

2019年度

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」2～7ページ、「化学」8～19ページ、「生物」20～29ページ、「地学」30～35ページである。解答用紙は、「物理」3枚、「化学」5枚、「生物」4枚、「地学」3枚である。脱落のあった場合には申し出ること。なお、解答用紙は上部で接着してあるので、はがさずに解答すること。
 - 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、該当箇所の解答を無効とすることがある。
 - 6 解答用紙の裏面は計算等に使用してもよいが、採点はしない。
 - 7 理学部の受験者は、次により解答すること。なお、第2・3志望がある場合、志望する学科についても確認すること。
 - (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」のうちから2科目を選択し、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。
 - 8 工学部の受験者は、「物理」・「化学」の計2科目を解答すること。
 - 9 医学部医学科の受験者は、「物理」・「化学」・「生物」のうちから2科目を選択し、解答すること。
 - 10 生活科学部食品栄養科学科の受験者は、「化学」・「生物」のうちから1科目を選択し、解答すること。
 - 11 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。
 - 12 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。
- ※ 本冊子の理科科目は以下を表す。
- | | |
|------------|------------|
| 物理：物理基礎・物理 | 化学：化学基礎・化学 |
| 生物：生物基礎・生物 | 地学：地学基礎・地学 |

(空 白)

生 物

第 1 問 (25点)

核酸に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

核酸は、リン酸と糖と塩基からなるヌクレオチドを構成単位としており、大きく DNA と RNA に分けられる。DNA は 2 本の鎖からなる二重らせん構造をしており、この二重らせん構造は細胞内で遺伝情報を安定的に保つ基盤の 1 つである。DNA が複製されるときには、二重らせん構造の一部がほどかれ、相補的な塩基配列をもつヌクレオチド鎖が DNA ポリメラーゼによって新しく合成される。

DNA ポリメラーゼはバイオテクノロジーにもよく使用される酵素である。特定の DNA 領域を多量に増幅できる PCR 法 (ポリメラーゼ連鎖反応法) では、高温でも活性がある耐熱性の DNA ポリメラーゼが用いられている。また、DNA ポリメラーゼは DNA の塩基配列解析にも用いられている。

問 1 下線部①に関して、ヌクレオチドの構造を図 1 に示した。DNA と RNA のそれぞれについて図 1 の と に当てはまるものを以下の(a)~(e)の中から選び、記号で答えよ。ただし、同じ記号を何度用いても良い。

- (a) COOH (b) OH (c) NH₂ (d) CH₃ (e) H

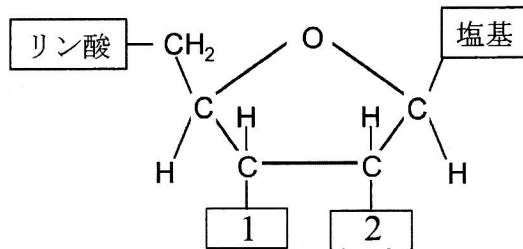


図 1

問2 下線部②に関して、(1)と(2)の問いに答えよ。

- (1) ある2本鎖DNAのアデニンの割合は26%であった。この2本鎖DNAのシトシンの割合を答えよ。
- (2) (1)の2本鎖DNAの一方の鎖をY鎖、もう一方の鎖をZ鎖とする。Y鎖のグアニンの割合が20%のとき、Z鎖におけるグアニンの割合を答えよ。

問3 下線部③に関して、(1)と(2)の問いに答えよ。

- (1) 一般的なPCR法では、はじめに、反応1が起こり、その後、反応2、反応3が順番に起こる。この3つの反応を1サイクルとし、このサイクルを繰り返すことでDNAが増幅される。反応1～3では、それぞれどのような反応が起こっているか、答えよ。
- (2) ある2本鎖DNA断片の一方の鎖の塩基配列を図2に示した。PCR法を用いて、これと全く同じ長さの塩基配列の2本鎖DNA断片を増幅した。このときに用いたプライマーを以下の(a)～(h)の中から2つ選び、記号で答えよ。ただし、それぞれのプライマーは18ヌクレオチドからなるが、(a)～(h)には5'末端から6ヌクレオチドの塩基配列のみを記している。

- (a) 5'-TACCAG-3' (b) 5'-CGTTAA-3' (c) 5'-ATGGTC-3'
(d) 5'-TTAACG-3' (e) 5'-AATTGC-3' (f) 5'-GACCAT-3'
(g) 5'-GCAATT-3' (h) 5'-CTGGTA-3'

5'-ATGGTCATCGATCGACAA----- (中略) -----GATTGGTACGATCGTTAA-3'

