

生命分子化学科
平成 30 年度 生命環境学部 農学生命科学科 推薦入試 総合問題
森林科学科

【注意】

1. 机の上に受験票を提示しておくこと。
2. 監督者の指示があるまで、この冊子を開いてはいけない。
3. 解答は必ず別紙の解答用紙の指定された箇所に横書きで記入すること。
4. 解答用紙の所定の欄に受験番号・氏名を必ず記入すること。
5. この冊子の問題は余白も含めて 12 ページからなっている。
6. この冊子のうち、落丁・乱丁および印刷の不鮮明な箇所があれば、手をあげて申し出ること。
7. 試験開始後 60 分を経過しないと退室できない。また、試験終了前 10 分間は退室できない。退室するときは、手をあげて申し出た上で、試験監督者の指示に従うこと。なお、解答用紙は二つ折りにして机の上に置き、その上に試験監督者が配付する用紙を重ね、問題冊子は持ち帰ること。
8. 生命分子化学科の受験者は問題の①、②、③、および④について、農学生命科学科の受験者は問題の①、②、③、および⑤について、森林科学科の受験者は問題の①、②、③、および⑥について解答すること。

1 次の問1, 問2に答えなさい。

(25点)

次の英文を読み, (1)～(3)に答えなさい。

(著作権の関係で掲載しておりません)

(出典：The Asahi Shimbun, Oct. 4, 2016, より抜粋, 改変)

prototype：原型, spectacles：メガネ, see to it that：～するように注意する, laboratory：研究室,
witness：目撃する, autophagy：オートファジー, naive：うぶな, 純真な

- (1) 顕微鏡が発明されたきっかけとなる事柄を、本文の内容から日本語で説明しなさい。
- (2) Ohsumi が考える「生物学の基礎」を、本文の内容から日本語で説明しなさい。
- (3) 下線部を日本語に訳しなさい。

問2 次の(1), (2)に答えなさい。

- (1) 光学顕微鏡（鏡筒上下式）を用いて細胞を観察するときの注意点について書かれた次の文章について、カッコ内でそれぞれ正しい語句を選び、記号で答えなさい。

顕微鏡では①（A：高倍率から低倍率，B：低倍率から高倍率）へ観察する。プレパラートの試料が視野の中央にくるように②（A：ステージ，B：アーム）にのせ，クリップでとめる。横から見ながら調節ネジを回し，プレパラートを③（A：接眼レンズ，B：対物レンズ）の先端に近づける。その後，ピントを合わせる。視野は④（A：高倍率，B：低倍率）になるほど暗くなるので，しよりの調節が必要である。

- (2) 下記の①～④の設問に答えなさい。

- ① 光学顕微鏡で観察できない大きさのものは（A：大腸菌，B：エイズウイルス）である。A または B を選択しなさい。
- ② 1 ミリメートル（mm）は何マイクロメートル（ μm ）であるか。
- ③ ユスリカなどの幼虫の細胞を光学顕微鏡で観察すると，巨大な染色体の膨らみが見られる。これを何というか。
- ④ オートファジーではタンパク質が分解を受ける。タンパク質の構成単位であるアミノ酸は，生体タンパク質中には何種類存在するか。

- 2 次の英文は、アメリカ化学会が作成した中学校理科の教師用実験マニュアルである。以下の文章を読み、問1～問6に答えなさい。(25点)

Key Concepts

- Density is a characteristic property of a substance.
- (a) Density equals the mass of the substance divided by its volume.
- Objects with the same (①) but different mass have different (②).
- (b) The density of an object determines whether it will float or sink in another substance.
- An object will float if it is (③) dense than the liquid it is placed in.
- An object will sink if it is more dense than the liquid it is placed in.

Materials

- Water
- Isopropyl alcohol
- Balance
- Graduated cylinder
- 2 identical tall clear plastic cups
- 2 tea light candles

Teacher preparation

- Use a graduated cylinder to measure 50 mL of water and pour it into a clear plastic cup.
- Measure 50 mL of isopropyl alcohol and pour it into another identical clear plastic cup.

Procedure

Demonstrate the density of two liquids with sinking and floating

1. Place a tea light candle in a cup with water and another tea light candle in a cup with isopropyl alcohol.
2. Hold up the two cups.

Expected results

The candle will float on water and sink in isopropyl alcohol.

Demonstrate the density of two liquids by comparing the mass of equal volumes

3. Remove the candles from each liquid and tell students that each cup contains the same volume of liquid.
4. (c) Carefully place the cups of water and isopropyl alcohol on opposite ends of a balance.

