

平成 22 年度入学試験問題

理 科

注 意 事 項

- 1 この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはならない。
- 2 問題冊子は、全部で 50 ページある。(落丁・乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあつた場合は申し出ること。) 問題冊子の中に下書き用紙が 1 枚入っている。

物	理	1～15 ページ、	化	学	16～31 ページ
生	物	32～42 ページ、	地	学	43～50 ページ
- 3 解答用紙は、問題冊子とは別になっている。解答は、すべて解答用紙の指定された箇所に記入すること。
- 4 受験番号は、各解答用紙の指定された 2 箇所に必ず記入すること。
- 5 解答時間は、次のとおりである。
 - (1) 教育学部及び工学部の受験者は、90 分。
 - (2) 理学部の受験者は、次のとおりである。
 - ① 数学科及び化学科の受験者は、90 分。
 - ② 物理学科の受験者は、120 分。
 - ③ 生物学科及び自然環境科学科で理科 1 科目の受験者は、90 分。
 - ④ 生物学科及び自然環境科学科で理科 2 科目の受験者並びに地質科学科の受験者は、180 分。
 - (3) 医学部及び歯学部 of 受験者は、180 分。
 - (4) 農学部 of 受験者は、次のとおりである。
 - ① 理科 1 科目 of 受験者は、90 分。
 - ② 理科 2 科目 of 受験者は、180 分。
- 6 物理と化学は、学部、学科によって解答する問題が異なるので、物理と化学の問題の前に記した注意をよく読んで解答すること。
- 7 化学及び生物には、選択問題があるので、化学及び生物の問題の前に記した注意をよく読んで解答すること。
- 8 問題冊子及び下書き用紙は、持ち帰ること。

生 物

注意

問題 4 には、4—①と4—②が出題されている。

4—①は、「生物の分類と進化」から、4—②は、「生物の集団」からの出題である。いずれか一つを選択し、解答すること。

4—①と4—②の両方の問題を解答した場合は、両方とも採点の対象としないので、注意すること。

1 植物の反応と調節に関する次の文章Ⅰ～Ⅲを読み、各問いに答えよ。

Ⅰ 植物はさまざまな刺激にたいして一定の反応を示す。タンポポの花やオジギソウの葉は、昼間は開き、夜間は閉じている。オジギソウは、昼間でも葉に触れると、ただちに [1] が閉じ、やがて羽片と葉全体が垂れ下がる。この運動は、 [1] や葉柄のつけ根にある [2] の細胞の [3] の変化によって引き起こされる。

問 1 文章中の [1] ～ [3] に適切な語句を入れよ。

問 2 タンポポの花の開閉を引き起こす刺激と運動の種類は何か。

Ⅱ 多くの植物はそれぞれ決まった季節に花芽を形成し、花を咲かせる。ある品種のダイズでは、4月から8月にかけて数日おきに種子をまいたところ、どの時期にまいても、花を咲かせる時期はほぼ同じ9月頃であった。この実験がきっかけとなって、花芽形成は 日長に反応しておこる ことがわかった。後には、日長(昼の長さ)ではなく、夜(暗期)の長さが花芽形成を決める ことがわかった。

問 3 下線部(ア)のような性質を何と呼ぶか。

問 4 下線部(イ)に関して、花芽形成にとって夜(暗期)の長さが重要であることは、どのような実験の結果からわかったかを簡潔に説明せよ。

Ⅲ 密閉できるガラスの容器を二つ用意し、どちらの容器にも、水にさした葉のついたツバキの枝と鉢植えにしたキュウリの芽ばえを入れた。さらに、一方の容器にだけ成熟したリンゴの果実を入れた。これらの容器の中のツバキとキュウリのようすを数日間にわたって観察した。リンゴを入れた容器のツバキは落葉したが、リンゴを入れなかった容器のツバキは落葉しなかった。

