

令和 3 年度  
一般選抜 試験問題  
理科 (120分)

出題科目	ページ	解答方法
物 理	4～25	左の3科目のうち2科目を解答してください。 解答時間の配分は自由です。
化 学	26～47	
生 物	48～73	

I 注意事項

- 1 配布された問題冊子・解答用紙は、試験開始の指示があるまで開かないでください。
- 2 ページの脱落や重複、印刷の不鮮明な箇所があった場合には、直ちに監督者に申し出てください。
- 3 受験番号および解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入してください。
- 4 この問題冊子の余白等は適宜利用してもかまいません。
- 5 質問、中途退室など用件のある場合は、手を挙げて申し出てください。
- 6 退室時は、問題冊子は閉じ、解答用紙は裏返しにしてください。
- 7 試験に関わるすべての用紙は、持ち帰ることはできません。

II 解答上の注意

- 1 「解答上の注意」が、裏表紙に記載してあるので、この問題冊子を裏返して必ず読むこと。ただし、問題冊子を開いてはいけません。

# 生 物

(解答はすべて解答用紙に記入すること)

第1問 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。[解答番号  ～  
 ]

ヒトの体内環境は、常にその状態を感知し、速やかに調節する機構によって、一定範囲内に保たれている。たとえば、血液中のグルコース濃度(血糖濃度)は、食後などを除いて、100 mLあたり(ア)g程度に保たれている。図1は、血しょう中のグルコースがどのような組織・細胞との間で移動するか(白い矢印A～D)と、それらの組織・細胞にどのような調節作用(黒い矢印a～d)がはたらいているかを示した模式図であり、移動Aは作用aにより調節されているというように、同じアルファベットで示されている矢印の間には因果関係がある。

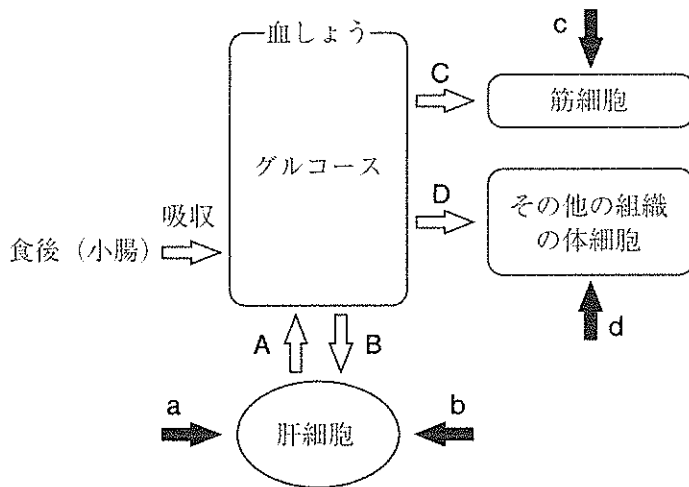


図1

グルコースは細胞膜のリン脂質部分を通ることはできず、膜タンパク質（グルコース輸送タンパク質）のはたらきで輸送される。筋細胞へのグルコース輸送を行うグルコース輸送タンパク質（輸送体 G とよぶ）と、黒矢印 c の調節作用を担うホルモン（ホルモン R とよぶ）について、次のような実験結果が得られた。

実験1 筋細胞をグルコースを含む培養液で培養し、ホルモン R の添加前と添加後にグルコースの取込み速度（単位時間あたりのグルコース取込み量）と、輸送体 G の筋細胞での分布を調べたところ、図2の結果が得られた。なお、図2下段の図中の・は輸送体 G を表している。

実験2 遺伝子操作によって、輸送体 G の遺伝子を破壊した筋細胞を作製し、実験1と同様の実験を行ったところ、図3の結果が得られた。

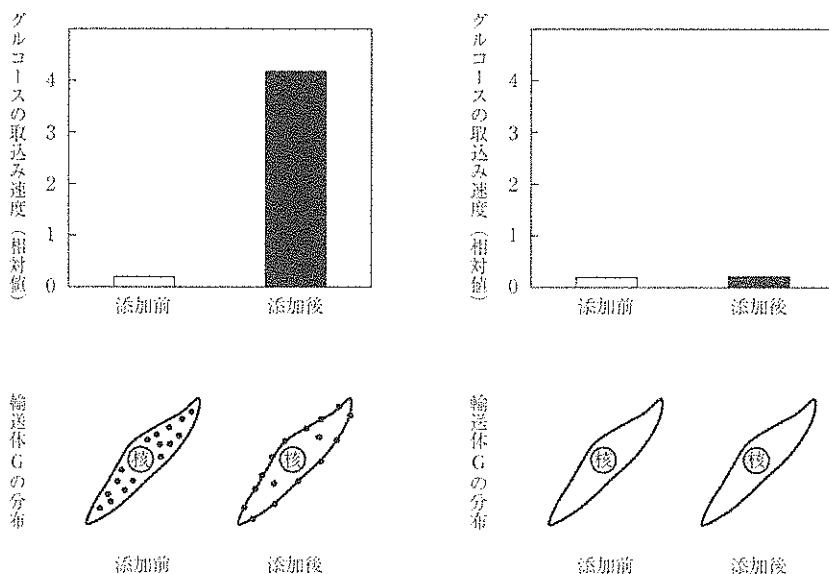


図2

図3

問1 文中の空欄（ア）に入る数値として最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。

- |        |       |        |
|--------|-------|--------|
| ① 0.01 | ② 0.1 | ③ 1    |
| ④ 10   | ⑤ 100 | ⑥ 1000 |

問2 肝細胞と血しょうの間では、両方向のグルコースの移動（AとB）が存在し、それぞれを調節する作用（aとb）がある。これらについて述べた文として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