Expected results

The water will weigh more than the isopropyl alcohol.

(出典：American Chemical Society, "MIDDLE SCHOOL CHEMISTRY" より抜粋, 改変)

* isopropyl alcohol : イソプロピルアルコール (= 2-プロパノール, プロパン-2-オール, イソプロパノール),
分子式は C_3H_8O である。

* graduated cylinder : メスシリンダー

* tea light candle : ティーライトキャンドル, 小さいサイズの容器にろう
を滴したキャンドル (右図参照)

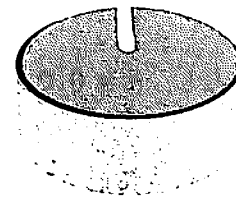


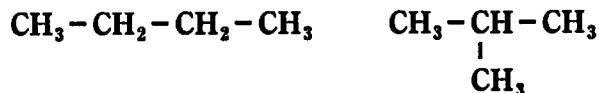
図. ティーライトキャンドル

問1 下線部 (a)~(c) を日本語に訳しなさい。

問2 文中の①~③に適切な英単語を入れ, 英文を完成しなさい。

問3 分子式 C_3H_8O で表される構造異性体の構造式を以下の例に従い, すべて書きなさい。
また, それらの中で isopropyl alcohol の構造式を○で囲みなさい。なお, 構造異性体とは,
分子式は同じだが原子間の結合関係が異なることによって構造が異なる分子のことである。

例) 分子式 C_4H_{10} には, 2つの構造異性体がある。



問4 "Procedure" で記述された2つの実験の内容を日本語で簡潔に説明しなさい。

問5 水, イソプロピルアルコール, および今回用いたティーライトキャンドルを, density の
小さい方から順に並べなさい。

問6 (ア)純金製の王冠と(イ)銀が25%混入している金製(75%金)の王冠があり, それらを
区別したい。それらの王冠を傷つけることなく, どちらが(ア)または(イ)であることを証
明する方法を1つ説明しなさい。なお, その証明に用いる材料や器具についても記述するこ
と。ただし, 一般的な高校の理科実験室で可能な方法を用いること。

3 次の問1～問3に答えなさい。

(25点)

問1 $ax^2 + 6bx + c = 0$ の解が $x = \frac{-3b \pm \sqrt{9b^2 - ac}}{a}$ となることを証明しなさい。

ただし、 $a \neq 0$ であるとする。

問2 鋭角三角形ABCの外接円の半径を R とし、頂点A, B, Cに向かい合う辺の長さを

a, b, c とすると、 $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2R$ となることを証明しなさい。

問3 建物の屋上から樹木を見下ろして、この観察点（観察者の目の位置）の水平方向に対する樹木の先端方向の角度 α と水平方向に対する樹木の根元方向の角度 β を測定した。 $\alpha = 15^\circ$, $\beta = 50^\circ$ であるとき、この樹木の高さは何mか、有効数字3桁で答えなさい。ただし、観察点と樹木の根元との高低差は32.0 m, $\tan 15^\circ = 0.268$, $\tan 50^\circ = 1.19$ であるとする。

(余 白)

生命分子化学科の受験者のみ解答すること。

4 次の問1, 問2に答えなさい。

(25点)

原子量 H 1.0, C 12, O 16, K 39, Ca 40, Mn 55 とする。

問1 次の文章の (ア) ~ (エ) に適切な語句あるいは数字を答えなさい。

マンガンは周期表第7族に属するため、周期表3~11族の元素と定義される (ア) のひとつである。(ア) では、原子の (イ) の電子の数はほとんど変わらず、(ウ) 個または (エ) 個であるため、周期表上で横に並んだ元素どうしの性質が似ている場合が多い。

問2 次の文章を読み、(1)~(5)に答えなさい。

十分に乾燥させたシュウ酸 $A \text{ g}$ をビーカーに入れ、水に溶かして水溶液とし、硫酸を加えて全体を $B \text{ mL}$ とした後に 70°C に加熱した。その後、濃度未知 ($C \text{ mol/L}$) の過マンガン酸カリウム溶液を滴下していくと、 $D \text{ mL}$ で反応が完結し、無色であった溶液がうすい赤紫色になった。

