

北海道大学大学院環境科学院  
地球圏科学専攻

生物地球化学コース  
平成31年4月入学

大気海洋化学・環境変遷学コース  
平成30年10月入学

大学院修士課程（博士前期課程）入学試験問題  
小論文・専門科目

1. 小論文は受験者全員が試験開始から1時間以内に解答せよ。答案用紙の受験科目欄には「小論文」と書くこと。試験開始1時間後に小論文の答案用紙を回収する。小論文の解答が終わったら、専門科目の解答を始めて良い。
2. 専門科目については、地学、化学、生物学の間1～問6の中から2問を自由に選択して解答せよ。各答案用紙の受験科目欄には、選択した科目名および問番号を書くこと。
3. 問1題につき答案用紙1枚を使用すること。答案用紙は裏を使っても良い。足りなければ申し出よ。

平成30年8月23日



## 小論文

課題：本コースを受験した動機と、入学後の研究に対する抱負について、500字程度で記述せよ。

小論文は受験者全員が試験開始から1時間以内に解答せよ。小論文の解答が終わったら、専門科目の解答を始めて良い。

## 地学

### 問 1

設問 1 下の地質年代表は地球誕生以来の地質時代名を下から上へ向かい順に並べたものである。空欄（ a ） - （ j ）にはいる地質時代名を記せ。

新生代	第四紀	a
		b
	新第三紀	鮮新世
		c
	古第三紀	漸新世
		d
		e
中生代	f	
	ジュラ紀	
	g	
古生代	ペルム紀	
	石炭紀	
	h	
	i	
	j	
	カンブリア紀	
先カンブリア時代		

設問 2 堆積岩および変成岩の岩石学的区分を記述した以下の表の（ A ） - （ J ）に当てはまる岩石名を下記の語彙群から選べ。棒線部（-）は記入不要。

おもな構成成分 および起源物質	未固結岩	固結岩	変成岩
泥	泥	泥岩	-
砂	砂	A	-
礫	礫	B	-
石灰質ナノ化石	C	D	E
珪藻殻・放散虫殻	F	G	H
植物遺骸	I	J	-

語彙群：花崗岩、礫岩、石灰岩、石炭、珪質軟泥、チャート、石墨、石灰質軟泥、砂岩、片岩、斑糲岩、瀝青炭、流紋岩、亜炭、大理石、泥岩、陶器岩、片麻岩

## 地学

設問3 下記の古気候学に関する用語をそれぞれ3行以内で解説せよ。

- ア) 晩氷期
- イ) ミランコビッチサイクル
- ウ) ハイドロアイソスタシー
- エ) ダンスガード・オシュガーサイクル
- オ) 火山強制

設問4 堆積物から過去の気温を推定する手法をひとつ取り上げ、その原理を10行以内で解説しなさい。

## 地学

### 問2

設問1 海洋の物質の滞留時間について、以下の問に答えよ。

- (1) 体積  $V_p$  ( $\text{m}^3$ ) の水槽がある。この水槽に空の状態から、ホースを使って流入速度  $f$  ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ) で水を満たしていく。水槽に水を満たすのにどのぐらいの時間がかかるのだろうか。時刻  $t=0$  (s) から、水槽を満たすのに必要な時間  $dt$  の水の体積変化  $dV$  は、 $dV = \boxed{\text{(ア)}}$  と表される。このため、水槽を満たすのに必要な時間  $\tau_{\text{fill}}$  は、 $\tau_{\text{fill}} = V_p / f$  と表される。

(a) 空欄 (ア) に、文中内の記号を使って適当な式を埋めよ。

(b)  $x$  軸を時間  $t$ 、 $y$  軸を水槽内の水の体積  $V$  として、体積  $V$  の時間変化のグラフを書け。また、このグラフに  $\tau_{\text{fill}}$  を記せ。