- ① aを担うホルモンはインスリンであり、aの調節作用の結果、肝細胞内でのグリコーゲン合成が促進される。
- ② aを担うホルモンはインスリンであり、aの調節作用の結果、肝細胞内でのグリコーゲン分解が促進される。
- ③ aを担うホルモンにはアドレナリンやグルカゴンがあり、aの調節作用の結果、肝細胞内でのグリコーゲン合成が促進される。
- ④ aを担うホルモンにはアドレナリンやグルカゴンがあり、aの調節作用の結果、肝細胞内でのグリコーゲン分解が促進される。
- ⑤ bを担うホルモンにはアドレナリンやグルカゴンがあり、bの調節作用の結果、肝細胞内でのグリコーゲン合成が促進される。
- ⑥ bを担うホルモンにはアドレナリンやグルカゴンがあり、bの調節作用の結果、肝細胞内でのグリコーゲン分解が促進される。
- ⑦ bを担うホルモンにはアドレナリンや糖質コルチコイドがあり、bの調節作用の結果、肝細胞内でのグリコーゲン合成が促進される。
- ⑧ bを担うホルモンにはアドレナリンや糖質コルチコイドがあり、bの調節作用の結果、肝細胞内でのグリコーゲン分解が促進される。

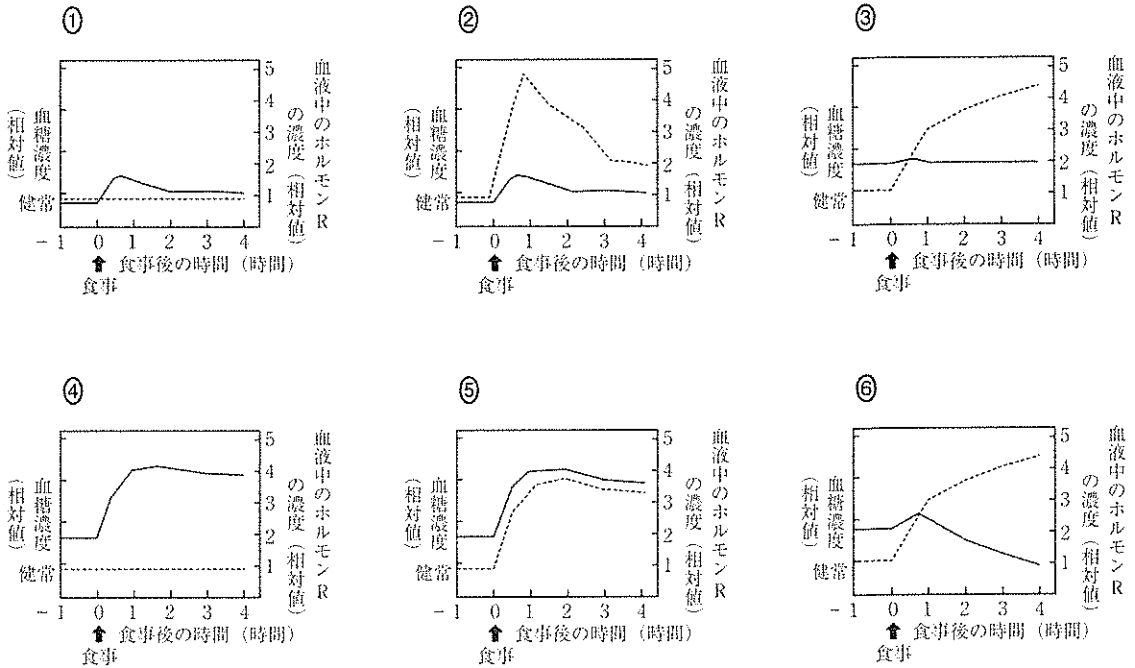
問3 実験1と実験2に関して、これらの結果と図1から、筋細胞と血糖調節の関係について、どのようなことが推論できるか。推論を述べた文として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。 

3
---

- ① ホルモン R の作用を受けた筋細胞では、輸送体 G が細胞内から細胞膜に移動し、輸送体 G がグルコースを取込むことで、血糖濃度を上昇させるようにはたらく。
- ② ホルモン R の作用を受けた筋細胞では、輸送体 G が細胞膜から細胞内に移動し、輸送体 G がグルコースを取込むことで、血糖濃度を上昇させるようにはたらく。
- ③ ホルモン R の作用を受けた筋細胞では、輸送体 G が細胞内から細胞膜に移動し、輸送体 G とともに輸送体 G 以外の輸送体が同程度にグルコースを取込むことで、血糖濃度を上昇させるようにはたらく。
- ④ ホルモン R の作用を受けた筋細胞では、輸送体 G が細胞膜から細胞内に移動し、輸送体 G とともに輸送体 G 以外の輸送体が同程度にグルコースを取込むことで、血糖濃度を上昇させるようにはたらく。
- ⑤ ホルモン R の作用を受けた筋細胞では、輸送体 G が細胞内から細胞膜に移動し、輸送体 G がグルコースを取込むことで、血糖濃度を低下させるようにはたらく。
- ⑥ ホルモン R の作用を受けた筋細胞では、輸送体 G が細胞膜から細胞内に移動し、輸送体 G がグルコースを取込むことで、血糖濃度を低下させるようにはたらく。
- ⑦ ホルモン R の作用を受けた筋細胞では、輸送体 G が細胞内から細胞膜に移動し、輸送体 G とともに輸送体 G 以外の輸送体が同程度にグルコースを取込むことで、血糖濃度を低下させるようにはたらく。
- ⑧ ホルモン R の作用を受けた筋細胞では、輸送体 G が細胞膜から細胞内に移動し、輸送体 G とともに輸送体 G 以外の輸送体が同程度にグルコースを取込むことで、血糖濃度を低下させるようにはたらく。

問4 輸送体Gの異常な機能低下が原因となって糖尿病が起こることが知られている。このタイプの糖尿病患者について、食事前後の血糖濃度と血液中のホルモンRの濃度を調べた場合に、どのような結果が得られることが予想されるか。予想として最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。ただし、実線は血糖、点線はホルモンRを示している。

4



問5 肝細胞にもグルコース輸送体が存在して、1種類の輸送体が図1のAとBを担っており、輸送体Gとは異なり、細胞内での分布は変化しない。これらの事実と図1から肝細胞ではたらくグルコース輸送体について、どのようなことが推論できるか。推論を述べた次の文の空欄に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧から1つ選べ。 5

