

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4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4年2月21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 1～4に答えよ。

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		f	
	ジュラ紀		
		g	
古生代		ペルム紀	
		h	
		デボン紀	
		i	
		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をそれぞれ 3 行以内で説明せよ。

- ア) 大陸斜面
- イ) リアス海岸
- ウ) 河岸段丘
- エ) 玄武岩
- オ) 褶曲
- カ) 風化
- キ) 変成作用

設問 3 下記の古気候学・古環境学に関する用語をそれぞれ 3 行以内で解説せよ。

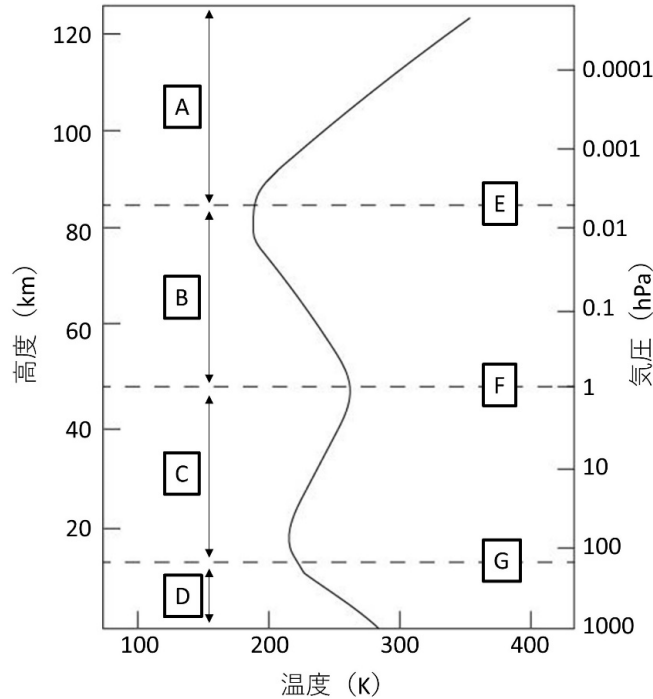
- ク) 中世温暖期
- ケ) 間氷期
- コ) ダンスガード・オシュガーサイクル

設問 4 海底柱状堆積物に含まれている底生有孔虫の酸素同位体比を分析することにより、過去の陸上氷床量の変動を知ることができる。その原理を 10 行以内で解説せよ。

地学

問2 設問1, 2に答えよ。

設問1 図は、大気圏の温度の鉛直構造を示したものである。以下の問に答えよ。

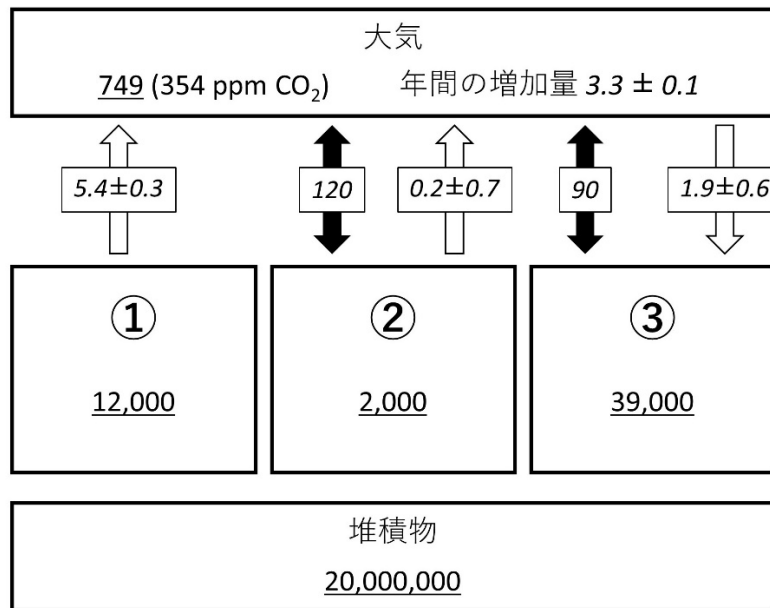


- (1) [A] - [D]に当てはまる大気層の名称をそれぞれ答えよ。
- (2) (1)の層の境界である[E] - [G]の名称をそれぞれ答えよ。
- (3) [B]から[C]にかけての気温極大はオゾン層による影響である。一般的なオゾン数密度 (cm^{-3})の鉛直分布を図示せよ。高度は0-120 km、オゾン数密度は 10^{10} - 10^{13} cm^{-3} の範囲で図示せよ。オゾン数密度の軸は対数軸とせよ。オゾン数密度が転換する高度が分かるように示すこと。
- (4) オゾン層が存在しない場合の大気圏の温度の鉛直構造を図示せよ。高度と温度の軸は上図と同じ範囲で示せ。温度が転換する高度が分かるように示すこと。
- (5) 1980年代にフロン類によるオゾン層の破壊が環境問題として注目された。オゾン層破壊のメカニズムを、以下の語句を用いて5行以内で説明せよ。

