

5 3 5 4 5 5 【医 学 科】

理 科 問 題

2025(令和7)年度

【注意事項】

1. この問題冊子は「理科」である。
2. 理科は2科目を解答すること。試験時間は2科目合計で180分である。
3. 試験開始の合図まで、この問題冊子を開いてはいけない。ただし、表紙はあらかじめよく読んでおくこと。
4. 試験開始後すぐに、以下の5.に記載されていることを確認すること。
5. この問題冊子の印刷は1ページから20ページまであり、解答用紙は問題冊子中央に9枚はさみこんである。

科 目	問 題	解答用紙
物 理	1 ページから 6 ページ	3 枚 (53-1, 53-2, 53-3)
化 学	7 ページから 11 ページ	3 枚 (54-1, 54-2, 54-3)
生 物	12 ページから 20 ページ	3 枚 (55-1, 55-2, 55-3)

6. 問題冊子に落丁、乱丁、印刷不鮮明な箇所等があった場合および解答用紙が不足している場合は、手をあげて監督者に申し出ること。
7. 試験開始後、解答する科目の解答用紙の所定欄に、受験番号と氏名を記入すること（1枚につき受験番号は2箇所、氏名は1箇所）。
8. 解答は必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。解答用紙の裏面に記入してはいけない。
9. 解答する科目の問題番号に対応した解答用紙に解答していない場合は、採点されない場合もあるので注意すること。
10. 解答する字数に指定がある場合は、句読点も1字として数えること。英数字を記入する場合は、1字分のマス目に2文字まで記入してよい。
11. 問題冊子の中の白紙部分は下書き等に使用してよい。
12. 解答用紙を切り離したり、持ち帰ってはいけない。解答しない科目の解答用紙も提出すること。
13. 試験終了時刻まで退室を認めない。試験中の気分不快やトイレ等、やむを得ない場合には、手をあげて監督者を呼び、指示に従うこと。
14. 試験終了後は問題冊子を持ち帰ること。



55 生物

12 ページから 20 ページ



〔 I 〕 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

問題文 1

あるヒト培養細胞を、非同調的かつ活発に細胞分裂する培養条件で培養し、(A)細胞周期に関する実験を行った。増殖中の培養細胞に対し、DNA に結合して蛍光を発する試薬を用いて各細胞に含まれる DNA 量を測定したところ、細胞 1 個当たりの DNA 量と細胞数の関係は、図 1 のようになった。また、すべての細胞で細胞周期に要する時間は 20 時間であり、A、B、C の 3 つの区分に分類される細胞数の割合はそれぞれ 70%、20%、10%であった。

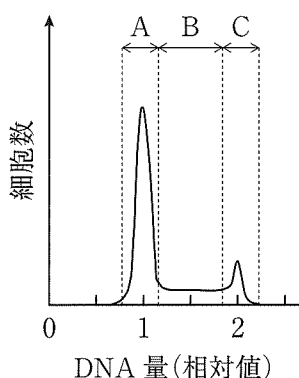


図 1 細胞 1 個当たりの DNA 量と細胞数の関係

(1) 下線部 (A) の実験について、以下の問いに答えなさい。

(ア) 体細胞分裂の細胞周期は G_1 期、S 期、 G_2 期、M 期に分類される。この 4 つの期間は、それぞれ図 1 の A、B、C のどの区分に含まれるか、答えなさい。

(イ) この細胞を、顕微鏡を用いて観察したところ、細胞周期における間期の細胞は 1,000 個中 980 個だった。このことより、 G_1 期、S 期、 G_2 期、M 期に要する時間を答えなさい。ただし、複数の核をもつ細胞は無視できるものとする。

(2) 生体内の筋細胞や神経細胞の多くは、ほとんど細胞分裂を行わず、上記の期間以外の状態にとどまることが知られている。その期間の名称を答えなさい。一方、肝臓の細胞では、肝臓が傷ついた場合などに、そのとどまった状態から細胞周期を再開することが知られている。肝臓の細胞が再度分裂を開始する場合、 G_1 期、S 期、 G_2 期、M 期のうちどの期間から再開するか、答えなさい。

