

# 長崎大学

## 平成 26 年度 入学 試験 問題

### 理 科

	ページ
物 理	1～10
化 学	11～23
生 物	24～37
地 学	38～46

化学については、問題 **1** から問題 **4** までは必ず解答し、問題 **5** と問題 **6** については、どちらか一方を選択して解答すること。

#### 注 意 事 項

試験開始後、選択した科目の問題冊子及び答案用紙のページを確かめ、落丁、乱丁あるいは印刷が不鮮明なものがあれば新しいものと交換するので挙手すること。

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子を開かないこと。
2. 解答は、必ず答案用紙の指定されたところに記入すること。
3. 解答する数字、文字、記号等は明瞭に書くこと。
4. 答案用紙は持ち出さないこと。

## 生 物

1 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

植物は、光エネルギーを葉で受けとめ、気孔を通じてとり入れた二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)と根から吸収した水(H<sub>2</sub>O)を材料にして光合成を行い、有機物を合成している。また、植物は根から水とともにリン、カリウムなどの  を吸収している。

日なたで生育する陽生植物は 補償点と 光飽和点がともに  く、強い光のもとでより高い光合成速度を示し、弱い光の利用効率は低い。日かげに生育する陰生植物は補償点と光飽和点が  く、強い光の利用効率は  く、弱い光の利用効率は  い。

外界から取り入れた  だけを利用して有機物を合成することが出来る生物を  生物という。この  生物である植物では、弱い光にどの程度耐えられるかによって、その植物が暗い森の中などで生育できるかが決まる。植物のこのような性質を耐陰性という。また、植物体が受けている光の量を受光量といい、ある植物が生きていくのに必要とする最少の受光量を最少受光量という。最少受光量は、外界の光の強さ(照度)を100%とした場合の割合で示され、耐陰性の1つのめやすとなる。

陽生植物と陰生植物の関係は、同じ個体の葉の間にも見られることがあり、光の良く当たる部分には 陽葉、光があまり当たらない部分には 陰葉という葉が見られる。

問1 文章中の  と  にあてはまる語句を記せ。

問2 文章中の  ～  に、「高」または「低」のどちらかを選んで記せ。

問 3 陽生植物と陰生植物の最少受光量について正しい文章はどれか。下の(ア)~(エ)から選び、記号で答えよ。

- (ア) 陰生植物の最少受光量は陽生植物に比べて大きい。
- (イ) 陰生植物の最少受光量は陽生植物とほぼ同じである。
- (ウ) 陰生植物の最少受光量は陽生植物に比べて小さい。
- (エ) 陰生植物と陽生植物の最少受光量は比較できない。

問 4 図 1 は、気温 15℃ における光-光合成曲線である。

- (1) 植物の ①補償点 と ②光飽和点 は、A~E のどれか。それぞれ記号で答えよ。
- (2) 気温が 15℃ から 30℃ に上昇したとき、(1) で選んだ ②光飽和点 はどのように変化するか。15 字以内で述べよ。