図2

問4 下線部④に関して、サンガー法によるDNAの塩基配列解析では、反応液に特殊なヌクレオチドをごく少量混ぜてDNA鎖を合成させる。もし、この特殊なヌクレオチドを反応液に過剰に加えてしまった場合、合成されるDNAの長さはどうなるか、理由とともに述べよ。

生 物

第 2 問 (25点)

光合成に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

光合成は、光のエネルギーを利用して、二酸化炭素と水から炭水化物などの有機物を合成するはたらきであり、植物では葉緑体^①で行われる。光合成は複雑な反応過程からなるが、葉緑体の（ア）で起こる光が直接関係する反応と、（イ）で起こる光が直接関係しない反応の2つに大きく分けられる。（ア）で起こる反応では、（ウ）とATPがつくられ、酸素が発生する。（ウ）とATPは、（イ）で起こる二酸化炭素の固定と有機物の合成反応に利用される^④。

つくられた有機物は細胞質に輸送されてスクロースなどになり、維管束植物では、維管束にある（エ）を通して植物体の各部位に運ばれる。

問1 文章中の空欄（ア）～（エ）に入る適切な語句を答えよ。

問2 下線部①に関して、光合成で使われる二酸化炭素は気孔を通して取り込まれる。気孔の開口を促進するはたらきをもつ、最も効果的な光を以下より選べ。また、この反応に関与する光受容体の名称を答えよ。

遠赤色光 赤色光 緑色光 青色光

問3 下線部②に関して、光合成によってATPがつくられるしくみを、以下の語句をすべて用いて説明せよ。

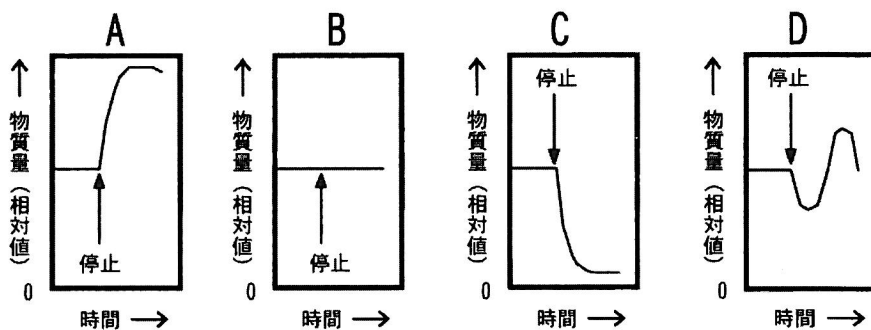
電子伝達系 水素イオン 水の分解

問4 下線部③に関して、酸素の同位体を使ったルーベンらの実験について、実験の内容とその実験から明らかになったことを説明せよ。

問5 下線部④に関して、緑藻類のクロレラを用いて光合成を行わせ、この反応系に含まれる炭素原子5個を含む C_5 化合物のリブローズビスリン酸（リブローズ二リン酸, RuBP）と炭素原子3個を含む C_3 化合物のホスホグリセリン酸（PGA）の量を調べた。(1)と(2)の問いに答えよ。

(1) 光と二酸化炭素を与えて培養した後、二酸化炭素の供給のみを停止した条件で培養を続けると RuBP 量はどのようになるか、最も適切なものを下の図の A～D から1つ選び、記号で答えよ。

(2) 光と二酸化炭素を与えて培養した後、光照射のみを停止した条件で培養を続けると PGA 量はどのようになるか、最も適切なものを下の図の A～D から1つ選び、記号で答えよ。



図

問6 光合成により 132 mg の二酸化炭素が固定されるとき、何 mg の有機物が合成されるか答えよ。また、この時、反応全体として何 mg の水が使われるか答えよ。なお、取り込まれた二酸化炭素は、すべてグルコース ($C_6H_{12}O_6$) の合成反応に使われるものとし、呼吸によるグルコースの消費もないものとする。炭素 (C)、水素 (H)、酸素 (O) の原子量は、それぞれ 12, 1, 16 とし計算せよ。

生 物

第 3 問 (25点)

植物の相互作用に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

同じ場所に生育する植物個体は、光、水、栄養塩類など共通の資源を取り合っている。同種の個体間での資源の取り合いを (ア)、異なる種の個体間での取り合いを (イ) とよぶ。(ア) が植物の成長に与える影響は、同種の植物を密度を変えて栽培することで調べることができる。^①(イ) の強さは、それぞれの種の (ウ) によって変わり、(ウ) が良く似た種は、(イ) が強いために同じ場所では共存できず、^②どちらかの種が絶滅してしまうと考えられている。しかし、実際の生態系では、同じ場所に多くの植物種が共存しているのが普通で、複数の種が共存できるさまざまなしくみ^③が知られている。

