

平成20年度 大阪市立大学第2次試験

理 科 問 題

(物理・化学・生物・地学)

注 意 事 項

- 1 問題冊子は、監督者が「解答始め」の指示をするまで開かないこと。
- 2 問題冊子は、「物理」6ページ、「化学」11ページ、「空白」1ページ、「生物」10ページ、「地学」8ページ、合計36ページである。解答用紙は、「物理」3枚、「化学」3枚、「生物」4枚、「地学」4枚である。脱落のあった場合には申し出ること。
- 3 解答用紙の各ページ所定欄に、それぞれ氏名、受験学部、受験番号（最後のページは、左右2か所）を忘れずに記入すること。
- 4 解答は、すべて解答用紙の所定欄に記入すること。
- 5 解答以外のことを書いたときは無効とすることがある。
- 6 理学部の受験者は、次により解答すること。
 - (1) 数学科・生物学科・地球学科を志望する者は、「物理」・「化学」・「生物」・「地学」のうち2科目を選択解答すること。
 - (2) 物理学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「物理」と、その他に「化学」・「生物」・「地学」のうちから1科目を選択し、計2科目を解答すること。
 - (3) 物質科学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「物理」・「化学」の計2科目を解答すること。
 - (4) 化学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「化学」と、その他に「物理」・「生物」・「地学」のうちから1科目を選択し、計2科目を解答すること。
- 7 工学部の受験者は、「物理」・「化学」の計2科目を解答すること。
- 8 医学部の受験者は、「物理」・「化学」・「生物」のうちから2科目を選択解答すること。
- 9 生活科学部食品栄養科学科の受験者は、「化学」を解答すること。
- 10 机上に各自の「受験票」と「大学入試センター試験受験票」を出しておくこと。
- 11 問題冊子および選択しない科目の解答用紙は持ち帰ること。

生 物

第 1 問 (25点)

酵素に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

乳酸脱水素酵素は、乳酸を基質とする反応においてピルビン酸を生成する。この酵素の性質を調べるために問1～問3の実験を行ったところ、それぞれ図1～図3に示す結果が得られた。いずれの実験においても、まず酵素以外の成分を含む溶液を反応に使用する温度に保ち、それに10℃に維持しておいた少量の酵素液を加えて反応を開始させた。

問1 反応速度と温度の関係を調べたところ、図1のグラフが得られた。

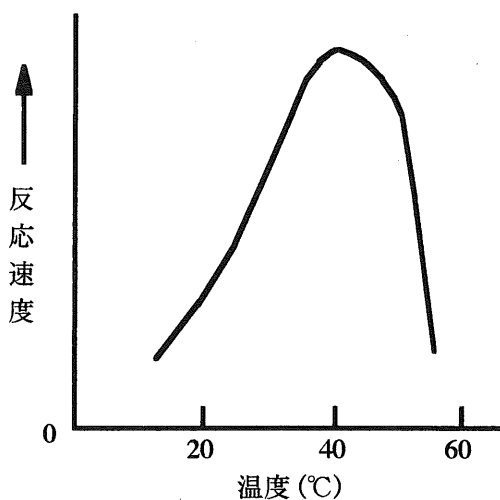


図1 反応速度と温度の関係

- (i) 反応速度が最大となる温度を何とよぶか、答えよ。
- (ii) 50℃以上で反応速度が急激に低下した理由を述べよ。
- (iii) (ii)の理由が正しいことを確かめるためには、下線部の実験をどのように変更して行えばよいか、実験方法と予想される実験結果について述べよ。

問2 反応速度と基質濃度の関係を 40 °C で調べたところ、図2の a で示す曲線が得られた。同じ反応液に新たに物質 A を加えて実験を行ったところ、b で示す曲線が得られた。