問 5 文章中の ③陽葉 を ④陰葉 と比較した場合の構造の違いについて 50 字以内で述べよ。

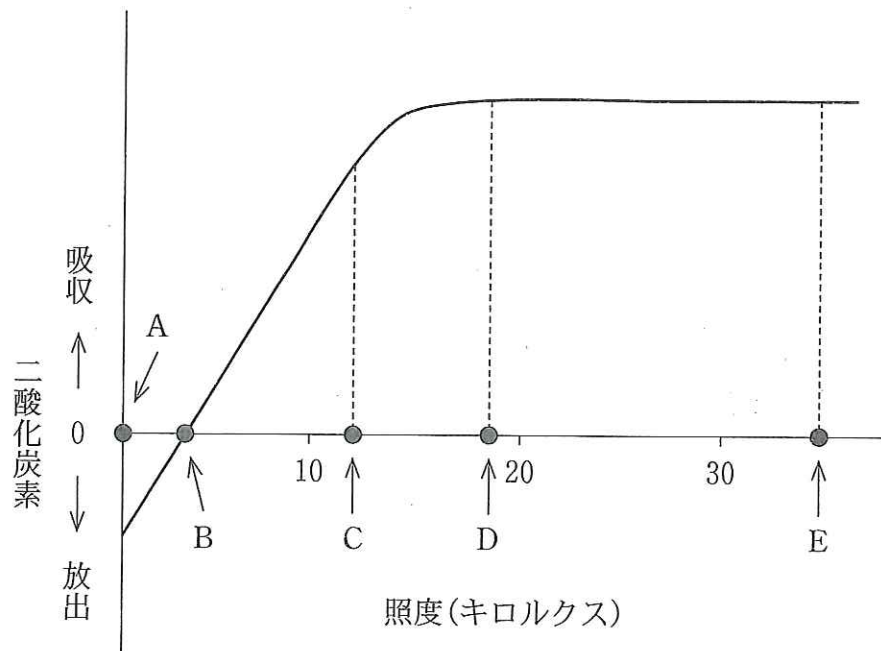


図 1

気温 15℃ における光-光合成曲線である。  
縦軸を二酸化炭素の吸収速度、横軸を光の照度とする。

2 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

イギリスのダーウィンは、世界各地で生物や化石の採集と観察を行い、膨大な資料をもとに『種の起源』を著した。この本のなかでは、進化のしくみが次のように説かれている。『同じ種に属していても、共通する形質に関しては個体間で違いが認められることがある。このような形質のなかには、<sup>①</sup>個体間の違いが親から子へ伝えられるものがある。生存や繁殖にとって有利に働く形質を備えた個体<sup>②</sup>は、他の個体よりも次世代により多くの子を残すことができる。その結果、世代を重ねるうちに、<sup>③</sup>集団内において有利な形質をもつ個体の割合が増えていく。以上の過程をくり返しなが<sup>④</sup>ら、しだいに生物は、<sup>⑤</sup>新しい種へと分化していくと考えられる。』

問1 文章中の下線部①～⑤に対応する語句を次の(a)～(i)から1つ選び、記号で答えよ。

- |         |          |          |
|---------|----------|----------|
| (a) 隔離  | (b) 変異   | (c) 適応放散 |
| (d) 遺伝  | (e) 適者生存 | (f) 小進化  |
| (g) 大進化 | (h) 自然選択 | (i) 競争   |

問2 フランスのラマルクも、生物の進化を認識し、環境の変化や新しい習性に応じて、よく使う器官は発達し、使わない器官は発達しないと考えた。しかし、彼の唱えた進化のしくみ(用不用説)は、現在では誤りとされている。その理由を15字以内で述べよ。

問3 下記の文章の  ～  にあてはまる語句を記せ。

遺伝子に生じた変化が、個体間の形質に違いをもたらすことがある。DNAの塩基配列の変化には、本来の塩基とは別の塩基に置き換わる  や、一部の塩基が失われる  ，塩基が新しく付加される  などがある。



問 4 下記の文章の  と  にあてはまる語句を(a)~(d)から1つ  
選び、記号で答えよ。

動物の場合、1回の産卵数と卵の大きさは、その動物の生活環境と密接に  
関係している。種の間で比較すると、変動の激しい環境では  が有  
利となり、安定または周期性のある環境では  が有利になると考え  
られている。

(a) 小卵少産      (b) 小卵多産      (c) 大卵少産      (d) 大卵多産

問 5 ガラパゴス諸島に生息するフィンチという小鳥では、同種内でもくちばし  
の大きさに違いが認められ、大きなくちばしをもつ個体は、小さなくちばし  
をもつ個体よりも、大きく硬い種子を食べることができる。長年の調査結果  
から、乾燥が数年間続くと大きなくちばしを持つ個体の割合が増加すること  
が明らかになった。その理由を80字以内で述べよ。

3 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

脊椎動物の横紋筋を光学顕微鏡で観察すると、筋原繊維の明帯と暗帯が、交互に規則正しく配列されている(図1上)。さらに電子顕微鏡で筋原繊維を観察すると、2種類のフィラメントが規則正しく配列している(図1下)。Z膜からZ膜までが筋収縮の単位となる。