肝細胞ではたらくグルコース輸送体は、グルコースの濃度勾配に（イ）方向に、ATPのエネルギーを（ウ）、グルコースを（エ）輸送すると考えられる。

- |   | イ   | ウ     | エ  |
|---|-----|-------|----|
| ① | 従う  | 消費して  | 能動 |
| ② | 従う  | 消費して  | 受動 |
| ③ | 従う  | 消費せずに | 能動 |
| ④ | 従う  | 消費せずに | 受動 |
| ⑤ | 逆らう | 消費して  | 能動 |
| ⑥ | 逆らう | 消費して  | 受動 |
| ⑦ | 逆らう | 消費せずに | 能動 |
| ⑧ | 逆らう | 消費せずに | 受動 |

第2問 次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。[解答番号 6 ～

10 ]

ヒトは、外界からの刺激をさまざまな感覚器で受容し、大脳で生じる感覚として経験する。たとえば、およそ100 m離れた音源からの音波は、空気中を音速約343 m/秒（気温20℃）で進み、0.3秒後に（ア）に到達する。（ア）の振動が（イ）を介して増幅され、うずまき管内の（ウ）の振動となる。（ウ）の振動が（エ）を振動させると、（エ）の上に並ぶ（オ）中に存在する聴細胞が興奮する。聴細胞の興奮は、聴神経を介して大脳へと伝えられ、音を経験することになる。

視覚器である眼は複雑な構造をもち、さまざまな調節機能ももつ。そのため、近くの物体も遠くの物体も明瞭に形をみることができ、広い範囲の明るさで視覚<sup>(1)</sup>により情報を得ることができる。視覚における感覚細胞は、網膜に存在する視細胞である。視細胞の興奮は、連絡神経（連絡ニューロン）と視神経ニューロンを介して中枢に伝えられ、最終的に大脳で視覚が生じる。網膜のうち盲斑とよばれる部分<sup>(2)</sup>は、視神経ニューロンの軸索の束が網膜を貫通するため光を受容できない。ヒトの視細胞には錐体細胞と桿体細胞があり、錐体細胞には、もつともよく吸収<sup>(3)</sup>する光の波長が異なる3種類がある。図1は、ヒトの4種類の視細胞の吸光量と光の波長の関係を示している。



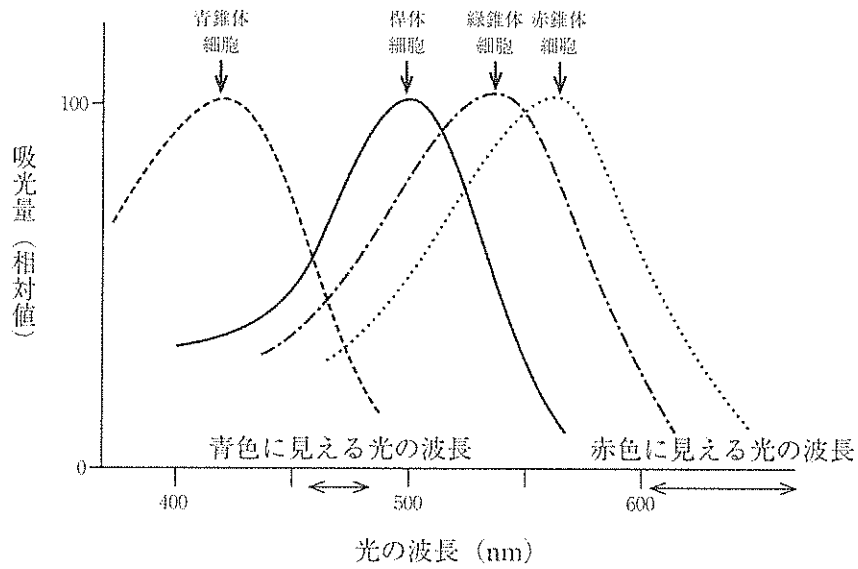


図1

問1 文中の空欄ア～オには、次の7つの語句のうちのいずれかが入る。空欄工に入る語句として最も適当なものを、次の①～⑦から1つ選べ。 6

- |        |        |       |       |
|--------|--------|-------|-------|
| ① コルチ器 | ② リンパ液 | ③ 基底膜 | ④ 耳小骨 |
| ⑤ 鼓膜   | ⑥ 耳殻   | ⑦ 耳管  |       |

問2 下線部(1)に関して、視覚における遠近調節について述べた次の文の空欄に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧から1つ選べ。

7

遠くから近くに目を移し、近くにある物体を見ようとするとき、毛様筋が（カ）して、毛様体の径が（キ）なり、チン小帯が（ク）ため、水晶体の焦点距離が（ケ）なって、近い物体にピントが合うようになる。

- |   | カ  | キ   | ク    | ケ  |
|---|----|-----|------|----|
| ① | 弛緩 | 大きく | 緊張する | 長く |
| ② | 弛緩 | 大きく | 緊張する | 短く |
| ③ | 弛緩 | 大きく | ゆるむ  | 長く |
| ④ | 弛緩 | 大きく | ゆるむ  | 短く |
| ⑤ | 収縮 | 小さく | 緊張する | 長く |
| ⑥ | 収縮 | 小さく | 緊張する | 短く |
| ⑦ | 収縮 | 小さく | ゆるむ  | 長く |
| ⑧ | 収縮 | 小さく | ゆるむ  | 短く |

問3 下線部(2)に関して、盲斑を検出するために、次の図2のような装置を用いて実験を行った。実験では、左眼を閉じ、右眼の前方約40 cmの位置に装置を置き、■印が右眼の正面にくるようにした。そのまま右眼を動かさないようにして装置を顔に近づけたところ、装置と水晶体の中心の距離が27 cmのとき、●印が見えなくなった。この実験結果から、盲斑の位置について推定した次頁の文の空欄に入る数値と語句の組合せとして最も適当なものを、次頁の①～⑥から1つ選べ。 8