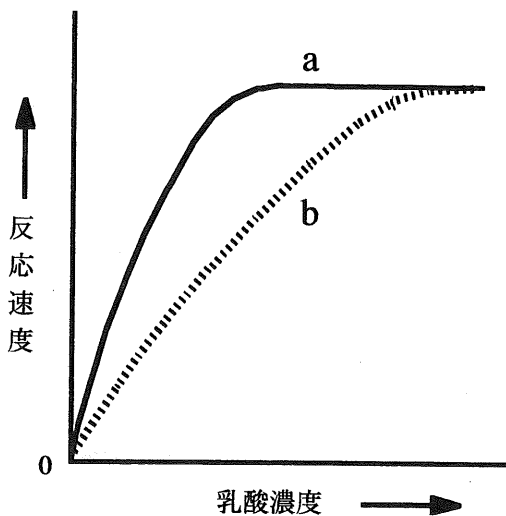


図2 反応速度と基質濃度の関係

- (i) 物質 A は、反応速度と基質濃度の関係をどのように変化させたか、述べよ。
- (ii) 物質 A が (i) のような影響をあたえた理由として最も適切なものを 1 ~ 4 から 1 つ選べ。
- 1 活性部位に可逆的に結合することによって、乳酸の活性部位への結合を妨げた。
 - 2 活性部位に不可逆的に結合することによって、乳酸の活性部位への結合を妨げた。
 - 3 活性部位とは異なる部位に可逆的に結合することによって、活性部位に結合している乳酸をピルビン酸に変える反応を妨げた。
 - 4 活性部位とは異なる部位に不可逆的に結合することによって、活性部位に結合している乳酸をピルビン酸に変える反応を妨げた。

問3 反応液中のピルビン酸濃度と反応時間の関係を 40°C で調べたところ、図3の a で示す曲線が得られた。同じ実験を行い、矢印 T の位置で反応液に水素と結合した補酵素 X ($\text{X}[\text{H}]_2$ で表す) を加えたところ、曲線は、b で示すように変化した。

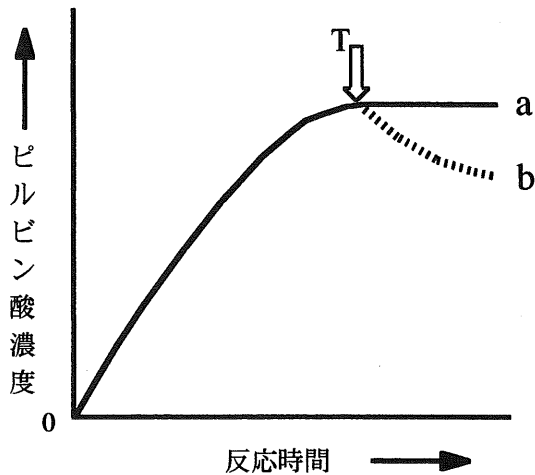


図3 反応液中のピルビン酸濃度と反応時間の関係

- (i) $\text{X}[\text{H}]_2$ を加えることによって、ピルビン酸の濃度が低下した理由を答えよ。
- (ii) 曲線 a が矢印 T の位置から一定値を示す直線となった理由として最も適切なものを 1～4 から 1 つ選べ。
- 1 反応時間の経過にともなって酵素が分解した。
 - 2 乳酸が完全に失われた。
 - 3 酵素が乳酸をピルビン酸に変えることができなくなった。
 - 4 乳酸からピルビン酸を生成する反応とその逆の反応が同程度に起こり、反応が起こっていないように見えた。

生 物

第 2 問 (25点)

遺伝子に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

ビードルとテータムは、ある生物の突然変異株を用いて種々のアミノ酸の合成経路を決定する一連の実験を行い、その結果をもとに遺伝子と酵素の関係についてある説を提唱した。酵母は、ある生物と同様、単相 (n) の核相で増殖できる生物である。そして、別の単相の酵母が存在すると接合して $2n$ の複相となり、この状態でも単相の場合と同じように増殖する。酵母を用いて以下のような実験を行った。

突然変異を起こす化学物質で単相の野生型酵母を処理し、数多くの突然変異株を取得した。これらの変異株の中には最少培地では増殖できないが、最少培地にアミノ酸のロイシンを加えた培地では増殖可能であったものが4つ存在した。それぞれを変異株 ④、③、②、① とする。これらの変異株 ④、③、②、① に存在する突然変異の入った遺伝子は、それぞれ1つのみであった。

問1 下線部 ① について、この生物の名称を答えよ。

問2 下線部 ② について、この説を何とよぶか、答えよ。

問3 4つの変異株をそれぞれ野生型株と交配させ、複相の酵母を形成させた。次に、この酵母を最少培地で増殖させたところ、いずれの株も野生型株と同程度に増殖可能であった。これらの変異についてどのようなことがいえるか、最も適切なものを1～4から1つ選べ。

