

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  
令和元年10月入学  
令和2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。

令和元年8月22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	c
		中新世
	古第三紀	漸新世
		d
e		
中生代	白亜紀	
	f	
	g	
古生代	h	
	石炭紀	
	i	
	シルル紀	
	j	
	カンブリア紀	
先カンブリア時代		

設問 2 下記の地形および地質に関する用語の定義をそれぞれ 3 行以内で説明せよ。

- ア) モレーン
- イ) 氷床
- ウ) 火山前線
- エ) 化学風化
- オ) 断層

設問 3 下記の古気候学・古環境学に関する用語の定義をそれぞれ 3 行以内で説明せよ。

- カ) プロキシ記録
- キ) 縄文海進
- ク) アイス・アルベドフィードバック
- ケ) 軌道強制
- コ) 白亜紀・古第三紀境界事件

設問 4 1960 年代に提唱された海洋底拡大説は古地磁気の情報により鮮やかに実証された。海洋底拡大説とはどのような仮説で、どのように実証されたか、10 行以内で解説せよ。

## 地学

### 問2

大気と海洋に関する問いに答えよ。

設問1. 次の文章の（A）から（P）に、下の用語群から適切なものを選び、1つずつ入れよ。ただし、同じものを2度入れないこと。

太陽から地上に降り注ぐ（A）放射によって地面が暖まり、そのすぐ上の大気も暖められる。地球上で最も暖められる地域は（B）域である。軽くなった空気は上昇し、地上では（C）圧性となる。空気の上昇によって気圧と気温が下がる。その空気が（D）状態の場合、水蒸気圧が飽和水蒸気圧を超えると（E）する。この時に（F）が発生するので、（D）大気は（G）大気より上昇にともなう温度低下が小さい。

北半球の中緯度域には、（H）が吹いており、その南には貿易風が東から吹いている。この2つの風によって海面に力が働き、海面の海水は（I）に流れようとする。しかし、コリオリの力(※注)のため、海水は2つの風の間にあるほとんど風のない海域に（J）する。このため、海面が盛り上がりその海面下の圧力が（K）なるので、コリオリの力と釣り合うように海水が流れる。その結果として風の方向と（L）向きに海流ができる。

※注：コリオリの力は赤道で（M）となり、極域で（N）となる緯度の三角関数の（O）型にあたる。逆に、遠心力は（P）型の三角関数で表される。

(用語群) 赤道、北極、潜熱、顕熱、低く、高く、長波、短波、風上、風下、発散、収束、昇温、降温、最小、最大、同じ、逆、湿潤、乾燥、凝結、凝固、海面、高気、低気、コサイン、サイン、タンジェント、ジェットストリーム、偏西風

設問2.

(1) 南極大陸のまわりには、南緯60度周辺を西から東へと流れる南極周極流がある。なぜ、南極周極流は西から東へと流れるのか。南半球での風の向きとコリオリの力の役割を含めて10行以内で説明せよ。

(2) 南極周極流が西から東に流れることで、南極大陸周辺では湧昇が起こる。それはなぜか、5行以内で答えよ。

## 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。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。

設問1 酸素の供給によるメタンの酸化を考える。

- (1) 酸素を十分に供給した状態で、メタンの完全燃焼を示す反応式を書け。
- (2) 酸素の供給を制限した状態で 32 g のメタンを燃焼させた時 (不完全燃焼)、20 g の二酸化炭素が得られた。二酸化炭素の収率を求めよ。
- (3) (2) で酸素の供給を制限した場合、メタンの不完全燃焼の結果生成した、二酸化炭素以外の生成物を 2 つ挙げよ。

設問2 25 °C の温度条件で  $0.0040 \text{ mol L}^{-1}$  の硫酸鉄 (II) 溶液  $50.0 \text{ cm}^3$  を  $0.0080 \text{ mol L}^{-1}$  の水酸化ナトリウム溶液  $50.0 \text{ cm}^3$  に加えた。これに関する以下の問いに答えよ。

- (1) この実験における水酸化鉄 (II) の溶解度積 (または溶解度定数)  $K$  を鉄イオンと水酸化物イオンの平衡濃度を用いて式で表せ。
- (2) (1) の  $K$  を求めよ。
- (3) 25 °C での水酸化鉄 (II) の溶解度積  $K_s$  は  $1.6 \times 10^{-14} \text{ mol}^3 \text{ L}^{-3}$  である。(2) で計算した  $K$  を  $K_s$  と比較することで、この実験における溶液中で水酸化鉄 (II) はどのような状態になるか、述べよ。
- (4) 溶解度積表現にあるイオンが、(3) の状態を引き起こす効果を何と呼ぶか、記せ。

