

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10月入学
令和5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 以下の設問1-3に答えよ。

設問1 下記は、国際年代層序表とその解説である。

累代	代	紀	世	Ma(百万年前)	
顕生累代	新生代	第四紀	(A)	(G)	
			(B)	(H)	
		新第三紀	鮮新世	5.333	
			中新世	23.03	
			漸新世	33.9	
			始新世	56.0	
	(C)	暁新世	66.0		
		(D)	白亜紀	145.0	
			ジュラ紀	201.3	
			三畳紀	251.902	
		古生代	ペルム紀	298.9	
			(E)	358.9	
	デボン紀		419.2		
	シルル紀		443.8		
	オルドビス紀		485.4		
	(F)		538.8		
	先カンブリア時代	原生累代	新原生代	エディアカラン	635
				クライオジェニアン	720
トニアン				1000	
中原生代			ステニアン	1200	
			エクタシアン	1400	
			カリミアン	1600	
古原生代		スタテリアン	1800		
		オロシリアン	2050		
		リアキアン	2300		
		シデリアン	(I)		
		新太古代	2800		
太古累代		中太古代	3200		
		古太古代	3600		
		原太古代	4000		
	冥王代	(J)			

地学

地球は (J) Ma ごろ形成され、3800Ma には海洋が存在したと考えられている。2700Ma にはシアノバクテリアが (K) を生産するようになり、(I) Ma 頃には海水に溶けていた鉄が沈殿することで大量の (L) が形成されたが、それも 1800Ma まで続いてほぼ終了した。(a)1900Ma になると陸上で赤色砂岩が見つかるようになり、その後も海洋表層や大気中の (K) は増加し、(F) には現在と同レベルの濃度になったものと見られる。(b)その後 (E) には、現在よりも大気中 (K) 濃度が高くなったものと見られる。上の国際年代層序表では、(B) の始まりは北半球氷床の拡大期である (H) Ma に、(A) の始まりは最終氷期の最後の寒冷期である (M) の終わりである (G) Ma に設定されている。

- (1) 空欄 (A) ~ (M) に当てはまる適切な用語や数字を答えよ。
- (2) 下線部(a)のような現象が見られるのはなぜか、1行で答えよ。
- (3) 下線部(b)の理由は何か、2行以内で答えよ。

設問2 海洋堆積物の孔隙率 (体積%) や乾燥かさ密度 ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) を求めるには、以下のような手順が用いられるときがある。

- 1) 適当な量の堆積物を湿潤状態のまま採取し、湿潤重量 (g) を測定
- 2) 採取した堆積物を高温で乾燥させ、乾燥重量 (g) を測定
- 3) 乾燥後の固体について、ピクノメータで、固体体積 (cm^3) を測定

ある海洋堆積物について上記の測定を行い、湿潤重量 15.281 g、乾燥重量 8.777 g、固体体積 3.153 cm^3 であった。元の堆積物の孔隙は海水で満たされており、海水の密度を $1.024 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 、塩分を $35 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、海塩密度を $2.22 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ と仮定すると、この堆積物の孔隙率 (体積%) および乾燥かさ密度 ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) はそれぞれいくらか。計算過程とともに示せ。

設問3 海水準変動について、以下の間に答えよ。

- (1) 海水準は潮汐や海面気圧の効果を除いても季節変化 (夏に高く冬に低い) し、その変動幅は北半球の方が南半球より大きい。その理由を3行以内で記せ。
- (2) 氷河性海水準変動は、ミランコビッチ・サイクルに同調すると考えられている。その変動の特徴と仕組みを10行以内で記せ。

地学

問2 以下の設問1-3に答えよ。

設問1 以下の問に答えよ。

図1は、地球規模での平均的な大気の流れの概念図である。南北半球ごとに、赤道から極域にかけて、鉛直方向に大気を混合する3つの循環セル① - ③が、地球をベルト状に取り囲んでいる。また水平方向には、低緯度帯では④（東風）が、高緯度域では⑤（西風）が吹く。