- 1 変異株の形質は、野生型株の形質に対して優性である。
- 2 変異株の形質は、野生型株の形質に対して劣性である。
- 3 変異株の形質は、野生型株の形質に対して不完全優性である。
- 4 変異株の形質と野生型株の形質の間には優劣関係はみられない。

問4 4つの変異株それぞれを互いに交配させ、複相の酵母を形成させた。次に、形成させた酵母を最少培地で増殖させたところ、表に示す結果が得られた。野生型酵母には、ロイシンを合成するために必要な遺伝子は少なくともいくつかあるか。この実験結果から考えられる最も適切な数を答えよ。また、そのように考えた理由を述べよ。

表 交配により生じた酵母の最少培地での増殖

| 交配させた変異株 | Ⓐ | Ⓑ | Ⓒ | Ⓓ |
|----------|---|---|---|---|
| Ⓐ | × | ○ | × | ○ |
| Ⓑ | | × | ○ | ○ |
| Ⓒ | | | × | ○ |
| Ⓓ | | | | × |

最少培地で増殖した場合を○、最少培地で増殖しなかった場合を×で示す。

問5 遺伝子 A は、364 個のアミノ酸からなるタンパク質 A をコードしている。変異株 Ⓐ の遺伝子 A では、1 つの塩基が別の塩基に置換していた。その結果、タンパク質 A の 74 番目のアミノ酸を指定しているコドンは、伝令 RNA (mRNA) 上では終止コドン UAA になっていた。図 1 は、野生型株の遺伝子 A からつくられる伝令 RNA の一部の配列を示している。この配列には、74 番目のアミノ酸を指定しているコドンも含まれる。74 番目のアミノ酸は何であると考えられるか。図 2 の遺伝暗号表を参考にして答えよ。

AGAAGGUUGAUGCCGUUUUGUUAGGU

図1 野生型株の遺伝子 A からつくられる伝令 RNA の塩基配列の一部
伝令 RNA が翻訳される方向は左から右である。

| | | 第2番目の塩基 | | | | | |
|---------|---|-----------------|------------|---------------|-------------|------------------|--|
| | | ウラシル(U) | シトシン(C) | アデニン(A) | グアニン(G) | | |
| 第1番目の塩基 | U | UUU } フェニルアラニン | UCU } セリン | UAU } チロシン | UGU } システイン | U C A G | |
| | | UUC } | UCC } | UAC } | UGC } | | |
| | | UUA } ロイシン | UCA } | UAA (終止) | UGA (終止) | | |
| | | UUG } | UCG } | UAG (終止) | UGG トリプトファン | | |
| | C | CUU } ロイシン | CCU } プロリン | CAU } ヒスチジン | CGU } アルギニン | U C A G | |
| | | CUC } | CCC } | CAC } | CGC } | | |
| | | CUA } | CCA } | CAA } グルタミン | CGA } | | |
| | | CUG } | CCG } | CAG } | CGG } | | |
| | A | AUU } イソロイシン | ACU } | AAU } アスパラギン | AGU } セリン | U C A G | |
| | | AUC } | ACC } | AAC } | AGC } | | |
| | | AUA } | ACA } | AAA } リシン | AGA } アルギニン | | |
| | | AUG } メチオニン(開始) | ACG } | AAG } | AGG } | | |
| | G | GUU } | GCU } | GAU } アスパラギン酸 | GGU } | U C A G | |
| | | GUC } | GCC } | GAC } | GGC } | | |
| | | GUA } | GCA } | GAA } グルタミン酸 | GGA } | | |
| | | GUG } | GCG } | GAG } | GGG } | | |

図2 伝令RNAの遺伝暗号表

生 物

第 3 問 (25点)

動物の発生に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

組織や器官が卵や胚のどの部分に由来するかを知ることは、動物の胚発生を知るうえで重要である。ドイツの (ア) は、イモリの胞胚のいろいろな部分が将来どの組織や器官になるかを調べ、初めて予定運命図を作製した。

