

※ 機械工学科を志願する場合は、理科の科目中「生物」の点数は採用されません。

# 生 物

(注意) 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

1 体細胞分裂の観察実験に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

タマネギの根の先端（根端）では、体細胞分裂がさかんにおこなわれている。その様子を観察するため、以下の実験を行った。

操作1 タマネギを発根させた。

操作2 根の先端1 cm程度をとり、酢酸溶液に10分間浸した。

操作3 根の先端を希塩酸に移し、60℃で5分間保った。

操作4 先端2～3 mmを切り取り、スライドガラスに載せ、染色液を1滴落として1～2分置いた。

操作5 純水を1滴落としてカバーガラスをかけ、折ったろ紙ではさみ、上から力をかけた。

操作6 これを標本として、光学顕微鏡で観察した。

作製した標本を観察した結果、組織内の300個の細胞は、次の表1の特徴をもつ5つのグループに分類できた。

表1

	細胞の特徴	細胞の数 / 個
(a)	染色体が、両極に移動している	7
(b)	染色体の集合体が2箇所に観察される	9
(c)	染色体が赤道面に並んでいる	20
(d)	染色体が細胞全体にランダムに分散している	30
(e)	明瞭な核と核小体が見える	234

問1 操作2および3の目的として最も適当なものを、次の①～⑤の中からそれぞれ一つずつ選べ。

操作2 :

操作3 :

- ① 細胞の活性を高め、細胞分裂を促進させる。
- ② 細胞を膨張させて観察しやすくする。
- ③ 細胞の生命活動を止め、そのときの状態を保つ。
- ④ 染色体を太くする。
- ⑤ 細胞どうしの接着を緩める。

問2 操作4の下線部の試薬として、最も適当なものを次の①～⑤の中から一つ選べ。

ウ

- ① ヨウ素液                      ② 酢酸オルセイン液                      ③ 水酸化ナトリウム溶液  
④ エタノール溶液                      ⑤ 塩化カリウム溶液

問3 体細胞分裂は、間期 → M期前期 → M期中期 → M期後期 → M期終期 → 間期の順に繰り返される。表1中の(d)と(e)の細胞は、それぞれどの時期に相当するか。適当なものを次の①～⑤の中からそれぞれ一つずつ選べ。

(d) : 

エ
---

(e) : 

オ
---

- ① 間期                      ② M期前期                      ③ M期中期                      ④ M期後期                      ⑤ M期終期

問4 タマネギの根端分裂組織の細胞分裂の周期を24時間とした場合、表1の観察結果から推定されるM期中期の所要時間として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

カ

- ① 0.5時間                      ② 1.6時間                      ③ 2.4時間                      ④ 3.2時間                      ⑤ 18.7時間

問5 タマネギの根端分裂組織の細胞に関する記述として、誤っているものを次の①～⑦の中から二つ選べ。ただし解答の順序は問わない。

キ

ク

- ① 間期にDNAの複製が行われる。  
② M期前期に糸状の染色糸が棒状の太い染色体に変化する。  
③ M期前期に核膜が消失する。  
④ M期中期に2価染色体が形成される。  
⑤ M期中期に染色体が赤道面に並ぶ。  
⑥ M期終期の細胞にくびれができる。  
⑦ 分裂によってできた細胞(娘細胞)が持つDNAの量は、M期前期の細胞の半分である。

2 気候とバイオーム（生物群系）に関して、以下の問いに答えよ。

問1 次の図1は、気温・降水量と世界のバイオームの関係を模式的に示したものである。ステップ、サバンナ、照葉樹林に相当するものを、図1中の①～⑨の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- ステップ：
- サバンナ：
- 照葉樹林：