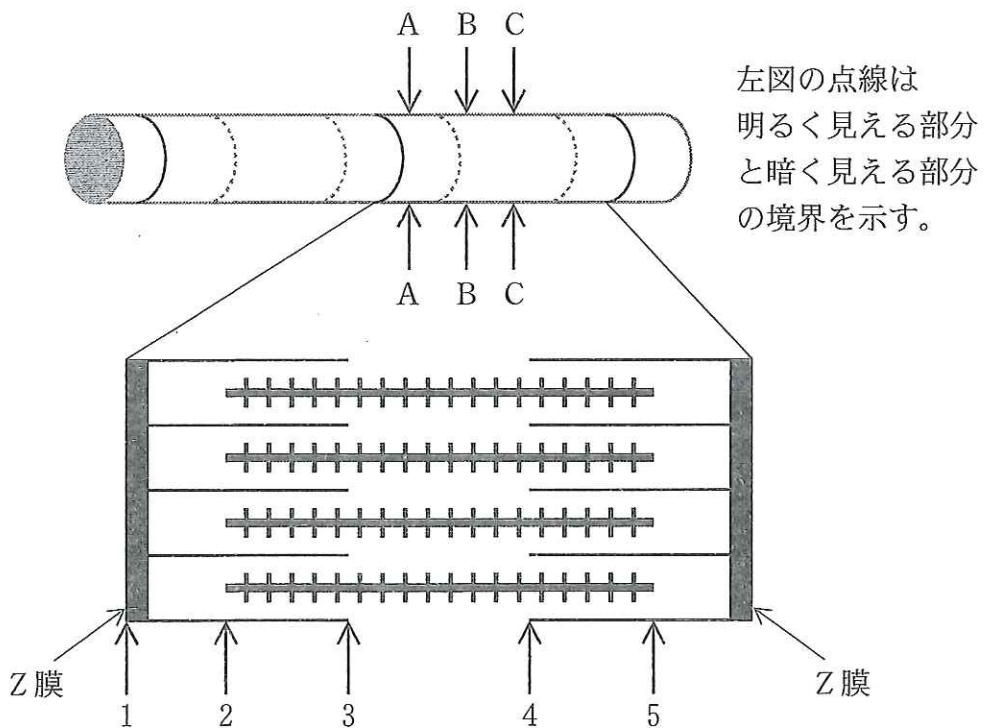


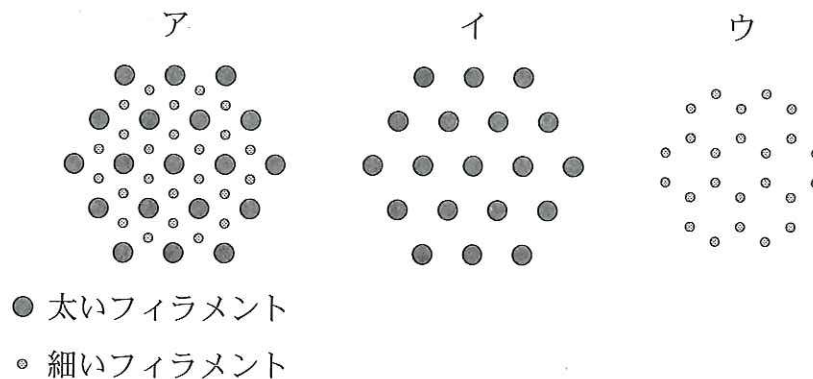
図1 筋原繊維の模式図。

問1 文章中の下線部①の明帯と暗帯の範囲は、図1下の1～5までのどこの部分か。数字を用いて記せ。(記述例：1～5)

問2 文章中の下線部②の2種類のフィラメントには、太いフィラメントと細いフィラメントがある。それぞれのフィラメントの主成分であるタンパク質名を記せ。

問3 文章中の下線部③の名称を記せ。

問 4 収縮していない筋原繊維の横断面を、電子顕微鏡で観察した。図 1 上の A~C の矢印部で切断したとき、それぞれの横断面で観察されるのは下記の ア~ウのどれか記号で記せ。



問 5 未処理の骨格筋に ATP を作用させても変化はなかったが、50% のグリセリン溶液で処理したグリセリン筋に ATP を作用させると収縮が観察された。以下の(1)と(2)について答えよ。

- (1) 未処理の骨格筋が興奮すると、あるイオンが放出され、それによって筋収縮が起こる。この筋収縮の引き金となるイオンとそのイオンの貯蔵部位を答えよ。
- (2) グリセリン筋に ATP を作用させると収縮が観察された理由を 70 字以内で述べよ。

