

平成25年度入学試験問題

理 科

注 意

1. 問題冊子は、物理：1～6ページ、化学：7～10ページ、生物：11～18ページである。問題冊子は、指示があるまで開かないこと。
2. 解答紙は計3枚で、物理：1枚、化学：1枚、生物：1枚である。
3. 解答開始前に、試験監督者の指示にしたがって、選択しない科目も含めすべての解答紙それぞれ2カ所に受験番号を記入すること。
4. 試験監督者の指示にしたがって、選択しない科目の解答紙に×印を大きく2カ所記入すること。
5. 「始め」の合図があったら、問題冊子のページ数を確認すること。
6. 解答は、黒色鉛筆(シャープペンシルも可)を使用し、すべて所定の欄に記入すること。欄外および裏面には記入しないこと。
7. 試験終了後、監督者の指示にしたがって、解答紙の順番をそろえること。
8. 下書き等は、問題冊子の余白および草稿用紙を利用すること。
9. 解答紙は持ち帰らないこと。

生 物

〔1〕 生命の起源と初期の進化についての次の文章を読み設問に答えなさい。

約 46 億年前に誕生した地球は、数億年かけて徐々に冷え、原始大気中の水蒸気は水となって原始海洋が形成された。当時の原始大気の組成は現在とは大きく異なっていた。大気中や原始海洋中で、太陽からの紫外線、地熱、雷による放電などのエネルギーによって簡単な有機物が生じ、さらにそれらから種々のより複雑な有機物が作られたと考えられている。生物体を構成していたと推測される炭素化合物が約 38 億年前の地層から見つかり、この頃には最初の生命が現れていた。また、最古の原核生物の化石は、約 35 億年前の地層から見つかり、最初の生命体が、どのような代謝を行っていたのかについては諸説あるが、化学合成によってエネルギーを得る独立栄養生物だったとする説がある。光のエネルギーを利用できる光合成生物が、いつ現れたかについては明らかではないが、初期の光合成生物は〔あ〕を利用できなかったと考えられる。27 億年前の地層から真核生物の痕跡とされる化合物が検出され、21 億年前の地層から、真核生物の最古の化石が見つかったことから、この頃には真核生物が出現していたと推測される。やがて〔あ〕を利用できる光合成生物が出現して、それらの活動により大気の組成は大きく変化し、〔い〕を行う従属栄養生物が出現した。

1. 下線部(1)について、当時の主な大気組成として適切なものを次の(ア)~(ク)より選び記号で答えなさい。

- (ア) CO_2 , H_2 , H_2O , N_2 (イ) CO , CO_2 , H_2O , N_2 (ウ) CH_4 , H_2O , N_2 , NH_3
(エ) CH_4 , H_2 , N_2 , NO_2 (オ) CH_4 , H_2 , He , NH_3 (カ) CH_4 , CO , H_2 , H_2O
(キ) CH_4 , CO_2 , N_2 , SO_2 (ク) CH_4 , H_2S , N_2 , NH_3

