

平成30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」20～31ページ、「地学」32～37ページである。解答用紙は、「物理」4枚、「化学」4枚、「生物」4枚、「地学」2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 |

生 物

第 1 問 (25点)

顕微鏡の発達と細胞の発見に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

生物を理解するうえで、肉眼では見ることができない構造を観察することは重要である。顕微鏡の原型は、16世紀末にオランダのメガネ職人であったヤンセン親子らによって発明されたといわれている。17世紀に入り、オランダの(ア)は、レンズが1枚の顕微鏡を用いて、細菌や精子などを観察した。同じ時代に、イギリスの(イ)は、複数のレンズを組み合わせた顕微鏡を用いて、コルクの切片を観察し、見いだした小部屋状の構造を細胞(cell)と名づけた。しかしながら、(イ)が実際に見たものは、内容物を失った植物細胞の細胞壁^①であった。19世紀になって、ドイツの植物学者(ウ)と動物学者(エ)によって、「A」という細胞説が提唱された。さらに、ドイツのフィルヒョーは、「B」という考え方をとなえ、細胞説が広く認められていった。20世紀になり、ドイツのルスカによって電子顕微鏡が発明され、細胞内部^②の微細な構造も観察できるようになった。

問1 文章中の空欄(ア)～(エ)に入る人名を答えよ。

問2 文章中の空欄「A」と「B」に入る適切な文章を答えよ。

問3 光学顕微鏡を用いて、「bio」と書かれた小さな文字を150倍の倍率で観察したところ、図1のように見えた。マス目は目印として接眼レンズに記されているものである。対物レンズのみをかえ、600倍の倍率で観察するとどのように見えるか、図示せよ。

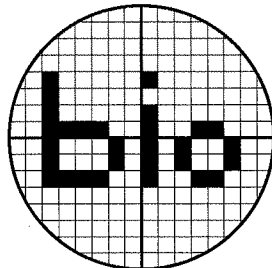


図1 150倍の倍率で見えた文字

問4 下線部①に関して、細胞分裂直後の植物細胞は細胞壁がやわらかく、セルロースの繊維があまり発達していないが、やがて繊維が方向性なく張りめぐらされる。その後、一定の方向に繊維が張りめぐらされ、繊維の方向と直角方向に細胞は成長する。成長の過程において、セルロースの繊維が方向性なく張りめぐらされているときには、植物細胞はどのように成長すると考えられるか、答えよ。

問5 下線部②に関して、真核細胞には、細胞骨格とよばれる繊維状の構造があり、細胞の形の調節や運動、細胞小器官の移動などに関わっている。細胞骨格には、アクチンフィラメント、微小管、中間径フィラメントの3種類が存在する。

(1) 3種類の細胞骨格の繊維それぞれの直径として適切なものを以下より選べ。

7 nm	10 nm	25 nm
7 μ m	10 μ m	25 μ m

(2) 以下のそれぞれの現象に関わっているのは3種類の細胞骨格のいずれか、答えよ。

染色体の移動 べん毛の運動 筋収縮 細胞質流動

問6 植物細胞に特有の細胞小器官として、葉緑体がある。図2のように、葉緑体は光の強さによって細胞内での配置を変える。葉緑体は、光が弱いときには、光の方向に対して垂直な細胞面に集まるが、光が強すぎる場合には、光と平行な細胞面に移動する。葉緑体が光の強さによって細胞内での配置を変えることは、植物にとってどのような利点があると考えられるか、述べよ。

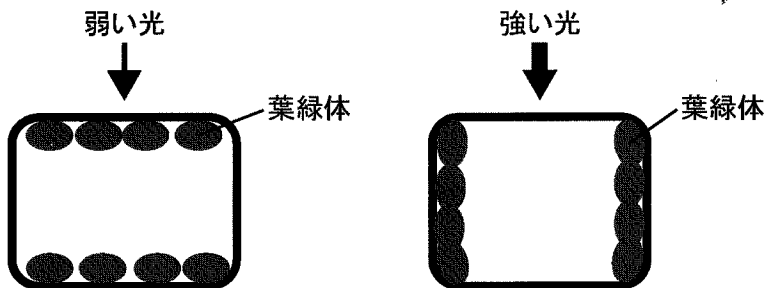


図2 光による葉緑体の配置の変化

生 物

第 2 問 (25点)