- (1) 下線部の反応は酸化還元反応である。この反応において酸化剤として働く化合物の化学式を答えなさい。
- (2) 水溶液中における過マンガン酸イオンの反応を、電子のやりとりが分かるように表した半反応式で示しなさい。なお、電子のやりとりが分かるように表したシュウ酸の半反応式は以下のとおりである。
 $(\text{COOH})_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
- (3) 上記の(2)を参考に、下線部の反応のイオン反応式を完成させなさい。
- (4) 過マンガン酸カリウム溶液の濃度 $C \text{ (mol/L)}$ を、必要に応じて A, B, D を用いて表しなさい。ここで、考え方もあわせて示しなさい。
- (5) この反応で生成する気体を捕集し、水酸化カルシウム水溶液に通じると、白色沈殿が生じる。この沈殿の化合物名と組成式、式量を答えなさい。

(余 白)

農学生命科学科の受験者のみ解答すること。

5 次の問1～問4に答えなさい。

(25点)

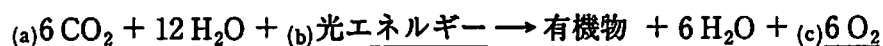
問1 次の文章を読み、(ア)～(オ)に入る適切な語句を答えなさい。

生物多様性は生態的多様性、種多様性、(ア)的多多様性の3種に分けることができるが、いずれも様々な環境問題に直面しており、その維持は容易ではない。特に、人為的要因による(イ)生物の侵入が引き起こす(ア)的攪乱は、京都でも身近な問題となっている。

京都の鴨川水系には、国の(ウ)天然記念物であるオオサンショウウオが生息しているが、近年では日本原産のオオサンショウウオに加えて、中国原産のチュウゴクオオサンショウウオ、そしてこれらが交配した雑種個体が発見されている。特に、純粋な日本原産のオオサンショウウオが占める割合は、チュウゴクオオサンショウウオや雑種個体との交雑によって著しく低下しており、存続の危機に直面している。このように、在来の個体群の存続が(イ)の個体群の侵入によって脅かされる例は、鴨川のオオサンショウウオに限らず各地にある。さらに、(イ)の個体群との交雑によって個体数が少なくなった在来の個体群は、環境の変化にも対応できなくなる可能性が高い。例えば、集団内に致死的な病気はやった場合、(ア)的に(エ)な集団であれば、病気に耐え抜く個体が現れる可能性があるが、(ア)的に(オ)な集団の場合は一斉に死滅する可能性が高い。

問2 次の文章を読み、(1)～(4)に答えなさい。

多くの植物の葉緑体は凸レンズ形をしており、その中には、チラコイドと呼ばれるへん平な袋状の構造体が入っている。チラコイドでは、光合成反応に必要な光エネルギーを吸収し、ATPやNADPHの合成が行われている。また、チラコイド以外の部分はストロマと呼ばれており、酵素反応による有機物の合成が行われている。このような光合成の反応は、以下の式で表すことができる。



葉緑体は、その起源となる原核生物が、他の真核生物に取り込まれ、変化してできたものであると考えられている。このように、ある生物の細胞内に他の生物が取り込まれて共生することを細胞内共生と呼ぶ。

- (1) 光合成の反応系は、大きく分けると①クロロフィルの活性化、②水の分解と NADPH の生成、③ ATP の合成、④カルビン・ベンソン回路による有機化合物の合成、の 4 反応に分類される。前ページの光合成の反応式中の下線 (a)~(c) が関わっている反応を、上記の①~④の中から選びなさい。
- (2) 葉緑体の起源となった原核生物は何か答えなさい。
- (3) 真核生物の細胞小器官のうち、好気性細菌由来であり、葉緑体に類似した過程を経て獲得されたものは何か答えなさい。
- (4) 細胞内共生によって獲得された細胞小器官には、かつてそれらが独自に生きていたことを示す痕跡や特徴が残されている。そのような痕跡や特徴の中で、細胞内共生起源の細胞小器官に共通するものを 2 つ答えなさい。

問 3 次の文章を読み、(1)~(3) に答えなさい。

DNA の塩基配列には、タンパク質のアミノ酸配列の情報が含まれている。そして、①この遺伝情報は RNA へと転写され、タンパク質の合成に用いられる。そのため、ゲノム上で発生する突然変異は、②DNA の塩基配列の多様性を高め、様々な構造や機能を持つタンパク質が新たに誕生するきっかけになっている。

