

「理科（生物）」

(解答番号 1 ～ 64)

I 生物の多様性と共通性に関する次の(1)～(5)の問いに答えよ。

(1) 次の表は、さまざまな生物をある特徴に従って分類した表である。表中の(A)～(C)にあてはまる特徴として適切なものを次の①～⑧のうちから一つずつ選び、それらの番号を解答番号 1 ～ 3 にマークせよ。

表			
	(A)	(B)	(C)
大腸菌	○	○	×
酵母	○	×	×
ゾウリムシ	○	×	×
ネンジュモ	－	○	○
オオカナダモ	×	×	○
ツバキ	×	×	○
カエル	×	×	×
ヒト	×	×	×

○：特徴をもつ ×：特徴をもたない －：対象外

- ① 原核生物である
- ② 真核生物である
- ③ 単細胞生物である
- ④ 多細胞生物である
- ⑤ 呼吸によってATPを合成する
- ⑥ 光合成によってATPを合成する
- ⑦ 細胞壁をもつ
- ⑧ ミトコンドリアをもつ

(A) 1 (B) 2 (C) 3

(2) 生物に見られる共通性や特徴に関する次の①～⑦の記述のうち、誤っているものを一つ選び、その番号を解答番号 にマークせよ。

- ① 生物は細胞からできており、一つの細胞で構成される単細胞生物と、多数の細胞からなる多細胞生物が存在する。
- ② 生物の生命活動にはエネルギーが必要であり、すべての生物に共通して、ATP が細胞内でエネルギーの受け渡しを担っている。
- ③ すべての真核生物では、ATP はおもにミトコンドリアで合成されるが、植物細胞では光合成が行われている間は葉緑体のみで ATP が合成される。
- ④ 生物の生命活動に重要な役割をもつタンパク質は、その生物固有の遺伝情報に基づいてつくられる。この遺伝情報は DNA が担っている。
- ⑤ DNA は細胞分裂の際に複製され、新しい細胞へと分配されていく。また、生殖細胞を通じて親から子へと受け継がれる。
- ⑥ 細胞膜は細胞内外を仕切り、細胞という閉じた空間をつくとともに、細胞にいろいろな物質を出入りさせる役割をもつ。
- ⑦ 生物は外界からの刺激を感じて反応する。動物は眼や耳などの感覚器官をもち、刺激に敏感に反応する。植物も光などの刺激に反応する。

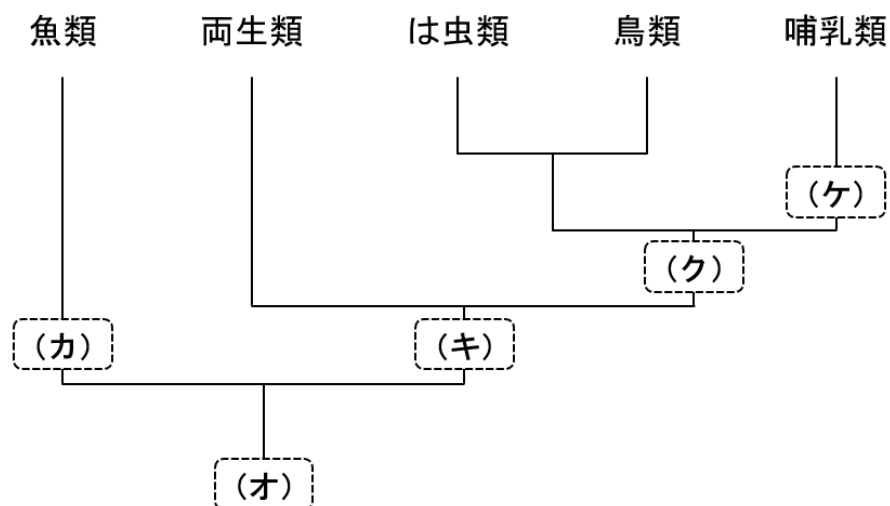
(3) 生物の多様性と共通性に関する次の文章中の (ア) ～ (エ) にあてはまる語句として適切なものを次の①～⑦のうちから一つずつ選び、それらの番号を解答番号 ～ にマークせよ。