問1 文章中の空欄 (ア) ~ (ウ) に入る適切な語句を答えよ。

問2 下線部①に関して、同じ環境条件の 1 m^2 の区画にさまざまな個体群密度である植物を栽培したところ、図の結果が得られた。(1)~(3)の問いに答えよ。

(1) 30日と90日で、個体群密度によって平均個体重が異なっていた理由を説明せよ。

(2) 0日、30日、90日のそれぞれについて、個体群密度と単位面積あたりの個体群の重さの関係を解答用紙の図中に線で示せ。それぞれが何日の線かわかるように、問題の図にならって、日数を記入すること。

(3) 90日については、個体群密度が 200 本/m^2 と 500 本/m^2 の平均個体重の値が示されていない。これは、30日から90日の間に、高い個体群密度によってある現象が起きたためである。どのような現象が起き、個体群密度がどう変わったと考えられるか述べよ。

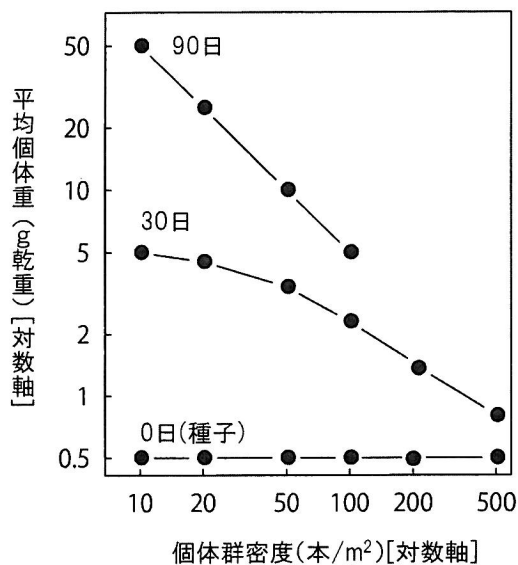


図 個体群密度と平均個体重の関係

図中の日数は種子をまいてからの日数.

問3 下線部②の現象は何とよばれているか答えよ.

問4 下線部③に関して、かく乱が共存する種の数に影響することが知られている。森林では、ギャップの形成頻度が低すぎても高すぎても共存する樹木の種数が少なくなる。そのしくみについて、以下の語句をすべて用いて説明せよ。

ギャップ 陽樹 陰樹 明るい環境 耐陰性

生 物

第 4 問 (25点)

生物の分類と系統に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

現在、地球上には数百万種とも数千万種ともいわれる多様な生物が生息しており、これまでに命名された生物の種数は約 190 万種とされる。多様な生物を整理するため、18 世紀以前は、形態や発生の共通性に基づいた分類が行われてきた。その後、分類学の方法や考え方が進展し、現在では、生物の進化の道筋である系統を考慮した生物の分類が行われている。

生物は約 40 億年前に海の中で誕生し、長い年月をかけて進化した。そのため、海には現在でもさまざまな動物が生息している。また、さまざまな藻類（褐藻、緑藻、紅藻など）も生息している。海で誕生した動物の一部は 3～4 億年前に陸上に進出し、その後、陸上でさらに多様化していった。

問 1 下線部①に関して、以下の(a)～(d)の文章のうち、正しいものには○を、間違っているものには×を解答欄に記入せよ。さらに、×を記入したものについては、間違っている箇所を抜き出し、正しい内容を記せ。

- (a) リンネは、属名と種小名を併記する二名法を用いて生物種の名前を学名で表した。
- (b) ヘッケルは、生物を植物界と動物界の 2 つに大別し、生物の系統を樹木のような図、すなわち系統樹で表した。
- (c) ダーウィンは自然選択説を提唱し、「動物誌」を出版して、生物を進化の視点でとらえる考え方を広めた。
- (d) 木村資生は、DNA の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の変化は、自然選択に対して、有利でも不利でもない中立的なものが大部分であると考え、中立説を提唱した。