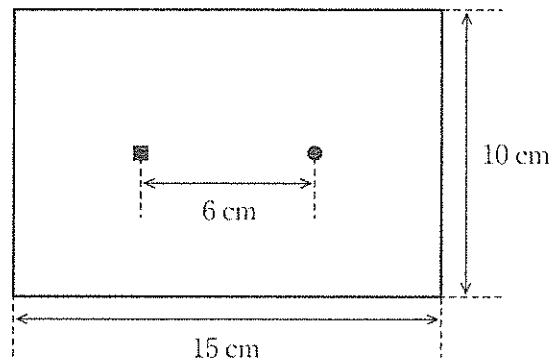


図2

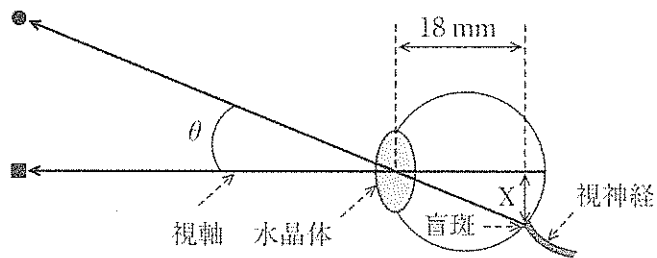


図3

盲斑の位置を推定するために、図3のように構造を単純化し、水晶体の中心と盲斑の中心との水平距離を18mmとして、比例関係を仮定すると、視軸から盲斑の中心までの距離Xは、およそ(コ)mmである。これは、角度( $\theta$ )にすると、網膜の中央から(サ)におよそ15度ずれた位置にあたる。

- |   | コ | サ  |
|---|---|----|
| ① | 4 | 鼻側 |
| ② | 4 | 耳側 |
| ③ | 7 | 鼻側 |
| ④ | 7 | 耳側 |
| ⑤ | 9 | 鼻側 |
| ⑥ | 9 | 耳側 |

問4 下線部(3)および図1に関して、色覚について述べた文として最も適切なものを次の①～⑤から1つ選べ。 9

- ① 青という色覚には、4種類の視細胞すべてが関与する。
- ② 赤という色覚には、3種類の視細胞が関与する。
- ③ 470 nmの光を吸収する視細胞は4種類ある。
- ④ 550 nmの光を吸収する視細胞は4種類ある。
- ⑤ 630 nmの光を吸収する視細胞は3種類ある。

問5 暗順応させた被験者の左眼を覆い右眼のみに光が入射できるようにして、点光源（光源の直径は無視できるほど小さい）を右眼の正面に置き、光刺激を与えて被験者が見えたと感じるのに必要最小限の光の強さ（閾値）を測定した。続いて、被験者には正面を見続けてもらった状態で、光源の位置を一定角度（ $\theta$ ）ずらし、同様に閾値を測定した。緑色と感じる光を用いた場合は、図4の●のようになり、赤色と感じる光を用いた場合は、図4の○のようになった。この図から推論できることとして最も適当なものを、下の①～⑤から1つ選べ。ただし、図の縦軸は正面に光源を置いたときの閾値を1とした相対値である。また、黄斑の直径が1.5～2 mmであることは既知としてよい。

10

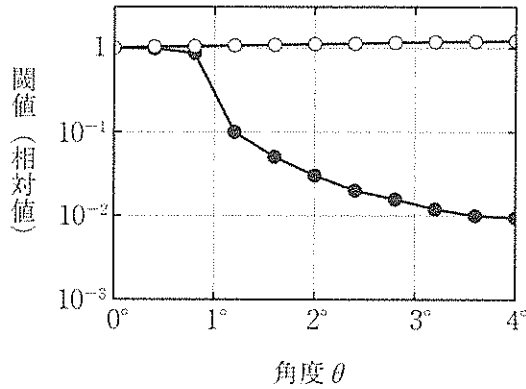


図4

- ① 黄斑には、桿体細胞だけが存在し、黄斑の外側の領域には、錐体細胞だけが存在する。
- ② 黄斑には、錐体細胞だけが存在し、黄斑の外側の領域には、桿体細胞だけが存在する。
- ③ 黄斑には、錐体細胞と桿体細胞の両方が存在するが、中心部のほとんどは桿体細胞である。
- ④ 黄斑には、錐体細胞と桿体細胞の両方が存在するが、中心部のほとんどは錐体細胞である。
- ⑤ 黄斑には、錐体細胞と桿体細胞の両方が存在し、両者は均等に分布している。

第3問 次の文章を読み、下の問い（問1～4）に答えよ。[解答番号 11 ～

15 ]

動物の発生では、受精卵が卵割によって細胞数を増やし、胚葉分化、組織・器官の分化が進む。その際、一部の細胞は場所を移動することが知られている。脊椎動物では神経管と表皮の境目から神経冠細胞（神経堤細胞）<sup>(1)</sup>とよばれる細胞群が生じ、胚の内部を遊走して（図1）、後に、色素細胞や末梢神経細胞などに分化する。色素細胞は数を増やしながる全身に移動する。図2に、哺乳類の毛の根元の部分の構造を模式的に示す。毛のうち、外部から見えない部分が毛根で、表皮が陥入した構造に包まれている。最も奥の部分はやや膨らんだ毛球で、この部分に毛をつくりだす毛母細胞があり、色素細胞は毛母細胞の間に入り込んで、メラニン色素を合成して毛に分泌する。

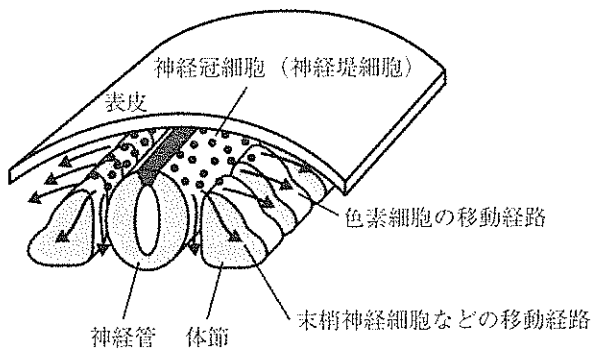


図1

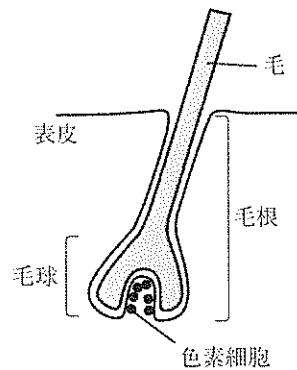


図2

ネコの毛色には、複数の遺伝子座が関与する。常染色体上の対立遺伝子  $S$  と  $s$  は、色素細胞の移動に関与し、対立遺伝子  $S$  をもつと色素細胞の移動が抑えられ、一部の毛の毛球には色素細胞が存在せず、白い毛となる。対立遺伝子  $S$  をもたない場合は色素細胞が体表全体に広がる。色素細胞の移動の経路や到達位置は厳密に決まっているわけではないが、遺伝子型が  $SS$  や  $Ss$  の個体では（ア）、遺伝子型が  $ss$  の個体では（イ）。