(3) この培養細胞を、紡錘体形成阻害剤または DNA ポリメラーゼ阻害剤を含む条件で 24 時間培養した後、再度下線部 (A) の実験を行った。そのときの結果として得られるグラフの形として適切なものを、紡錘体形成阻害剤または DNA ポリメラーゼ阻害剤それぞれについて、図 2 の①～⑥の中から選び、番号で答えなさい。また、その理由を、紡錘体または DNA ポリメラーゼの機能と細胞周期を関連させながら 80 文字程度で説明しなさい。

(4) (3)の紡錘体形成阻害剤を用いた実験を行った後、阻害剤を除去した条件にすると、どのようにグラフの形が変化すると予想されるか、変化をはじめてから次の段階のグラフの形として、適切と考えられるものを図 2 の①～⑥の中から選び、番号で答えなさい。また、その理由を 50 文字程度で説明しなさい。ただし、細胞は阻害剤を除去した条件にすると、ただちに細胞周期を再開するものとする。

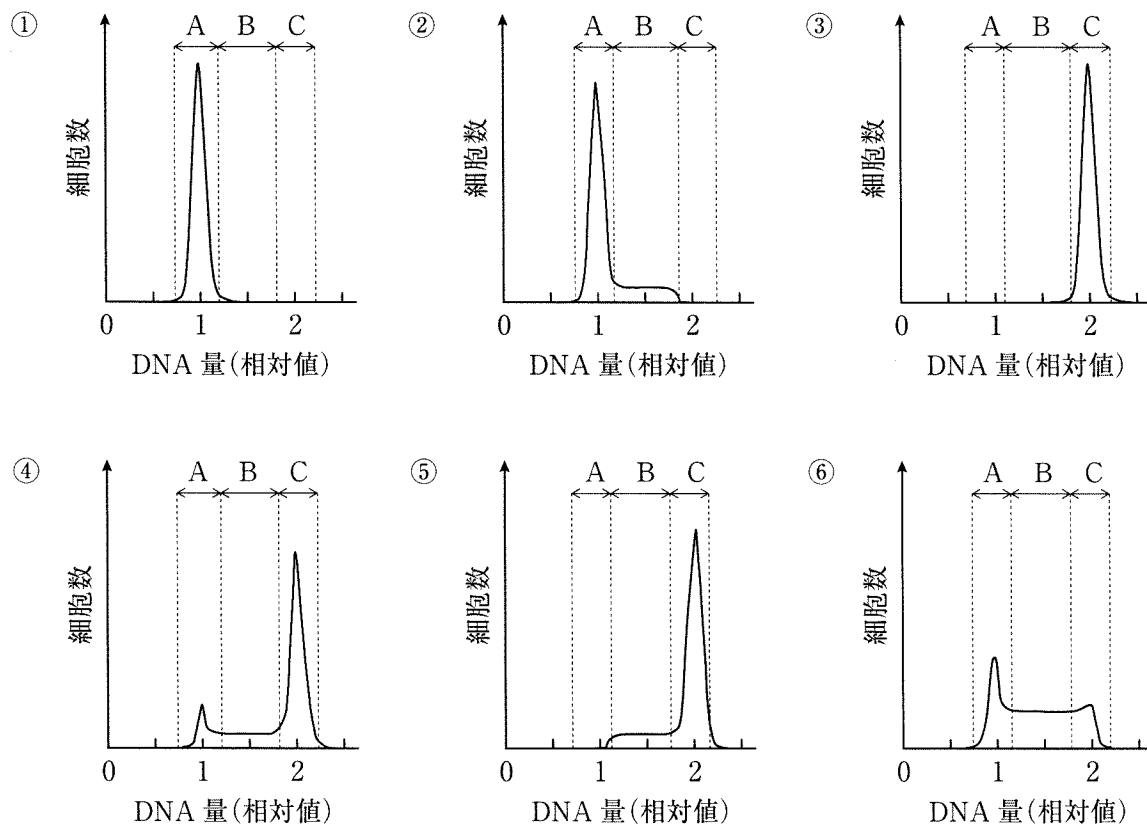


図 2 (3), (4)の問題文に対応する選択肢

問題文 2

ヒト培養細胞の呼吸には、(B)解糖系、クエン酸回路、電子伝達系の3段階がある。1分子のグルコースが呼吸によって分解された場合、解糖系では a 分子、クエン酸回路では b 分子の (C)ATP(アデノシン三リン酸)が、それぞれ細胞に供給される。また ATP は、塩基の1つであるアデニンと、リボースという糖、3つのリン酸から構成され、すべての生物に共通した「エネルギーの通貨」としてエネルギーの受け渡しを担っている。一方、FAD(フラビンアデニンジヌクレオチド)は、アデノシン、リン酸、ビタミン B₂(リボフラビン)の3つから構成され、電子や水素の受け渡しを仲介することで、生体内の (D)酸化還元反応において重要な役割を果たしている。