2. 下線部(2)の過程の名称を答えなさい。

3. 下線部(3)について、以下の問いに答えなさい。

(1) 始原の生命について考えると、図 1 に示す現在の生物における遺伝情報の流れの概念との間に、矛盾を生じる点がある。この矛盾について説明しなさい。

(2) この矛盾を解消する発見と、その発見に基づいて考えられた始原の生命について説明しなさい。

4. 生物がエネルギーを獲得する経路の進化に関して以下の問いに答えなさい。

(1) 〔あ〕, 〔い〕に適切な語句を答えなさい。

(2) 図 2 に示すア~ケの経路のモデルより問題文に対応した経路を 4 つ選び、出現が古い順に記号で答えなさい。

5. 下線部(4)について、濃度が大きく変化した成分の名称を 2 つ答え、現在までのそれぞれの変化の様子を示すグラフを図 3 の a ~ i より選びなさい。

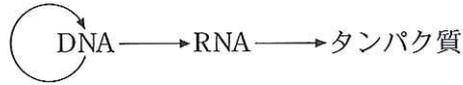


図 1

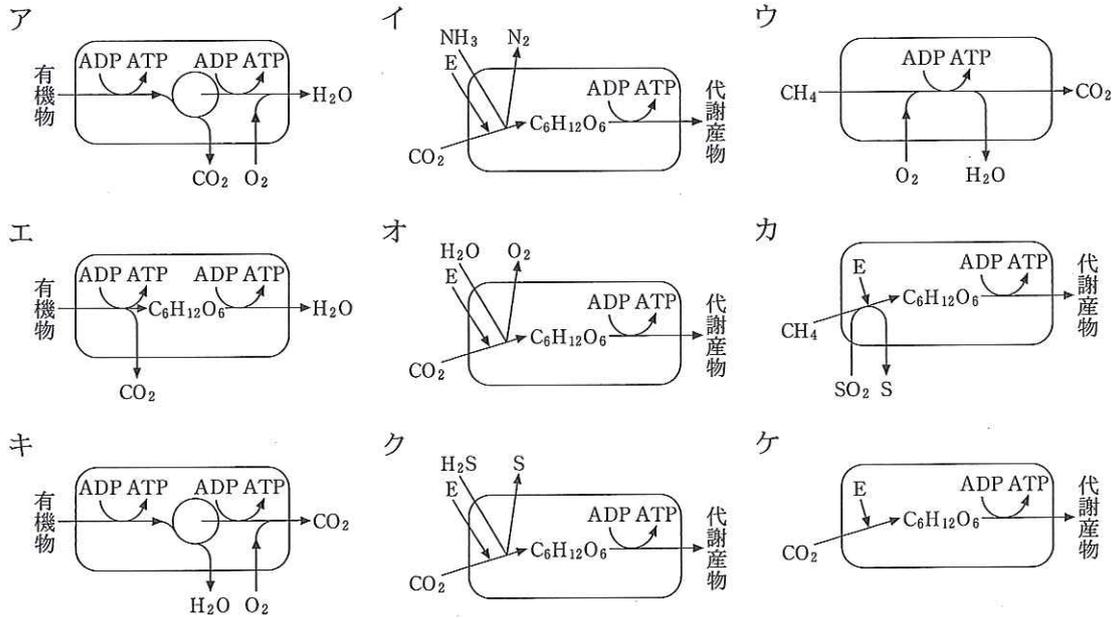


図 2 E はエネルギーを示す。

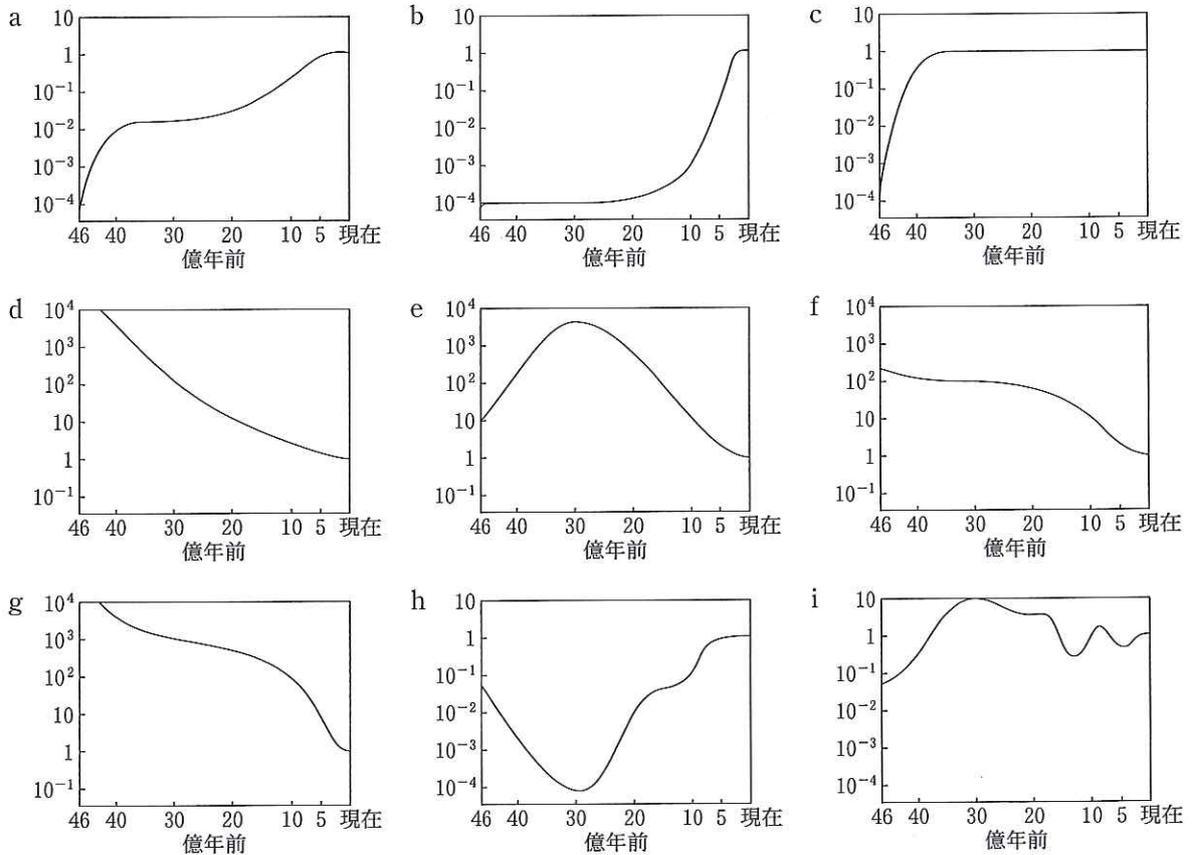


図 3 縦軸は現在の濃度を 1 としたときの相対値を示す。

抗がん剤を使用した以下の実験 I, II について設問に答えなさい。

