

# 生 物 基 礎

(解答番号  ~ )

**第 1 問** 次の文章(A・B)を読み、後の問い(問 1 ~ 5)に答えよ。(配点 16)

A (a)地球上に出現した最初の生物は原核生物であり、原核生物の進化によって真核生物が出現したと考えられている。真核細胞の一部は葉緑体を持つが、葉緑体の起源は真核細胞に共生したシアノバクテリアであるとされる。(b)長い共生の歴史のなかで独立して代謝を行うことができなくなったシアノバクテリアが、葉緑体になったと推測されている。

問 1 下線部(a)に関連して、原核細胞と真核細胞の比較に関する記述として最も適当なものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ① 核酸は、原核細胞にも真核細胞にも存在するが、核酸を構成する塩基の種類は両者で異なる。
- ② 酵素は、原核細胞には存在しないが、真核細胞には存在するので、真核細胞では原核細胞よりも代謝が速く進む。
- ③ ATPは、原核細胞でも真核細胞でも合成されるが、原核細胞にはATP合成の場であるミトコンドリアは存在しない。
- ④ 細胞の大きさは、原核細胞よりも真核細胞のほうが大きいことが多いが、原核細胞と真核細胞のどちらにも1個の細胞を肉眼で観察できるものはない。
- ⑤ 呼吸は、真核細胞の多くが行うが、原核細胞は行わない。

問 2 下線部(b)に関連して、葉緑体を持つ藻類が動物細胞に取り込まれて共生している例が知られている。この例で、藻類が動物細胞に取り込まれた直後と、その共生の関係が長く続いたときとを比べた場合にみられる、藻類と動物細胞の代謝の変化に関する次の文章中の **ア** ~ **ウ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、後の①~⑧のうちから一つ選べ。 **2**

藻類から動物細胞へ **ア** が供給されるため、動物細胞が生存できる可能性が高くなると考えられる。藻類は、動物細胞が生成するアミノ酸などを栄養分として利用するようになり、その結果、この栄養分を取り込む働きを持つタンパク質の遺伝子の発現が **イ** する。動物細胞では、この栄養分を生成するために働くタンパク質の遺伝子の発現が **ウ** する。

	ア	イ	ウ
①	二酸化炭素	上 昇	上 昇
②	二酸化炭素	上 昇	低 下
③	二酸化炭素	低 下	上 昇
④	二酸化炭素	低 下	低 下
⑤	糖	上 昇	上 昇
⑥	糖	上 昇	低 下
⑦	糖	低 下	上 昇
⑧	糖	低 下	低 下

## 生物基礎

B 培養液で満たしたペトリ皿の中で動物細胞を培養し、増殖している細胞の様子を観察したところ、(c)細胞周期の間期の細胞はペトリ皿の底に貼り付いて扁平であったが、分裂期の細胞はペトリ皿の底から球形に盛り上がっていた。(d)培養細胞が細胞周期のどの時期にあるのかは、細胞周期における特定の時期に発現するタンパク質を指標として調べることができる。また、このことは、(e)DNAが複製される仕組みを利用することによっても調べることができる。

