ ウとカ

問 2 文中の下線部B)に関連して、動物の群れと縄張りに関する記述として誤っているものはどれか。適当なものを①～⑦の中から2つ選び、解答番号20の解答欄に2つマークせよ。

20

- ① 同種の動物の個体が集まって統一的な行動をとる集合を群れといい、敵に対する警戒・防衛能力の向上などの利益が得られる一方、交尾や子育てに不利益が生じる。
- ② 定住する個体や群れが日常的に行動する範囲を行動圏といい、おもに同種の個体を排除する空間である縄張りよりも大きい。
- ③ 最適な群れの大きさは、敵に対する警戒などのコストと食物をめぐる群れ内の争いに費やす時間などのコストの和が最小となる大きさだと考えられる。
- ④ 最適な縄張りの大きさは、縄張りから得られる食物や交配相手などの利益と縄張りの維持に必要な労力のコストの差が最大になる大きさだと考えられる。
- ⑤ 群れは、その構成個体の数が多いほど、捕食者をより遠方で発見できる可能性が高くなる。
- ⑥ 縄張りから得られる食物や交配相手などの利益は、縄張りの大きさの増大に比例して増加する。
- ⑦ 個体密度の上昇は、縄張り維持に必要な労力のコストの増加をまねくため、最適な縄張りの大きさの減少や縄張りをもたない個体の増加をもたらすことがある。

問 3 文中の下線部C)に関連して、ダイズでの密度効果を調べるために次の実験を行った。1個の重量が同じサイズの種子を異なる密度でまいて、水、肥料を適切に与えて栽培した。種をまいてから図中の日数ごとに植物体全体の乾燥重量を計測した。この結果を、個体ごとの平均重量と単位面積あたりの個体群全体の重量の変化として図に示す。この実験の結果の解釈として不適切なものはどれか。最も適当なものを①～⑤の中から1つ選べ。 21



図

注) 重量は、80℃で24時間乾燥させた後の乾燥重量とした。グラフの縦軸は対数目盛である。

- ① 芽生え後間もない12日目までは、主に種子の栄養によって成長するため、平均個体重量は個体群密度の影響をあまり受けないと考えられる。
- ② 芽生え後間もない12日目までは、どの個体も十分な光を得られるため、平均個体重量の増加は個体群密度の影響をあまり受けないと考えられる。
- ③ 高密度実験区では葉の重なりによって下層の葉で光合成が十分できなくなるため、84日目の平均個体重量が低密度実験区よりも少なくなると考えられる。
- ④ 高密度実験区では栄養不足で枯死する個体が多く出るため、84日目では異なる個体群密度で個体群全体の重量がほぼ同じであると考えられる。
- ⑤ 高密度実験区では葉の重なりによって成長が抑制されるため、84日目では異なる個体群密度で個体群全体の重量がほぼ同じであると考えられる。

II ある種のガの集団には、白地にまだら模様の明色型と黒っぽい暗色型の2つの型の体色が存在する。このガの体色は1対の対立遺伝子(A, a)で決まり、優性の対立遺伝子 A が暗色型をもたらす。なお、繁殖は年に1回、決まった時期に行い、成虫は繁殖後にすべて死亡する。

問4 このガの集団は、明色型が19,200個体、暗色型が10,800個体から構成され、ハーディー・ワインベルグの法則が成り立つものとする。この集団での対立遺伝子 A の頻度はどれか。最も適当なものを①~⑨の中から1つ選べ。

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 0.1 | ② 0.2 | ③ 0.3 |
| ④ 0.4 | ⑤ 0.5 | ⑥ 0.6 |
| ⑦ 0.7 | ⑧ 0.8 | ⑨ 0.9 |

問5 問4の集団について、次世代の全個体数が600個体に減少した。ただし、注目する遺伝子についてはハーディー・ワインベルグの法則が成り立つものとする。この時、遺伝子型 Aa をもつ個体の個体数を答えよ。必要ならば小数点以下第一位を四捨五入して、三桁の数字で答えよ。

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

問 6 問 4 の集団について、環境の変化により、明色型と暗色型で成虫になってからの生き残りに差が生じた。明色型の個体は、生殖可能になる前に 40 % が死亡した。生殖可能となった段階での、この集団の遺伝子 a の頻度を答えよ。必要ならば小数点以下第三位を四捨五入して、二桁の数字で答えよ。

0.