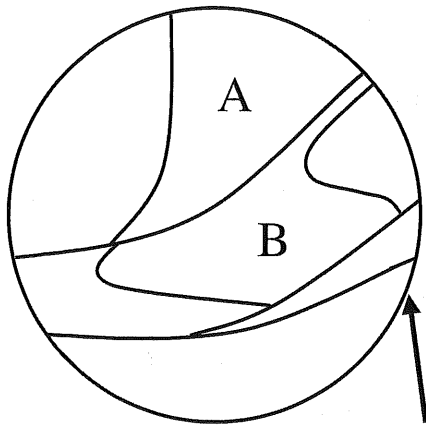
一方、同じドイツの (イ) は、イモリの初期原腸胚の予定脊索域を、別の初期原腸胚の卵割腔の中 (予定表皮域の裏側) に移植した。その結果、移植片は、移植を受けた胚の中で脊索になるだけでなく、さらに胚の中に (ウ) を生じさせた。予定脊索域のように他の部分にはたらきかけて組織や器官を生じさせる領域を (エ) とよび、その領域のはたらきを誘導とよぶ。

胚発生の進行とともに組織や器官が形成される。イモリの眼の形成を例にすると、胚の神経管先端部に脳が生じ、間脳の一部が両側に向かってつき出し眼胞が生じ、眼胞はさらに先に広がって眼杯になる。眼杯は外側に接する外胚葉にはたらきかけてこれを重厚にし、内側にくびれさせて (オ) を誘導する。(オ) は、さらに外胚葉にはたらきかけて (カ) を誘導する。このように誘導の連鎖によって組織や器官が形成される。

問1 文章中の空欄 (ア) および (イ) に異なる人名を記入せよ。また (ウ) ~ (カ) に適切な語句を記入せよ。

問2 図1および図2は、イモリの胞胚の予定運命図および神経胚の横断面をそれぞれ模式的に示している。下線部①について、図1のAおよびBの領域は、それぞれ図2のどの領域になるか、a~fから選べ。また、AおよびBの領域から生じる成体の組織や器官の名称を次の中から選べ。

肝臓、 腎臓、 骨格筋、 神経、 表皮



将来原口ができる位置

図1 胞胚の予定運命図

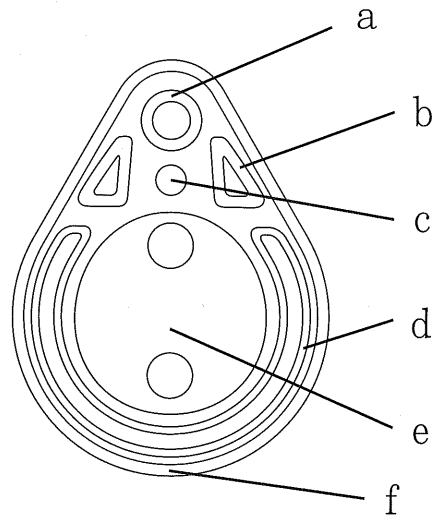


図2 神経胚の横断面図

問3 下線部②の実験のかわりに、初期原腸胚の予定表皮域を初期原腸胚の予定神経域に移植した。また、同様に神経胚の予定表皮域を神経胚の予定神経域に移植した。これら2つの実験において移植片はそれぞれ何という組織に分化したか、それぞれの組織名を答えよ。

問4 問3の実験結果より、予定表皮域の発生運命は胚発生のどの時期に決定されると考えられるか、答えよ。

問5 下線部③の眼杯を取り除くと眼は形成されない。しかし、眼杯を取り除いた位置に別の胚の眼杯を移植すると眼が形成された。移植された眼杯が、眼のどの部位に分化するかを調べるためにはどのような実験を行えばよいか、述べよ。また、予想される実験結果について述べよ。

生 物

第 4 問 (25点)

植物の生殖と発生に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

図は、被子植物の配偶子形成・受精・胚の発生の模式図である。被子植物では、めしべの胚珠の中で胚のう細胞が形成される。胚のう細胞からは、卵細胞や中央細胞などからなる胚のうがつくられる。おしべのやくの中で花粉ができ、花粉はめしべの先端につくと、花粉管を伸ばす。花粉管の中には、2個の精細胞が生じる。この2個の精細胞のうち1個は、卵細胞と受精し胚へと発生する。もう1個は、中央細胞と受精して胚乳となる。このように、2つの受精が同時に起こる現象を重複受精といい、被子植物だけに見られる現象である。種子には、① トウモロコシなどに見られる有胚乳種子と、エンドウなどに見られる ② 胚乳が発達しない無胚乳種子がある。有胚乳種子では、発芽の際に胚が必要とする養分が、胚乳に蓄えられる。

