

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28年10月入学

平成29年4月入学

大学院修士課程入学試験模擬問題 1

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、生物学の問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28年5月編集

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

(1) 下表の地質年代表は地球誕生以来の地質時代名を示したものである。空欄 (a) - (j) にはいる地質時代名を記せ。

表 1 地質年代表

新生代	第四紀	(a)
		(b)
	新第三紀	鮮新世
		(c)
	古第三紀	(d)
		始新世
暁新世		
中生代	(e)	
	(f)	
	(g)	
古生代	ペルム紀	
	(h)	
	(i)	
	シルル紀	
	(j)	
	カンブリア紀	
先カンブリア時代		

(2) 以下の文章を読み、下の問に答えよ。

ウェゲナーは、1912 年に、大陸はかつて 1 つであったと考え、この大陸をパンゲアと名づけ、その北半分をローラシア、南半分をゴンドワナと呼んだ。(ア) このパンゲアは古生代末から次第に分裂し、現在の位置まで漂ってきたと考えた。この考え方を大陸移動説という。

- 1) 下線部 (ア) の分裂の結果、生まれた海の名を述べよ。
- 2) パンゲアが存在した証拠として、ウェゲナーが指摘したことに関連するのは下記のうち、どれか。4 つ選べ。

各大陸の磁極の不一致、大陸海岸線の相似、海底地磁気異常、海底微化石年代、中央海嶺の存在、造山帯の類似性、地震波の深度変化、化石の類似性、気候帯分布

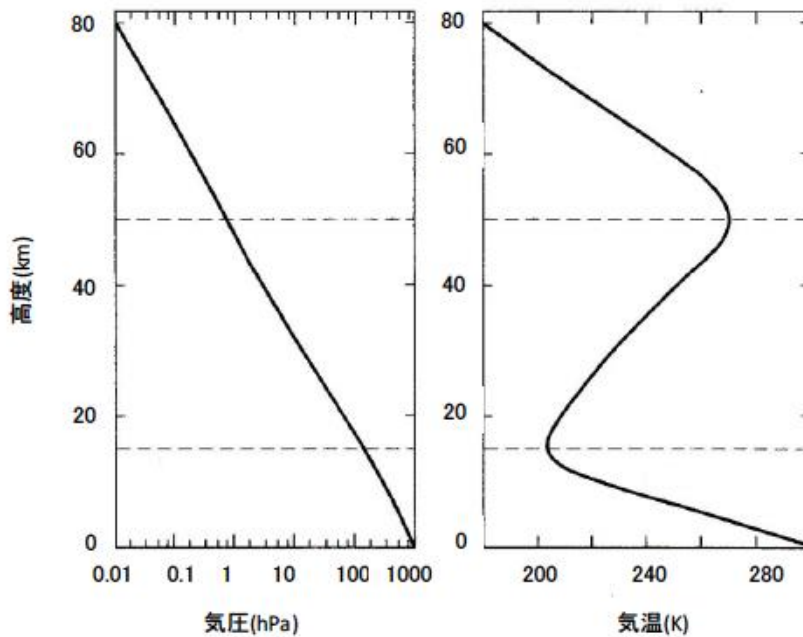
- 3) 大陸移動説は、提唱された当時、大陸を動かす原動力について説明がなされていなかった。その後、提唱されたプレートテクトニクスでは、この点どのように説明がなされたか述べよ。

地学

問2

(1) 以下の文章の (a) - (i) に、もっとも適切な語句を入れよ。

下図は、ある地点で観測された気温と気圧の鉛直分布である。地表からおよそ 100 hPa までは高度と共に気温が下がっていき、大気のこの部分を (a) と呼ぶ。それより上層では高度と共に気温が上昇している。この高度と気温の関係が変わる面を (b) という。(b) からおよそ 1 hPa までは (c) という。なお、(c) において上層ほど高温になるのは、太陽からの (d) 線が (e) 層に吸収されているためである。(e) 層の上に存在する (f) では、温度は高度とともに再び低下する。(f) は 0.01 hPa の (g) まで広がっており、その上には (h) がある。(h) では、 N_2 と O_2 が強い太陽の (d) 線放射を吸収することによって、高度とともに、再び温度は上昇する。(a) と (c) は合わせて全大気質量の 99.9% を占め、地球環境の視点で考えると最も重要な領域である。地上平均気圧は 984 hPa なので、大気的全質量は、地球の半径を 6400 km、重力加速度を 9.8 m/s^2 としたとき (i) kg となる。