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

問 7 問 6 の集団では、環境の変化に応じて適応進化が起きている。適応進化をもたらす進化のメカニズムはどれか。最も適当なものを①～⑤の中から 1 つ選べ。

- ① 自然選択
② 中立進化
③ 突然変異
④ 遺伝的浮動
⑤ びん首効果

第4問 次の文章Ⅰ、Ⅱを読んで、以下の問い(問1～4)に答えよ。解答番号

29

～

33

1 ヒトの体細胞の染色体構成は $2n = 46$ で、22組の常染色体と1組の性染色体からなる。有性生殖では2つの配偶子が接合して子ができる。ヒトでは、配偶子がつくられるときに減数分裂により染色体数が半減し、 $n = 23$ となる。減数分裂の過程では、相同染色体が互いに異なる細胞に分配され、また、二価染色体が^{A)}つくられるときに遺伝子の組換えが起こる。さらに、遺伝的に多様な配偶子間で接合が起こるため、有性生殖で生まれる子には遺伝的多様性がもたらされる。

配偶子がつくられるとき、まれに染色体の分離が正常に起こらず、ある1つの^{B)}染色体を2本もつ配偶子ができることがある。このような配偶子は、減数分裂の2回ある染色体の分離の過程で、それぞれの段階で起こる正常な染色体の分離のうち、どちらか1回の染色体の不分離によって生じる。ある1つの染色体を2本もつ配偶子と正常な配偶子が接合すると、接合子はある1つの染色体のみ3本もつこととなる。このような染色体構成の状態をトリソミーという。

問1 文中の下線部A)が起こるのはヒトの配偶子形成のどの段階の細胞か。適

当なものを①～⑨の中からすべて選び、解答番号29の解答欄にすべてマークせよ。

29

- ① 始原生殖細胞
- ② 卵原細胞
- ③ 一次卵母細胞
- ④ 二次卵母細胞
- ⑤ 第一極体
- ⑥ 精原細胞
- ⑦ 一次精母細胞
- ⑧ 二次精母細胞
- ⑨ 精細胞

問 2 文中の下線部B)に関連して、ある夫婦が子をもうけたところ、その胎児は流産となった。胎児の染色体を調べたところ、第16染色体のトリソミーであることがわかった。ヒトの第16染色体には、顕微鏡で観察可能な「染色領域(動原体の近くにある染色液で濃く染まる領域)」がしばしば見つかる。この染色体の特徴は遺伝するが、その有無は表現型に影響しない。胎児の第16染色体の2本、父親の1本には「染色領域」が見つかり、母親には見つからなかった。配偶子形成のどの段階で染色体の不分離が起こったと考えられるか。最も適当なものを①～⑨の中から1つ選べ。なお、第16染色体の「染色領域」は動原体付近に存在するため、染色体の乗換えは起こらない。また、第16染色体トリソミーの胎児はほぼ流産となり、生存できない。

30

- ① 始原生殖細胞が卵原細胞になるとき
- ② 卵原細胞が一次卵母細胞になるとき
- ③ 一次卵母細胞が二次卵母細胞になるとき
- ④ 二次卵母細胞が卵になるとき
- ⑤ 始原生殖細胞が精原細胞になるとき
- ⑥ 精原細胞が一次精母細胞になるとき
- ⑦ 一次精母細胞が二次精母細胞になるとき
- ⑧ 二次精母細胞が精細胞になるとき
- ⑨ 精細胞が精子になるとき

II ヒトの性染色体の1つであるX染色体上のXg遺伝子座には、 a^+ と a の2つの対立遺伝子がある。 a^+ 遺伝子は優性の対立遺伝子で、赤血球の表面に抗原Xgを発現させ、一方の a 遺伝子は劣性の対立遺伝子で、抗原Xgを発現しない。Xg遺伝子座と並んでSts遺伝子座が存在する。Sts遺伝子座の優性の対立遺伝子STSはステロイドスルファターゼという酵素の正常な活性を担う遺伝子である。一方、劣性の対立遺伝子stsはこの酵素活性を欠く。ステロイドスルファターゼ活性を欠くと、皮膚の表面が厚い角質に覆われ、魚の鱗のように硬くなつてはがれる病気(魚鱗癬)を発症する。なお、Xg遺伝子座とSts遺伝子座の間の組換え価は10%である。

問3 Xg抗原を欠く魚鱗癬の男性にXg抗原を発現する魚鱗癬ではない娘がいる。この娘のXg遺伝子座とSts遺伝子座の対立遺伝子の組み合わせとして正しいものはどれか。最も適当なものを①~⑧の中から1つ選べ。なお、選択肢の実線はX染色体の2つの遺伝子座を含む領域を示し、黒色(■)は母親由来、灰色(▨)は父親由来とする。 31

- | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| ① | ② | ③ | ④ |
| $\frac{STS \quad a^+}{STS \quad a^+}$ | $\frac{STS \quad a^+}{STS \quad a}$ | $\frac{STS \quad a^+}{sts \quad a^+}$ | $\frac{STS \quad a^+}{sts \quad a}$ |
| ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ |
| $\frac{STS \quad a}{sts \quad a^+}$ | $\frac{sts \quad a^+}{STS \quad a^+}$ | $\frac{sts \quad a^+}{STS \quad a}$ | $\frac{sts \quad a}{STS \quad a^+}$ |

問4 問3の娘が男の子をもうけた。この子が、Xg抗原を発現し、魚鱗癬となる割合は何%か。必要ならば小数点以下第一位を四捨五入して、二桁の数字で答えよ。 32 33 %

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

