

平成21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」7ページ、「空白」1ページ、「生物」12ページ、「地学」12ページ、合計38ページである。解答用紙は、「物理」3枚、「化学」3枚、「生物」5枚、「地学」3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・理科選択を志望する者は、「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) 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。

2種類のタンパク質分解酵素AとBは、いずれもpH8において最大の活性を示した。また、両酵素は50℃では変性し、失活した。このような性質をもつ酵素Aと酵素Bを用いて、以下の実験を行った。一定量の卵白アルブミン(基質)と、さまざまな分子数の酵素Aあるいは酵素Bとを一定体積の反応液に入れ、pH8、37℃において一定時間反応させて、卵白アルブミンの加水分解反応を行った。そして、両酵素によって加水分解されたペプチド結合の数を、ニンヒドリン法を用いて測定した。その結果、酵素分子数と加水分解されたペプチド結合数との関係は図のような曲線となった。なお、この間、反応中の酵素の失活はおこらなかった。

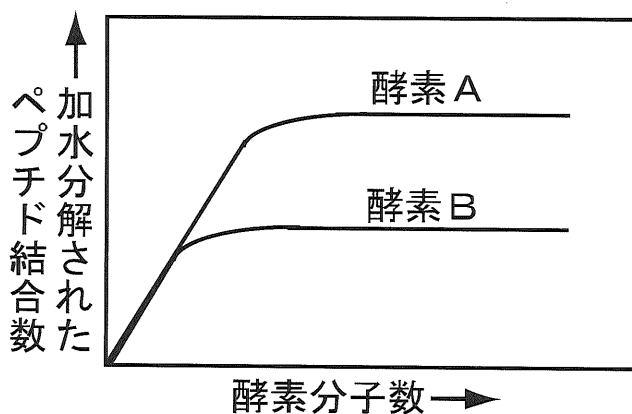


図 酵素分子数と加水分解されたペプチド結合数の関係

また、酵素Aが卵白アルブミンを基質として反応している溶液中に化合物Iを加えると競争的阻害がみられたが、化合物IIを加えても阻害されなかった。一方、酵素Bは、化合物Iでは阻害されなかったが、化合物IIから競争的阻害を受けた。

さらに、酵素Aに対する抗体を作製した。そして、さまざまな濃度の抗体と、一定の分子数の酵素Aあるいは酵素Bとを一定体積の溶液中で混合し、4℃において十分な時間放置した。その後、一定量の卵白アルブミンを添加し、pH 8、37℃において一定時間反応させて、両酵素によって加水分解されたペプチド結合の数を測定し、酵素の活性を調べた。その結果、酵素Aと酵素Bの活性は、添加した抗体の濃度に依存して同程度に阻害された。

#### 問1

- (1) 図において、両酵素によって加水分解されたペプチド結合の数は、酵素の分子数がある程度までふえるとほぼ一定に達し、それ以上変化しなくなった。このように一定となった値を2倍にするにはどのようにしたらよいか、答えよ。
- (2) 図の結果から、卵白アルブミンの加水分解において両酵素に共通すると考えられる性質を説明せよ。
- (3) 図の結果から、卵白アルブミンの加水分解において両酵素間で異なると考えられる性質を説明せよ。

問2 下線部のような阻害の効果を小さくするにはどのようにしたらよいか、答えよ。

問3 用いた抗体が酵素Aや酵素Bの活性を阻害するしくみを述べよ。

問4 化合物Iと化合物IIを用いた実験結果と抗体を用いた実験結果から、両酵素の構造を以下の2つの語句を用いて比較せよ。

三次構造、基質結合部位

# 生 物

## 第 2 問 (25点)

図は真核生物における遺伝情報の発現のようすを表している。以下の問いに答えよ。

問1 (ア)～(カ)の名称を答えよ。ただし、(ア)(イ)は遺伝子の部分、(ウ)は細胞内の構造、(エ)は生成物、(オ)(カ)は過程を示している。

問2 これまでに知られているすべての生物は、ヒトに代表される真核生物と、大腸菌に代表される原核生物にわけられる。原核生物における遺伝情報の発現は、真核生物のものとはいくつかの点で異なっている。原核生物における遺伝情報の発現のようすを図にならって描け。その際に DNA、翻訳、タンパク質がそれぞれどの部分に相当するか明記すること。