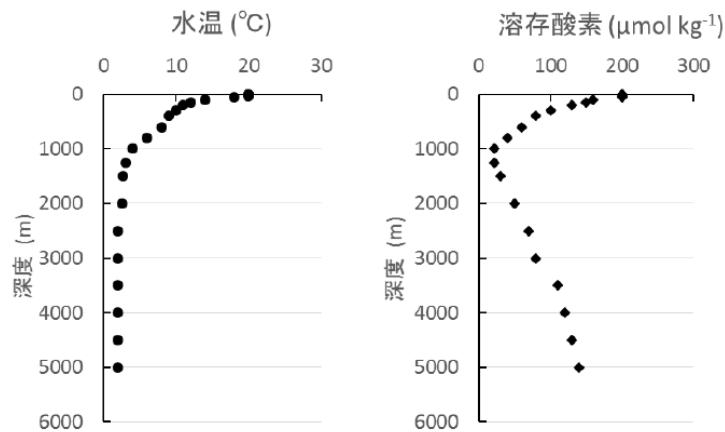
地学

(2) 以下の問いに答えよ。

- 1) 温室効果ガスを3つ挙げ、温室効果を引き起こす理由を5行以内で述べよ。
- 2) 酸性雨とは何か、5行以内で述べよ。

(3) 次の文章を読んで下の問に答えよ。

下記の図は北西大西洋外洋域の典型的な水温と溶存酸素濃度の鉛直分布を示す。大気と海洋との間で起こる気体交換過程を通じ、海洋表面水には、(a) _____ と (b) _____ によって決まる飽和溶解度にほぼ等しい溶存酸素が存在している。表層から下では、溶存酸素濃度は深さと共に減少していく。これは、表層から沈降する (c) _____ の (d) _____ によって溶存酸素が (e) _____ されてしまうためである。(ア) 溶存酸素濃度は 1000 m 付近で極小を示した後、深さとともに濃度が増加する。



- 1) 下線部 (a)–(e) に当てはまる語句を答えよ。
- 2) 水温の鉛直分布からわかるこの海域の特徴を3行以内で説明せよ。
- 3) 溶存酸素濃度の分布が、下線 (ア) となる理由を5行以内で説明せよ。

化学

問3

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、Na = 23、I = 127

設問1 ある気体状の炭化水素について 10 mL を完全燃焼させるのに必要な酸素の量は 30 mL である。このとき生成する二酸化炭素は 20 mL である。この炭化水素の分子式と名称を記せ。ただし、気体の体積は全て同一の条件で測定した。

設問2 ある有機化合物に含まれる元素の重量割合は炭素が 40%、水素が 6.67%、酸素が 53.33% である。この有機化合物 15 g を水 500 g に溶かしたところ、凝固点が -0.31°C であった。水のモル凝固点降下は 1.86 である。

- (1) この有機化合物の分子量を求めよ。
- (2) この有機化合物の分子式を記せ。

設問3 飽和脂肪酸であるステアリン酸 ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$) と不飽和脂肪酸であるオレイン酸 ($\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$) のみを含む混合物 A がある。これを全てブチルアルコールと反応させてエステル化した反応生成物について、ヨウ素価を測定した結果、37.5 になった。

- (1) 混合物 A のステアリン酸とオレイン酸の混合モル比を整数値で求めよ。
- (2) 混合物 A のヨウ素価を求めよ。
- (3) 混合物 A 100 g を全てけん化させるには、水酸化ナトリウムが何 g 必要か、求めよ。
- (4) 混合物 A 100 g に水素付加すると、水素は 0°C 、1 atm の条件下で何 L 反応したか、求めよ。

化学

問4

以下の設問に答えよ。なお、答えを導くための途中の経過または根拠の記述も省略せず、答案用紙に示せ。また、 $\log_{10}2 = 0.30$ 、 $\log_{10}3 = 0.48$ とする。

- (1) 濃度 c_a の弱酸 HA と濃度 c_s のその塩 BA のみの混合溶液がある。弱酸の解離度を α とする。ただし、水に由来する H^+ は無視でき、 $\alpha \ll 1$ 、 c_a は c_s と同程度と仮定する。
- (a) $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$ の酸の解離定数 K_a を c_a 、 c_s 、 α を用いて表せ。
 - (b) α が十分に小さい場合、 $[H^+]$ を K_a 、 c_a 、 c_s を用いて表せ。
 - (c) (b) の結果から、弱酸とその塩からなる緩衝溶液の pH を pK_a 、 c_a 、 c_s を用いて表せ。
 - (d) この緩衝溶液の pH を pK_b 、 c_a 、 c_s を用いて表せ。ただし、ここでは K_b は塩基の解離定数、水の解離定数は 10^{-14} とする。
 - (e) 各 0.200 mol L^{-1} の酢酸と酢酸ナトリウムを 40:60 (体積比) で混合したときの pH を有効数字 2 桁で求めよ。このとき、 $pK_a = 4.76$ とする。

