

北海道大学大学院環境科学院  
地球圏科学専攻  
大気海洋化学・環境変遷学コース

平成30年4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29年8月24日



## 小論文

課題：大気海洋化学・環境変遷学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
	暁新世	
中生代	e	
	f	
	三畳紀	
古生代	ペルム紀	
	g	
	h	
	シルル紀	
	i	
	j	
先カンブリア時代		

設問 2 下記の断層に関する記述を読み、( A ) — ( C ) に当てはまる語句を下記の語彙群から選び記入せよ。

岩石に働く力は大きく 3 つに分けられ、それぞれに対応した 3 つのタイプの断層が生じる。圧縮の力が働いたときには ( A ) 断層が形成され、上盤が下盤の上にずり上がる。逆に引っ張りの力が働いたときには、( B ) 断層が形成され、下盤に対して上盤がずり下がる。また水平面内で反対方向にずりの力が働いたときには、( C ) 断層が形成される。

共役、横ずれ、縦ずれ、正、逆、上盤縦ずれ、下盤縦ずれ、震源

## 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。

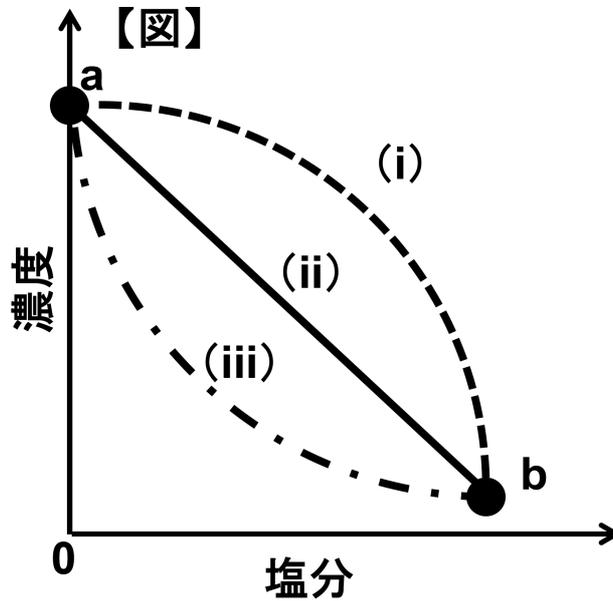
- ア) 氷期-間氷期変動
- イ) ハインリッヒ・イベント
- ウ) ヤンガードリアス期
- エ) 中世温暖期
- オ) 火山強制

設問4 1596年9月4日のA地震によりB湾内に存在したC島が消失したという言い伝えがある。2015年にある研究者がB湾の海底地形を調べたところ、B湾内に斜面が崩壊し、堆積したような地形が認められた。この地形がC島の崩壊により形成されたことを証明するには、どのような調査を行うのが適切か、少なくとも2通りのアプローチを考え、10行以内で述べよ。

## 地学

### 問 2

設問 1. 河口域における淡水と海水間の物質混合について、以下の問に答えよ。



図は、河口域における淡水と海水を端成分とする物質の混合を、塩分変化に対する物質の濃度としてプロットした図である。

- (1) 端成分である点 a と b のうち、海水の端成分にあたる点はどれか記せ。
- (2) 曲線(i)、直線(ii)、曲線(iii)はどのようなプロセスによって、このような形となるのか、それぞれ、3行以内で説明せよ。
- (3) イオン強度が高いのは、淡水か海水か、どちらかを記せ。また、その理由を3行以内で説明せよ。
- (4) 曲線(i)、曲線(iii)の形を示す代表的な物質をそれぞれひとつ記せ。

設問 2. 定常状態について、以下の問に答えよ。

対象とする系の体積を  $V$  とし、その系での物質  $m$  は均質な濃度  $M$  で保たれている。ここで、系に入ってくる  $m$  の入力速度  $F_i$  と、系から出て行く  $m$  の出力速度  $F_o$  で、系の物質  $m$  の定常状態が成り立っている。

- (1) 対象とする系の物質  $m$  の定常状態とはどのような状態か、式で記せ。
- (2) 対象とする系での物質  $m$  の滞留時間  $\tau$  を式で記せ。