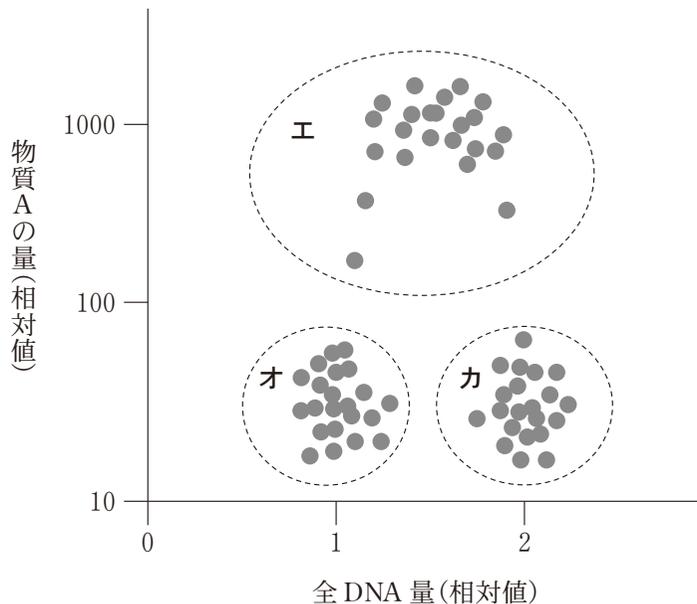
問 3 下線部(c)に関連して、ヒトの体細胞では、細胞周期に伴う DNA の複製は、DNA の複数の場所から開始される。1 回の細胞周期の間に、DNA の一つの場所で  $1 \times 10^6$  塩基対の DNA が複製されるとすると、1 個の体細胞の核で全ての DNA が複製されるためには、いくつの場所で複製が開始される必要があるか。その数値として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、ヒトの精子の核の中には、 $3 \times 10^9$  塩基対からなる DNA が含まれるとする。

- |        |         |         |
|--------|---------|---------|
| ① 1500 | ② 2000  | ③ 3000  |
| ④ 6000 | ⑤ 12000 | ⑥ 24000 |

問 4 下線部(d)に関連して、タンパク質 X は、分裂終了直後に発現を開始し、DNA の複製中に減少していく。他方、タンパク質 Y は、DNA の複製が始まると発現を開始し、分裂終了直後に急速に減少する。ペトリ皿の底に貼り付いている扁平な細胞についてタンパク質 X とタンパク質 Y の発現を調べたところ、一部の細胞は、タンパク質 X のみを発現し、タンパク質 Y を発現していなかった。この細胞における細胞周期の時期として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- |                    |                    |       |       |
|--------------------|--------------------|-------|-------|
| ① G <sub>1</sub> 期 | ② G <sub>2</sub> 期 | ③ S 期 | ④ M 期 |
|--------------------|--------------------|-------|-------|

問 5 下線部(e)に関連して、細胞周期がばらばらで同調していない多数の培養細胞を含む培養液に、細胞内に入り複製中の DNA に取り込まれる物質 A を加えて、短時間培養した後に細胞を固定した。細胞ごとに物質 A の量と全 DNA 量を測定したところ、図 1 の結果が得られた。図中のエ~力の三つの細胞集団のうち、力の細胞集団における細胞周期の時期として最も適当なものを、後の①~⑧のうちから一つ選べ。ただし、物質 A は、複製中の DNA に取り込まれるだけでなく、細胞周期のどの時期においても細胞質に少量残存する。また、物質 A を加えて培養する時間は細胞周期に比べて十分に短いものとする。 5



注：●は一つ一つの細胞の測定値を示す。  
また、全 DNA 量についてはオの細胞集団の平均値を 1 とする。

図 1

- |                         |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① G <sub>1</sub> 期      | ② G <sub>2</sub> 期      | ③ S 期                   |
| ④ M 期                   | ⑤ G <sub>1</sub> 期と S 期 | ⑥ G <sub>1</sub> 期と M 期 |
| ⑦ G <sub>2</sub> 期と S 期 | ⑧ G <sub>2</sub> 期と M 期 |                         |

## 生物基礎

### 第2問 次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～5)に答えよ。(配点 17)

A 「胆汁には脂肪の消化を助ける作用がある」と授業で学んだマオさんとナツさんは、この作用について調べることにした。

マ オ：脂肪の分解は消化酵素のリパーゼが行っているから、胆汁は脂肪を直接分解しているのではないということだね。胆汁はリパーゼの作用に関わっているのかもしれないね。

ナ ツ：実験して調べてみようよ。脂肪がリパーゼで分解されると、脂肪酸ができて反応液が酸性に傾くはずだから、この変化を検出する方法を考えればいいね。牛乳には脂肪が含まれているから、基質(酵素が作用する物質)に使えないかな。

マ オ：牛乳にリトマスの粉末を溶かしたリトマスミルクというのがあるよ。リトマス紙と同じように、pHがアルカリ性から中性の範囲だと青色に、酸性だと赤色になるんだ。アルカリ性・酸性の度合いが強くなると、それぞれの色も濃くなるよ。