- (5) a , b に当てはまる数字を答えなさい。
- (6) 下線部 (B) の解糖系は、筋肉が酸素を使わずにエネルギーを取り出す解糖と共通する過程である。解糖による ATP 合成を継続すると乳酸が生じる理由を、NAD⁺ とピルビン酸という語句を用いて 80 文字程度で答えなさい。
- (7) 下線部 (C) の ATP について、以下から正しいものをすべて選び、番号で答えなさい。
- ① アデノシンとリン酸の間の結合は、エステル結合(リン酸エステル結合)である。
 - ② ATP は受動輸送の際に使用される。
 - ③ ミオシンは ATP からエネルギーを取り出し、アクチンフィラメント上を移動する。
 - ④ 筋線維では静止時にクレアチンリン酸から ATP を合成し、エネルギーを蓄える。
 - ⑤ 細胞外からの刺激により細胞膜に存在する酵素が活性化し、ATP から環状 AMP (cAMP) という低分子化合物がつくられ、細胞内に刺激の情報を伝達する。
- (8) 下線部 (D) の酸化還元反応について、呼吸におけるミトコンドリア内のクエン酸回路において、FAD を補酵素とする酵素の名称を答えなさい。また、この酵素がクエン酸回路を進める反応で生成する物質を2つ答えなさい。

生物の試験問題〔Ⅱ〕は次に続く。

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

問題文 1

多細胞生物を構成する個々の細胞は、周囲の細胞や環境の情報を読み取って活動することで、組織や臓器、個体を自己組織化的に生み出す。それは、あたかも人々が互いにコミュニケーションをとり、周りの自然環境と接しながら、都市や国家を形成する様子に似ている。人間は目や耳などの器官をつかって他の人間とコミュニケーションをとり、また環境の変化を知る。それでは、細胞にとっての目や耳とはどのようなものだろうか？

(A)細胞の表面には多様な膜タンパク質が存在している。これらの一部は受容体とよばれ、他の細胞から放出される化学的な刺激や、周囲の環境に由来する物理的な刺激を検知するセンサーの役割をもっている。化学的な刺激については、(B)ペプチドホルモンのようなタンパク質、あるいはステロイドホルモンのようなステロイド核という構造をもつ有機化合物が知られている。一方、物理的な刺激は、(C)細胞の足場である細胞外基質の固さや、血流に由来する力、温度などが挙げられる。刺激の種類や強さに応じて、細胞には増殖や分化などの応答が引き起こされる。同一種類の隣接した細胞であっても、受け取る刺激が異なれば全く別の応答を示すこともある。逆に、同一の刺激が与えられても、細胞の種類や状態によってセンサーの種類や量が異なれば、やはり細胞の応答は異なる。

一つ一つの細胞は組織や臓器、個体の全体像を認識しているわけではなく、局所的な刺激に応じて一定のルールで行動しているに過ぎない。裏を返せば、一定のルールにしたがって振る舞う要素が集まれば、様々な生命現象にも似た自己組織化的な現象が生み出される。

- (1) 下線部 (A) について、リボソームによって合成された膜タンパク質が、細胞膜に輸送されるまでに経由する細胞小器官の名称を、経由する順に2つ答えなさい。
- (2) 下線部 (B) について、ペプチドホルモンとステロイドホルモンは、情報伝達においてどのような特徴の違いをもつか、150文字以内で説明しなさい。
- (3) 下線部 (C) について、細胞と細胞外基質との接着様式について、関与する分子や細胞骨格に言及しつつ、150文字以内で説明しなさい。