[塩素・太陽放射]

地学

設問2 図は全球の炭素循環について示したものである。以下の問に答えよ。



*下線の数字は存在量 (GtC)、斜体の数字は移動量 (GtC year⁻¹)

↕: ボックス間の交換量 ⇨: ボックス間の正味の移動量

IPCC (2001)

- (1) 図の① - ③は「海」「陸上バイオマス」「化石燃料とオイルシェール」のいずれかである。それぞれ適切なものを選び。
- (2) 陸上バイオマスと大気間の炭素のやりとりは季節変動がある。またその季節変動の大きさは北半球と南半球で異なる。これらの季節変動の特徴と南北半球での大きさが異なる理由を5行以内で説明せよ。
- (3) 海洋と大気間の炭素循環には海洋の循環が関係している。海洋の循環には大きく分けて「風成循環」と「熱塩循環」がある。それぞれ5行以内で説明せよ。
- (4) 二酸化炭素が大気から海洋に移動する海域、逆に海洋から大気に移動する海域を挙げ、その二酸化炭素の移動の地理的な特徴を引き起こす要因を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。

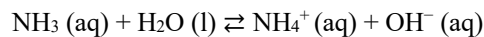
設問1 酸塩基平衡に関する以下の問いに答えよ。なお、 K_W は水のイオン積定数であり、必要に応じて次の数値を用いよ。 $\log 2 = 0.301$ 、 $\log 2.3 = 0.362$ 、 $\log 5 = 0.699$ 、 $\log 7.16 = 0.855$ 、 $\sqrt{5.2} = 2.3$ 、 $\sqrt{51.3} = 7.16$

(1) 大気中の CO_2 と平衡になっている水に溶けている CO_2 濃度 $[\text{CO}_2(\text{aq})]$ は 25°C で $1.2 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ である。酸解離定数 K について、 25°C で $K = 4.3 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$ とし、

$$K \approx [\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})]^2 / [\text{CO}_2(\text{aq})]$$

の式を使い、大気中の CO_2 と平衡になっている水の pH を計算せよ。

(2) アンモニアと水との反応は以下の化学反応式で示される。



$\text{NH}_4^+(\text{aq})$ の酸解離定数 $K_a(\text{NH}_4^+(\text{aq}))$ は $K_b(\text{NH}_3(\text{aq}))$ と次の関係式が成り立つことを示せ。

$$K_a(\text{NH}_4^+(\text{aq})) \times K_b(\text{NH}_3(\text{aq})) = K_W$$

(3) 100°C での K_W は $51.3 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$ である。 100°C の水の pH を計算せよ。

(4) 0.020 mol L^{-1} の水酸化ナトリウム 11.0 mL と 0.020 mol L^{-1} の希塩酸 9.0 mL をビーカー中で混合した。この溶液の 25°C での pH を計算せよ。 25°C での K_W は $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$ とする。

設問2 未知の化合物の同定に関する以下の問いに答えよ。

(1) 4本の試薬瓶があり、それぞれの瓶に水酸化ナトリウム溶液、硫酸銅(II)溶液、炭酸ナトリウム溶液、希塩酸が入っている。しかし、これらの溶液名を示すラベルはそれぞれの試薬瓶に貼られていない。各々の試薬瓶と必要に応じて清浄なビーカーのみを使用し、それぞれの試薬瓶の中の溶液を同定する方法(過程とその理由)を述べよ。ビーカーはいくつ使用してもよい。

(2) 陰イオン X と陽イオン Y からなる無色の溶液 XY がある。溶液 XY に水酸化ナトリウム溶液を加えると白色沈殿 D が生成し、さらにこれに過剰の水酸化物イオンを溶解して透明な溶液となる。D は炎の中で強く加熱すると黄色に変色する。また、XY を希硝酸と硝酸銀溶液の混合溶液に加えると白色沈殿が生じる。X と Y はそれぞれ何か、根拠も含めて述べよ。