生物の (ア) が、世代を重ねて受け継がれていく過程で長い時間をかけて変化していくことを、進化という。この過程で、祖先にはない (ア) をもつ生物が現れ、さまざまな環境に生活の場を広げていった。その結果、生物の (イ) が生まれた。このような生物のからだの形やはたらきが、生活する環境に適するように変化していくことを (ウ) という。生物が進化してきた道筋とそれにもとづく生物の類縁関係を (エ) といい、形態・細胞の構造・体を構成する物質・遺伝子配列を比較することで推定できる。

- ① 適応 ② 変異 ③ 系統 ④ 形質 ⑤ 共通性
- ⑥ 多様性 ⑦ 特異性

(ア) (イ) (ウ) (エ)

- (4) 次の図は、脊椎動物の進化をまとめた系統樹である。「脊椎をもつ」、「胎生である」、「四肢をもつ」、「生涯、肺呼吸を行う」、「生涯、えら呼吸を行う」の五つの特徴は、それぞれ図中の (オ) ～ (ケ) のどれにあてはまるか。(オ) ～ (ケ) にあてはまる特徴として適切なものを次の①～⑤のうちから一つずつ選び、それらの番号を解答番号 9 ～ 13 にマークせよ。



- ① 脊椎をもつ ② 胎生である ③ 四肢をもつ
④ 生涯、肺呼吸を行う ⑤ 生涯、えら呼吸を行う

(オ) 9 (カ) 10 (キ) 11 (ク) 12 (ケ) 13

(5) 細胞とその構造に関する次の①～⑥の記述のうち、**誤っているものはいくつある**か。解答の数と同じ数字の番号を解答番号 **14** にマークせよ。ただし、誤っているものが無い場合は0（ゼロ）をマークせよ。

- ① 細胞には、核膜といわれる膜でおおわれた核をもつ真核細胞と、核をもたない原核細胞がある。真核細胞からなる生物を真核生物といい、原核細胞からなる生物を原核生物という。
- ② 特定のはたらきをする構造体を細胞小器官といい、真核細胞の内部には、核やミトコンドリア、葉緑体、細胞壁などさまざまな細胞小器官が存在する。
- ③ 遺伝物質である DNA はタンパク質と結合した染色体として細胞に存在している。真核細胞の染色体は核の中に、原核細胞の染色体は細胞質基質（サイトゾル）の中に存在する。
- ④ ミトコンドリアは、長さ1～10 μm の粒状または糸状の細胞小器官であり、呼吸の場として酸素を使って有機物を分解し、エネルギーを取り出している。
- ⑤ 植物細胞の細胞壁は細胞質を保護するとともに、隣り合う細胞どうしを結びつけ、細胞の形を保つはたらきをもつ。
- ⑥ 植物細胞には、膜で包まれた液胞が存在し、内部は糖や無機塩類などを含む細胞液で満たされている。また液胞は、水分量の調節や老廃物の貯蔵を行っている。

誤っているもの： **14** 個

II

DNA と遺伝情報の発現に関する次の文章を読み、(1) ～ (5) の問いに答えよ。

(i) ヒトゲノムを構成する (ii) DNA は、約 (ア) の塩基対からなっており、その塩基配列中に約 (イ) 個の遺伝子が存在する。

細胞内で遺伝子の塩基配列をもとに合成される (iii) タンパク質は、多数のアミノ酸が鎖状につながってできた分子である。生体を構成するタンパク質の種類は非常に多く、ヒトでは (ウ) 種類程度あるといわれ、酵素としてはたらくものや、組織や器官の構造の保持にはたらくものなどさまざまである。

タンパク質を構成するアミノ酸には 20 種類あり、遺伝子の部分の DNA の塩基配列を写し取ってできた (iv) mRNA がもつ連続した塩基 3 個の配列 (コドン) が、1 個のアミノ酸を指定している。

- (1) 文章中の (ア) ～ (ウ) にあてはまる数の組合せとして最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び、その番号を解答番号 15 にマークせよ。

	ア	イ	ウ
①	30 億	2 万	2 万
②	30 億	10 万	2 万
③	30 億	2 万	10 万
④	30 億	10 万	10 万
⑤	60 億	2 万	2 万
⑥	60 億	10 万	2 万
⑦	60 億	2 万	10 万
⑧	60 億	10 万	10 万