遺伝情報の発現に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

遺伝情報は、DNA の塩基配列という形で保持されている。真核生物における遺伝子発現の第一のステップは、DNA の塩基配列に基づき RNA が合成される転写である。このとき、DNA の塩基配列と相補的な塩基をもつヌクレオチドが順番につながれていき、mRNA 前駆体が作られる。転写された mRNA 前駆体は、スプライシングなどのさまざまな加工を受け、mRNA になる。その後、mRNA にリボソームが結合し、翻訳が行われる。翻訳の際には、mRNA の各コドンが1つのアミノ酸を指定する。このとき、mRNA のコドンに対応するアミノ酸を結合した tRNA が、アンチコドンの部分で mRNA のコドンと結合する。tRNA によって運ばれてきたアミノ酸に、合成途中のポリペプチドの末尾のアミノ酸がペプチド結合し、ポリペプチドは伸長していく。

mRNA のコドンがどのアミノ酸を指定するかは、1960年代の半ばまでに解明された。表に示すように、64個のコドンのうち、61個は20種類のアミノ酸を指定するが、UAA、UAG、UGAの3個のコドンはアミノ酸を指定せず、タンパク質合成の終了を示す終止コドンとしてはたらく。

問1 下線部に関して、この反応で主としてはたらく酵素の名称を答えよ。

問2 RNAのスプライシングでは、mRNA前駆体がどのような加工を受けるか、説明せよ。

問3 リボソームについて正しく述べたものを以下よりすべて選び、記号で答えよ。

- (a) リボソームは、細胞質に存在し、膜で包まれている。
- (b) リボソームは、RNAとタンパク質から構成されている。
- (c) リボソームは、大サブユニット、小サブユニットとよばれる2つのサブユニットから構成されている。
- (d) 1つのmRNAに結合できるリボソームは1つだけである。

表 mRNA の遺伝暗号表

		* コドンの 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)					
コドンの 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	コドンの 3 番目の 塩基		
		UUC		UCC			UAC		UGC			C	
		UUA	ロイシン	UCA			UAA	終止コドン	UGA	終止コドン		A	
		UUG				UCG		UAG		UGG		トリプトファン	G
	C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U			
		CUC				CCC		CAC				CGC	C
		CUA				CCA		CAA		グルタミン		CGA	A
		CUG				CCG		CAG				CGG	G
	A	AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U			
		AUC				ACC			AAC			AGC	C
		AUA				ACA		AAA	リシン	AGA		アルギニン	A
		AUG	メチオニン	ACG			AAG		AGG			G	
	G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン	GGU	グリシン	U			
		GUC				GCC		GAC		酸		GGC	C
		GUA				GCA		GAA		グルタミン酸		GGA	A
		GUG				GCG		GAG				GGG	G

生 物

第 3 問 (25点)

異化に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

ある動物の筋肉組織に由来する細胞を破碎して、細胞内成分を含む溶液（以後、破碎液とする）を得た。破碎液にグルコースあるいはピルビン酸を加えて保温する実験Ⅰ～実験Ⅲを行い、生成する乳酸の濃度を測定したところ、図のような結果が得られた。いずれの実験も、酸素が存在しない条件で破碎液を保温したが、実験Ⅲでは、保温の途中で破碎液に酸素を通気した。その他の実験条件は、すべての実験に共通であり、破碎液だけを保温しても乳酸は生成しなかった。

実験Ⅰ. 破碎液にグルコースを加えて保温したところ、乳酸が生成した。

実験Ⅱ. 破碎液にピルビン酸を加えて保温した場合は、乳酸はほとんど生成しなかった。ただし、破碎液に加えたピルビン酸の分子数は、実験Ⅰにおいて加えたグルコースの分子数の2倍とした。

実験Ⅲ. 実験Ⅰと同じ実験を行って、図中の▼印の時点で破碎液に酸素を通気したところ、乳酸の濃度が低下した（点線）。

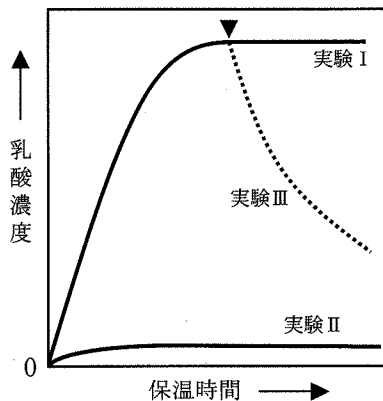


図 破碎液中の乳酸濃度

問1 実験Ⅰに関する(1)および(2)の問いに答えよ。

- (1) 酸素が存在しない条件で、グルコースからピルビン酸をへて乳酸を生成する過程を何とよぶか、答えよ。
- (2) 乳酸の生成には、酵素以外に、酵素よりはるかに低分子の物質が関わっている可能性がある。このことを確かめる実験の手順とその実験において予想される結果を述べよ。

問2 破碎液中でピルビン酸から乳酸を生成する酵素は、乳酸脱水素酵素とよばれている。名前からもわかるように、この酵素は乳酸からピルビン酸を生成する逆反応も触媒する。実験Ⅱにおいては、はじめから十分量のピルビン酸が存在するにもかかわらず、乳酸はほとんど生成しなかった。乳酸の生成が微量にとどまった理由を述べよ。