問 5 リンゴを入れた容器のツバキが落葉した理由を簡潔に述べよ。

問 6 このとき、リンゴを入れた容器のキュウリのようすは、リンゴを入れなかった容器のものと比べてどうであったか。生育上の主な特徴を簡潔に述べよ。

2 呼吸に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

動物は養分として取り入れた物質を分解し、さまざまな生命活動を営むための ATP を生成している。このような異化の働きを呼吸といい、物質の分解に酸素を必要としない [1] と、酸素を必要とする [2] に分けられる。

(1) [1] では呼吸基質であるグルコース 1 分子が [3] 中に存在する酵素の働きによって段階的に分解され、2 分子のピルビン酸を生じる。この過程でグルコース 1 分子から 2 分子の ATP がつくられる。

(2) 一方、多くの生物は酸素を使った [2] によって物質を最終的に二酸化炭素と水にまで分解し、その過程でたくさんの ATP が生成される。

[2] は三段階に分けられる。

・ 第一段階 ([4])

この過程は [1] と同じ反応である。ただし、生成された 2 分子のピルビン酸と切り離された水素 (4 [H]) は [5] 内に入り、さらに利用される。

・ 第二段階 ([6])

第一段階で生じたピルビン酸は [5] に取り込まれる。[5] 内のマトリックスに存在する酵素によって脱水素反応と脱炭酸反応が起こり、ピルビン酸は C₂ 化合物 (活性酢酸) に変換されて [6] に入る。活性酢酸はマトリックス中に存在する C₄ 化合物と結合して [7] (C₆) になる。[7] はいくつかの反応を経て再び C₄ 化合物を生じる。

この過程で 2 分子のピルビン酸は酸化されて 6 分子の二酸化炭素が生成され、水素 (20[H]) が切り離される。

第二段階ではグルコース 1 分子から ATP が 2 分子生成される。

・ 第三段階 ([8])

第一段階と第二段階で切り離された水素 (24[H]) は水素イオン (24 H⁺) と電子 (24 e⁻) に分かれ、電子は [5] の内膜 (クリステ) に運ばれる。ここでは順序よく並んだ脱水素酵素、フラビン酵素やシトクロム類によって

反応が進み、最終的に電子は水素イオンおよび酸素(6 O₂)と結合して水が生じる。この過程で多量のエネルギーが解放され、ATPが34分子つくられる。

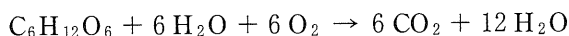
問 1 ～ に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部(ア)について、微生物ではグルコースからピルビン酸を経てさらに別の物質に変換されるが、その過程の名前を2種類あげよ。

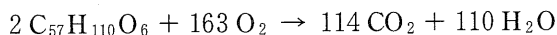
問 3 が よりもエネルギーの利用効率がきわめて高い理由をグルコースの分解を例にして簡潔に書け。

問 4 次の式で示されるように呼吸によって分解される物質は炭水化物、脂肪、アミノ酸である。

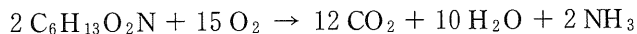
炭水化物(グルコース)



脂肪(トリステアリン)



アミノ酸(ロイシン)



(1) 呼吸で発生する二酸化炭素と消費した酸素の体積比(CO₂/O₂)を呼吸商といい、例えば炭水化物(グルコース)の場合は1.0である。脂肪(トリステアリン)およびアミノ酸(ロイシン)の呼吸商を計算式とともに書け。なお、小数点第2位を四捨五入して答えよ。

(2) 呼吸商から何がわかるかを具体的な数値をあげて説明せよ。

3 ファージとウイルスに関する次の文章を読み、各問いに答えよ。

ファージは自身では増殖できず、細胞に感染して子ファージを作る。ウイルスも同様である。

1952年にハーシーとチェイスは、ファージの2つの成分を別々に標識した上で、ファージの大腸菌への感染実験を行った。その結果、タンパク質からなるファージの殻は大腸菌の表面に残り、核酸だけが細胞内に入ることが分かった。図1に示したT₂ファージを例にして、このような感染・増殖過程をまとめると次のようになる。①ファージは尾部をもち、これが細胞表面のレセプターに結合することで、細胞への感染を開始する。②T₂ファージの核酸であるDNAが細胞内に注入される。③このDNAから同じDNAが合成される。一方で、④DNAを鋳型として がつくられ、さらに の遺伝情報にもとづいてファージのタンパク質がつくられる。しかし、しばらくの間は大腸菌内に感染性のあるファージ粒子(子ファージ)は出現しない。⑤ファージの2つの成分が蓄積されると、両者が結合して1個の細胞内に同時に100個程度の子ファージがつくられる。⑥大腸菌が崩壊し、子ファージが外にでてくる。