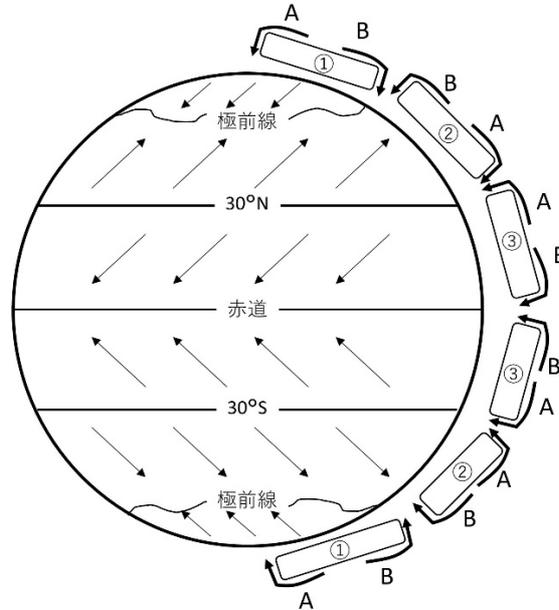


図1

- (1) ① - ⑤に入る適切な語句を答えよ。
- (2) 大気の循環セルは図1のAとBどちら方向に循環するか選べ。
- (3) ⑤により中高緯度で東西方向に大気が地球を一周する時間スケール(a)と、北半球と南半球との大気交換の時間スケール(b)をそれぞれ以下から選べ。

1-2日、1-2週間、1-2カ月、1-2年、10-20年、100-200年

- (4) 図2の(あ) - (う)のうち大気中の酸素と窒素の混合比の高度分布の特徴を最も適切に示しているものを一つ選べ。また、このような分布になる理由を4行以内で説明せよ。

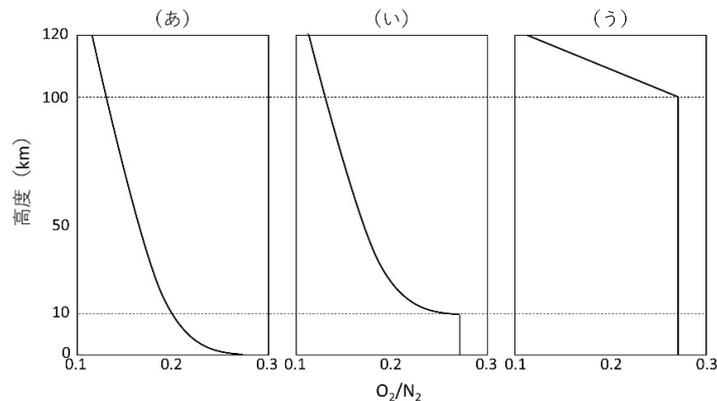


図2

地学

設問2 以下の語句をそれぞれ4行以内で説明せよ。

- (1) レッドフィールド比
- (2) 海洋生物炭素ポンプ
- (3) マーチンの鉄仮説
- (4) モントリオール議定書

設問3 以下は遠洋性堆積物の大まかな分類である。各堆積物のタイプ(a)–(c)について、その組成と分布域の特徴を3行以内で記せ。

- 珪質堆積物 (a)
- 石灰質堆積物 (b)
- 遠洋性粘土 (c)

化学

問3 以下の設問1、2に答えよ。

設問1 以下の問いに答えよ。

(1) 以下に示す化合物についてイオン結合と共有結合の化合物に分類せよ。



(2) (1)における全ての共有結合の化合物のルイス構造および分子構造を示せ。

(3) 酸と塩基のアレニウスによる定義について3行以内で説明せよ。

(4) 次の文章A-Dから正しい記述を全て選べ。

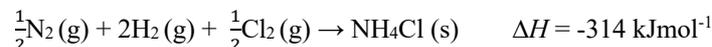
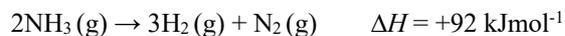
A 共有結合化合物は水への溶解度が大きく、電気を通しやすい。