- (2) 文章中の下線部 (i) に関する次の①～⑤の記述のうちから適切なものを二つ選び、それらの番号を解答番号 16 と 17 にマークせよ。ただし、解答の順序は問わない。

- ① ヒトゲノムを構成する DNA の塩基配列の約 99% は、タンパク質には翻訳されない。
- ② ヒトとショウジョウバエのゲノムの塩基対数は、ほぼ同じである。
- ③ ヒトの体細胞 1 個の核内には、2 組のゲノムがある。
- ④ ヒトゲノムは、13 対 (26 本) の相同染色体で構成されている。
- ⑤ ヒトの精子 1 個がもつ染色体数は 46 本である。

- (3) 文章中の下線部 (ii) に関して、ある 2 本鎖 DNA に含まれる全塩基のうち、アデニンの数が占める割合を p (%)、グアニンの数が占める割合を q (%) とする。このとき、 $p+q$ (%) はいくらになるか。解答と同じ数字の番号を解答番号 と にそれぞれマークせよ。ただし、十の位にあてはまる適切な数字が無い場合は 0 (ゼロ) をマークせよ。(例 1% の場合、 % とマークすること。)

%

- (4) 文章中の下線部 (iii) に関して、次の表 1 は、ヒトのからだではたらく 3 種類のタンパク質 A~C について、それぞれのタンパク質を構成するアミノ酸の数とはたらきについてまとめたものである。表の内容に関する次の①~⑥の記述のうち、適切なものを三つ選び、それらの番号を解答番号 ~ にマークせよ。ただし、解答の順序は問わない。

表 1

タンパク質	アミノ酸の数	はたらき
A	496	デンプンの消化にかかわる (酵素)
B	375	筋肉の収縮にかかわる
C	29	血糖濃度の調節にかかわる (ホルモン)

- ① ヒトは、A~C のようなはたらきをするタンパク質を合成するために必要なアミノ酸を、さまざまなタンパク質を含む食品から得ている。
- ② タンパク質 A~C のはたらきが互いに異なるのは、それぞれのタンパク質を構成するアミノ酸の数とは関係がない。
- ③ タンパク質 A~C の遺伝子は、もとは卵や精子がもっていた遺伝子である。
- ④ タンパク質 A~C のそれぞれの遺伝子が発現するときには、はじめに遺伝子の複製が起きる。
- ⑤ タンパク質 A~C を構成するアミノ酸の種類や配列の順序は、互いに異なる。
- ⑥ タンパク質 A~C は、必要なときにいつでも利用できるように全ての体細胞で発現している。

(5) 文章中の下線部 (iv) に関して、遺伝暗号表には、セリンというアミノ酸を指定するコドンが 6 種類ある。塩基配列がランダムで、偏りのない 960 個の塩基をもつ mRNA があるとする。この mRNA がもつ塩基配列中には、セリンを指定するコドンがいくつ含まれている可能性があると考えられるか。次の①～⑨のうちから最も適切なものを一つ選び、その番号を解答番号 **23** にマークせよ。ただし、この mRNA では、1 番目の塩基からコドンが始まるものとする。

- | | | | | |
|--------|--------|---------|---------|--------|
| ① 5 個 | ② 15 個 | ③ 30 個 | ④ 45 個 | ⑤ 60 個 |
| ⑥ 75 個 | ⑦ 90 個 | ⑧ 105 個 | ⑨ 120 個 | |



ヒトの血糖濃度の調節に関する次の（１）～（６）の問いに答えよ。

- （１） 次の図は、健康な人とⅠ型糖尿病患者の食事１時間前から食事４時間後までの血糖濃度と血液中のインスリン濃度の変化を示したものである。血糖濃度の変化を示すものは、図中の●と○のどちらであるか。次の①または②のうち、適切なものを一つ選び、その番号を解答番号 **24** にマークせよ。