ナ ツ：リトマスミルク中の脂肪が分解されれば、色が変わるはずだね。さっそく**実験1**をやってみよう。

**実験1** 試験管①～⑤を用意し、表1に従って、リトマスミルク、リパーゼ溶液、100℃で処理したリパーゼ溶液、蒸留水、水分を除去して粉末にした胆汁(以下、胆汁の粉末)を、それぞれ該当する試験管に入れて、よく攪拌した。37℃で1時間反応させた後、反応液の色調を観察したところ、図1のようであった。なお、胆汁の粉末がリトマスミルクの色を直接変化させることはないものとする。

表 1

試験管に入れるもの	試験管①	試験管②	試験管③	試験管④	試験管⑤
リトマスミルク	*水	○	○	○	○
リパーゼ溶液	○	*水	×	○	○
100℃で処理したリパーゼ溶液	×	×	○	×	×
胆汁の粉末	×	×	×	×	○

注：○印は試験管に入れたことを、×印は入れなかったことを示し、「\*水」はリトマスミルクまたはリパーゼ溶液の代わりに等量の蒸留水を入れたことを示す。

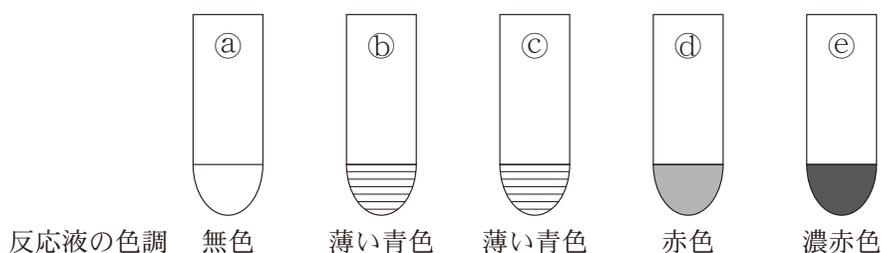


図 1

問 1 実験 1 の操作および結果から、二人は次の結論 1～3 を得た。これらの結論を得るために二人が比較した試験管の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑩のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

結論 1  結論 2  結論 3

結論 1：リパーゼには、脂肪を分解する作用がある。

結論 2：リパーゼは、高温で処理すると、作用しなくなる。

結論 3：胆汁には、リパーゼによる脂肪の分解を助ける作用がある。

- ① a, b    ② a, c    ③ a, d    ④ a, e    ⑤ b, c  
 ⑥ b, d    ⑦ b, e    ⑧ c, d    ⑨ c, e    ⑩ d, e

## 生物基礎

マ オ：胆汁はどのようにして脂肪の消化を助けているのだろうか。資料を調べたら、「胆汁は脂肪を乳化する」と書いてあったけど。

ナ ツ：乳化って、食用油にセッケン水を入れて振ったときに、油分が微粒子になって水中に分散し、白く濁る現象のことだね。胆汁による乳化がどんなものか、**実験 2** で確かめてみよう。

**実験 2** 試験管①・②のそれぞれに蒸留水 2 mL と食用油 1 mL を入れ、さらに試験管②にのみ胆汁の粉末を入れた。それぞれの試験管をよく攪拌し、室温で静置した。1 時間後、図 2 のように、試験管①には層 X と層 Y が、試験管②には層 X、層 Y、および層 Z が、それぞれ観察された。

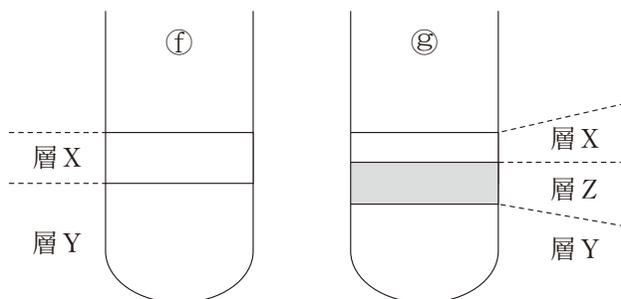


図 2

**問 2** 二人は、**実験 1**・**実験 2** の結果から、「胆汁は、リパーゼによる脂肪の分解を、脂肪を乳化することにより助けている」と仮説を立て、その検証実験と、仮説が正しい場合に得られる結果を考えた。この検証実験と予想される結果について述べた次の文章中の **ア** ~ **ウ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、後の①~⑥のうちから一つ選べ。 **9**