実験 I 同数の腫瘍細胞 A を入れた容器を複数個用意する。一つの容器には抗がん剤 P を加えず、その他の容器には抗がん剤 P をさまざまな濃度になるようにくわえた。数日間培養したのち、各容器に生きている細胞の数(生細胞数)をかぞえた。各濃度における生細胞数の比率を次の式で求め、抗がん剤の効果をしらべた。

$$\text{「生細胞の比率(\%)」} = \frac{\text{「抗がん剤 P を加えた容器の生細胞数」}}{\text{「抗がん剤 P を加えなかった容器の生細胞数」}} \times 100$$

図 1 に生細胞の比率と濃度の関係を示す。生細胞の比率が 50 % になる抗がん剤の濃度を IC 50 値と定義する。抗がん剤の効果は IC 50 値で比較できる。

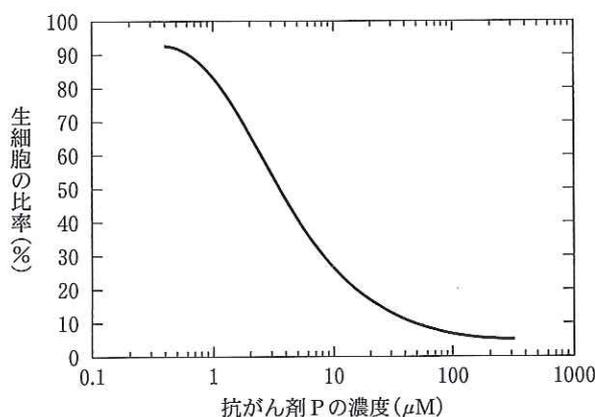


図 1

実験 II 腫瘍細胞 A を抗がん剤 P 存在下で長期間培養すると、その一部は抗がん剤 P が効きにくい腫瘍細胞 B になった。異物を細胞内から細胞外に排出する輸送タンパク質のなかには抗がん剤を細胞外に排出するものがある。解析の結果、腫瘍細胞 B では腫瘍細胞 A に比べ、輸送タンパク質 X が高発現し、抗がん剤 P 投与後における抗がん剤 P の細胞内量はきわめて低かった。