問 6 横紋筋の 1 つに心筋がある。心筋細胞の特徴の 1 つは、多数のミトコンドリアが存在することである。その理由を 80 字以内で述べよ。

4 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

脊椎動物の血液は、赤血球、、などの有形成分と、と呼ばれる液体成分からなる。赤血球は、ヘモグロビンというタンパク質を含み、肺などの呼吸器官で取り入れた酸素を全身に供給する。酸素はには溶けにくく、赤血球内のヘモグロビンと結合して各組織まで運ばれる。ヘモグロビンは、肺における血液との間のガス交換の場であるのような酸素濃度が高いところでは酸素と結合し、酸素濃度が低い組織では急速に酸素を放出する性質がある。図1に、酸素濃度(横軸)と、酸素と結合したヘモグロビン(酸素ヘモグロビン)の割合(縦軸)との、一定の二酸化炭素濃度における関係を酸素解離曲線として示す。

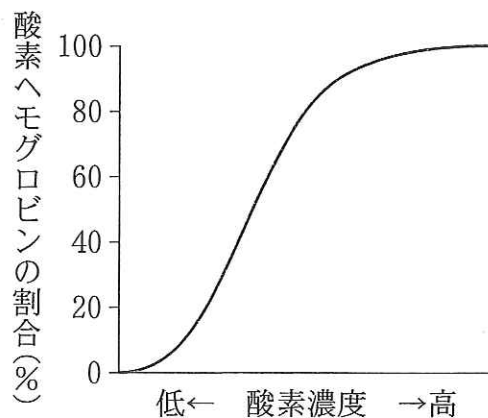


図1

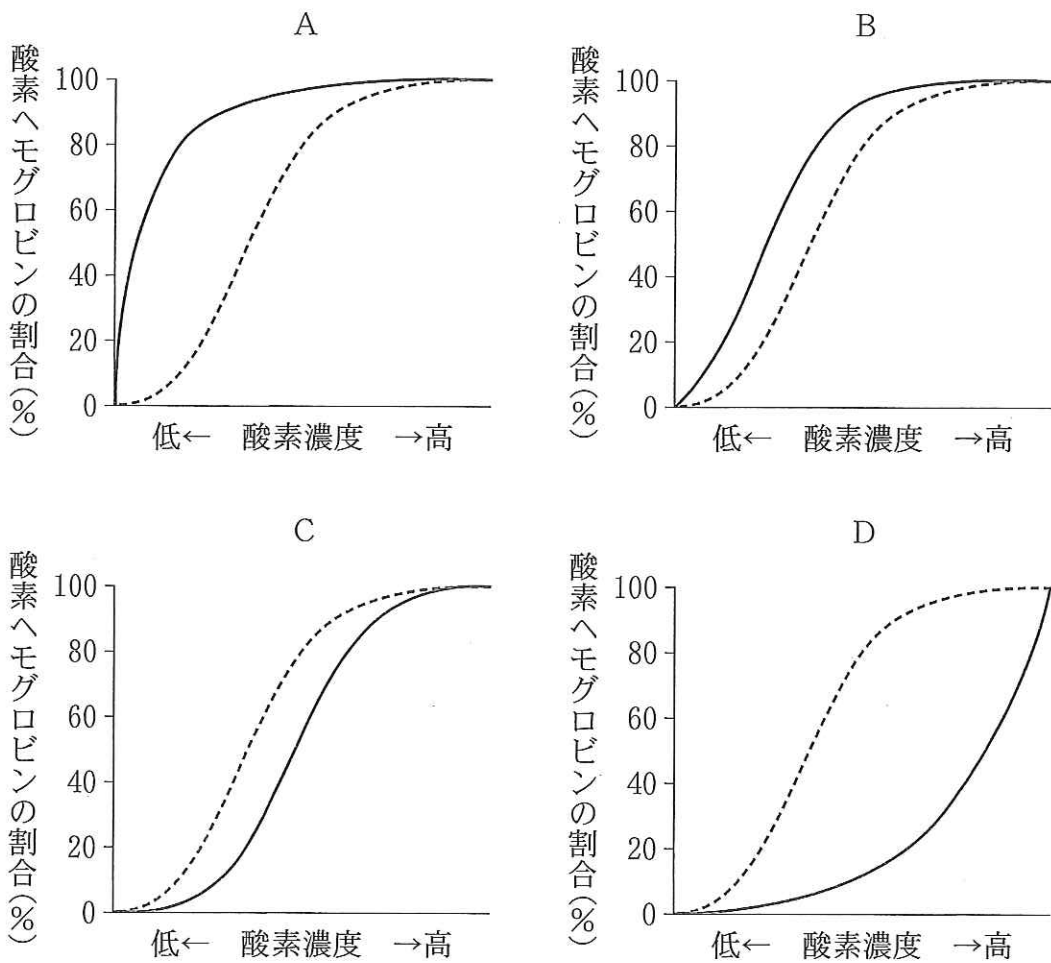
ヘモグロビン1分子は、 $\alpha$ 鎖および $\beta$ 鎖と呼ばれるポリペプチド鎖を2本ずつもち、それら4本のポリペプチド鎖はいずれもヘムと呼ばれる分子を1つずつ含み、そのヘムに酸素が結合する。このように複数のポリペプチド鎖の組み合わせでできている場合の全体構造をと呼ぶ。ヘモグロビン分子の1つ目のヘムに酸素が結合すると、ヘモグロビン分子の構造が変化し、分子内の他のヘムの酸素親和性が増加する。さらに酸素が2つ目、3つ目のヘムに順次結合すると、それとともに酸素親和性が一層増加することになる。このような効果を「ホモトロピック効果」と呼ぶ。