2 本の試験管を用意し、一方には**実験 2** で得られた層 **ア** を、他方には層 **イ** を、それぞれ等量入れる。次にリパーゼ溶液とリトマスの粉末を入れてよく攪拌し、37℃で1時間反応させた後、試験管内の液体の色調を比較する。仮説が正しいければ、2 本の試験管のうち、層 **ウ** を入れた試験管が、より濃い赤色になる。

	ア	イ	ウ
①	X	Y	X
②	X	Y	Y
③	X	Z	X
④	X	Z	Z
⑤	Y	Z	Y
⑥	Y	Z	Z

## 生物基礎

B 免疫には、(a)物理的・化学的な防御を含む自然免疫と(b)獲得免疫(適応免疫)とがある。また、免疫を人工的に獲得させ、感染症を予防する方法として、(c)予防接種がある。

問 3 下線部(a)に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 10

- ① マクロファージは、細菌を取り込んで分解する。
- ② ナチュラルキラー(NK)細胞は、ウイルスに感染した細胞を食作用により排除する。
- ③ だ液に含まれるリゾチームは、細菌の細胞壁を分解する。
- ④ 皮膚の角質層や気管の粘液は、ウイルスの侵入を防ぐ。
- ⑤ 汗は、皮膚表面を弱酸性に保ち、細菌の繁殖を防ぐ。

問 4 下線部(b)に関連して、抗体産生に関する次の文章中の エ に入る語句として最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 11

ウイルス W が感染した全てのマウスは、10 日以内に死に至る。ウイルス W を無毒化したものをマウスに注射したところ、2 週間後、マウスは生存しており、その血清中にウイルス W の抗原に対する抗体が検出された。この過程において、マウスの エ の接触は重要な役割を果たしたと考えられる。

- ① 胸腺における樹状細胞とヘルパー T 細胞
- ② 胸腺における樹状細胞とキラー T 細胞
- ③ 胸腺におけるヘルパー T 細胞とキラー T 細胞
- ④ リンパ節における樹状細胞とヘルパー T 細胞
- ⑤ リンパ節における樹状細胞とキラー T 細胞
- ⑥ リンパ節におけるヘルパー T 細胞とキラー T 細胞

問 5 下線部(c)に関連して、ウイルス W を無毒化したものを注射してから 2 週間経過したマウス(以下、マウス R)、好中球を完全に欠いているマウス(以下、マウス S)、および B 細胞を完全に欠いているマウス(以下、マウス T)を用意し、**実験 1 ~ 3**を行った。後の記述①~④のうち、**実験 1 ~ 3**でそれぞれのマウスが生存できたことについての適当な説明はどれか。その組合せとして最も適当なものを、後の①~⑧のうちから一つ選べ。 12

**実験 1** マウス R に無毒化していないウイルス W を注射したところ、このマウスは生存できた。

**実験 2** マウス S に、マウス R の血清を注射した。その翌日、さらに無毒化していないウイルス W を注射したところ、このマウスは生存できた。

**実験 3** マウス T に、ウイルス W を無毒化したものを注射した。その 2 週間後に、さらに無毒化していないウイルス W を注射したところ、このマウスは生存できた。

- ① **実験 1** では、ウイルス W の抗原を認識する好中球が働いた。
- ② **実験 1** では、ウイルス W の抗原を認識する記憶細胞が働いた。
- ③ **実験 2** では、ウイルス W の抗原に対する抗体が働いた。
- ④ **実験 2** では、ウイルス W の抗原を認識する記憶細胞が働いた。
- ⑤ **実験 3** では、ウイルス W の抗原に対する抗体が働いた。
- ⑥ **実験 3** では、ウイルス W の抗原を認識するキラー T 細胞が働いた。