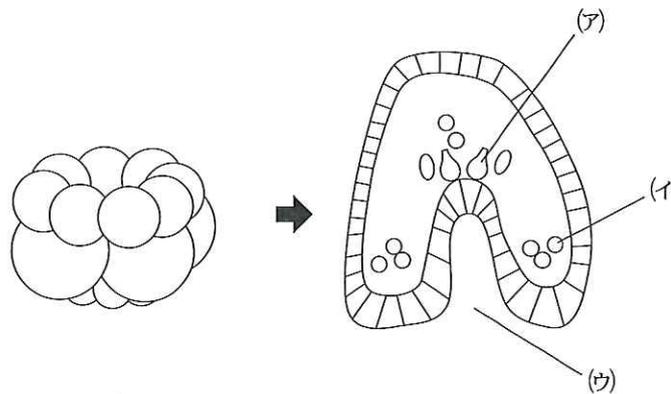
5. 図 1 から抗がん剤 P の IC 50 値を求めなさい。
6. 腫瘍細胞 B を使って実験 I と同様の実験をおこなったところ、IC 50 値は腫瘍細胞 A に比べ 10 倍高かった。腫瘍細胞 B のグラフを図に実線で書きくわえなさい。
7. 下線部(4)について、輸送タンパク質 X が抗がん剤 P の排出と生細胞の比率に関与する可能性を示したい。その実験方法と予想される結果を「細胞内量」と「IC 50 値」の語句を使い説明しなさい。
8. 別の腫瘍細胞 C は最初から抗がん剤 P が効きにくかった。考えられる理由を 1 つ答えなさい。

〔3〕 次の文章を読み、設問に答えなさい。

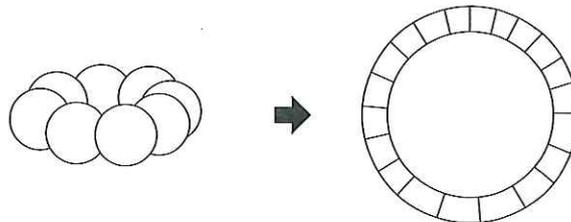
ウニの受精卵の発生を観察した。受精後約1時間半で第1回の卵割が起こり、その後はほぼ30分おきに卵割が起こった。3回目の卵割が起こった後では細胞の数は8個になった(8細胞期)。

16細胞期になる時には卵割面が変化する。割球に大・中・小の違いが現れた。このような変化は、1個の受精卵から出発した細胞が多様な細胞に分化する過程の一段階である。この胚を用いて以下の実験Ⅰ～Ⅲを行い、正常胚の原腸胚に相当する時期まで発生させた。その結果できた胚の断面を正常胚の例とともに以下に示す。ただし、受精膜や繊毛などは省略した。

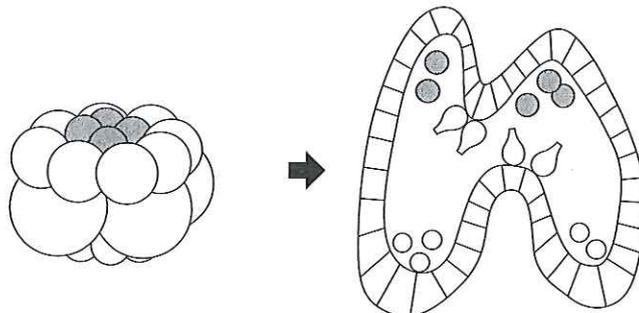
〔正常胚〕



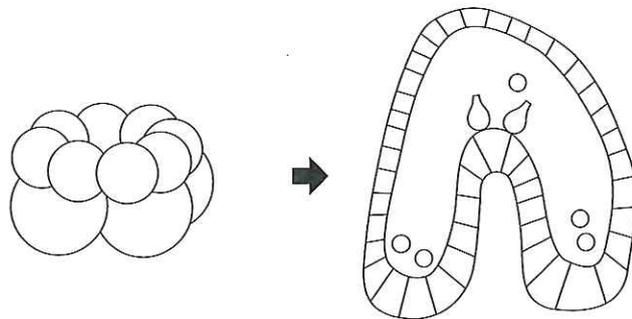
〔実験Ⅰ〕 中割球8個を分離して発生させると、内部に空隙のある細胞塊ができた。



〔実験Ⅱ〕 16細胞期の胚の動物極に、同じ時期の他の胚から分離した小割球を移植して発生させた。移植した小割球には識別のために色素を注入しておいた。原腸胚期になると、移植を受けた胚の動物極側に新たな構造が形成された。