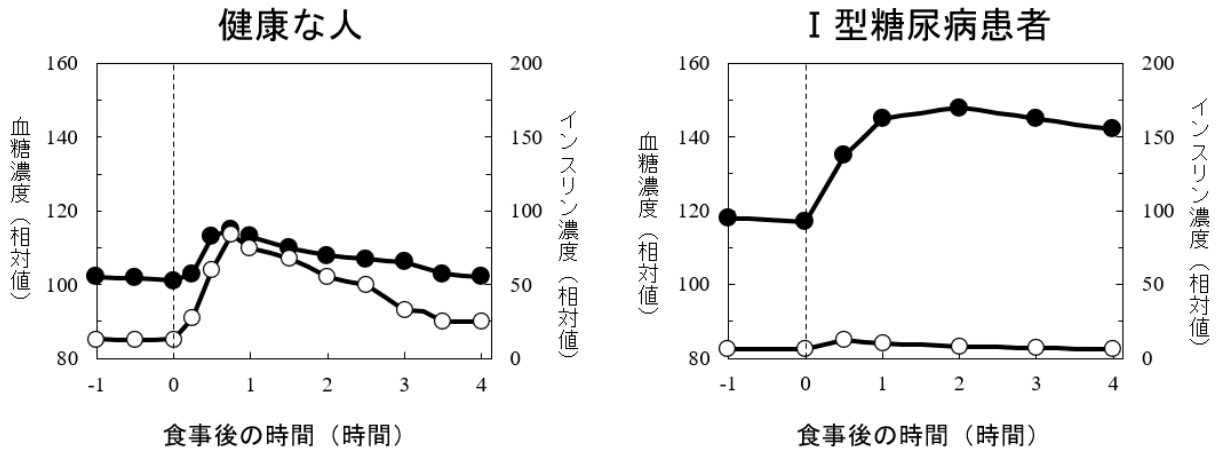


図 血糖濃度と血液中のインスリン濃度の変化

- ① ● ② ○

血糖濃度 : **24**

- （２） 問い（１）の図のⅠ型糖尿病患者の食事前後の血糖およびインスリン濃度の変化から推察される記述として、最も適切なものを次の①～④のうちから一つ選び、その番号を解答番号 **25** にマークせよ。

- ① 標的細胞のインスリンに対する感受性の低下が起きている。
- ② 標的細胞がグルコースをうまく取り込めなくなっている。
- ③ グルカゴンが過剰に分泌されている。
- ④ ランゲルハンス島の B 細胞が破壊されている。

(3) 血糖濃度が一定値以上になると、尿中にグルコースが排出されるのはなぜか。次の①～⑥のうち、最も適切なものを一つ選び、その番号を解答番号 **26** にマークせよ。

- ① グルコースのろ過量は変化せず、細尿管での再吸収量が減少するから。
- ② グルコースのろ過量は変化せず、細尿管での再吸収量が増加するから。
- ③ グルコースのろ過量も、細尿管での再吸収量も変化しないから。
- ④ グルコースのろ過量も、細尿管での再吸収量も増加するから。
- ⑤ グルコースのろ過量が増加しても、細尿管での再吸収量には限界があるから。
- ⑥ グルコースのろ過量が増加しても、細尿管での再吸収量は減少するから。

(4) 血糖濃度が低下した際の反応として適切なものはどれか。次の①～④の記述のうち、最も適切なものを一つ選び、その番号を解答番号 **27** にマークせよ。

- ① ランゲルハンス島の B 細胞が血糖濃度の低下を感知して、B 細胞からグルカゴンが分泌される。
- ② 副腎髄質から分泌されたアドレナリンが、肝臓でグリコーゲンの分解を促進する。
- ③ 脳下垂体後葉が刺激され、糖質コルチコイドが分泌される。
- ④ 成長ホルモンの分泌が増加し、肝臓で脂肪合成が促進される。

(5) 食事直後に、血糖濃度が最も高い血液が流れる血管はどれか。次の①～⑦のうち、最も適切なものを一つ選び、その番号を解答番号 **28** にマークせよ。

- ① 肺動脈 ② 上大動脈 ③ 下行大動脈 ④ 上大静脈
- ⑤ 肺静脈 ⑥ 肝門脈 ⑦ 下大静脈

(6) 食事で血糖濃度が上昇した際に、それを感知して血糖濃度を低下させるホルモンを分泌する。感知する場所として適切なものを次の①～⑧のうちから二つ選び、それらの番号を解答番号 **29** と **30** にそれぞれマークせよ。ただし、解答の順序は問わない。