- (2) 体積  $V_p$  ( $\text{m}^3$ ) の水槽がある。この水槽はすでに水で満たされている。水槽内の底には体積が無視できるほど小さいが、水槽内を十分に均一にできる攪拌子が回っている。この水槽内の水には化学反応を起こさない物質  $X$  が濃度  $C_0$  で溶けている。この水槽に、ホースを使って、物質  $X$  を全く含まない濃度  $C_{\text{in}}$  の水(すなわち、 $C_{\text{in}} = 0$ )を流入速度  $f$  ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ) で注入していく。濃度  $C_0$  をもつ水槽内の水を、物質  $X$  を全く含まない水  $C_{\text{in}}$  (濃度  $C = 0$ ) で入れ替えるにはどのぐらいの時間がかかるか。

(i) 現実には、このような状態で完全に物質が入れ替るために必要な時間を求めることはできない。そこで、水槽内の水がある程度入れ替わった時点を、水槽内の物質  $X$  の滞留時間  $\tau_{\text{renew}}$  として定義する。水槽内の物質  $X$  の濃度  $C$  の時間変化  $dC/dt$  は、

$$dC/dt = \boxed{\text{(イ)}} / V_p$$

と表される。これを  $C$  について整理して、時刻  $t=0$  から  $t = \tau_{\text{renew}}$  まで積分をすると、初めの濃度差との比は、

$$(C - C_{\text{in}}) / (C_0 - C_{\text{in}}) = \exp[-(f / V_p) \cdot \tau_{\text{renew}}]$$

と表される。 $\tau_{\text{renew}}$  が(1)の  $\tau_{\text{fill}}$  と定常状態では同じであると定義すると、 $(C - C_{\text{in}}) / (C_0 - C_{\text{in}})$  は、

$$(C - C_{\text{in}}) / (C_0 - C_{\text{in}}) = \exp(\boxed{\text{(ウ)}}) = \boxed{\text{(エ)}} / e$$

と表される。すなわち、初期濃度  $C_0$  の約  $\boxed{\text{(オ)}}$  % が入れ替わった状態が、水槽内の物質  $X$  の滞留時間であることになる。ただし、 $e = 2.7$  とする。

(a) 下線 (i) の理由を3行以内で説明せよ。

(b) 空欄 (イ) に適切な記号を記入し、式を完成させよ。

(c) 空欄 (ウ) - (オ) に適当な数字を入れよ。

(d)  $x$  軸を時間  $t$ 、 $y$  軸を水槽内の物質  $X$  の濃度  $C$  として、濃度  $C$  の時間変化の模式的なグラフを書け。また、このグラフに  $\tau_{\text{renew}}$  のときの濃度  $C$  ( $C_{\text{renew}}$ ) を記せ。

## 地学

設問2 下記の用語をそれぞれ5行以内で解説せよ。

- (ア) コリオリの力
- (イ) フェーン現象
- (ウ) レッドフィールド比
- (エ) 海洋深層大循環 (熱塩循環)
- (オ) アルカリ度

## 化学

### 問3

以下の全ての設問に答えよ。ただし、全ての反応系において不純物は存在しないとする。

設問1 以下に挙げる各物質を変質させないための保存方法について、その化学的な理由（物質の性質）も含めそれぞれ2行以内で説明せよ。

- (1) 水酸化ナトリウム
- (2) ハロゲン化銀
- (3) 黄リン
- (4) ナトリウム
- (5) 炭酸ナトリウム十水和物
- (6) 濃硝酸
- (7) フッ化水素酸

設問2 物質の溶解に関する以下の問いに答えよ。なお、答えを導くための途中の過程または根拠の記述も省略せずに、答案用紙に示せ。

- (1) 1 kg の水に 0.1035 kg の不揮発性溶質 A を完全に溶解させたところ、その水溶液の 100 °C における水蒸気圧は  $0.9894 \times 10^5 \text{ Pa}$  であった。A の分子量を求めよ。
- (2) 21.5 g の二硫化炭素に 0.358 g の硫黄を完全に溶解させたところ、その溶液の沸点は  $0.151^\circ\text{C}$  上昇した。硫黄の分子量を求め、溶液中の硫黄分子の原子数を求めよ。二硫化炭素のモル沸点上昇定数は  $2.29 \text{ K kg mol}^{-1}$ 、硫黄の原子量は 32 とする。
- (3) 5.30 g のポリオキシエチレン[ $-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n-$ ]を 100 g の *n*-ヘプタンに完全に溶解させたところ、溶液の浸透圧は  $25^\circ\text{C}$  で  $3370 \text{ Pa}$  であった。このポリオキシエチレンの平均分子量を求めよ。ただし、気体定数  $R$  は  $8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、*n*-ヘプタンの密度は  $0.6837 \text{ g cm}^{-3}$  とする。