問3 実験Ⅲに関する(1)および(2)の問いに答えよ。

- (1) 酸素存在下でのグルコースの異化と最も関係の深い細胞小器官を答えよ。
- (2) 酸素を通気した▼印の時点から乳酸の濃度が低下した理由を酸素との関係にもとづいて述べよ。

生 物

第 4 問 (25点)

生物の進化と系統に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

地球上で最初に出現した生物は原核生物である。真核生物は原核生物から進化したと考えられており、核膜とさまざまな細胞小器官をもつ。さらに多細胞生物が誕生した後、生物は水中から陸上に進出し、多様化していった。^①

進化は、集団の遺伝子頻度に変化し、その変化が形質の変化につながることで起こる。有性生殖を行う生物の集団において、ある条件を満たしているとき、遺伝子頻度は世代をこえて変わらない。この法則をハーディー・ワインベルグの法則という。この法則が成立しない条件が進化を引き起こす要因であると考えられている。^②

問1 原核生物は古細菌と細菌に分類されている。それぞれの説明として適切なものを以下より1つずつ選び、記号で答えよ。

- (a) アメーバやゾウリムシのような単細胞生物で、複数の系統からなる。
- (b) 変形体を形成する真正粘菌と変形体を形成しない細胞性粘菌からなる。
- (c) 従属栄養生物の大腸菌や化学合成独立栄養生物の硝化菌などからなる。
- (d) 熱水噴出環境にすむ好熱菌や嫌気的環境にすむメタン菌などからなる。
- (e) ほとんどが水中で生活し、紅藻類、褐藻類、緑藻類などからなる。

問2 以下に示す6種の生物のDNAを用いて、それらが共通してもつある遺伝子の塩基配列を比較したところ、図のような系統樹が得られた。原核生物の場合は、細胞質基質に含まれるDNAについて調べた。真核生物の場合は核のDNAについて調べ、その細胞が葉緑体をもつ場合は葉緑体のDNAについても調べた。図の空欄（ア）～（カ）に、原核生物の場合は種名を、真核生物の場合は種名とDNAの由来を入れよ。ただし、系統樹の枝の長さは塩基の置換数を反映するものではなく、（ウ）と（エ）に入る語句は入れかわってもよい。

[生物種] シャジクモ カンサイタンポポ ダイダイイソカイメン ヒト
 シイタケ イシクラゲ（シアノバクテリアの一種）

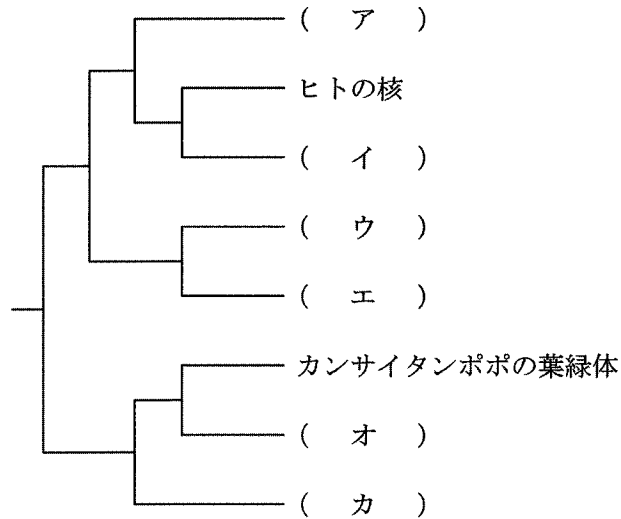


図 DNAの塩基配列にもとづく系統樹

問3 下線部①に関して、以下の記述を古い年代に起きたものから順番に、記号を用いて並べよ。

- (a) 温暖湿潤な気候で、湿地に巨大なシダの森林が出現した。
- (b) オゾン層が形成され、孢子嚢をもつクックソニアが出現した。
- (c) 被子植物が誕生し、多様化および分布拡大が起こった。
- (d) 恐竜やアンモナイトが絶滅し、哺乳類や鳥類などが急速に多様化した。
- (e) 種子をもつ植物が誕生した。

問4 ある植物は表に示す優性の法則と分離の法則が成立する対立遺伝子 A と a をもつ。また、背の高い茎をもつ個体の生存率は 60 % であり、背の低い茎をもつ個体の生存率は 30 % であった。この植物の集団のある世代の遺伝子頻度を調べたところ、A が 0.60, a が 0.40 であった。このとき、次世代の A と a の遺伝子頻度を、算出の過程を示しながら小数第 3 位を四捨五入した値で答えよ。ただし、自然選択以外はハーディー・ワインベルグの法則が成立する条件を満たすものとする。

表 対立遺伝子と形質の関係

対立遺伝子	形質
A	背の高い茎をつくる (優性形質)
a	背の低い茎をつくる (劣性形質)

問5 下線部②に関して、自然選択がはたらくこと以外にハーディー・ワインベルグの法則が成立しない条件を 2 つ答えよ。