ある種のウイルスはヒトに感染し、病気(感染症)を起こす。インフルエンザウイルスの場合には、気道粘膜上皮細胞への感染はウイルス表面にあるタンパク質の突起が細胞表面のレセプターに結合することで開始される。その後にウイルスの核酸が細胞内に注入され、ファージの場合と同様に細胞内で多数の子ウイルスがつくられる。細胞から放出されたインフルエンザウイルスは、患者の咳(飛沫)によって空気中にまき散らされる。18世紀末、ジェンナーは「弱毒化した病原体である を接種し、免疫を作らせて、天然痘を予防する」ことに成功し、予防接種の概念を確立した。インフルエンザでも免疫の獲得が確認されている。インフルエンザウイルスの突起は生体によって と認識され、 によって抗体がつくられる。多くの場合、 反応によって は生体から排除される。

問 1 文章中の 1 ~ 5 に適切な語句を記入せよ。

問 2 下線部(ア)で、細胞内に注入される DNA は図中の a, b, c のどれか。

問 3 下線部(イ)の過程を何とよぶか。また、この過程のしくみを 60 字以内で説明せよ。

問 4 下線部(ウ)の過程を何とよぶか。また、この過程で、1つのアミノ酸に対応する3つの塩基の組合わせが遺伝暗号として使われる。この組合わせの単位を何とよぶか。

問 5 下線部(エ)に関連して、ヒトの体細胞の増殖様式はこれとは異なる。体細胞の場合には、1個の細胞から100個の細胞がつくられるために必要な最少の分裂回数は何回か。

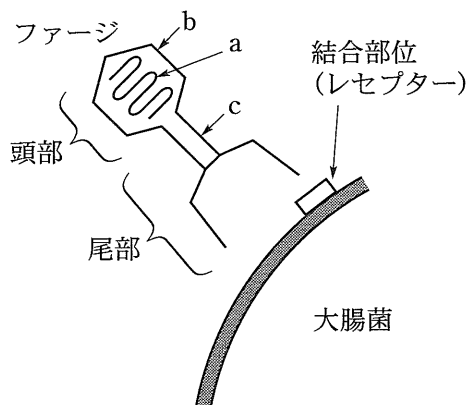


図 1

注意 問題[4]には、[4]—①と[4]—②が出題されている。いずれか一つを選択し、解答すること。[4]—①と[4]—②の両方の問題を解答した場合は、両方とも採点の対象としないので、注意すること。

4—① 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

原始地球上では [1] 進化がおり、この過程は生命誕生の準備段階になったと考えられている。このころの大気中の酸素濃度は非常に低く、最初に誕生したのは酸素を必要としない原核生物のグループであった。その後、酸素発生型光合成を行うラン藻のような生物が出現したことで大気中の酸素は徐々に増加し、逆に二酸化炭素は減少した。そして、酸素を効率よく利用する原核生物が出現した。今から約 20 億年前のこのような環境下で [2] が誕生し、多様な生物への進化の道が開けた。

現在、地球上の生物の約 [3] 種に名前がつけられている。多様な生物を、その共通性や連続性によって分類し体系化することは、生物学の基礎的作業として重要であるが、ホイタッカーが提案した五界説による分類がよく知られている。図 1 では、さまざまな生物が五界説に基づいて分類されている(ただし、図中の生物は種名または総称名で示されている)。最近では DNA の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列を用いた系統解析(ア)も行われており、新たな見解を提供している。