B 共有結合化合物は沸点と融点が比較的低い。

C イオン化合物は水に容易に溶けるがその結晶は壊れにくい。

D イオン結合はイオン化エネルギーが比較的小さい時に起こりやすく、金属元素を含む化合物がイオン性になりやすい。

(5) 反応式「 $\text{HCl}(\text{g}) + \text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ 」のエンタルピー変化 (ΔH) を計算せよ。



とする。

設問2 塩化銀 (AgCl) の溶解度に関する以下の問いに答えよ。ただし、 AgCl の溶解度は 25°C で飽和 AgCl 溶液 1 kg に対して $1.8 \times 10^{-3} \text{ g}$ であり、 AgCl のモル質量数は 143.5 g mol^{-1} とする。

(1) AgCl の溶解の反応式とその平衡式をそれぞれ表せ。

(2) この AgCl の溶解度をモル濃度で表せ。

(3) AgCl の溶解度積 (K_s) を求めよ。

(4) $1.5 \times 10^{-5} \text{ mol}$ の AgCl を 25°C で 1 L の水に加えた。 AgCl は全て溶けるかどうか答えよ。またその理由も示せ。

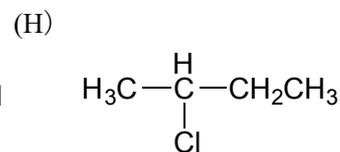
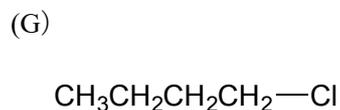
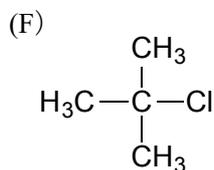
化学

問4 以下の設問1、2に答えよ。

設問1 次の文章を読み、各問いに答えよ。

ある分子が極性をもっている場合、分子間には静電的な引力、力が働く。液体から気体になるためには、この引力に打ち勝つ熱エネルギーを獲得する必要がある、極性の大きな有機化合物は、無極性の化合物に比べて、高い沸点をもつ。無極性な有機分子の間でも引き合う力があり、この力の大きさは、分子間で接触する表面積の大きさに比例するため、直鎖状の伸びた構造を持つ化合物は、枝分かかれして全体としての形がコンパクトなものに比べて高い沸点を持つ。このような無極性の有機分子間に働く引力を力と呼ぶ。また、OH基やNH基を持つ分子では、部分的に正電荷を帯びた水素原子と、隣接する分子の酸素あるいは窒素原子の非共有電子対の間で、特別な引力の力が働く。このような相互作用は結合と呼ばれる。

- (1) からに当てはまる言葉を、それぞれ記せ。
- (2) 上記 の結合を破線として、下記(D)と(E)について、荷電子および $\delta+$ と $\delta-$ を含めて図示せよ。
- (D) ヒドロキシ基とエーテルの結合
- (E) アミノ基とニトリル基の結合
- (3) 以下に示す化合物について、沸点が高い順にならべよ。



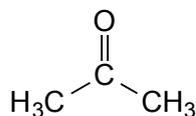
化学

設問2 次の文章を読み、各問いに答えよ。

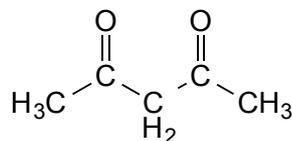
分子内のひとつの炭素原子に対して、カルボニル基および水素原子が結合している時には「ケト型」と「エノール型」の平衡が存在する。(a)この構造異性は「互変異性」と呼ばれ、「共鳴」とは異なる概念である。カルボニル基を含む化合物は、溶液中、あるいは純液体中でケト型とエノール型の平衡状態にある場合があり、その平衡は (b)互変異性定数「 K_T 」 で示される。