問題文 2

図1のような、個々の粒子の動きが近くの粒子の動きに影響を受けて決定されるアルゴリズムを用いて、集団全体が自己組織化される様子を調べた。

手順①では、初期値として図2(a)のように、有限の正方形内に N 個の粒子(1, 2, ..., i , ..., N) をランダムに配置し、それぞれの粒子にランダムな進行方向の角度変数 θ_i (水平方向からの角度) をもたせる。次に、手順②から⑤のサイクルを実行する。手順②では、それぞれの粒子において、その粒子の位置を中心とした半径 r の円内に別の粒子があるかを判定する。別の粒子がある場合は手順③を実行し、 r の円内にいる全ての粒子の進行方向の角度の平均値 $\bar{\theta}_i$ を求める。別の粒子がない場合は、 θ_i をそのまま $\bar{\theta}_i$ とする。手順④では、生物学的なゆらぎを反映させるため、 $\bar{\theta}_i$ を η_i (一定の範囲でランダムに決まる値) で増減させる。手順⑤では、全粒子を角度 $\bar{\theta}_i + \eta_i$ の方向に距離 ℓ 直進させる。 N 個の粒子全てについて実行し、これを1サイクルとする。

$\bar{\theta}_i + \eta_i$ は次のサイクルの θ_i となる。 r と ℓ は全粒子および全サイクルで共通の定数であり、 η_i は N 個の粒子それぞれにおいて、サイクルごとに決まる。なお、粒子には体積がなく、粒子同士は衝突せず、同じ位置に存在してもよいとする。自然界における広大な領域をシミュレーションするため、正方形の境界は左の端と右の端、上の端と下の端が繋がっており、端に到達した粒子は進行方向を保持したまま、もう一方の端に移るものとする。

適当な N , r , ℓ の値および η_i の範囲を設定すると、図2(b)のシミュレーション結果が得られた。粒子は近くの別の粒子に影響を受けるだけでなく、サイクルの経過と共に、(D)いくつかの粒子が集まって進行方向を揃えるように自己組織化した。例えば、この粒子を細胞と仮定すると、同種の細胞同士がサイトカインなどの狭い範囲で作用する化学的刺激を介してコミュニケーションをとり、自己組織化する現象に類似していると考えられる。