- ① j, ①, ①      ② j, ①, ④      ③ j, ④, ⑤      ④ j, ④, ⑥
- ⑤ k, ①, ①      ⑥ k, ①, ④      ⑦ k, ④, ⑤      ⑧ k, ④, ⑥

## 生物基礎

### 第3問 次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～5)に答えよ。(配点 17)

A 水槽で水草と魚を一緒に育てるときには、(a)水草の光合成を促進させるために、図1のように光を当て二酸化炭素を送り込むとよい。また、ろ過装置を設置して(b)硝化菌(硝化細菌)を増やすことも重要である。

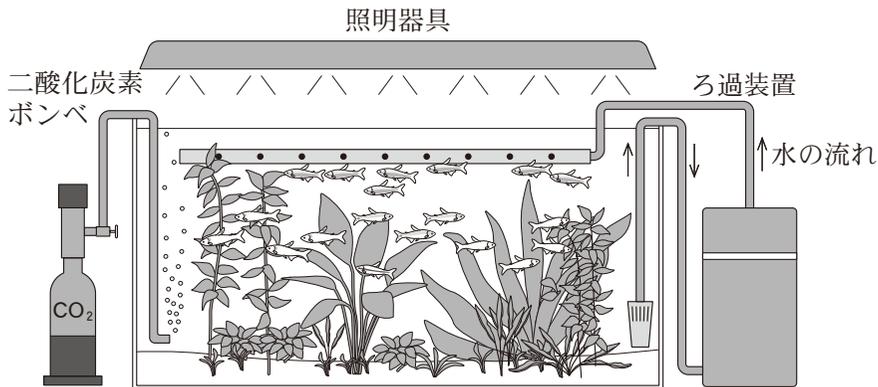


図 1

問 1 下線部(a)に関連して、光合成に関する次の文章中の **ア** ~ **ウ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、後の①~⑧のうちから一つ選べ。

13

水草は、光合成により光エネルギーを **ア** エネルギーに変換し、有機物中に蓄える。光合成は同化の一種であり、**イ** が生成される過程や **ウ** が生成される過程も、同化に相当する。

	ア	イ	ウ
①	熱	グルコースからグリコーゲン	ADPからATP
②	熱	グルコースからグリコーゲン	ATPからADP
③	熱	グリコーゲンからグルコース	ADPからATP
④	熱	グリコーゲンからグルコース	ATPからADP
⑤	化学	グルコースからグリコーゲン	ADPからATP
⑥	化学	グルコースからグリコーゲン	ATPからADP
⑦	化学	グリコーゲンからグルコース	ADPからATP
⑧	化学	グリコーゲンからグルコース	ATPからADP

問 2 下線部(b)に関連して、魚の餌として水槽内に入ってくる有機窒素化合物(以下、有機窒素)は、硝化菌(硝化細菌)などの働きによって無機窒素化合物に変換されていき、最終的に水草に利用される。その過程として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 14

- ① 有機窒素 → アンモニウムイオン → 硝酸イオン → 水草
- ② 有機窒素 → アンモニウムイオン → 窒素分子 → 硝酸イオン → 水草
- ③ 有機窒素 → 硝酸イオン → アンモニウムイオン → 水草
- ④ 有機窒素 → 硝酸イオン → 窒素分子 → アンモニウムイオン → 水草
- ⑤ 有機窒素 → 窒素分子 → アンモニウムイオン → 硝酸イオン → 水草
- ⑥ 有機窒素 → 窒素分子 → 硝酸イオン → アンモニウムイオン → 水草

問 3 水槽の生態系に入ってきた窒素(N)は、炭素(C)と違って空気中に出ていきにくい。これは、水槽のような好気的な(酸素が十分にある)生態系では、窒素の循環は生物から生物への経路が主であり、炭素の循環における光合成や呼吸のような、生物と大気との間で直接やりとりされる経路がほとんどないからである。このことを踏まえて、次の操作a～cのうち、水槽の生態系から窒素を取り除くための操作として適当なものはどれか。それを過不足なく含むものを、後の①～⑦のうちから一つ選べ。 15