問3 多くの遺伝子にはタンパク質のアミノ酸配列の情報がかき込まれているが、その情報がかき込まれていない遺伝子も存在する。アミノ酸配列がかき込まれていない遺伝子の例をあげよ。

問4 (エ)の塩基配列がタンパク質のアミノ酸配列へ翻訳される際に配列に間違いが生じることは、その生物にとって多くの場合不利益になる。塩基配列が間違ったアミノ酸配列に翻訳されないために重要な過程が2つ存在する。1つは、リボソーム上で、(エ)のコドンに正しいアンチコドンをもつ転移 RNA が結合することである。もう1つの過程を簡潔に説明せよ。

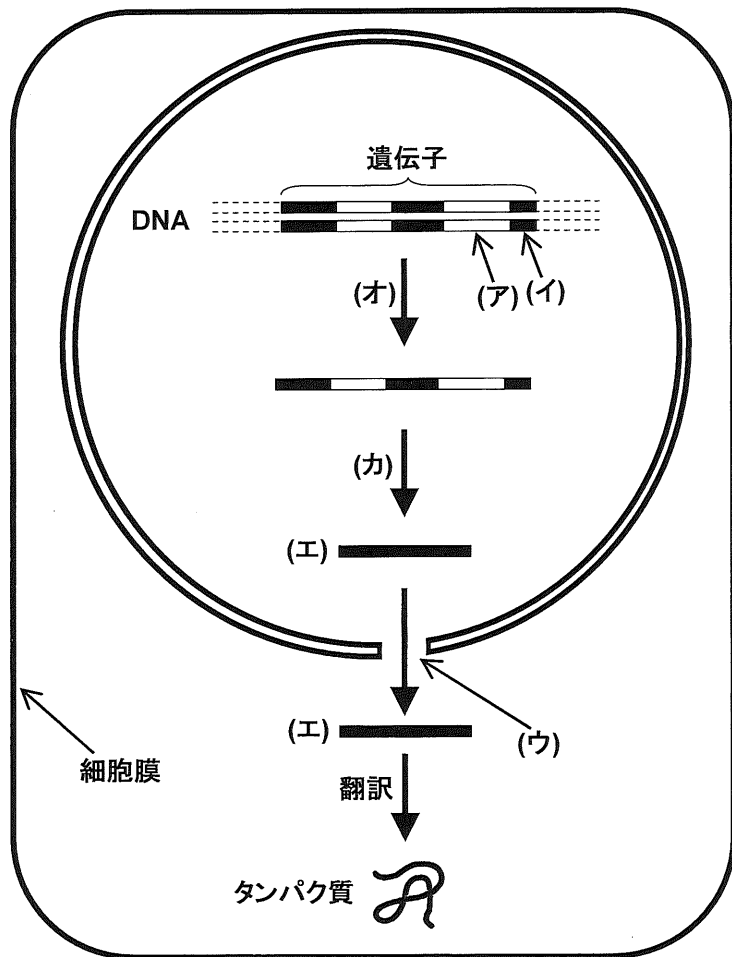


図 真核生物における遺伝情報の発現

# 生 物

## 第 3 問 (25点)

植物の生活に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

一般に、植物は動物のように移動することができないので、周囲の環境変化に適切に反応する必要がある。たとえば、種子は水や温度などの環境が適切な条件にならないと発芽しない。また、水や温度などに加えて、①発芽に光を必要とする植物もある。発芽した植物は光や重力、水分などの情報に反応し、②屈性を示す。また、茎や根が成長し、葉を茂らせ、やがて温度や日長条件が整うと花芽を形成する。その後、③花を咲かせて実を結ぶ。このように、植物は、周囲の環境変化に適切に反応しながら一生をおくっている。