## 化学

### 問 3

以下の間に答えよ。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) 気相中の反応  $A+B+C \rightarrow C+D$  がある。A、B、C の濃度を変えながら反応速度  $v$  を測定したところ、以下の結果を得た。反応速度  $v$  は  $-d[A]/dt = -d[B]/dt = d[D]/dt$  であり、反応速度定数を  $k$  とする。

	[A] (mol L <sup>-1</sup> )	[B] (mol L <sup>-1</sup> )	[C] (mol L <sup>-1</sup> )	$v$ (mol L <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )
実験 1	$1.0 \times 10^{-5}$	$2.0 \times 10^{-5}$	$3.0 \times 10^{-5}$	$3.6 \times 10^{-4}$
実験 2	$0.5 \times 10^{-5}$	$2.0 \times 10^{-5}$	$3.0 \times 10^{-5}$	$1.8 \times 10^{-4}$
実験 3	$1.0 \times 10^{-5}$	$4.0 \times 10^{-5}$	$3.0 \times 10^{-5}$	$7.2 \times 10^{-4}$
実験 4	$2.0 \times 10^{-5}$	$0.5 \times 10^{-5}$	$6.0 \times 10^{-5}$	$3.6 \times 10^{-4}$
実験 5	$2.0 \times 10^{-5}$	$2.0 \times 10^{-5}$	$2.5 \times 10^{-5}$	(あ)

- (a) A、B、C それぞれについて反応次数を求めよ。  
(b) この反応の  $k$  を計算せよ。  
(c) (あ)の値を求めよ。  
(d) 実験 5 において A の濃度が半分になるのに要する時間 (秒) を求めよ。
- (2) 濃度が  $0.05 \text{ mol L}^{-1}$  の酢酸ナトリウム ( $\text{CH}_3\text{COON}$ ) 水溶液がある。  
(a) この溶液の pH を小数点 1 桁まで求めよ。酢酸の酸解離定数  $K_a$  は  $10^{-4.8} \text{ mol L}^{-1}$  とし、水のイオン積定数  $K_w$  は  $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$  とする。水素イオンは水酸化物イオンに比べて非常に濃度が低く、水酸化物イオンはナトリウムイオンと比べて非常に濃度が低いものとし、 $\log_{10} 2 = 0.30$  とする。  
(b) この酢酸ナトリウム水溶液 1 L と塩酸 (HCl) 濃度が  $0.05 \text{ mol L}^{-1}$  の水溶液 1 L を混合した。この水溶液の pH を小数点 1 桁まで求めよ。水酸化物イオンは水素イオンと比べて非常に濃度が低く、水素イオンはナトリウムイオンと比べて非常に濃度が低いものとする。
- (3) アンモニアの結合角  $\angle\text{HNH}$  はメタンの結合角  $\angle\text{HCH}$  とは僅かに異なっている。これらの分子の結合角の差は何故生じるか、図を交えて 5 行以内で説明せよ。
- (4) 希ガスの Kr ( $-153^\circ\text{C}$ ) と He ( $-269^\circ\text{C}$ ) の沸点の差について、分子間力に基づき 5 行以内で説明せよ。

## 化学

### 問 4

以下の全ての設問に答えよ。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。ただし、全ての反応系において不純物は存在しないとし、計算に原子量を必要とする場合は、次の値を使用せよ。H = 1、C = 12、O = 16、K = 39、I = 127

設問 1 以下に各々示す 2 つの有機化合物を化学的に区別する方法、及びその方法で生じる現象について、(1) から (6) までそれぞれ 3 行以内で説明せよ。ただし、各々の説明には以下の語群の中から 1 つ以上の単語を用いよ。

- (1)  $C_2H_4$  と  $C_2H_6$
- (2)  $C_2H_5OH$  と  $C_2H_5OC_2H_5$
- (3)  $CH_3CHO$  と  $C_2H_5OH$
- (4)  $C_6H_6$  と  $C_6H_{12}$
- (5)  $C_6H_4Cl_2$  と  $C_6H_5SO_3Na$
- (6)  $(CH_3)_2CO$  と  $C_6H_5CH_3$