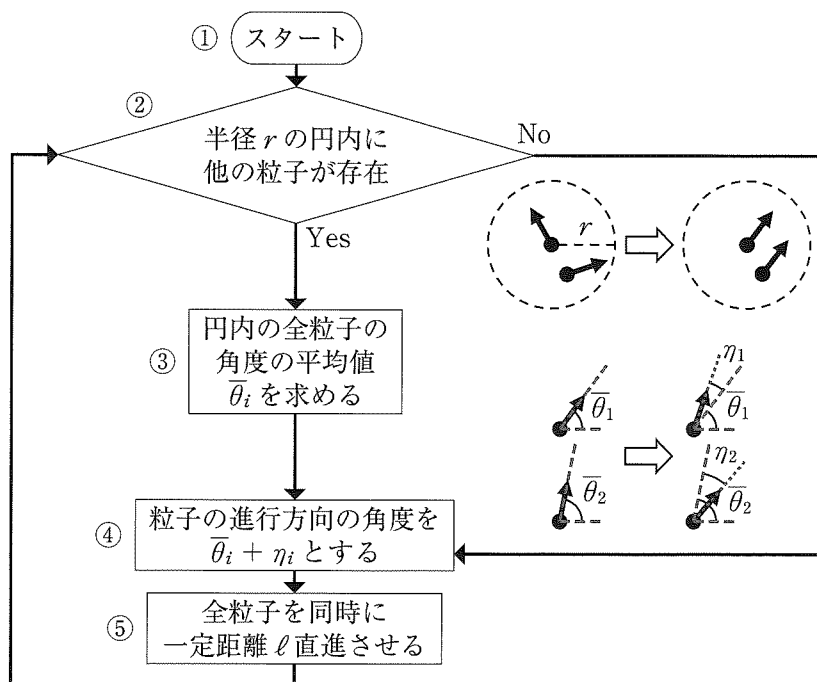


図1 各粒子にプログラムされたアルゴリズム
矢印は進行方向を示す

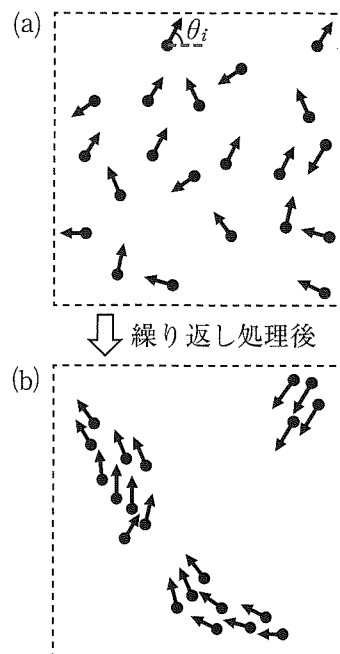
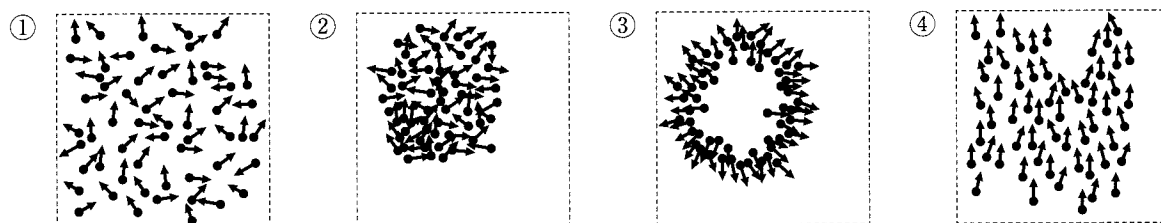


図2 繰り返し処理後の粒子の
配置と進行方向

- (4) 粒子数 N が図 2(a) の条件に比べて多いとき、図 2(b) と同じサイクルの繰り返し処理の経過後に、どのような粒子の配置と進行方向をとるか、適当なものを次の①～④から選び、番号で答えなさい。



- (5) 下線部 (D) について、このシミュレーションにおいて、図 2(b) のように自己組織化するために粒子数以外に必要な条件を、 r と η_i それぞれについて答えなさい。ただし、正確な値や数式は必要としない。
- (6) この粒子を鳥と仮定したとき、半径 r と直進距離 ℓ は、それぞれ何に対応していると考えられるか。鳥が周囲の個体とコミュニケーションをとるために、物理的刺激を活用していることを踏まえて答えなさい。
- (7) このシミュレーションのように、ある種の動物においては、個体が集まって、一緒に移動したり採食したりする群れを形成することがある。このシミュレーションでは、粒子数 N は任意の数として設定可能であるが、自然界では、動物の群れの大きさはどのように決まっていると考えられるか。群れの利益と不利益それぞれについて言及しながら、150 文字以内で説明しなさい。

生物の試験問題〔Ⅲ〕は次に続く。



〔Ⅲ〕 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

問題文 1

生物調査チームが川沿いの湿潤地帯に群生する植物 X を複数個体採取した。実験室内でこれらを育て、それぞれを数世代自家受精させたところ、2種類の純系ができた。1つは草丈が高く光沢のない葉としわのない種子をつけ、もう1つは草丈が低く光沢のある葉としわのある種子をつけた。これら2種類の純系を交雑したところ、草丈が高く光沢のない葉としわのない種子をつける個体 F ができた。このことから、草丈が高く光沢のない葉としわのない種子の形質は a 性であると考えられた。次に、この交雑してできた個体 F と、草丈が低く光沢がある葉としわのある種子をつける b 性の純系を交配する検定交雑を行い、できた種子を 1,000 粒まいて栽培したところ、表に示す表現型の個体が現れた。

表 検定交雑による子の表現型と個体数

草丈(H)	表現型		個体数
	葉の光沢(L)	種子のしわ(S)	
高い	なし	なし	386
低い	なし	なし	45
高い	あり	なし	80
高い	なし	あり	5
低い	あり	なし	3
低い	なし	あり	59
高い	あり	あり	54
低い	あり	あり	368
(合計)			(1,000)