問1 下線部①の性質をもつある品種のレタスの種子を用いて、発芽に対するさまざまな波長の光の影響を調べたところ、発芽を促進する波長とその促進効果を打ち消す波長があることがわかった。発芽の促進およびその抑制に効果的な波長域としてもっとも適切なものを(A)～(F)からそれぞれ選び、記号で答えよ。

- (A) 300 - 400 nm      (B) 400 - 500 nm      (C) 500 - 600 nm  
(D) 600 - 700 nm      (E) 700 - 800 nm      (F) 800 - 900 nm

問2 下線部②について、植物の運動はおもに「屈性」と「傾性」にわけることができる。それぞれどのような運動か、その違いがわかるように両者を説明せよ。

問3 下線部③について、光と温度は開花に影響をあたえるおもな要因である。ある植物の開花が温度環境の変化によるのか、それとも光環境の変化によるのかを調べるためには、どのような実験を行ったらよいか、答えよ。

問4 植物の種類によっては、開花と閉花を何日間か繰り返すものがある。そのような植物を用いて、次の実験を行った。花から切りとった花卉を内側と外側の組織にわけ、それぞれの組織から10 mmの切片を調製した(図1)。調製した花卉切片を水に浮かべ、さまざまな温度で数時間培養した後に切片の伸びを測定したところ、図2の

結果が得られた。完全に開花している花をもつ植物を 10℃ または 20℃ に数時間おいた後の花はどのような状態になると予想されるか、理由とともに答えよ。なお、この花の開閉運動は花弁の内側と外側の組織の成長速度の差によって起こり、また、この運動には温度環境のみが影響するものとする。

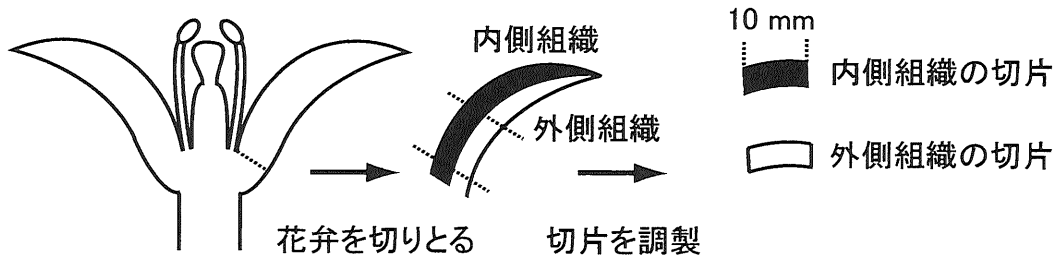


図 1 花弁切片の調製方法

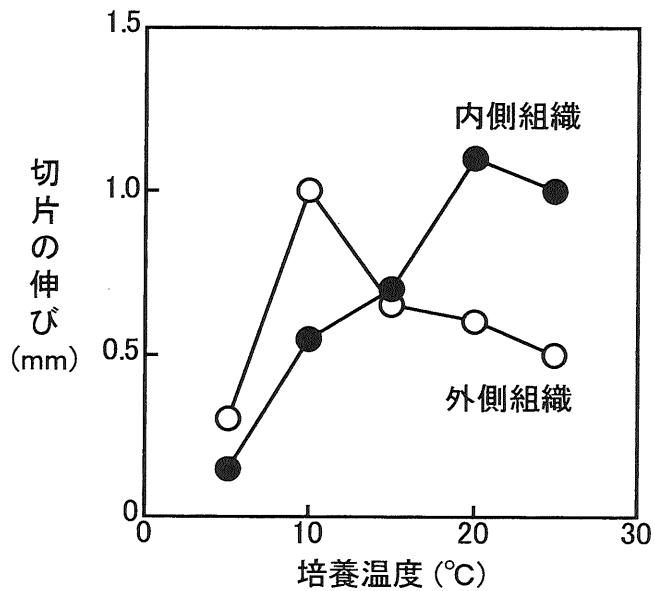


図 2 花弁切片の成長と培養温度の関係

# 生 物

## 第 4 問 (25点)

以下の選択問題 1 または選択問題 2 のいずれかを選択し解答せよ。解答にあたっては、  
選択する問題の 1・2 の別を **問題選択欄** に示すこと。

### 【選択問題 1】

陸上植物に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

最初に水中から陸上へ進出したのは動物ではなく植物であり、最古の陸上植物は古生代中ごろに出現したと考えられている。その後、<sup>①</sup>維管束をもつシダ植物が発展した。さらに、(ア)などの高さ数十 m にもなる木生シダが繁栄をとげ、森林をつくった。しかし、古生代末期におこった寒冷化や乾燥化にともない、木生シダの森林は衰退した。