ネコの毛色には、X染色体上に存在する対立遺伝子  $O$  と  $o$  も関与する。対立遺伝子  $O$  は毛を茶色にし、対立遺伝子  $o$  は毛を黒色にする。ネコを含む哺乳類

では、オスは性染色体としてX染色体とY染色体を1本ずつもち、Y染色体上の遺伝子によってオスに決定する。一方、メスにはX染色体が2本あり、一方が不活性化する。不活性化は卵割で体細胞がある程度増えた時点で起こり、父親由来と母親由来のどちらが不活性化されるかは、細胞ごとにランダムである。X染色体の不活性化はX染色体が2本以上ある場合に起こり、不活性化したX染色体上の遺伝子は転写されなくなる。3本以上ある場合には、1本だけが活性を保つように不活性化が起こる。X染色体の不活性化状態は、発生が進行しても変わらないため、父親由来のX染色体が不活性化された細胞群と、母親由来のX染色体が不活性化された細胞群が、斑状に存在することになる。

いわゆる三毛ネコは、茶と黒と白の斑のネコであるが、ほとんどがメスであり、オスは極めて珍しい。メスの三毛ネコにおいて、茶色の毛をつくる細胞では(ウ)をもつX染色体が不活性化しており、黒色の毛をつくる細胞では(エ)をもつX染色体が不活性化している。オスの三毛ネコは、(オ)をもつと考えられる。

問1 下線部(1)に関して、図1に示した表皮・神経管・体節は、それぞれどの胚葉に由来するか。その組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。 11

	表皮	神経管	体節
①	外胚葉	外胚葉	外胚葉
②	外胚葉	外胚葉	中胚葉
③	外胚葉	中胚葉	外胚葉
④	外胚葉	中胚葉	中胚葉
⑤	中胚葉	外胚葉	外胚葉
⑥	中胚葉	外胚葉	中胚葉
⑦	中胚葉	中胚葉	外胚葉
⑧	中胚葉	中胚葉	中胚葉

問2 文中の空欄ア・イに入る語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。 12

- | ア               | イ             |
|-----------------|---------------|
| ① 背中に近い部分が白くなり  | 背中から遠い部分が白くなる |
| ② 背中に近い部分が白くなり  | 白い部分（白斑）は生じない |
| ③ 背中から遠い部分が白くなり | 背中に近い部分が白くなる  |
| ④ 背中から遠い部分が白くなり | 白い部分（白斑）は生じない |
| ⑤ 白い部分（白斑）は生じず  | 背中に近い部分が白くなる  |
| ⑥ 白い部分（白斑）は生じず  | 背中から遠い部分が白くなる |

問3 文中の空欄ウ～オに入る語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。 13

- | ウ         | エ       | オ  |
|-----------|---------|--|
| ① 遺伝子 $O$ | 遺伝子 $o$ | 遺伝子 $O$ のある X 染色体と遺伝子 $o$ のある Y 染色体        |
| ② 遺伝子 $O$ | 遺伝子 $o$ | 遺伝子 $o$ のある X 染色体と遺伝子 $O$ のある Y 染色体        |
| ③ 遺伝子 $O$ | 遺伝子 $o$ | 遺伝子 $O$ のある X 染色体と遺伝子 $o$ のある X 染色体と Y 染色体 |
| ④ 遺伝子 $o$ | 遺伝子 $O$ | 遺伝子 $O$ のある X 染色体と遺伝子 $o$ のある Y 染色体        |
| ⑤ 遺伝子 $o$ | 遺伝子 $O$ | 遺伝子 $o$ のある X 染色体と遺伝子 $O$ のある Y 染色体        |
| ⑥ 遺伝子 $o$ | 遺伝子 $O$ | 遺伝子 $O$ のある X 染色体と遺伝子 $o$ のある X 染色体と Y 染色体 |



問4 黒と白の斑のオスネコと茶と白の斑のメスネコの間で3匹の子が生まれ、1匹目は全身が茶色のオス、2匹目は茶と黒と白の斑のメスの子であった場合について、(a)・(b)に答えよ。

(a) 父親と母親の遺伝子型の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。 14

- |   | 父親    | 母親     |
|---|-------|--------|
| ① | $SSO$ | $SSoo$ |
| ② | $SSO$ | $Ssoo$ |
| ③ | $SSo$ | $SSOO$ |
| ④ | $SSo$ | $SsOO$ |
| ⑤ | $SsO$ | $SSoo$ |
| ⑥ | $SsO$ | $Ssoo$ |
| ⑦ | $Sso$ | $SSOO$ |
| ⑧ | $Sso$ | $SsOO$ |

(b) 3匹目の子にありうる表現型は、全身が黒色、全身が茶色、黒と茶の斑、黒と白の斑、茶と白の斑、茶と黒と白の斑の6種類のうち何種類か。最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。 15

- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| ① 1種類 | ② 2種類 | ③ 3種類 |
| ④ 4種類 | ⑤ 5種類 | ⑥ 6種類 |

第4問 次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。[解答番号 16 ～

22 ]

顕微鏡は、肉眼では見えない微細な構造を観察するための道具として開発され、利用されてきた。現在、高等学校等で最も一般的に使われているのは、対物レンズと接眼レンズの2つのレンズをもつ光学顕微鏡であり、数百倍程度の倍率で試料を観察できる。

10倍と40倍の2種類の対物レンズと、10倍と15倍の2種類の接眼レンズが備わっている光学顕微鏡で観察を行う場合、まず、低倍率（100倍ないし150倍）で検鏡し、観察したい対象物が視野の左上にあれば、プレパラートを（ア）に動かし、対象物を視野中央に移動させる。その後、対物レンズを高倍率のものに切り換えると、視野は（イ）、対象物が大きく見えるようになる。<sup>(1)</sup>