- ① 茂った水草を切り取って水槽から取り除く。
- ② 水草を食べる魚を水槽に入れて水草を減らす。
- ③ 光の量を減らして水草の成長を遅らせる。

- ① a                      ② b                      ③ c                      ④ a, b
- ⑤ a, c                    ⑥ b, c                    ⑦ a, b, c

## 生物基礎

B 陸上のバイオーム(生物群系)は(C) 植生を外から見たときの様子に基づいて区分される。世界には、図2のように気温や降水量などの気候条件に対応した様々なバイオームが分布している。

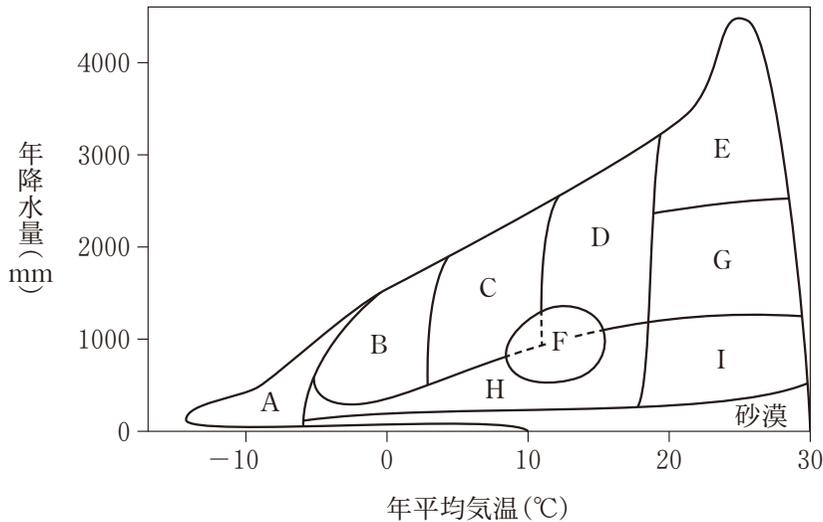


図 2

問 4 図2に示すバイオームに関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 16

- ① バイオームAは、植物が生育できず、菌類や地衣類、およびそれらを食物とする動物から構成される。
- ② バイオームBは、亜寒帯に広く分布し、寒さや強風に耐性のある低木が優占する。
- ③ バイオームDは、厚い葉を持つ常緑広葉樹が優占し、日本では本州から北海道にかけての太平洋沿岸に成立する。
- ④ バイオームFは、ユーラシア大陸に特有で、他の大陸の同じ気候条件の地域では、バイオームC、D、またはHが成立する。
- ⑤ バイオームIは、イネのなかまの草本が優占するが、樹木が点在することもある。

問 5 下線部(c)に関連して、人工衛星でとらえた地表の反射光のデータを解析することで、現地に行かずに、その場所の植生の様子を推定する技術が開発されてきた。緑葉の量を表す指標 N は、葉緑体が赤色の光を吸収するが赤外線吸収しない、という特性を利用して算出する指標で、赤色光を赤外線と同じだけ反射する場合に 0、赤色光を全て吸収して赤外線だけを反射する場合に 1 の値をとる。北半球でバイオーム G が成立している地点における指標 N を調べたところ、図 3 のように季節変動していた。北半球のバイオーム C とバイオーム E で同様に調べた指標 N の季節変動を示すグラフとして最も適当なものを、後の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

バイオーム C 17      バイオーム E 18

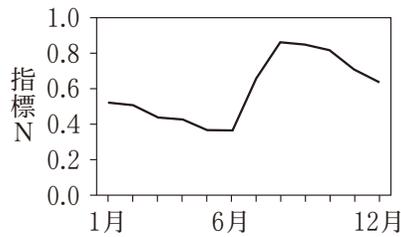


図 3