〔実験Ⅲ〕 16細胞期の胚から小割球を除去して発生させると、正常胚の原腸胚期とよく似た構造が形成された。ただし構造ができるまでの時間は正常胚より長くかかった。



1. 図の(ア)~(ウ)の名称を答えなさい。
2. 卵割の説明について次の(A)~(F)から正しいものを全て選び、記号で答えなさい。
 - (A) 間期に DNA の合成が起こらない
 - (B) G1 期が存在しない
 - (C) 分裂期に紡錘体の形成が行われない
 - (D) 分裂期には染色体は染色分体ごとにわかれて新しい細胞に移動する
 - (E) 分裂期には相同染色体が別々に新しい細胞に分配されていく
 - (F) 分裂が進むと細胞核内の遺伝子の構成に変化が生じる
3. 下線部の時期まで卵割の形式は全割で、割球の大きさはほぼ同じである。このような卵割を起こす卵にはどのような特徴があるか答えなさい。
4. 正常胚と実験Ⅰ，Ⅱの結果から、小割球は原腸胚までの発生に対してどのような役割をもっていると考えられるか答えなさい。
5. 設問4で答えた内容と実験Ⅲの結果を考え合わせ、小割球除去後にも正常胚と似た構造ができたのはなぜか、答えなさい。

〔4〕 哺乳類の消化器官の機能調節に関する次の文章を読み、以下の設問に答えなさい。

胃、小腸などの腹部の消化器官にはその機能を調節する神経系として〔ア〕が分布している。〔ア〕のうち〔イ〕はその末端から〔ウ〕を分泌して消化器官の機能を促進し、一方〔エ〕は〔オ〕を分泌して抑制する。

小腸に胃液の塩酸が入ると、膵臓からアルカリ性の膵液が分泌されることは19世紀には知られていた。この現象について、条件反射の研究で著名なロシアの生理学者パプロフは、腸壁に分布している神経が腸管の粘膜表面まで伸び出してきており、この神経が塩酸を感知して、その興奮が神経の連絡により膵臓に伝わり、膵液が分泌されると考えた。

一方、イギリスの生理学者ベイリスとスターリングは、イヌの腸に分布する神経を手術により切断した後、腸管腔内に胃液と同じ濃度の塩酸を入れる実験を行うと、膵臓から膵液が流れ出てくること、また、腸の粘膜を取り、塩酸を混ぜ、その後、粘膜をすりつぶし、その抽出液をイヌの静脈に注射すると、1分もたたないうちに、膵液が多量に流れ出すことを明らかにした。ベイリスとスターリングは、塩酸の刺激により、腸粘膜に物質 M が生じ、分泌された M が血流によって膵臓に運ばれ、膵臓を刺激して膵液を分泌させると考えた。

1. 文章中の〔ア〕～〔オ〕に適切な語句を答えなさい。
2. 下線の物質 M は何か答えなさい。また、このような物質は一般的には何と呼ばれているか答えなさい。
3. 胃の出口付近の粘膜から血中に分泌され、胃の粘膜からの塩酸の分泌を促進する物質の名称を答えなさい。
4. 腸の粘膜で塩酸の刺激を受け、M を産生分泌する機構については、図1のAとBの仮説が提唱された。

仮説A：刺激を受容し、M を産生分泌する細胞を刺激する神経ネットワークが存在する。

仮説B：仮説Aの神経ネットワークは存在せず、M を産生分泌する細胞が刺激の受容と分泌を行う。

仮説AとBの適否を調べるため、図2のような実験系で、十二指腸の上下を結紮し胃液と同じ濃度の塩酸(S)を注入した後、膵液の単位時間当たりの分泌量(分泌速度)を調べると、図3のように変化した。この実験系で、電位依存性Na⁺チャンネルを選択的に阻害する薬剤のテトロドトキシンを血中投与した後、再び塩酸を十二指腸ループ内に注入したとき、仮説A、仮説

B, それぞれに従うと, 膵液の分泌速度がどのように変化するか予想し, 解答紙の図中に書き加えなさい(解答紙の図中の S は塩酸, T はテトロドトキシンの投与を示している)。また, 予想の理由を説明しなさい。ただし一連の実験中, 血流等は正常状態に維持している。