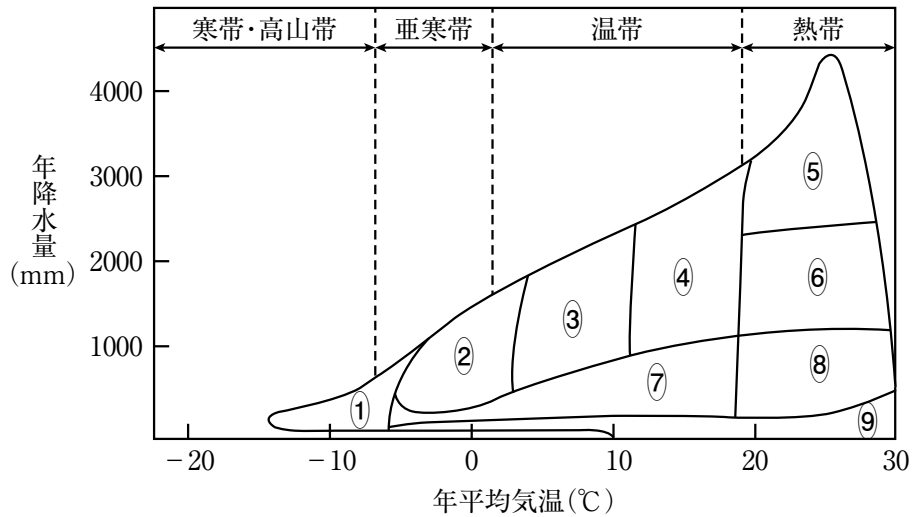


図1

問2 次の図2は、世界各地のバイオームの地理的分布を示している。硬葉樹林、雨緑樹林、熱帯多雨林に相当するものを、図2中の①～⑩の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- 硬葉樹林：
- 雨緑樹林：
- 熱帯多雨林：

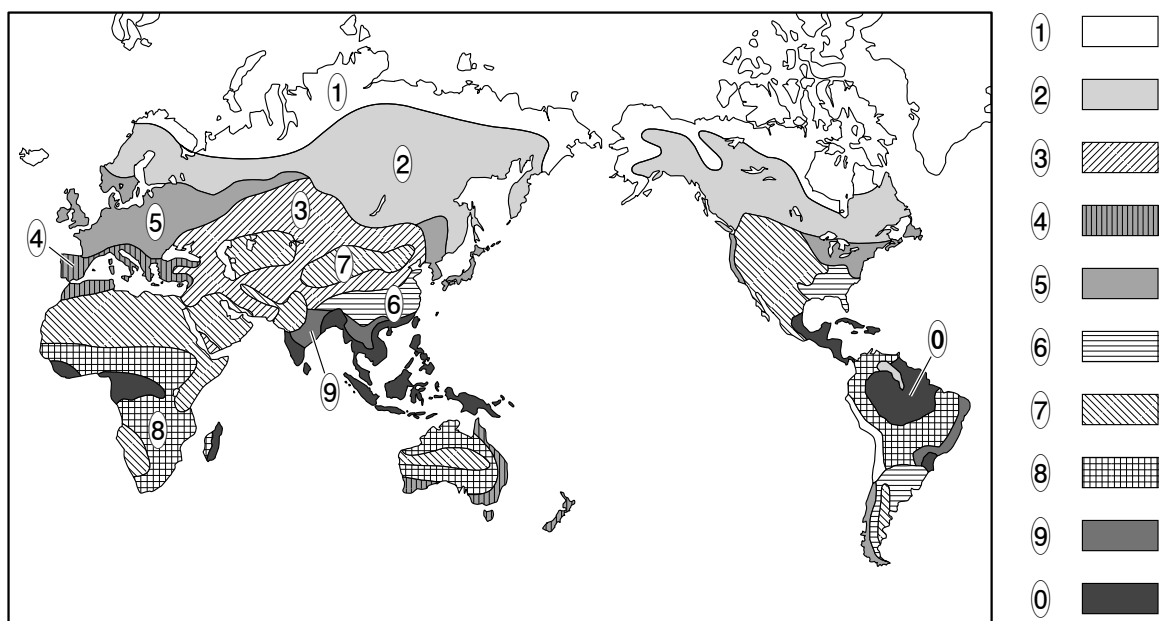


図2

問3 世界各地のバイオームと、そこに見られる植物の組み合わせとして誤っているものを次の①～⑧の中から二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

キ      ク

	バイオーム	植物
①	ツンドラ	地衣類
②	針葉樹林	シラビソ
③	夏緑樹林	ブナ
④	照葉樹林	カシ類
⑤	熱帯多雨林	ユーカリ
⑥	雨緑樹林	チーク
⑦	サバンナ	オリーブ
⑧	ステップ	イネ科の草木