- ① 肝臓 ② 心臓 ③ すい臓 ④ 小腸
- ⑤ 大脳 ⑥ 中脳 ⑦ 間脳 ⑧ 延髄

IV

染色体と遺伝子に関する次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。

一般に 1 本の染色体には多数の遺伝子が存在している。同一の染色体に存在する遺伝子は連鎖しているという。これに対して、異なる染色体に存在する遺伝子は互いに独立しているという。

減数分裂によって配偶子が形成される過程では、同一染色体に存在する遺伝子間で組換えが起こる場合がある。遺伝子の組換えは、減数分裂の(ア)分裂の際に

(イ)染色体を構成する相同染色体の間で、染色体の一部が交換される染色体の乗換えによって対立遺伝子間の新しい連鎖が生じることで起きる。

(i)連鎖している 3 個の遺伝子 X 、 Y 、 Z がこの順序で染色体上に存在するとき、 X - Y 間の組換え価と Y - Z 間の組換え価の和が、 X - Z 間の組換え価よりも大きくなることがある。これは、1 回の減数分裂の際に X - Y 間と Y - Z 間の 2 か所で乗換えが起こる(ウ)によるものと考えられる。

(1) 文章中の(ア)～(ウ)にあてはまる語句の組合せとして最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選び、その番号を解答番号 **31** にマークせよ。

	ア	イ	ウ
①	第一	常	遺伝子重複
②	第一	二価	遺伝子重複
③	第一	常	二重乗換え
④	第一	二価	二重乗換え
⑤	第二	常	遺伝子重複
⑥	第二	二価	遺伝子重複
⑦	第二	常	二重乗換え
⑧	第二	二価	二重乗換え

- (2) 文章中の下線部 (i) に関連して、ある被子植物に関して、花卉の色、葉の形、茎の高さにかかわる 3 組の対立遺伝子があり、それらが連鎖しているとする。花卉の色は、紫色が白色に対して顕性（優性）である。葉の形は、正常型（野生型）が異常型に対して顕性であり、茎の高さは、高いもの（野生型）が低いものに対して顕性である。なお、花卉の色に関して顕性の遺伝子を A 、潜性（劣性）の遺伝子を a とする。また、葉の形に関して顕性の遺伝子を G 、潜性の遺伝子を g とし、茎の高さに関して顕性の遺伝子を H 、潜性の遺伝子を h とする。この植物を用いて次の実験を行った。

[実験]

2 種類の純系どうしを交配し、雑種第一代 (F_1) を得た。この F_1 について、花卉の色、葉の形、茎の高さがすべて潜性の表現型をもつ個体と検定交雑を行って雑種第二代 (F_2) を得た。次の表は、 F_2 の表現型と個体数についてまとめたものである。この実験で用いた 2 種類の純系の遺伝子型として適切なものを次の①～⑧のうちから二つ選び、それらの番号を解答番号 32 と 33 にマークせよ。ただし、解答の順序は問わない。

表 F_2 の表現型と個体数

表現型			個体数
花卉の色	葉の形	茎の高さ	
紫	正常	高い	20
紫	異常	低い	144
紫	正常	低い	228
紫	異常	高い	1608
白	正常	低い	1616
白	異常	高い	220
白	正常	高い	140
白	異常	低い	24
合計			4000

- ① $AAGGHH$ ② $AAGGhh$ ③ $AaggHH$ ④ $Aagghh$
 ⑤ $aaGGHH$ ⑥ $aaGGhh$ ⑦ $aaggHH$ ⑧ $aagghh$

- (3) 問い(2)の表の実験結果をもとにして、 F_1 の体細胞がもつ相同染色体において、遺伝子 A 、 a 、 G 、 g 、 H 、 h の位置関係を次の図1のように示す場合、図1の(工)～(キ)にあてはまる遺伝子として適切なものを次の①～④のうちから一つずつ選び、それらの番号を解答番号 ～ にマークせよ。

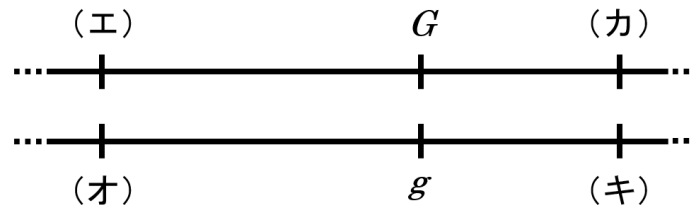


図1

- ① A ② a ③ H ④ h

(工) : (オ) : (力) : (キ) :