語群：水、スス、フェーリング液、水素、臭素、金属ナトリウム、水酸化ナトリウム

設問 2 グリセリン ( $C_3H_8O_3$ ) と長鎖脂肪酸のエステルである油脂 ( $C_{57}H_{104}O_6$ ) を考える。なお、この油脂はオレイン酸 ( $C_{18}H_{34}O_2$ ) のみから成るとする。以下の問に答えよ。

- (1) この油脂の構造式を示せ。
- (2) この油脂のけん化価を計算せよ。
- (3) この油脂のヨウ素価を計算せよ。
- (4) この油脂 1 kg に水素を添加して飽和させるには  $0^\circ C$ 、1 atm の条件下で水素が何 L 必要となるか、計算せよ。

設問 3 ラード (豚脂) を水酸化ナトリウム溶液と加熱して加水分解し、希硫酸を加えると固体が析出した。この固体はパルチミン酸 ( $C_{16}H_{32}O_2$ ) とオレイン酸とステアリン酸 ( $C_{18}H_{36}O_2$ ) の混合物であった。この混合物の重量は 200 g であったが、これに付加するヨウ素の重量が 108 g であった場合、この中に含まれる不飽和脂肪酸の重量%を計算せよ。

## 生物

### 問 5

以下の文章を読んで、(1) — (5) に答えよ。

- (1) 核酸の構成要素であるヌクレオチドは3種類の物質を基本単位とした化合物である。これら3種類の物質を挙げよ。
- (2) DNA と RNA の構成成分の違いを3行以内で説明せよ。
- (3) DNA の複製は DNA ポリメラーゼとよばれる酵素が担っている。DNA が合成される点を、その形状から複製フォークとよび、一本鎖になった DNA を鋳型に DNA が複製される。この過程で合成されるリーディング鎖およびラギング鎖の伸長過程について、それぞれ、5行以内で説明せよ。この際、作図しても良い。
- (4) DNA の遺伝情報は、RNA ポリメラーゼによって RNA に写し取られる。この過程の名称を述べよ。また、RNA ポリメラーゼの酵素反応の特徴を3行以内で述べよ。
- (5) 原核生物と真核生物のメッセンジャーRNA (伝令 RNA、mRNA) の生成過程の違いを5行以内で説明せよ。

## 生物

### 問 6

従来、初期の生命体は、周囲から取り込んだ有機物を分解してエネルギーを得る **A** 栄養生物であったと考えられてきた。しかし、最古の生命化石を含む岩石は深海底の熱水噴出孔付近で形成されたものであることから、最初の生命体は硫化水素やメタンなどを酸化してエネルギーを得る **B** 栄養生物であった可能性も十分にある。最初の生物が **A** 栄養生物であったのか、**B** 栄養生物であったのかは明らかではないが、これらの生物の中から **C** 発生型の光合成を行う原核生物である **D** が現れたと考えられている。光合成によりつくられた **C** は、海水中で **E** イオンと反応し、**F** の沈殿をもたらした。海水中の **E** イオンが減少すると、やがて溶けきれなくなった遊離 **C** は大気中に放出されるようになった。

- (1) A から F に入る適切な語句を答えよ。
- (2) **C** 発生型の光合成は、6 mol の  $\text{CO}_2$  と 12 mol の  $\text{H}_2\text{O}$  から 1 mol の単糖、6 mol の  $\text{H}_2\text{O}$  および 6 mol の **C** を生成する反応である。この反応を化学式で示せ。
- (3) 水中および大気中の **C** の増加は、もともと生息していた生物に深刻な影響を与えた一方で、その後の生物の陸上進出において重要な役割を担ったと考えられている。それぞれの理由を合わせて 6 行以内で説明せよ。
- (4) 原核生物から真核生物への進化過程として、細胞内共生説が広く受け入れられている。細胞内共生説について 5 行以内で説明せよ。
- (5) 近年は化石燃料の燃焼などに伴い大気中の  $\text{CO}_2$  濃度が増加する事により、陸上  $\text{C}_3$  植物への  $\text{CO}_2$  の施肥効果が生じる事が考えられる。 $\text{CO}_2$  の施肥効果を 5 行以内で説明せよ。