問4 次の(i)～(iv)の記述は、それぞれどのバイオームについて説明したものか。下記の①～⑨の中から適当なものをそれぞれ一つずつ選べ。

- (i) 夏は低温で冬は寒冷な地域のため、耐寒性の高い裸子植物の森林となる。
- (ii) 雨季と乾季のある地域に分布し、乾季に落葉する広葉樹からなる。
- (iii) 夏に雨が多く、寒い冬のある冷温帯に発達し、落葉広葉樹林からなる。
- (iv) 高温で降水量の多い地域に分布し、常緑広葉樹林の密林が発達し、つる植物や着生植物も多い。

- ① ツンドラ      ② ステップ      ③ サバンナ      ④ 照葉樹林      ⑤ 雨緑樹林  
 ⑥ 熱帯多雨林      ⑦ 針葉樹林      ⑧ 夏緑樹林      ⑨ 砂漠

(i) :   
 (ii) :   
 (iii) :   
 (iv) :

3 代謝に関する次の文章 A・B を読み、以下の問いに答えよ。

A 細胞は、取り入れた物質を材料として新たな物質を合成し、取り入れた物質や合成した物質を分解する。これらの合成や分解をまとめて代謝という。代謝の過程では、化学反応によってエネルギーの受け渡しが行われる。エネルギーの受け渡しは、主に<sub>a</sub>ATP という物質によって行われる。呼吸は代謝の代表例であり、グルコースなどの有機物が酸化されて ATP が合成される反応である。呼吸は、<sub>b</sub>解糖系・<sub>c</sub>クエン酸回路 (TCA回路)・<sub>d</sub>電子伝達系の 3 つの反応過程で進行する。

問 1 文章中の下線部 a に関して、次の図 3 は、ATP を模式的に示したものである。図 3 中の [ア] および (イ) の名称を、下記の ①～⑥ の中からそれぞれ一つずつ選べ。

[ア] : [ア]  
(イ) : [イ]

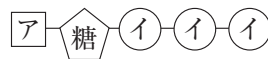


図 3

- ① アデニン      ② アデノシン      ③ リボース      ④ デオキシリボース  
⑤ リン酸      ⑥ 脂肪酸

問 2 文章中の下線部 b に関して、真核細胞において、解糖系が進行する場所と、グルコースが分解されて生じるピルビン酸の化学式の組み合わせとして最も適当なものを、次の ①～⑥ の中から一つ選べ。

[ウ]

	解糖系が進行する場所	ピルビン酸の化学式
①	細胞質基質	$C_2H_6O$
②	細胞質基質	$C_3H_6O_3$
③	細胞質基質	$C_3H_4O_3$
④	ミトコンドリア	$C_2H_6O$
⑤	ミトコンドリア	$C_3H_6O_3$
⑥	ミトコンドリア	$C_3H_4O_3$

問3 文章中の下線部cに関して、解糖系で作られたピルビン酸がアセチル CoA に変換されるとき、ピルビン酸から CO<sub>2</sub> が取り除かれ、水素が取り出されて還元型の補酵素ができる。さらにアセチル CoA はある物質と反応してクエン酸になる。

この反応で作られる還元型の補酵素および、アセチル CoA と反応する物質の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

エ

	還元型の補酵素	結合する物質
①	NADH	オキサロ酢酸
②	NADH	$\alpha$ -ケトグルタル酸
③	NADH	リンゴ酸
④	FADH <sub>2</sub>	オキサロ酢酸
⑤	FADH <sub>2</sub>	$\alpha$ -ケトグルタル酸
⑥	FADH <sub>2</sub>	リンゴ酸

問4 文章中の下線部dに関して、電子伝達系で合成される ATP はグルコース 1 分子あたり最大で何分子か。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

オ

- ① 10      ② 14      ③ 20      ④ 34      ⑤ 48      ⑥ 64

B 呼吸によって分解される物質を呼吸基質といい、炭水化物、脂肪、タンパク質などが呼吸基質となる。炭水化物、脂肪、タンパク質は、それぞれに含まれている炭素・水素・酸素の割合が異なるため、これらが呼吸で分解されるときに消費される酸素の量も異なる。