問 1 文章中の 1 ~ 5 にあてはまる語句を記せ。

問 2 ヘモグロビンの機能を調べるため、赤血球からヘモグロビンを取り出す必要がある。その際、赤血球を破壊する方法を2つ述べよ。

問 3 酸素解離曲線は、温度、pH、二酸化炭素濃度などの測定条件に応じて変動することが知られている。図1における測定条件よりも二酸化炭素濃度が高くなった場合、酸素解離曲線はどのように変化するか。次のA~Dから1つ選び、記号で答えよ。なお、A~Dにおける点線は、図1における酸素解離曲線を示す。



注) 点線は図1における酸素解離曲線を示す。

問 4 胎児のヘモグロビンは成人のヘモグロビンと同様に4本のポリペプチド鎖が集合して機能するが、酸素に対する親和性は異なる。図1を成人のヘモグロビンの酸素解離曲線とすると、同じ測定条件下において、胎児ヘモグロビンの酸素解離曲線はどのようになるか。問3で示したA～Dから1つ選び、記号で答えよ。また、その理由を50字以内で述べよ。

問 5 筋肉に存在するミオグロビンというタンパク質は、激しい運動に備えての酸素貯蔵に役立っている。ミオグロビンもヘモグロビンと同じように酸素に結合するが、ヘモグロビンが4本のポリペプチド鎖の集合体で4つのヘムをもつのに対し、ミオグロビンは1本のポリペプチド鎖と1つのヘムで機能する。図1のヘモグロビンの酸素解離曲線と比較して、同じ測定条件下において、ミオグロビンの酸素解離曲線はどのようになるか。問3で示した4つのグラフの縦軸を「酸素ヘモグロビン(点線)または酸素ミオグロビン(実線)の割合(%)」と置き換えた上で、最も近いものをA～Dから1つ選び、記号で答えよ。また、その理由を「ホモトロピック効果」という語句を用いて80字以内で述べよ。

5 次の文章を読み、問1と問2に答えよ。

ある昆虫の体の色、眼の色、羽の大きさの形質にかかわる遺伝子の性質を調べるために、次のような実験を行なった。ただし、この昆虫の雌雄それぞれの配偶子には、同程度の組換えが生じることがわかっている。