細胞は小さいが、3次元の構造体であり、視野における縦横方向だけでなく奥行きももつ。<sup>(2)</sup>そのため、顕微鏡で細胞内の立体的な構造を知ろうとすると工夫が必要になる。たとえば、真核細胞において、核が細胞の中央にあることを確かめるには、核が明瞭に見えるようにピントを合わせて細胞の輪郭との位置関係を観察するだけでは不十分であり、奥行き方向でも中央に位置することを確かめる必要がある。<sup>(3)</sup>

細胞内の構造体を観察する場合、構造体を染色して観察しやすくすることもある。たとえば、酢酸カーミンや酢酸オルセインといった染色液は、核や染色体の<sup>(4)</sup>観察に利用されている。

問1 文中の空欄ア・イに入る語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。 16

- |   | ア  | イ    |
|---|----|------|
| ① | 左上 | 広くなり |
| ② | 左上 | 変わらず |
| ③ | 左上 | 狭くなり |
| ④ | 右下 | 広くなり |
| ⑤ | 右下 | 変わらず |
| ⑥ | 右下 | 狭くなり |

問2 下線部(1)に関して、文中で述べられている顕微鏡観察では、対象物の長さは何倍大きく見えるようになるか。10倍の接眼レンズを使っている場合について述べた文として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

17

- ① 切り換える前に比べて、対象物の長さが4倍大きく見えるようになる。
- ② 切り換える前に比べて、対象物の長さが10倍大きく見えるようになる。
- ③ 切り換える前に比べて、対象物の長さが15倍大きく見えるようになる。
- ④ 切り換える前に比べて、対象物の長さが40倍大きく見えるようになる。
- ⑤ 切り換える前に比べて、対象物の長さが100倍大きく見えるようになる。
- ⑥ 切り換える前に比べて、対象物の長さが150倍大きく見えるようになる。
- ⑦ 切り換える前に比べて、対象物の長さが400倍大きく見えるようになる。
- ⑧ 切り換える前に比べて、対象物の長さが600倍大きく見えるようになる。

問3 下線部(2)に関して、視野に水平な方向の大きさ(長さ)は、マイクロメーターを用いて測定できる。マイクロメーターによる大きさの測定について述べた次の文の空欄ウ・エに入る数値として最も適当なものを、下の①～⑦から1つずつ選べ。ただし、対物マイクロメーターの目盛りは1mmを100等分しているものとし、レンズの倍率に誤差はないものとする。ウ 18 ・エ 19

接眼レンズ10倍、対物レンズ40倍のときに、接眼マイクロメーターの20目盛りと対物マイクロメーターの7目盛りが一致していた。このとき、接眼マイクロメーターの22目盛りにあたる構造体の長さは(ウ)  $\mu\text{m}$ である。そして、対物レンズを10倍に換えると、同じ構造体は接眼マイクロメーターの(エ)目盛りにあたることになる。

- ① 3.5                      ② 5.5                      ③ 22                      ④ 28.5  
⑤ 77                        ⑥ 88                      ⑦ 627

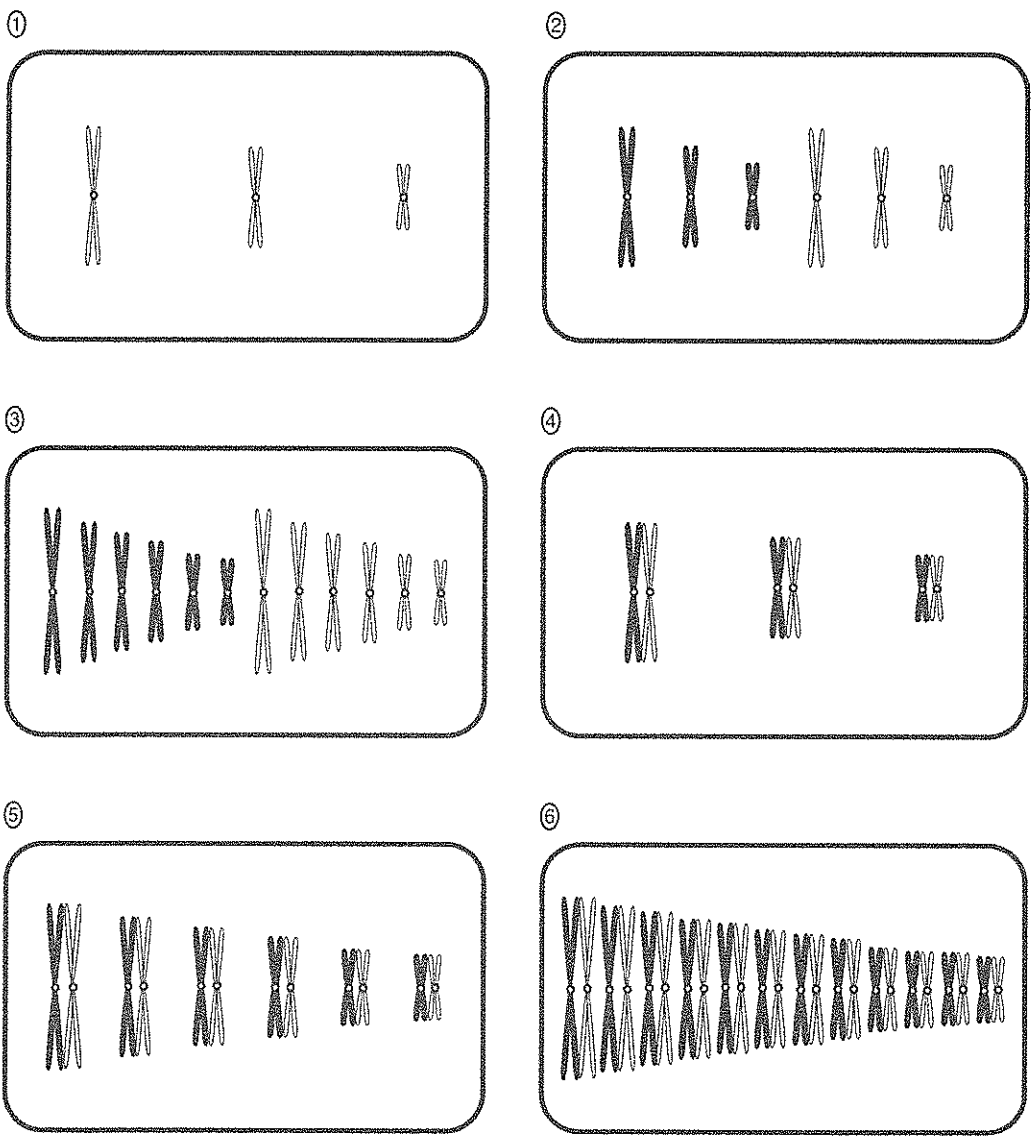
問4 下線部(3)に関連して、細胞内に1個だけ存在する構造体が、奥行き方向において細胞のどこに位置するかを知る際の方法について述べた次の文中の下線部のうち誤っているものを、①～⑤から1つ選べ。なお、奥行き方向でピントが合う範囲を焦点深度といい、対物レンズ(以下、「レンズ」という)と試料の距離を変えても、ピントが合う範囲とレンズとの間の距離も焦点深度も変わらない。 20