問 1 [1] と [2] に適切な語句を記入せよ。

問 2 [3] にあてはまる数字を(1)~(4)から選べ。

- (1) 1万5千 (2) 15万 (3) 150万 (4) 1500万

問 3 図 1 の b, d の各界の名称は何か。

問 4 図 1 の a 界と他の 4 界(b~e)間には細胞構造上明確な違いがある。その違いを 50 字以内で説明せよ。

4—② 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

ニッチ(生態的地位)とは、「種がどのようにして物理的環境や生物的環境と関係をもっているかを網羅的に記述したもの」と表現することができる。

特定の種のニッチを定量的に表現することは難しいが、ニッチを空間の座標として理解すると分かりやすい。図1はブユムシクイ(北米産の食虫性の小鳥)の採餌に関するニッチを示したものである。横軸は食べる昆虫の体長を、縦軸は採餌場所を地上からの高さとして表している。数字が付された等高線は、本種が採餌する場所および餌の大きさ^(ア)と採餌頻度^(イ)(%)との関係を示している。この図から、ブユムシクイが ことがわかる。

しかし、ニッチには採餌以外に多くの観点があり、3番目の観点を設定することもできる。例えば温度である。さらに、捕食^(ウ)のリスクなども考えられる。

それぞれの種が特有のニッチをもつことから、「同一のニッチをもつ種が共存するのは難しい」^(エ)という法則が提唱された。例えば、ゾウリムシとヒメゾウリムシは長期間共存できないが、ゾウリムシとミドリゾウリムシは共存できる。これ^(オ)はニッチの違いの程度による。

問 1 下線部(ア)について、各等高線の内側の領域は何を表しているか、20字以内で説明せよ。

問 2 に当てはまる文章を30字以内で答えよ。

問 3 一般に、下線部(イ)のような物理(非生物)的環境条件によって、生息する生物の種類が決まる。温度以外の重要な物理的環境条件を二つあげよ。

問 4 下線部(ウ)は群集内の種多様性にも影響を与えることが知られている。ワシントン州立大学のペインは、「ある岩礁地帯に生息するヒトデの一種を除去するとイガイが爆発的に増加し、そこに生息していた他の7種を完全に排除してしまった」と報告している。この岩礁地帯の群集におけるヒトデとイガイの役割を、「捕食」と「競争」の観点から説明せよ。

問 5 なぜ下線部(エ)のような現象が見られるのか、30字以内で答えよ。

問 6 下線部(オ)の内容について、生物名を用いて具体的に説明せよ。

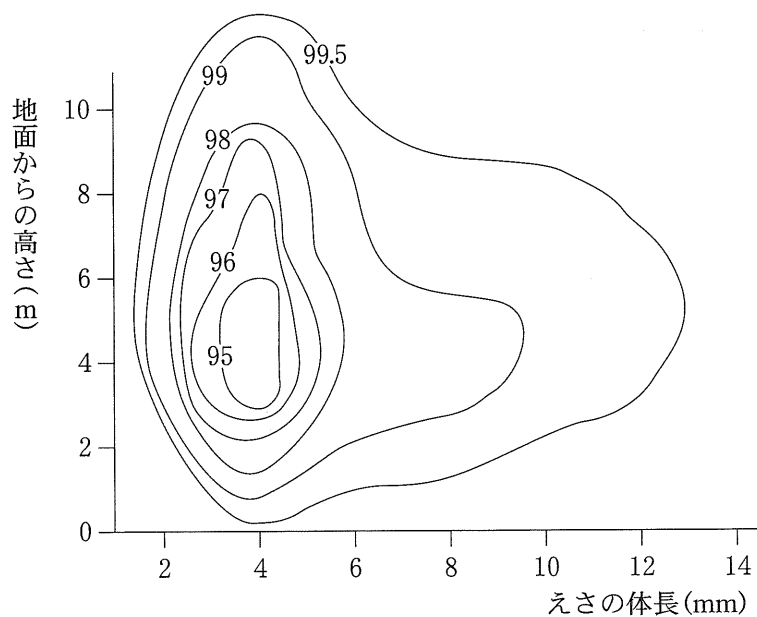


図 1