## 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 次の問いに答えよ。

- (1) 炭素、水素、酸素だけからなる有機化合物 A を、実験室で 4.5 mg 完全燃焼した。その結果、9.9 mg の二酸化炭素と、5.4 mg の水を得た。この有機化合物 A の組成式を求めよ。
- (2) (1) で用いた有機化合物 A の分子量は 100 以下であることがわかった。このことから、有機化合物 A には、3 種類の構造異性体が考えられる。それぞれの異性体の構造式を答えよ。
- (3) (1) で用いた有機化合物 A は、塩基性条件下でヨウ素を反応させると、黄色の結晶を生じることがわかった。この反応の名称と、有機化合物 A の IUPAC 名を答えよ。

設問2 次の文章を読み、各問いに答えよ。

「互変異性」とは互変異性体を生じる現象である。互変異性体とは、異性体同士が互いに変換する「異性化」の速度が速く、どちらの異性体も共存する平衡状態に達しうるものを指す。異性化の速度や平衡比は、温度や pH、液相か固相か、また溶液の場合には溶媒の種類によっても変化する。平衡に達するのが数時間から数日の場合でも互変異性と呼ぶことが多い。(a)「互変異性」と「共鳴」は、異なる概念である。

カルボニル基を含む化合物は、溶液中、あるいは純液体中でケト型とエノール型の平衡状態にある場合があり、その平衡は互変異性定数「 $K_T$ 」で示される。 $K_T$ の値は、化合物に構造により大きく異なる。例えば、アセトンは  $K_T = 2.5 \times 10^{-6}$  (水溶液中) であり、ケト型が圧倒的に多く存在するが、2,4-ペンタンジオンでは 3.6 (純液体) とエノール型として存在する方が多い。

- (1) 下線(a) について、互変異性と共鳴の相違について答えよ。
- (2)  $K_T$  の定義を記せ。
- (3) アセトンと 2,4-ペンタンジオンの両化合物に関して、
  - ① ケト型とエノール型の構造式を記せ。
  - ② アセトンと 2,4-ペンタンジオンの両化合物の間で  $K_T$  に大きな差がもたらされる要因を説明せよ。

## 生物学

### 問5

下の文章を読んで、(1) — (6) すべてに答えよ。

親から子へ伝えられる形態や性質のことを形質という。エンドウの種子の形が丸い、しわがあるといったように、実際に現れる形質を  型と呼ぶ。一方の形質が現れると他方の形質は現れないので、そのような関係を互いに  であるという。 のそれぞれにはもととなる遺伝子が存在し、それらの遺伝子を互いに  と呼ぶ。一对の  には、同じ遺伝子であるが、種子の丸形としわのように現れる形質が異なるものがある。遺伝子が働いて形質が現れることを  という。

- (1) 上の文章の A から D に適当な語句を埋めよ。
- (2) Francis Crick らによって提唱された「分子生物学のセントラルドグマ」とは何か、3行以内で説明せよ。
- (3) DNA の複製に必要な DNA ポリメラーゼの酵素反応の特徴を、下の5つの用語を全て用いて、5行以内で説明せよ。

DNA ポリメラーゼ、鋳型、一本鎖 DNA、RNA プライマー、デオキシリボヌクレオシド三リン酸

- (4) 原核生物と真核生物のメッセンジャーRNA (mRNA) の構造上の特徴を5行以内で説明せよ。
- (5) 遺伝情報が変異する因子を4つ挙げよ。
- (6) 種の異なる生物間で DNA の塩基配列や同一機能を果たすタンパク質のアミノ酸配列を比較することにより、どのようなことがわかるか、3行以内で説明せよ。

## 生物学

### 問6

以下の文章を読んで問いに答えよ。

分子状の窒素 ( $N_2$ ) は気体として大気約 % を占めるが、化学的に非常に安定しており、植物や動物はこれを直接利用できない。(a)一部の生物が  $N_2$  を直接利用でき、このプロセスを  という。  
 生物は  $N_2$  を  に変換する。

土壌中の水分 (土壌水) には、 や生物の遺体および排泄物の  によって生じた 、  
 が  細菌の活動により酸化された  $NO_2^-$  や  $NO_3^-$  が溶けている。植物はこれらの無機窒素化合物を取り込んで有機窒素化合物を合成する。このプロセスを  という。また、土壌水中の窒素化合物は、河川へと流出する事もある。

- (1) A から F に入る適切な語句を答えよ。
- (2) 下線部(a)に該当する生物を 2 つ挙げよ。
- (3) 流域における植生を皆伐した直後 (1 年程度) に生じうる渓流水中の窒素化合物濃度の変化はどのようなものか、そのメカニズムと共に 3 行以内で説明せよ。
- (4) 欧米における広範な森林や、日本国内における大都市近郊の森林では、森林生態系が必要とする以上の利用可能な窒素が存在する状態である。植生の変化以外で、このことについて考えられる原因を 3 行以内で説明せよ。
- (5) 窒素と並ぶ主要栄養塩としてリンがあり、両者は化学肥料として使用される。リン資源に関しては枯渇が予想されている。窒素資源に関しては、枯渇問題はないとされている。窒素には枯渇問題がなく、リンには枯渇問題がある理由を 5 行以内で説明せよ。