観察したい構造体に特異的に結合する色素で、構造体を標識する。また、細胞膜にだけ存在するタンパク質に特異的に結合する色素で、細胞膜を標識する。2つの色素の色は異なるものにする。試料の観察の際には、焦点深度をできるだけ大きくする。レンズを試料にできるだけ近づけてから、レンズを離すように、調節ネジを少しずつ動かす。細胞膜を標識した色の点のはっきり見えてから、その点がぼんやりとなり、しばらくネジを動かした後に構造体を標識した色のはっきりと見え、その後、すぐに、細胞膜を標識した色の点のはっきり見えた場合、構造体は細胞内の上側(接眼レンズに近い側)に位置していることになる。

問5 下線部(4)に関して、体細胞の染色体数が $2n = 6$ の動物の精子形成における減数分裂を観察した場合について、(a)・(b)に答えよ。なお、この生物の精子形成は、一般的な動物の精子形成と同じ過程を経るものとしてよい。

(a) この動物の減数分裂の第一分裂中期における染色体の配置を示す模式図として最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。ただし、複製後の染色体はX字型で表し、雄親由来を白、雌親由来を黒で示すものとする。

21



(b) この動物の1個の一次精母細胞が減数分裂を完了した場合、生じた細胞に見られる染色体の組合せは何通りか。最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。ただし、相同染色体の末端に近い部分で、必ず1ヵ所の乗換えが起こるものとする。 22

- |       |        |        |        |
|-------|--------|--------|--------|
| ① 1通り | ② 2通り  | ③ 4通り  | ④ 6通り  |
| ⑤ 8通り | ⑥ 16通り | ⑦ 32通り | ⑧ 64通り |

第5問 次の文章を読み、下の問い（問1～4）に答えよ。[解答番号 23 ～  
28 ]

ごく微量のDNA断片を試験管内で大量に増幅させるPCR法は、さまざまな用途に用いられている。たとえば、ヒトが特定のウイルスに感染しているかどうかを調べるために、通常、そのウイルスが存在していると予想される部位から細胞や体液を採取し、ウイルスに特有の塩基配列をプライマーとしてPCR法を行う方法がある。この方法では、DNAが増幅すれば感染していたと判断される。

ウイルスの中には、コロナウイルスやインフルエンザウイルスのように、ゲノムがRNAであるもの（RNAウイルス）もある。この場合、採取した試料をすぐにPCR法で増幅することはできず、一度、逆転写酵素によって逆転写反応を行い、RNAを鋳型としてDNAを合成したのち、PCR法で増幅する。逆転写酵素も、DNAポリメラーゼと同様に、合成反応に必要なエネルギーを分子内にもつ基質を利用する。

RNAウイルスが感染した細胞内で増殖する際には、ウイルスゲノムの複製とウイルスタンパク質の合成が起こる。インフルエンザウイルスやコロナウイルスのゲノムRNAは一本鎖であり、RNA依存性RNAポリメラーゼ（RNAを鋳型としてRNAを合成する酵素）のはたらきでRNAを複製する。ウイルス自体は、タンパク質合成の場となる（ア）をもたないため、RNAの情報をもとに、細胞内の（ア）を利用して翻訳を行う。ただし、ウイルスのゲノムRNAそのものが翻訳に利用できる場合と、相補的な塩基配列をもつがそのままでは翻訳には利用できない場合があり、利用できる鎖を+鎖、利用できない鎖を-鎖という。つまり、RNAウイルスのゲノムの複製では（イ）の合成が起こることになる。ウイルスが必要とするRNA依存性RNAポリメラーゼの情報は細胞には存在しないため、RNAウイルスのうち、ゲノムが（ウ）のタイプのウイルスの場合、ウイルス粒子内にRNA依存性RNAポリメラーゼの分子そのものが存在する必要がある。

問1 文中の空欄に入る語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。 23

	ア	イ	ウ
①	小胞体	+鎖から+鎖へ、-鎖から-鎖へ	+鎖
②	小胞体	+鎖から+鎖へ、-鎖から-鎖へ	-鎖
③	小胞体	+鎖から-鎖へ、-鎖から+鎖へ	+鎖
④	小胞体	+鎖から-鎖へ、-鎖から+鎖へ	-鎖
⑤	リボソーム	+鎖から+鎖へ、-鎖から-鎖へ	+鎖
⑥	リボソーム	+鎖から+鎖へ、-鎖から-鎖へ	-鎖
⑦	リボソーム	+鎖から-鎖へ、-鎖から+鎖へ	+鎖
⑧	リボソーム	+鎖から-鎖へ、-鎖から+鎖へ	-鎖

問2 下線部(1)に関して、PCR法で利用されるDNAポリメラーゼは、何を基質として反応を進めるか。その基質について述べた文として最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。 24

- ① A、U、G、Cの4種類の塩基が反応の基質となる。
- ② A、T、G、Cの4種類の塩基が反応の基質となる。
- ③ A、U、G、Cの4種類の塩基のいずれかとリボースを含む4種類のヌクレオチドが反応の基質となる。
- ④ A、T、G、Cの4種類の塩基のいずれかとリボースを含む4種類のヌクレオチドが反応の基質となる。
- ⑤ A、U、G、Cの4種類の塩基のいずれかとデオキシリボースを含む4種類のヌクレオチドが反応の基質となる。
- ⑥ A、T、G、Cの4種類の塩基のいずれかとデオキシリボースを含む4種類のヌクレオチドが反応の基質となる。