- (1) 下線部①のような、遺伝情報の一方向の流れに関する原則は何と呼ばれているのか、答えなさい。
- (2) 転写や翻訳の過程に直接関わっている RNA は、その働きによって 3 種類に分類できる。3 種類の RNA の名称を答え、それぞれの役割を簡潔に説明しなさい。
- (3) 下線部②のような多様性の 1 種として、SNP (スニップ、1 塩基多型) と呼ばれるものが知られている。これは、個体間でゲノムを比較した時にしばしば見られる配列中の 1 塩基の違い (変異) のことであり、ヒトのゲノム中に存在する SNP は、体格や体質、病気に対する抵抗性などに関連性があると考えられている。もし、遺伝子のエキソン領域において、ある 1 つの塩基が別の塩基に置換された場合、その遺伝子由来のタンパク質がどのように変化すると考えられるか、理由とともに 2 つ答えなさい。

問 4 塩化マグネシウム (MgCl_2 , 分子量 95) と硫酸マグネシウム (MgSO_4 , 分子量 120) のモル比が 3 : 1 で、かつマグネシウム濃度が 0.400 mol/L の溶液を 1 L 作りたい。このとき、塩化マグネシウムと硫酸マグネシウムの必要量 (g) を、有効数字 3 桁で答えなさい。

森林科学科の受験者のみ解答すること。

6 次の文章を読み、問1～問5に答えなさい。

(25点)

地球温暖化対策の国際ルール「(①) 協定」から米国が離脱することが発表され、波紋を呼んだことは記憶に新しい。「(①) 協定」は、地球温暖化を食い止めるため2015年末に(①) で開催された気候変動枠組条約第21回締約国会議(COP21)で採択された2020年以降の地球温暖化対策の枠組みである。1997年に京都で開催されたCOP3において採択された「気候変動に関する国際連合枠組条約の(②)」が、日本やアメリカなどの(③) 国に、温暖化の原因となる二酸化炭素などの(④) の排出量を減らす目標を掲げていたのに対し、「(①) 協定」は(a)(③) 国だけでなく、中国やインドなどの(⑤) 国を含めた、気候変動枠組条約に加盟する全196カ国・地域がそれぞれの立場で(④) の削減に取り組むことになった「歴史的合意」と言われている。

「(①) 協定」では、19世紀に比べて世界の平均気温の上昇を2℃未満に抑えることが定められ、21世紀後半には、排出される二酸化炭素量と吸収される二酸化炭素量が同じになる「カーボンニュートラル(排出量実質ゼロ)」を達成するという目標も掲げられた。今後は、世界の各国が協力して、二酸化炭素排出削減にむけて、(b)熱帯林などの森林の減少の抑制、(c)木質バイオマス利用の促進などによる化石燃料の利用削減に取り組むとともに、(d)二酸化炭素の吸収を促進するために植林を実施していく必要がある。

問1 文中の(①)～(⑤)に入る適切な用語を答えなさい。

問2 下線部(a)で示すように世界中のすべての国が削減目標をもって温暖化対策に取り組むことが必要になった理由を、図1および図2を参考に180字程度で説明しなさい。

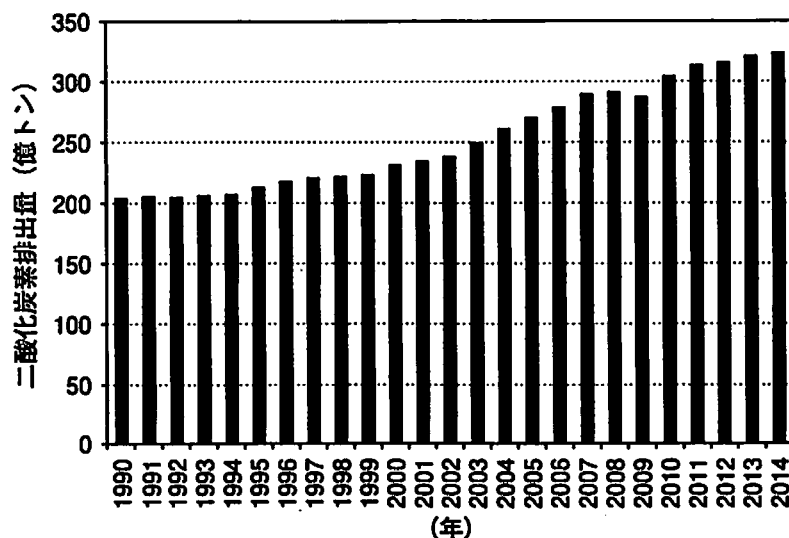


図1 世界の二酸化炭素排出量の推移
(環境省 HP, 「世界のエネルギー起源 CO₂ 排出量データ 2014」より作成)