胚や胚乳が ③ 種皮に包まれて種子ができあがり、さらに ④ 種子が果皮に包まれて果実ができる。

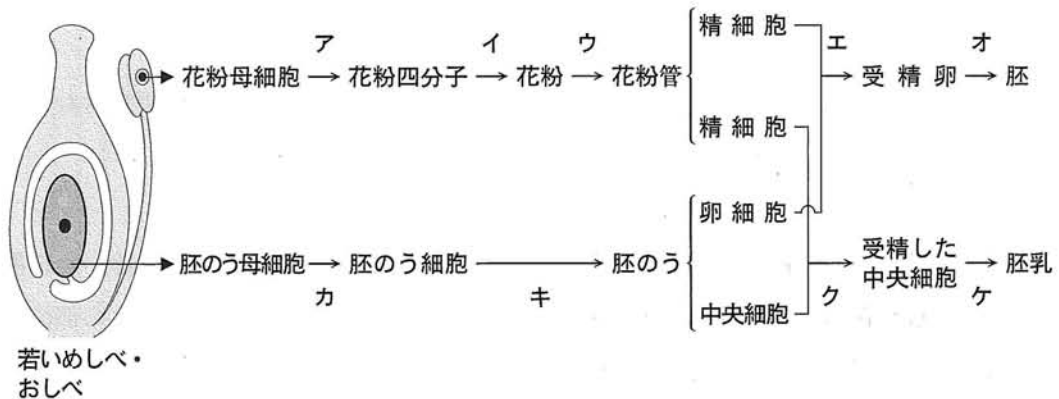


図 被子植物の配偶子形成・受精・胚の発生

問1 減数分裂が起こる段階を図中のア～ケから2つ選び、答えよ。

問2 下線部①に関して、トウモロコシのある品種では、種子の色に黄色と白色がある。この色は、1対の対立遺伝子（優性遺伝子 A と劣性遺伝子 a）により決定され、

黄色が白色に対して優性形質である。また、種子の中で色がついているのは、胚乳の部分である。白色の種子から生じた成熟個体のめしべに黄色の種子から生じた成熟個体の花粉を受粉させたとき、得られた種子は、すべて黄色であった。これらの種子における胚の遺伝子型と胚乳の遺伝子型を答えよ。

問3 問2の交配によって得られた種子から生じた成熟個体のめしべに、白色の種子から生じた成熟個体の花粉を受粉させた。このときに生じる種子における胚の遺伝子型と胚乳の遺伝子型の組み合わせは、2通りあった。それぞれの組み合わせにおける、胚の遺伝子型と胚乳の遺伝子型を答えよ。

問4 下線部②に関して、無胚乳種子では、どの部分に養分が蓄えられるか、答えよ。

問5 下線部③に関して、エンドウの種子には、種皮が有色のものと白色のものがある。種皮の色は、1対の対立遺伝子（優性遺伝子Bと劣性遺伝子b）により決定され、有色が白色に対して優性形質である。また種子には、丸形としわ形のものがある。種子の形は、1対の対立遺伝子（優性遺伝子Dと劣性遺伝子d）により決定され、丸形がしわ形に対して優性形質である。遺伝子型がBBDDの個体と遺伝子型がbbddの個体を交配させ、種子（F₁）を得た。F₁を育てて自家受精させたところ、得られた種子の種皮の色は、すべて有色であった。一方、種子の形に関しては、丸形の種子としわ形の種子が3：1の分離比で生じた。F₁の自家受精により得られた種子における2種類の形質の間で、優性形質が発現した種子と劣性形質が発現した種子の分離比が異なった理由を述べよ。

問6 下線部④に関して、エンドウの果実は、さやとそれに包まれた種子からなる。1個のさやの中には、通常複数の種子が含まれる。さやの1つを調べたところ、その中に、丸形の種子としわ形の種子が含まれていた。1個のさやの中に、表現型の異なる種子が生じた理由を述べよ。