呼吸で発生した CO<sub>2</sub> と消費された O<sub>2</sub> の体積の比 (CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>) を呼吸商という。呼吸商を計測することで、呼吸基質に何が使われているかを推測することができる。

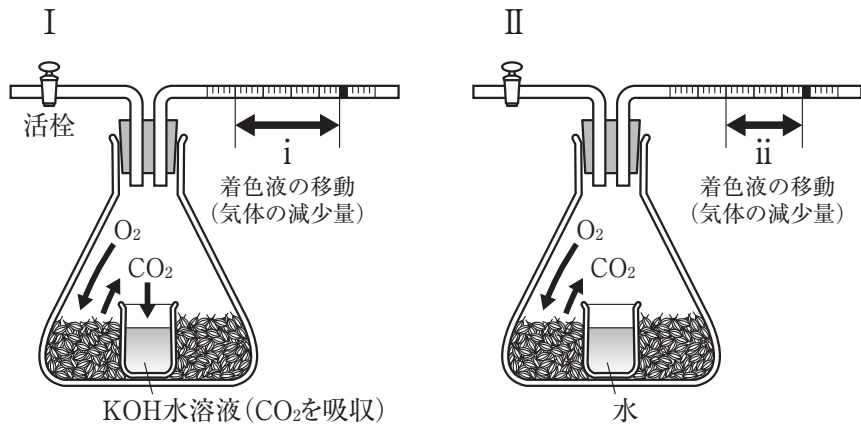
コムギとトウゴマの発芽種子の呼吸商を計測するため、以下の実験を行った。

#### 実験

操作1 次の図4のようなIとIIの実験装置を用意し、それぞれの三角フラスコに、同量のコムギの発芽種子を入れた。

操作2 活栓を同時に閉じて、一定時間後に、それぞれのメスピペット内の着色液の動きから、各フラスコ内の気体の減少量 i, ii を測定した。

操作3 トウゴマの発芽種子についても同様に実験した。



2つのフラスコは温度の影響がないように恒温槽に入れる。  
水酸化カリウム (KOH) 水溶液は、 $CO_2$ を吸収する。

図 4

実験の結果、各フラスコ内の気体の減少量  $i$ 、 $ii$  は、コムギ、およびトウゴマの発芽種子それぞれについて、次の表 2 のようになった。

表 2

	コムギ	トウゴマ
実験装置 I の気体減少量 $i$	$5.0 \text{ mm}^3$	$5.0 \text{ mm}^3$
実験装置 II の気体減少量 $ii$	$0.1 \text{ mm}^3$	$1.5 \text{ mm}^3$

問 5 図 4 の実験装置 I、II の気体減少量  $i$ 、 $ii$  はそれぞれ何を示すか。最も適当なものを、次の①～④の中からそれぞれ一つずつ選べ。

気体減少量  $i$  : カ  
 気体減少量  $ii$  : キ

- ① 消費された  $O_2$  量
- ② 発生した  $CO_2$  量
- ③ (消費された  $O_2$  量) - (発生した  $CO_2$  量)
- ④ (発生した  $CO_2$  量) - (消費された  $O_2$  量)

問6 この実験結果からコムギとトウモロコシのおおよその呼吸商を求め、その結果からそれぞれ何を基質とされていると考えられるか。最も適当な組み合わせを、次の①～⑨の中からそれぞれ一つずつ選べ。

コムギ：

トウモロコシ：

	呼吸商	呼吸基質
①	0.7	炭水化物
②	0.8	炭水化物
③	1.0	炭水化物
④	0.7	タンパク質
⑤	0.8	タンパク質
⑥	1.0	タンパク質
⑦	0.7	脂肪
⑧	0.8	脂肪
⑨	1.0	脂肪



4 ショウジョウバエの発生と器官の形成に関する次の文章A・Bを読み、以下の問いに答えよ。

A ショウジョウバエの卵形成の過程では、a発生に必要な様々な物質が<sup>ほいく</sup>哺育細胞から形成中の卵へ輸送される。その中に、ビコイド遺伝子やナノス遺伝子からつくられたビコイド mRNAやナノス mRNAがある。bこれらの mRNA は、受精前の未受精卵に局在して蓄えられている。受精すると、これらの mRNA が翻訳されてビコイド mRNA からはビコイドタンパク質が、ナノス mRNA からはナノスタンパク質がつくられ、受精卵の細胞質の中を拡散する。その結果、受精卵内で、ビコイドタンパク質やナノスタンパク質の分布に濃度勾配が生じ、これらの濃度の違いが位置情報となり、胚の前後軸が決定される。