- (4) 問い(3)の図1に関して、次の図2に示す(工)と G の間、 G と(力)の間、(工)と(力)の間の組換え価(%)をそれぞれ小数第一位までもとめ、解答と同じ数字の番号を解答番号 ～ にそれぞれマークせよ。ただし、十の位にあてはまる適切な数字が無い場合は0(ゼロ)をマークせよ。(例 1%の場合、 . %とマークすること。)

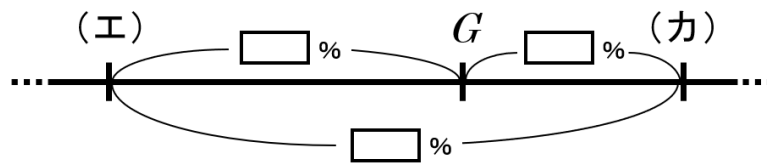


図2

(工)と G の間 : . %
 G と(力)の間 : . %
(工)と(力)の間 : . %

- (5) 問い(2)の被子植物に関して、3組の対立遺伝子(A と a 、 G と g 、 H と h)が互いに独立している場合を考える。この場合に、問い(2)の[実験]で得られる F_2 の遺伝子型は最大で何種類になると考えられるか。解答と同じ数字の番号を解答番号 と にそれぞれマークせよ。ただし、十の位にあてはまる適切な数字が無い場合は0(ゼロ)をマークせよ。(例 1種類の場合、 種類とマークすること。)

種類

V

ヒトの刺激の受容について、次の（１）～（６）の問いに答えよ。

- （１） 動物は外界からの刺激を眼や耳などの受容器で受け取る。動物がもつ受容器にはさまざまなものがあるが、受容器ごとに受け取ることのできる刺激が決まっている。このような刺激を何というか。次の①～⑤のうちから、最も適切なものを一つ選び、その番号を解答番号 **49** にマークせよ。

- ① 適刺激 ② 特定刺激 ③ 特殊刺激
④ 最適化学刺激 ⑤ 機械刺激

- （２） 嗅覚に関する次の①～⑤の記述のうちから、**誤っているもの**を一つ選び、その番号を解答番号 **50** にマークせよ。

- ① 嗅覚は、おもに空気中の化学物質に対する感覚である。
② 嗅細胞には、繊毛がある。
③ 嗅覚受容体は、リン脂質でできている。
④ におい物質は、嗅細胞の細胞膜にある受容体に結合する。
⑤ 嗅神経は、脳神経の一つであるから末しょう神経である。

- （３） 味覚に関する次の①～⑤の記述のうちから、**誤っているもの**を一つ選び、その番号を解答番号 **51** にマークせよ。

- ① 味覚によって、口の中に入れた飲食物を摂取してよいか確かめられる。
② 味覚は、おもに水などの液体に溶けた化学物質に触れることで生じる感覚である。
③ 味蕾（みらい）あるいは味覚芽は、味神経の受容体で構成されている。
④ 味神経の興奮は、大脳に伝えられる。
⑤ 味覚は、5 種類に分けることができる。

- （４） 刺激と受容器に関する次の①～⑤の記述のうちから、**誤っているもの**を一つ選び、その番号を解答番号 **52** にマークせよ。

- ① 舌の表面にある味蕾（みらい）あるいは味覚芽は、乳頭に存在する。
② 皮膚の表面には、温度受容体が存在している。
③ コルチ器は音波の受容器である。
④ TRPV1 は、嗅覚の受容体の一つである。
⑤ グルタミン酸が、味を感知できる受容体に結合すると、うま味を感じる。

(5) 視覚器に関する次の①～⑤の記述のうちから、誤っているものを一つ選び、その番号を解答番号 **53** にマークせよ。

- ① ヒトの眼は、直径 25mmほどの球形の器官である。
- ② 桿（かん）体細胞は、うす暗い場所でよくはたらく。
- ③ 桿（かん）体細胞は、黄斑周辺部に多く分布する。
- ④ 桿（かん）体細胞には、ロドプシンが含まれている。
- ⑤ 視細胞は、ガラス体に接している。