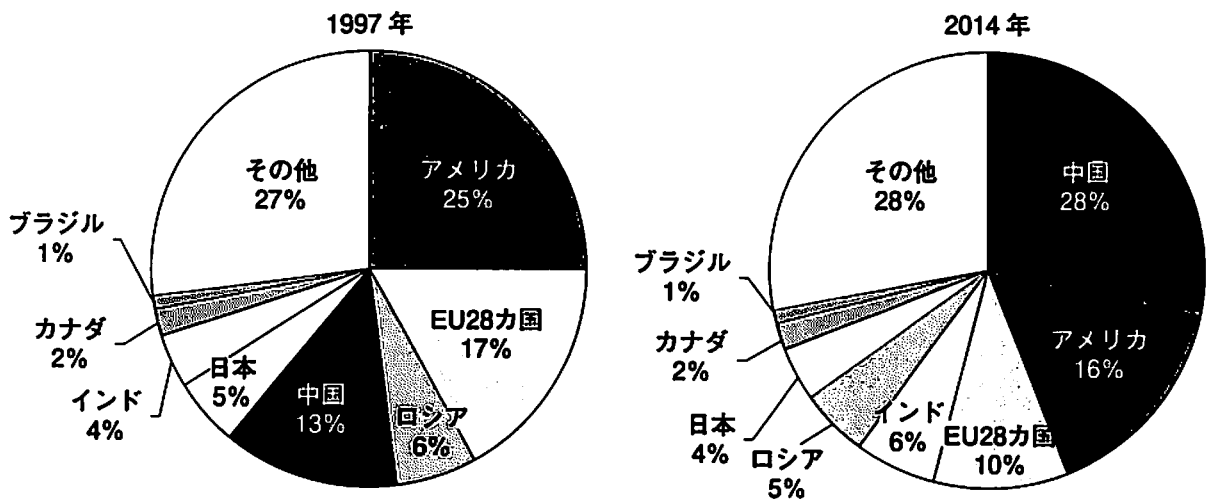


図2 1997年および2014年における主要国の二酸化炭素排出割合
(環境省 HP, 「世界のエネルギー起源 CO₂ 排出量データ 2014」より作成)

問3 下線部 (b) に関して, 熱帯林などの森林の減少が地球温暖化に及ぼす影響について, 120 字程度で説明しなさい。

問4 下線部 (c) で, 木質バイオマスの利用を促進し, 化石燃料の利用を削減することが, なぜ二酸化炭素の排出削減に有効なのか, 木質バイオマスの利用例を挙げて 180 字程度で説明しなさい。

問5 下線部 (d) に関して, 図3を参考にして, 以下の(1), (2)に答えなさい。

(1) 荒地に植林を行い, 伐採, 木材としての収穫・利用, 再植林を40年ごとに繰り返した際の地上部の年間炭素吸収量・排出量および炭素蓄積量は, 時間(年)とともにどのように変化するか, 解答用紙の図中に記載しなさい。

(2) 温暖化防止に取り組むに当たり, (1)のように, 伐採, 木材としての収穫・利用, 再植林を繰り返すことの利点を80字程度で答えなさい。

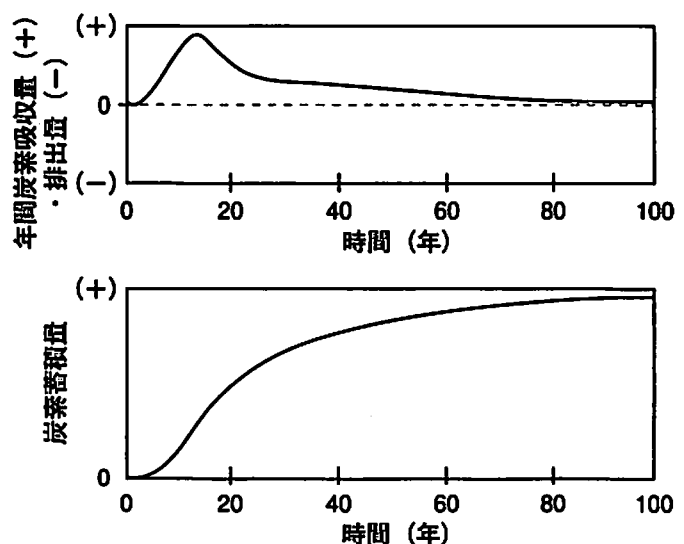


図3 森林生態系の地上部の年間炭素吸収量・排出量と炭素蓄積量の推移
(千葉幸弘 (2001) 森林科学 33より引用・改変)

5 問4

塩化マグネシウム ($MgCl_2$, ~~分子量 95~~) と

↓
式量

硫酸マグネシウム ($MgSO_4$, ~~分子量 120~~) の

↓
式量