- (1) 文章中の空欄 a , b に当てはまる適当な語句を答えなさい。
- (2) ここでみられた表現型に関わる遺伝子のうち、草丈の遺伝子を H 、葉の光沢の遺伝子を L 、種子のしわの遺伝子を S とする。
- (ア) H と L と S は連鎖していると考えられる。その理由を 50 文字以内で説明しなさい。
- (イ) L と S の組換え価を求めなさい。
- (ウ) 染色体上でこれらはどのような位置にあると考えられるか、次の選択肢から推定されるものを選びなさい。
- 選択肢： $H-L-S$ $H-S-L$ $L-H-S$

- (エ) 染色体地図の作成では、組換え価を遺伝子間の距離とする。 H と L と S の3遺伝子では、最も遠い2つの遺伝子間の組換え価と、相対的に近い距離にある遺伝子間の2つの組換え価の和は一致するはずである。しかし、実際は最も遠い遺伝子間の組換え価の方が小さくなり、相対的に近い距離にある遺伝子間の2つの組換え価の和と一致しなかった。このような現象が見られる理由を100文字以内で説明しなさい。

問題文 2

山岳の乾燥地帯には植物 Y が群生していた。赤い花、ピンク色の花、白い花の個体があったため実験室に持ち帰り、それぞれの花の色をつける純系を得るために自家受精を行った。赤い花、白い花の植物は、それぞれの子孫に赤い花、白い花のみが現れる純系を得ることができたが、ピンク色の花を自家受精させて得た種子からは常に赤い花、ピンク色の花、白い花の個体がおよそ1:2:1の割合で現れた。そのため、赤い花の個体の遺伝子型を RR 、白い花の個体の遺伝子型を rr としたとき、ピンク色の花の個体の遺伝子型は c であると考えられた。(A)これらの花の色を発現させる遺伝子は同一遺伝子座にあることが推定された。また、山岳の乾燥地帯のある区画で800個体の植物 Y の花の色を調査したところ、赤い花が392個体、ピンク色の花が336個体、白い花が72個体だった。

- (3) 文章中の空欄 c に入る遺伝子型を答えなさい。
- (4) 下線部 (A) について、この植物 Y の集団ではハーディー・ワインベルグの法則が成り立つとする。
- (ア) ハーディー・ワインベルグの法則が成り立つ集団の前提条件はいくつかあるが、その中から3つを答えなさい。
- (イ) このある区画の植物 Y の花の色の形質の対立遺伝子 R の遺伝子頻度 p 、対立遺伝子 r の遺伝子頻度 q を求めなさい。ただし、 $p + q = 1$ とする。

問題文 3

植物 X は川沿いの湿潤地帯に群生していたのに対し、植物 X とよく似た形態の植物 Y は山岳の乾燥地帯に群生していた。さらに、それらとよく似た形態の植物 Z は川と山岳の中間地帯に群生していた。これらの植物の根の細胞の染色体数を計測したところ、植物 X は 10 本、植物 Y は 10 本、植物 Z は 20 本だった。それぞれの植物を相互に交配すると、(B)受精はするものの発芽能力のある種子はできなかった。そこで、植物 X と植物 Z の交配後に解剖により胚を取り出して培養したところ、植物 X と植物 Z の雑種を人為的に作り出すことに成功した。しかしながら、この雑種を育てて観察したところ、花粉が正常にできなかった。そこで、この雑種の減数分裂過程を調べた。その結果、減数第一分裂過程で植物 X に由来する染色体は して 5 個の 染色体を形成するのに対して、植物 Z 由来の染色体のうち 5 本は 染色体を形成していなかった。同様に、植物 Y と植物 Z の雑種の減数分裂過程を調べたところ、植物 Y 由来の染色体は して 5 個の 染色体を形成するのに対して、植物 Z 由来の染色体のうち 5 本は 染色体を形成していなかった。これらの結果から、植物 Z は植物 X と植物 Y が交雑した後に染色体が倍加して生じた倍数体であると推定し、次世代 を用いて全ゲノム DNA を解読することにより検証した。その結果、植物 Z は植物 X と植物 Y を祖先とする倍数体であることが証明された。

(5) 文章中の空欄 ～ に当てはまる適当な語句を答えなさい。

(6) 下線部 (B) について次の問いに答えなさい。

(ア) 下線部 (B) のような状態を何というか答えなさい。

(イ) 下線部 (B) の状態に伴って新しい種が生じることを何というか答えなさい。