(6) 視覚器に関する次の①～⑤の記述のうちから、最も適切なものを一つ選び、その番号を解答番号 **54** にマークせよ。

- ① 盲斑では、視神経が網膜を貫いている。
- ② レチナールは、ビタミン C からつくられる。
- ③ 明順応では、視細胞の感度は上昇する。
- ④ 瞳孔括約筋が収縮すると、近調節が起きる。
- ⑤ 水晶体が厚くなると、焦点距離は長くなる。

VI

ある植物に遺伝子導入を行い、トランスジェニック植物を作成することとした。

次の（１）～（７）の問いに答えよ。

- （１） 植物では一般的な、アグロバクテリウムを用いた遺伝子導入を行うこととした。アグロバクテリウムは、生物の系統では、次の①～⑤のうちどのグループに属するか。最も適切なものを一つ選び、その番号を解答番号 **55** にマークせよ。

① 原核生物 ② 植物 ③ 原生生物 ④ 菌類 ⑤ 動物

- （２） アグロバクテリウムは、植物に感染すると、自身のプラスミドに含まれる遺伝子を宿主である植物の細胞内のある物質に組み込み、腫瘍（しゅよう）を形成させて寄生する。ある物質として最も適切なものを次の①～⑥のうちから一つ選び、その番号を解答番号 **56** にマークせよ。

① DNA ② RNA ③ タンパク質 ④ アミノ酸
⑤ 脂質 ⑥ デンプン

- （３） アグロバクテリウムから取り出したプラスミドに、遺伝子組換え操作によって目的の遺伝子を組み込むこととした。この遺伝子組換え操作の際に必要なものは何か。次の①～⑤のうちから適切なものを二つ選び、それらの番号を解答番号 **57** と **58** にマークせよ。ただし、解答の順序は問わない。

① ファージ ② Cas9 タンパク質 ③ ガイド RNA
④ 制限酵素 ⑤ DNA リガーゼ

- （４） 目的の遺伝子が導入されたかどうかを確認するため、トランスジェニック植物から DNA を抽出し、PCR 法で調べることにした。PCR 法に関する次の文中の（ア）にあてはまる数字と同じ番号を、解答番号 **59** にマークせよ。

PCR 法は、増幅させたい DNA 領域に対応した相補的な短い（ア）本鎖の DNA（プライマー）、デオキシリボヌクレオシド三リン酸、(i) 酵素などを混合した反応液に、試料から抽出した DNA を加え、(ii) 反応液の温度を変化させる操作を繰り返すことで、わずかな DNA をもとに、目的の DNA を大量に複製する（増幅する）方法である。

(5) 問い(4)の文中の下線部(i) 酵素 について、次の①～⑤のうちから最も適切なものを一つ選び、その番号を解答番号 **60** にマークせよ。

- | | |
|---------------------|---------------------|
| ① RNA ポリメラーゼ (合成酵素) | ② DNA ポリメラーゼ (合成酵素) |
| ③ DNA リガーゼ | ④ DNA ヘリカーゼ |
| ⑤ 制限酵素 | |

(6) 問い(4)の文中の下線部(ii) 反応液の温度を変化させる操作を繰り返すこと で について、次の反応①～③で表される一般的な PCR 法で用いられる反応液の温度として適切なものを、次の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選び、それらを解答番号 **61** ～ **63** にマークせよ。

→ 反応① : **61** → 反応② : **62** → 反応③ : **63** →

のサイクルを複数回繰り返す。

- | | | | |
|--------|----------|---------|---------|
| ① 約 4℃ | ② 50～60℃ | ③ 約 72℃ | ④ 約 95℃ |
|--------|----------|---------|---------|

(7) 問い(6)について、反応①～③を1サイクルとする。このサイクルを20回繰り返した場合、目的とする DNA 断片は理論上何倍に増幅されるか。次の①～⑧のうちから最も近いものを一つ選び、その番号を解答番号 **64** にマークせよ。

- | | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① 20 倍 | ② 1×10^2 倍 | ③ 2×10^3 倍 | ④ 1×10^4 倍 |
| ⑤ 2×10^5 倍 | ⑥ 1×10^6 倍 | ⑦ 2×10^7 倍 | ⑧ 1×10^8 倍 |