問2 下線部②に関して、(1)～(3)の問いに答えよ。

(1) 図1の系統樹の空欄(Ⅰ)～(Ⅴ)に当てはまる動物を以下の(A)～(E)よりそれぞれ1つ選び、記号で答えよ。

(A) アワビ (B) ウニ (C) ヤドカリ (D) イソギンチャク (E) カイメン

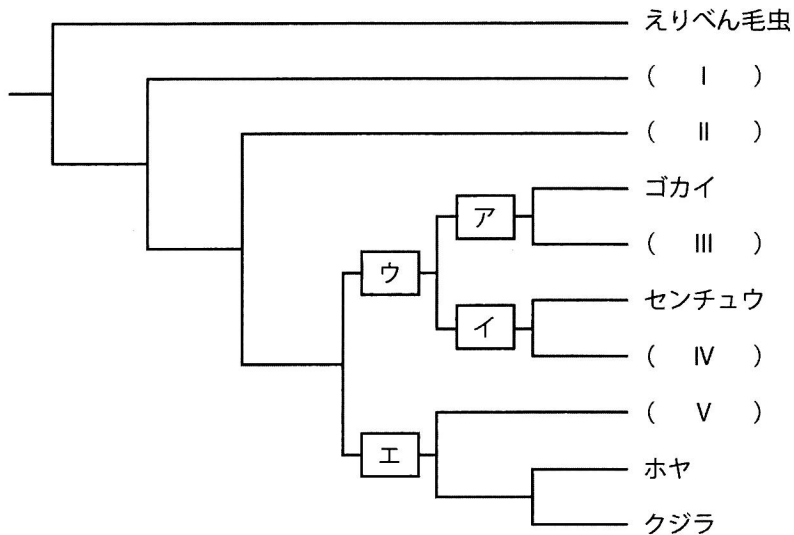


図1 分子系統解析に基づく動物の系統樹
動物門の中で代表的な動物を示している。

(2) 図1の と にはその系統に含まれる動物の特徴が入る。適切な特徴を以下の(a)～(g)よりそれぞれ1つ選び、記号で答えよ。

- (a) 寄生生活を送る (b) 脱皮する (c) 変態する
(d) トロコフォア幼生を経る (e) 無性生殖をする
(f) 体節構造を持つ (g) 内骨格を持つ

(3) 図1の と にはその系統に含まれる動物の初期発生における特徴が入る。その特徴を述べよ。また、 と の特徴を持つ動物はそれぞれ何動物と呼ばれるか、その名称を答えよ。

問3 下線部③に関して、一般的に緑藻類は波打ち際など海の浅い場所に、紅藻類は緑藻類より深い場所に生息している。生息水深の違いは、緑藻類と紅藻類の持つ光合成色素と関連があると考えられている。緑藻類の主要な光合成色素は、クロロフィルaとクロロフィルb、紅藻類はクロロフィルaとフィコビルンである。これらの光合成色素の吸収スペクトルを図2に示す。沿岸域の水中には太陽光が全て届くわけではなく、水による光の吸収に加え、植物プランクトンによる光の吸収や散乱により光が減衰する。ただし、減衰の度合は光の波長によって異なる。図3に沿岸域の水中における光の波長と減衰との関係を示す。緑藻類はなぜ浅い場所でしか生息できないのか、紅藻類はなぜ深い場所でも生息できるのかを、図2と図3をもとに説明せよ。

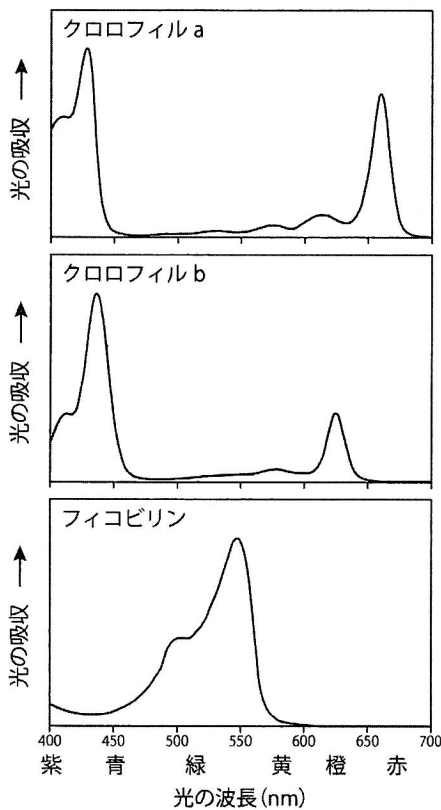


図2 光合成色素の吸収スペクトル

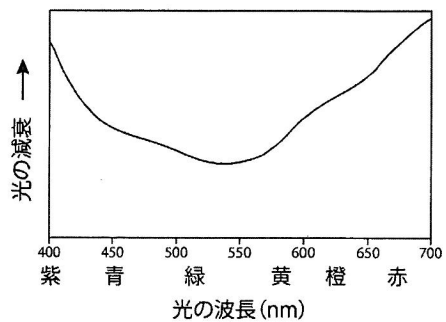


図3 光の波長と減衰との関係

問4 下線部④に関して，受精と呼吸について，魚類，両生類，は虫類を比較すると，海から陸上への適応に関連して類似した特徴や異なる特徴がある．これらの特徴を説明せよ．