種子植物は古生代中ごろ、シダ植物の後に出現し、種子を形成した。種子は内部に次世代の植物である胚を入れ、さらに発芽時の胚の栄養分として<sup>②</sup>胚乳を備えている。種子の形成により、種子植物は胚を低温や乾燥から守るしくみを獲得した。種子植物には、受精後に発達して種子になる(イ)がむき出しの裸子植物と(イ)が子房に包まれている被子植物とがある。裸子植物は<sup>③</sup>中生代に繁栄した。

被子植物は中生代に出現した。被子植物では、子房の形成により、種子を包む果実が誕生した。被子植物は、果実を作ることで動物による種子散布の可能性を広げ、花の構造を複雑化することでおもに昆虫類が媒介する送粉のしくみを発達させた。<sup>④</sup>種子散布や送粉を通じて、被子植物は動物との相互関係を築き、植物側では花や果実、動物側ではおもに口の形態が、たがいに、より密接な関係になるように変わっていったと考えられている。  
被子植物は新生代に繁栄期を迎えている。

問1 文章中の空欄（ア）に入るもっとも適した植物を下から1つ選べ。

アルカエアントゥス，キカデオイデア，クックソニア，リニア，リンボク

問2 文章中の空欄（イ）にあてはまる器官の名称を記せ。

問3 下線部①の維管束は陸上生活に適応した組織系であるが，どのような点でそうなのか，植物の水中から陸上への進出には乾燥と重力への適応が不可欠であったことを考慮して説明せよ。

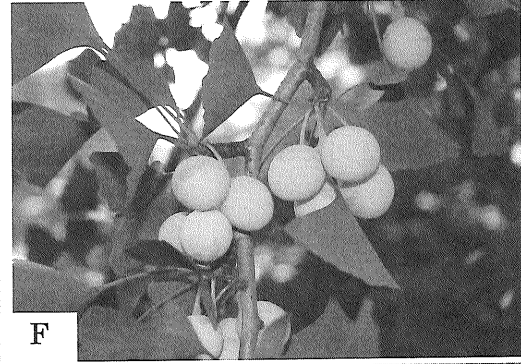
問4 下線部②の胚乳の形成に関して，被子植物は裸子植物より貴重な栄養をむだにしないという点で優れているが，被子植物はどのようにして栄養のむだを省いているのか，裸子植物と比較して説明せよ。

問5 下線部③の中生代の末期に絶滅した動物を下から1つ選べ。

ウミユリ類，恐竜類，三葉虫類，筆石類，腕足類

問6 下線部④のように2種の生物が協調的に進化する現象を何とよぶか，漢字3文字で答えよ。

問7 次のページのA～Hから裸子植物を3つ選び，記号で答えよ。



【選択問題 2】

生物の個体群に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

同じ場所にみられる（ア）の生物集団を個体群とよぶ。個体群の大きさは、ふつう、個体群を構成する全個体数で表わされる。しかし、実際にすべての個体を数えることは難しいため、個体群の大きさの指標として、単位面積（または単位空間）あたりの個体数である個体群密度を用いることも多い。①同じ個体群内の個体は互いに密接に関係しながら生活しているため、個体群密度の違いは、個体群を構成する個々の個体にも影響を与える。たとえば、異なる個体群密度で植物を長い期間栽培すると、個体群密度の（イ）個体群ほど1個体あたりの重量が大きくなる。このように、個体群密度が個体や個体群に与える影響のことを（ウ）とよぶ。野外の個体群では、個体群を構成する個体は常に生まれたり死んだりしているため、個体群密度は時間とともに変動するのがふつうである。②個体群の中に新しく生まれた同年齢の個体が時間の経過とともに死んでいく過程を表にまとめたものを（エ）という。また、その過程をグラフで示したものを（オ）とよぶ。ただし、寿命の長い生物では、新しく生まれた個体の死亡過程を最後まで追跡することが難しいため、③ある期間の年齢ごとの死亡率にもとづいて（エ）や（オ）をつくることが多い。