(3) 陰イオン A と陽イオン B からなる塩 AB の溶液がある。この溶液は淡緑色をしており、塩化バリウム溶液と希塩酸の混合物を加えたところ、白色沈殿が生じた。また、AB に水酸化ナトリウムを加えたところ、緑色の沈殿物が生じた。A と B はそれぞれ何か、根拠も含めて述べよ。

化学

問4 以下の文章を読んで問いに答えよ。

有機化合物はいくつかの観点から分類される。骨格による分類では、鎖式化合物と環式化合物に分類される。環式化合物はさらに炭素原子のみから構成される環を持つ炭素環式化合物と、炭素以外のヘテロ原子をひとつ以上含む環を持つ複素環式化合物に分類される。環式化合物については、ベンゼンを代表とする(a)特別な不飽和結合の性質を示す芳香族化合物があり、(b)それ以外の飽和あるいは不飽和化合物である脂肪族化合物と区別する。一方、分子の炭素骨格が異なっても、有機化合物の性質の特徴付ける(c)官能基によっても分類することができる。

(1) 以下の5つの化合物について、それぞれ「鎖式化合物」「炭素環式化合物」「複素環式化合物」のどれに分類されるかを示し、構造式を書け。

- A) ピロリジン
- B) ペンタン
- C) シクロペンタン
- D) ピリジン
- E) ベンゼン

(2) 下線部 (a) が示す「特別な不飽和結合の性質」について、以下の言葉を全て用いて、下線部 (b) との違いがわかるように説明せよ。図を用いてもよい。

[二重結合・ σ 結合・ π 結合]

(3) 下線部 (c) について、酸素原子を含む官能基を下から5つ選び、それぞれ構造式を書け。ただし、炭素骨格はRとして省略してもよい。

[アルデヒド基・ケトン基・カルボキシ(ル)基・
アミノ基・アミド基・ニトリル基・ニトロ基]

(4) 下線部 (c) について、炭素骨格が異なる化合物でも、官能基が共通している場合には、その性質や反応性は極めて類似する。エタノールとシクロヘキサノールを例に挙げ、金属ナトリウムとの化学反応を、それぞれ反応式で示せ。

問5 以下の文章を読んで問いに答えよ。

DNA の複製は **A** とよばれる酵素が担っており、鋳型 DNA に相補する RNA 鎖を合成することから始まる。この最初に合成される短い RNA 鎖を **B** といい、**C** という酵素により合成される。DNA の複製には、**A**、鋳型となる一本鎖 DNA、**B**、**C**、酵素反応の基質となる **D** が必要となる。

- (1) A、B、C、D に入る適切な語句をそれぞれ答えよ。
- (2) 二本鎖 DNA の複製機構について、下記の語句をすべて用いて、5 行以内で説明せよ。図を記しても良い。

[複製フォーク・リーディング鎖・ラギング鎖・岡崎フラグメント]

- (3) 原核生物の転写開始に必要な DNA 構造の特徴を 5 行以内で記せ。
- (4) 真核生物の基本転写因子とは何か、5 行以内で記せ。
- (5) 5'-TTAGGATCTCAT-3' という配列の DNA がある。これを鋳型として転写された RNA の配列を 5' 末端が左側になるようにして記せ。
- (6) 真核生物の転写過程におけるスプライシングとは何か、5 行以内で説明せよ。

問6 以下の文章を読んで問いに答えよ。

陸上の生態系は時間とともに変化するが、この現象を **A** とよぶ。**A** は (a)一次遷移と二次遷移に分類される。また、**A** は乾性遷移と(b)湿性遷移にも分類される。遷移の最終段階は長期間安定した状態の **B** である。

植物は、地域の気候条件に **C** して森林、低木林、草原など特徴ある **D** を形成し、これらはさまざまな(c)バイオーム (生物群系もしくは植物群系) に区分される。バイオームのタイプは、植物の分布に大きな影響を与える気候要因である **E** と **F** によく対応する。

- (1) A から F に入る適切な語句を答えよ。
- (2) 下線部 (a) の一次遷移と二次遷移の違いについて、5 行以内で説明せよ。
- (3) 下線部 (b) の湿性遷移について、5 行以内で説明せよ。
- (4) 下線部 (c) のバイオームの定義を 3 行以内で述べよ。
- (5) 下線部 (c) のバイオームについて 2 つ例をあげ、その特徴について気候要因を含め、それぞれ 3 行以内で説明せよ。