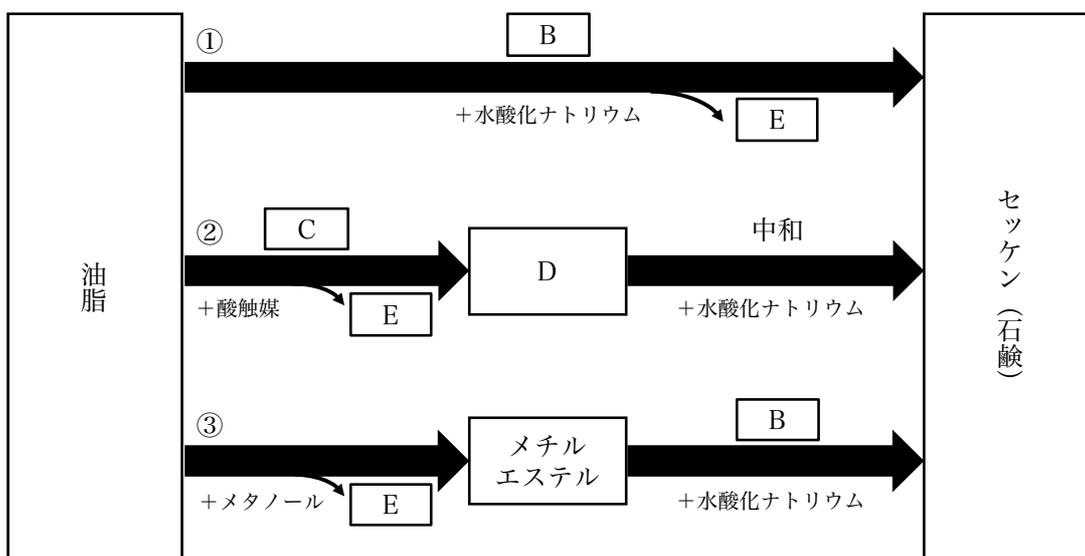
## 化学

### 問4

以下の全ての設問に答えよ。ただし、全ての反応系において不純物は存在しないとする。

設問1 次の文章と図と表を読み、問いに答えよ。

セッケン(石鹼)は高級脂肪酸の **A** 金属塩であり、油脂から合成される。セッケンの合成方法には、① 油脂を水酸化ナトリウムで **B** する方法、② 油脂を酸触媒で **C** して **D** を取りだし、水酸化ナトリウムで中和する方法、そして、③ 油脂をメタノールでエステル交換して **D** のメチルエステルを取り出し、水酸化ナトリウムで **B** する方法の3つが存在する。いずれの製造方法においても、副産物として **E** が合成される。



- (1) **A** - **E** の空欄に当てはまる言葉を答えよ。
- (2) ③の方法で油脂からセッケンを合成する際の反応式を書け。
- (3) 有機化合物の沸点は、一般的に、分子量が大きいほど高い。しかし、以下の表に示すように、ほぼ同じ分子量であっても、脂肪酸の沸点はアルコールの沸点よりも高く、アルコールの沸点はエステルの沸点よりも高い。三者の間で沸点に差が生まれる理由を5行以内で説明せよ。

示性式	分子量	沸点(°C)
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> -COOH	74	141
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> -OH	74	117
CH <sub>3</sub> -COO-CH <sub>3</sub>	74	57

## 化学

設問2 次の文章を読み、問いに答えよ。

タンパク質は(i) $\alpha$ -アミノ酸が縮合重合したものである。この縮合反応は、アミノ酸分子における「酸性を示す **ア**基」と、「塩基性を示す **イ**基」との間で起こる。タンパク質には、この反応で形成される **ウ**結合が、多数存在している。タンパク質に見られるらせん構造 ( $\alpha$ ヘリックス) は、この **ウ**結合に関わっている官能基間の **エ**結合によって保たれている。