問1 文章中の空欄（ア）～（オ）に適切な語句を記入せよ。

問2 下線部①に関して、動物では個体群内の個体が集まって摂食や移動などの行動をすることがある。このような集団を何とよぶか答えよ。また、集団をつくって行動することの利点と欠点を述べよ。

問3 下線部②に関して、表は、ある一年生植物（発芽から1年以内に種子生産をして死亡する植物）の個体群において、同時に生産された種子が発芽、成長する過程で種子生産から何日後に死んだかを調べた結果である。種子生産から319日以内に死亡した個体には種子を生産したものはなかった。一方、種子生産から320日以上生きた個体はすべて種子を生産した。

62日目が終わった時点で生きていた個体の何%が種子を生産したか答えよ。また、翌年も同じ数の種子生産個体を維持するには、この年に種子を生産した個体が、1個体あたり平均何個の種子を生産する必要があるか答えよ。ただし、死亡と種子生産の過程は、翌年もまったく同じものになると仮定し、小数第2位を四捨五入した値で示せ（小数第1位までの値を求めよ）。

表 死亡時の齢別個体数

死亡時の齢（日）	個体数
0-62	328
63-123	373
124-183	105
184-214	14
215-263	4
264-277	5
278-291	8
292-305	5
306-319	7
320-333	42
334-347	83
348-362	22
合計	996

問4 図は下線部③の方法で作られた，大正10～14年と平成16年の日本人男性の（オ）と，別の方法で推定された石器時代の人間の（オ）を1つの図に表したものである。この図を説明した次の1）～4）の文を読み，正しければ○，間違っていれば×を解答用紙に記入せよ。また，間違っている場合，どこが間違っているか述べよ。

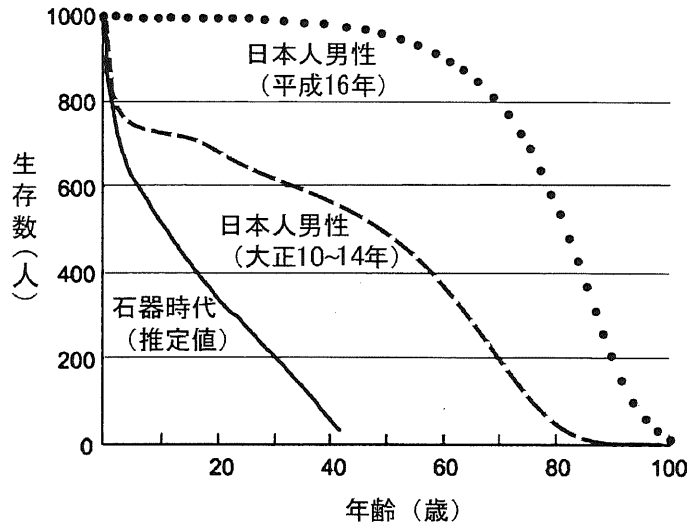


図 年齢と生存数の関係

- 1) 石器時代では，年齢5～40歳の間で曲線の傾きがほぼ一定であることから，この5～40歳の間の死亡率は年齢によらずほぼ一定である。
- 2) 大正10～14年と平成16年のいずれでも最高年齢はおおよそ100歳なので，どちらの時期も平均寿命はほとんど同じである。
- 3) 10歳の生存数は，石器時代より大正10～14年の方が大きいので，生まれた子供が10歳まで生きられる確率は石器時代より大正10～14年の方が高い。
- 4) どの年齢の生存数も，大正10～14年より平成16年の方が大きいので，日本人男性の人口増加率は大正10～14年より平成16年の方が大きい。