まず、〔茶色の体(茶体)・赤色の眼(赤眼)・大きな羽(大羽)〕の雄と、〔黒色の体(黒体)・紫色の眼(紫眼)・小さな羽(小羽)〕の雌を交配したところ、生まれた個体は全て雄の表現型と一致した。次に、生まれた個体を交雑して得られた世代の表現型を観察したところ、〔茶体・赤眼〕、〔茶体・紫眼〕、〔黒体・赤眼〕、〔黒体・紫眼〕の個体数はそれぞれ688、61、64、187であった。この中から無作為に抽出した1匹の雄を、〔黒体・紫眼・小羽〕の雌と交配した。すると次の世代では、すべての個体が赤眼となり、〔茶体・大羽〕、〔茶体・小羽〕、〔黒体・大羽〕、〔黒体・小羽〕の個体が生まれ、1,000匹中の〔茶体・大羽〕の個体数は309であった。

問 1 この昆虫の配偶子には，体の色と眼の色の遺伝子が「連鎖したままのもの」と「組換えによって生じたもの」が  $n:1$  の比で存在すると仮定し，以下の問に答えよ。

(1) 文章中の下線部の〔茶体・赤眼〕，〔茶体・紫眼〕，〔黒体・赤眼〕，〔黒体・紫眼〕の出現比を  $n$  を用いた式であらわした場合，それぞれの形質の出現比の式として適切なものを次の(ア)～(キ)の中から 1 つずつ選び，記号で答えよ。(同じ記号を複数回選択可とする)

- (ア)  $n$                                       (イ)  $2n+1$                                       (ウ)  $n^2$   
(エ)  $2n^2+1$                                       (オ)  $n^2+2n+1$                                       (カ)  $3n^2+4n+2$   
(キ)  $4n^2+3n+2$

(2)  $n$  の値を算出し，最も近い数値を次の(ア)～(キ)の中から 1 つ選び記号で答えよ。

- (ア) 3.5                                      (イ) 4.5                                      (ウ) 5.5                                      (エ) 6.5  
(オ) 7.5                                      (カ) 8.5                                      (キ) 9.5

(3) 体の色と眼の色の遺伝子間の組換え価は何%となるか。少数点以下を切り捨てて答えよ。

問 2 この昆虫の配偶子には，眼の色と羽の大きさの遺伝子間の組換えが常に 25% の割合で生じる。次の問に答えよ。

(1) 文章中の下線部の大羽と小羽の分離比を記せ。

(2) 体の色，眼の色，羽の大きさの遺伝子の染色体上の配列順序とそれらの組換え価を記入し，連鎖地図(染色体地図)を作成せよ。ただし，体の色，眼の色，羽の大きさはそれぞれ，体，眼，羽と略して地図上に記入すること。



6 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

窒素(N)と炭素(C)は生物にとって重要な元素であり、これらの元素は自然界のなかの生物および非生物的環境の間を常に循環している。窒素は、生物体を構成するタンパク質、核酸、クロロフィルやATPなどに含まれる重要な元素である。大気中には一定量の窒素ガス(N<sub>2</sub>)が含まれているが、多くの生物はこれを直接利用できない。大気中のN<sub>2</sub>は、いくつかの経路により窒素源として利用可能な物質に変換され、さらに多様な生物によりさまざまな化合物へと変換され利用される。最終的にはN<sub>2</sub>となって大気中に戻る。図1は、地球上での窒素の主な循環を模式図で示したものである。

炭素は、生物体の乾燥体重のおよそ40%を占める元素であり、生物体を構成する炭素の源は、大気中や水中の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)である。大気中のCO<sub>2</sub>は、生産者の行う光合成により有機物に同化され、消費される。この生産者による有機物生産を物質生産という。