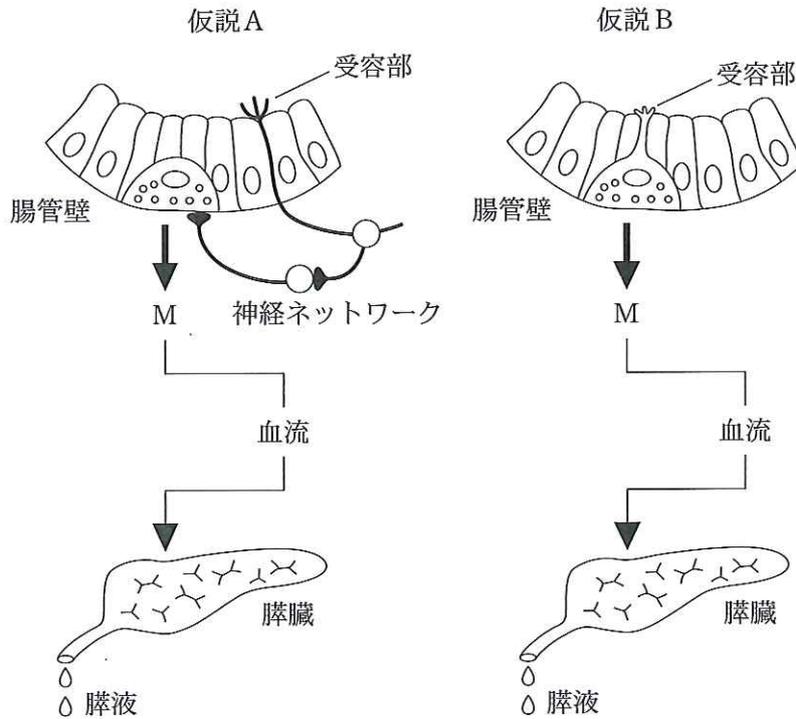


図 1. 腸の粘膜で塩酸の刺激を受け, M を産生分泌する機構についての二つの仮説

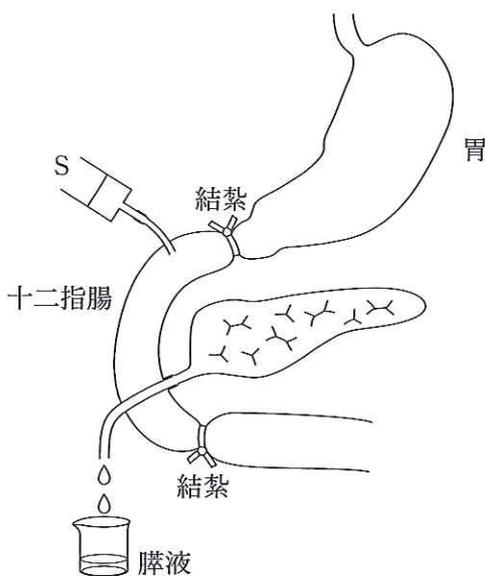


図 2. 膵液の分泌調節実験

S : 塩酸

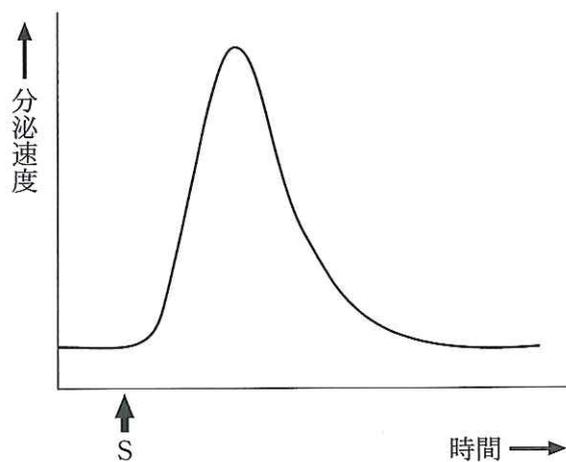


図 3. 塩酸(S)注入後の膵液分泌速度の変化