アミノ酸には、一般的に中性水溶液中で **オ**として存在する性質がある。また、(ii)アミノ酸 X以外はみな不斉炭素を持つため、鏡像異性体 (エナンチオマー) が存在する。これらの鏡像異性体は、(iii)ジアステレオマー化することにより、化学的に分離することができる。

- (1) **ア** - **オ** の空欄に当てはまる言葉を答えよ。
- (2) 下線部(i) の「 $\alpha$ -アミノ酸」について、「 $\alpha$ 」が示す意味を答えよ。
- (3) 下線部(ii) の「アミノ酸 X」について、酸性溶液中 (pH=1)、中性溶液中 (pH=7)、塩基性 (pH=14) 溶液中でそれぞれどのように存在しているか、構造式を書け。
- (4) 下線部(iii) の「ジアステレオマー」とは何か、一例を挙げて5行以内で解説せよ (図を用いてもよい)。

## 生物

### 問5

(1) - (5) すべてに答えよ。

- (1) 植物ホルモンとは、植物の体内で合成される低分子化合物で、微量で植物の成長を調整するシグナル伝達物質である。植物ホルモンを1つ挙げ、生理的な働きおよび生体内での主な合成部位を計3行以内で記せ。
- (2) 光環境は植物や藻類の成長を支配する最重要因子の1つである。例えば、光周期(明期と暗期)の変化は植物の花芽形成に大きな影響を及ぼすことが知られている。短日植物、長日植物、および中日(中性)植物における、花芽形成と日長との関係を計10行以内で説明せよ。また、それぞれの代表的な植物を1つ挙げよ。
- (3) CAM植物はC<sub>3</sub>植物よりも乾燥条件に対する適応性が高いことが知られている。その理由を5行以内で記せ。
- (4) 植物や藻類は、必要な無機塩類を外界の水溶液の組成そのままではなく、選択的に吸収する。生体膜を介した物質の受動輸送と能動輸送について、それぞれの機構の違いがわかるように、計10行以内で説明せよ。
- (5) 炭素の安定同位体(<sup>13</sup>C)もしくは放射性同位体(<sup>14</sup>C)を用いて、植物や藻類の光合成速度を求めることが広く行われている。どちらかの方法を選び、その原理について、5行以内で説明せよ。

## 生物

### 問6

生態系において、緑色植物などの生産者によって固定された **A** は、草食動物などの **B** が生産者を摂食することによって利用される。生態系で生産された **A** は生物群集の中を次々とめぐっていくこととなり、これを **C** という。**C** には、生きた植物が出発点となる **D** と死んだ生物の遺体や動物の排泄物などの生物由来の **A** を出発点とする **E** がある。緑色植物などが光合成によって生産した **A** の総量を **F** といい、これらから生産者の **G** を差し引いたものを **H** という。

- (1) A から H に入る適切な語句を答えよ。
- (2) **E** は、死んだ生物の遺体や動物の排泄物などを再び生産者が利用できる無機物にする分解者によって駆動されている。どのような生物が分解者となるか2つ挙げよ。
- (3) **H** を速度 ( $\text{g m}^{-2}\text{year}^{-1}$ ) として比較すると、熱帯多雨林、温帯落葉樹林、北方針葉樹林を速度の大きい順に並べよ。
- (4) 人類は生態系から供給される資源や生態系の働きから多大な利益を得ている。生態系が人類にもたらす機能は何と呼ばれているか答えよ。
- (5) 上記(4)の機能は下記の4つに分類されている。これらがどのような機能であるか、それぞれ具体例を挙げて2行以内で説明せよ。
  - (a) 供給
  - (b) 調整
  - (c) 文化的
  - (d) 基盤
- (6) 日本の植生分布は水平方向と垂直方向に変化する。これらの植生分布を決める環境要因として重要なものを2つあげ、計5行以内で説明せよ。