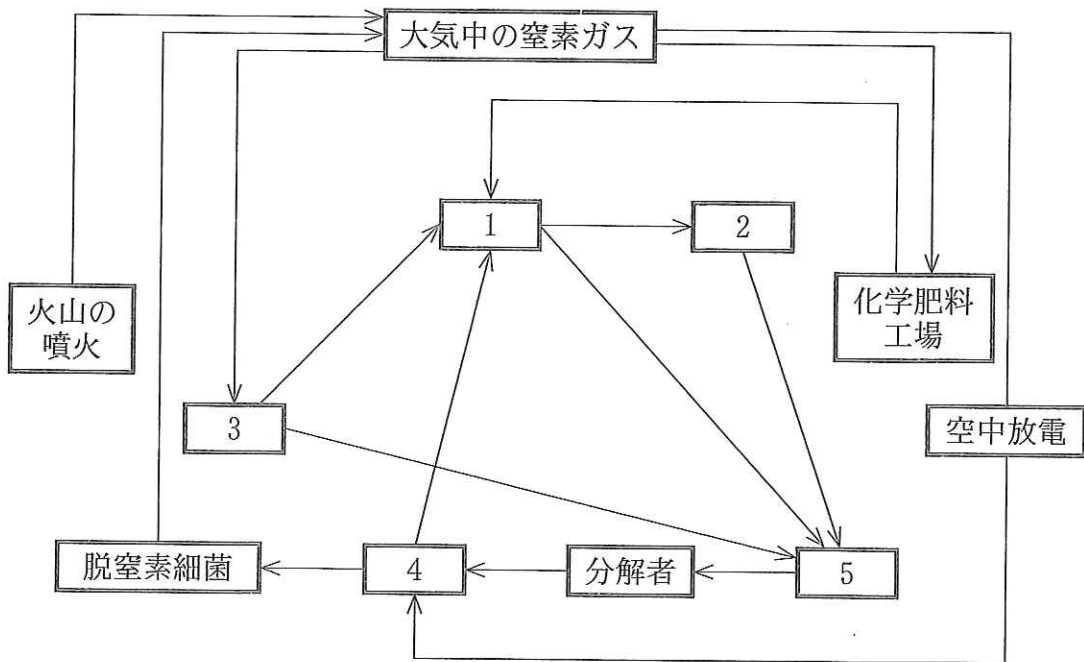


図1

問 1 大気中の窒素ガス(N<sub>2</sub>)濃度, および二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)濃度はおよそ何%か。次の(ア)~(ク)から選び, それぞれ記号で答えよ。

- |            |            |           |
|------------|------------|-----------|
| (ア) 0.04 % | (イ) 0.08 % | (ウ) 0.4 % |
| (エ) 0.8 %  | (オ) 4 %    | (カ) 8 %   |
| (キ) 40 %   | (ク) 80 %   |           |

問 2 図 1 の  ~  にあてはまる語句を次の(ア)~(サ)から選び, 記号で答えよ。

- |           |                |               |
|-----------|----------------|---------------|
| (ア) アメーバ  | (イ) 硫黄細菌       | (ウ) ウイルス      |
| (エ) 光合成細菌 | (オ) 硝化細菌       | (カ) 植物        |
| (キ) 石炭・石油 | (ク) 窒素固定細菌・ラン藻 |               |
| (ケ) 動物    | (コ) メタン細菌      | (サ) 落葉・遺体・排出物 |

問 3 湖沼や内海に多量の生活排水などが流入すると, 急速に窒素やリンなどを含む物質が増加することがある。すると, これらを栄養源とする植物プランクトンが異常発生し, その結果水中の酸素が欠乏することがある。植物プランクトンは通常, 光合成により自らが呼吸で消費するより多くの酸素を生成しているにも関わらず, 水中の酸素が欠乏するのはなぜか。60 字以内で述べよ。

問 4 森林 A および森林 B において、生産者の 2006 年から 2010 年までの 5 年間の物質収支を測定した結果を、1 年あたりの平均値で表 1 に示す。単位は、乾燥重量  $\text{g}/\text{m}^2/\text{年}$  である。

	森林 A	森林 B
総生産量	2,600	2,011
呼吸量	1,450	1,500
被食量	200	240
枯死量	250	270

表 1

(1) 森林 A において、2006 年最初の現存量が乾燥重量で  $500 \text{ g}/\text{m}^2$  のとき、5 年後の現存量はいくらになるか。次の(ア)~(カ)から 1 つ選び、記号で答えよ。なお、腐植質に残る有機物は無視できるものとする。

- (ア)  $1,000 \text{ g}/\text{m}^2$                       (イ)  $2,000 \text{ g}/\text{m}^2$                       (ウ)  $3,000 \text{ g}/\text{m}^2$   
 (エ)  $4,000 \text{ g}/\text{m}^2$                       (オ)  $5,000 \text{ g}/\text{m}^2$                       (カ)  $6,000 \text{ g}/\text{m}^2$

(2) 森林 A と比較した時の森林 B の年齢的特徴を、その理由とともに 50 字以内で述べよ。