- (1) 下線(a) について、互変異性と共鳴の相違について5行以内で答えよ。
- (2) 下線(b) K_T の定義を記せ。
- (3) 以下の(ア) から(エ) の4つの化合物は「ケト型」で示されている。これらの化合物の「エノール型」を記せ。

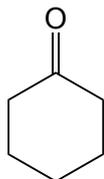
(ア)



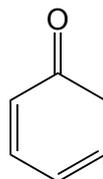
(イ)



(ウ)



(エ)



- (4) (3) の(イ) と(エ) の化合物は、ケト型よりもエノール型が優占する理由を3行以内で答えよ。

生物

問5 以下の文章を読んで問いに答えよ。

生態系の生物的要素である生物群集は、それらの果たす役割から **A**、**B**、**C** に大きく分けられる。**A** の多くは光合成により太陽エネルギーを利用し炭素を固定して有機物を生産する **D** であり、生態系において生物群集にエネルギーや物質を送り込む入口としての機能を果たす。**B** は **A** によって生産された有機物を摂取して利用する **E** である。**C** は **B** と同様に **E** であるが、生物遺体や排泄物などの有機物を分解し、**A** が利用できる形の無機物に還元する。

- (1) A から E に入る適切な語句を答えよ。
- (2) 純一次生産、総一次生産、純生態系生産について、それぞれ 2 行以内で説明せよ。
- (3) 純一次生産の主要な制限環境要因を 4 つ挙げよ。また、海洋と陸地における純一次生産の地球上の水平分布の特徴を、制限環境要因との関係を含めて、海洋と陸地それぞれについて 5 行以内で述べよ。
- (4) 生態ピラミッドの構造を説明する際に用いられる、消費効率、同化効率、生産効率について、それぞれ 2 行以内で説明せよ。
- (5) 生態ピラミッドのある栄養段階から次の栄養段階へのエネルギー変換効率を、消費効率、同化効率、生産効率を用いて示せ。

生物

問6 以下の文章を読んで問いに答えよ。

酵素は、生体内の代謝過程において触媒機能を持つ分子で、主にアミノ酸が **A** 結合で重合した構造をもつ。(a) 酵素が働きかける化合物を基質といい、酵素が働くことを酵素反応または酵素作用という。基質と結合する酵素の場所は **B** と呼ばれる。(b) 酵素反応の結果、基質が変化して出来た化合物を生成物という。酵素は **B** に丁度収まる形をした化合物としか結合できない。これを酵素の **C** という。また、酵素は特定の1つの反応しか触媒できない。これを酵素の **D** と呼ぶ。

- (1) A、B、C、Dに入る適切な語句をそれぞれ答えよ。
- (2) 下線部 (a) において、酵素反応 (酵素作用) を制御する因子を2つ挙げよ。ただし、基質を除く。
- (3) 下線部 (b) について、多くの酵素反応速度は、Michaelis-Menten (ミカエリス・メンテン) 式で表される。ミカエリス・メンテン型の酵素反応において、横軸に基質濃度を取り、縦軸に反応速度をとった際の実験結果をグラフで示せ。この際、最大反応速度 V_{\max} とミカエリス定数 K_m が分かるように示せ。
- (4) ミカエリス・メンテン式の両辺の逆数を取り、横軸に基質濃度の逆数、縦軸に反応速度の逆数をとったグラフは Lineweaver-Burk (ラインウェーバー・バーク) プロットもしくは二重逆数プロットと呼ばれる。このプロットにおいて、横軸の切片の値と縦軸の切片の値が意味するものを、それぞれ、2行以内で説明せよ。この際、図を用いて説明しても良い。
- (5) Isozyme (アイソザイム) とは何か、またその利用法について、それぞれ、5行以内で説明せよ。