問3 下線部(2)に関して、(a)・(b)に答えよ。

(a) 10個の塩基を含む、異なる2種類のプライマーを用いて、ヒトゲノムに対してPCR法でDNAを増幅させようとした場合、目的とする特定の領域だけが増幅されるとは限らない。このことについて述べた文として最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。なお、ヒトゲノムは $3.0 \times 10^9$ 塩基対からなり、4種類の塩基がランダムに並んでいるものとみなして良い。

25

- ① 4種類の塩基がランダムに10個並んだ場合の配列は40通りなので、ヒトゲノムには、それぞれのプライマーが結合する部位がおよそ $7.5 \times 10^7$ カ所ずつあるために、複数の領域が増幅される可能性がある。
- ② 4種類の塩基がランダムに10個並んだ場合の配列は40通りなので、ヒトゲノムには、それぞれのプライマーが結合する部位がおよそ $1.5 \times 10^8$ カ所ずつあるために、複数の領域が増幅される可能性がある。
- ③ 4種類の塩基がランダムに10個並んだ場合の配列は $10^4$ 通りなので、ヒトゲノムには、それぞれのプライマーが結合する部位がおよそ $3 \times 10^5$ カ所ずつあるために、複数の領域が増幅される可能性がある。
- ④ 4種類の塩基がランダムに10個並んだ場合の配列は $10^4$ 通りなので、ヒトゲノムには、それぞれのプライマーが結合する部位がおよそ $6 \times 10^5$ カ所ずつあるために、複数の領域が増幅される可能性がある。
- ⑤ 4種類の塩基がランダムに10個並んだ場合の配列は $4^{10}$ 通りなので、ヒトゲノムには、それぞれのプライマーが結合する部位がおよそ $6 \times 10^3$ カ所ずつあるために、複数の領域が増幅される可能性がある。
- ⑥ 4種類の塩基がランダムに10個並んだ場合の配列は $4^{10}$ 通りなので、ヒトゲノムには、それぞれのプライマーが結合する部位がおよそ $1.2 \times 10^4$ カ所ずつあるために、複数の領域が増幅される可能性がある。

(b) ヒトゲノムの特定の領域の両側にだけ、適切な方向で結合する異なる2種類のプライマーを用いて、PCR法で20サイクルにわたってDNAを増幅させた場合、2種類のプライマーで挟まれた領域は、理論上何倍に増幅されるか。最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。なお、PCR法の1サイクルとは、標的となるDNA断片と、適切な成分を含む反応液を95℃で30秒加熱して、二本鎖DNAを解離し、55℃にしてプライマーを結合させ、適当な温度で2分間おいてDNAを合成させる過程である。

26

- |            |              |              |
|------------|--------------|--------------|
| ① 20倍      | ② 40倍        | ③ $2^{10}$ 倍 |
| ④ $10^2$ 倍 | ⑤ $2^{20}$ 倍 | ⑥ $4^{20}$ 倍 |

問4 下線部(3)に関して、(a)・(b)に答えよ。

(a) 逆転写酵素は、何を基質として反応を進めるか。その基質について述べた文として最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。 27

- ① A、U、G、Cの4種類の塩基が反応の基質となる。
- ② A、T、G、Cの4種類の塩基が反応の基質となる。
- ③ A、U、G、Cの4種類の塩基のいずれかとリボースを含む4種類のヌクレオチドが反応の基質となる。
- ④ A、T、G、Cの4種類の塩基のいずれかとリボースを含む4種類のヌクレオチドが反応の基質となる。
- ⑤ A、U、G、Cの4種類の塩基のいずれかとデオキシリボースを含む4種類のヌクレオチドが反応の基質となる。
- ⑥ A、T、G、Cの4種類の塩基のいずれかとデオキシリボースを含む4種類のヌクレオチドが反応の基質となる。

(b) 図1は、逆転写したうえでPCR法によって増幅したいRNAの両端の部分の塩基配列を示している（図中の点線は塩基配列を省略した部分である）。このRNAと相補的なDNAの全長を増幅するためにPCR法で用いるプライマーとして最も適当なものを、下の①～⑧から1つ選べ。

28

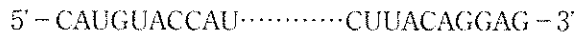


図1

- |   |                      |   |                      |
|---|----------------------|---|----------------------|
| ① | 5' - CAUGUACCAU - 3' | と | 5' - CUUACAGGAG - 3' |
| ② | 5' - CAUGUACCAU - 3' | と | 5' - GAGGACAUUC - 3' |
| ③ | 5' - CAUGUACCAU - 3' | と | 5' - CUCCUGUAAG - 3' |
| ④ | 5' - CAUGUACCAU - 3' | と | 5' - GAAUGUCCUC - 3' |
| ⑤ | 5' - CATGTACCAT - 3' | と | 5' - CTTACAGGAG - 3' |
| ⑥ | 5' - CATGTACCAT - 3' | と | 5' - GAGGACATTC - 3' |
| ⑦ | 5' - CATGTACCAT - 3' | と | 5' - CTCCTGTAAG - 3' |
| ⑧ | 5' - CATGTACCAT - 3' | と | 5' - GAATGTCCTC - 3' |

## 解答上の注意

- 1 解答はすべて解答用紙の解答番号に対応した解答欄にマークしてください。

10
----

 と表示のある問いに対して

(例1) ③と解答する場合は、解答番号10の③にマークしてください。

解答番号	解 答 欄
10	① ② ● ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩

(例2) ②と⑦を解答する場合は、解答番号10の②と⑦にマークしてください。

(複数解答の場合)

解答番号	解 答 欄
10	① ● ③ ④ ⑤ ⑥ ● ⑧ ⑨ ⑩

- 2 解答用紙に正しく記入・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。特に、解答用紙の受験番号欄に正しくマークされていない場合は、その科目は0点となります。