問1 ショウジョウバエの卵の分類と卵割の様式の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑨の中から一つ選べ。

ア

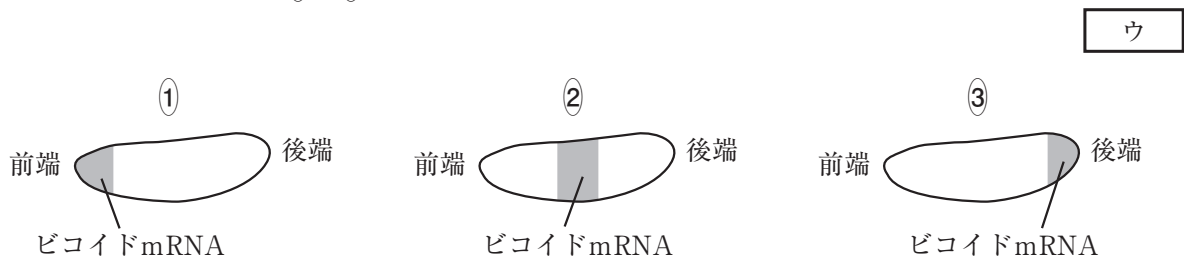
	卵の種類	卵割の様式
①	等黄卵	等割
②	等黄卵	不等割
③	等黄卵	表割
④	端黄卵	等割
⑤	端黄卵	不等割
⑥	端黄卵	表割
⑦	心黄卵	等割
⑧	心黄卵	不等割
⑨	心黄卵	表割

問2 文章 A 中の下線部 a に関して、このような物質の呼び方として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

イ

- ① 補助因子                      ② 母性因子                      ③ 潜在因子  
 ④ 誘導因子                      ⑤ サイレント因子

問3 文章A中の下線部bに関して、未受精卵におけるビコイド mRNA の分布を表す模式図として最も適当なものを、次の①～③の中から一つ選べ。



B 受精後、前後軸に沿って細胞増殖した胚は、やがて細胞群ごとに区画化されていく。まず、ビコイドタンパク質やナノスタンパク質は、胚のおおまかな領域の区画化に関わる エ 遺伝子群の発現を調節する。次に、この エ 遺伝子群は、7つの帯状パターン形成に関わる オ 遺伝子群の発現を調節する。さらに、この オ 遺伝子群が カ 遺伝子群の発現を調節することで、前後軸に沿って14個の繰り返し構造が形成され、最終的に14個の体節の位置が決まる。体節が形成された後、それぞれの体節に キ 遺伝子群と呼ばれる調節遺伝子群がはたらくことで、胚はハエ特有の形態に変化する。ショウジョウバエの キ 遺伝子群と同じようなはたらきをする遺伝子群は、すべての動物に存在し、このような形態変化にかかわる共通した遺伝子群を総称して ク 遺伝子群という。

問4 文章B中の エ ～ ク に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑦の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- |                       |           |              |        |
|-----------------------|-----------|--------------|--------|
| ① ホックス ( <i>Hox</i> ) | ② ハンチバック  | ③ ペアルール      | ④ コーダル |
| ⑤ ギャップ                | ⑥ ホメオティック | ⑦ セグメントポラリティ |        |

問5 ショウジョウバエの発生と形態変化に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ケ
- ① ビコイドタンパク質はハンチバック遺伝子の転写を抑制する。
  - ② ナノスタンパク質はコーダル遺伝子の転写を抑制する。
  - ③ 体節が形成された後、それぞれの体節から触覚、眼、脚、翅などの器官が形成される。
  - ④ キ 遺伝子群のすべての遺伝子が、すべての体節で一様に形態変化に関係している。
  - ⑤ 1つの キ 遺伝子が突然変異を起こしても、常に別の キ 遺伝子のはたらきによって個体レベルでの変異体は生じない。