- (2) 酸化還元滴定に関する以下の問に答えよ。
標準自由エネルギー変化(ΔG°)と平衡定数(K)との間には

$$-\Delta G^\circ = 2.30RT \log_{10}K = nFE^\circ$$

の関係が成り立つ。ここで、 R は気体定数 $8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、 T は絶対温度(K)、 n はモル数、 F は 96500 C 、 E° は標準起電力(V)である。

- (a) 一電子の酸化還元反応が 25°C の温度で 99.9%以上進行するためには、電池の起電力は理論上いくら以上必要か。有効数字 3 桁で答えよ。
- (b) 1 mol L^{-1} 硫酸において、 0.100 mol L^{-1} の鉄 Fe^{2+} 溶液 50 mL を 0.100 mol L^{-1} のセリウム Ce^{4+} 溶液で滴定を行う。 Ce^{4+} 溶液を① 10 mL 、② 25 mL 、③ 50 mL 、④ 100 mL 滴下したときの電位を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、 $E^\circ_{Fe^{3+}, Fe^{2+}} = 0.68 \text{ V}$ ($1 \text{ mol L}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$)、 $E^\circ_{Ce^{4+}, Ce^{3+}} = 1.44 \text{ V}$ ($1 \text{ mol L}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$) とする。

生物

問5

以下の文章を読んで、設問に答えよ。

すべての生物は様々な要因から影響を受けている。それらは日射量や気温、湿度、土壌中の栄養塩濃度などの物理・化学的要因（**A** 要因）だけでなく、他の生物の存在によって受けるさまざまな影響（**B** 要因）も含まれる。**B** 要因は種内関係および種間関係にある要因に区別できる。種間関係（種間相互作用）は個体群の密度に影響を与え、生物種の分布を変え、相互作用する種の一方あるいは両者の進化的変化に繋がる。負（-）、正（+）、中立（0）の効果の全ての対となる組み合わせを考えると種間相互作用は、下の表のように、5つのカテゴリーに大まかに分類することができる。種間相互作用の1例として、1つの容器で細菌の入った培地を餌にして2種のゾウリムシ *Paramecium caudatum* と *Paramecium aurelia* を飼育した実験の結果を下の図に示す。しかし、実際の生態系では、下図のような現象が観測される事はほとんどなく、その一例として、海洋生態系における(a) プランクトンのパラドックスが知られている。

表 生物種間相互作用の主要な分類

相互作用分類	生物種1に対する影響	生物種2に対する影響
種間競争	-	-
C	+	-
D	+	+
E	+	0
F	-	0

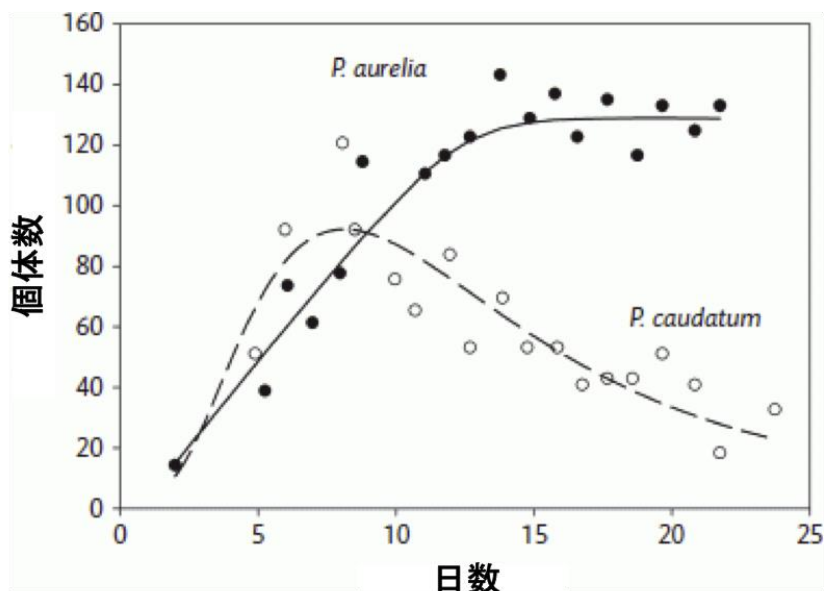


図 *P. caudatum* と *P. aurelia* の飼育実験結果 (○*P. caudatum*、●*P. aurelia*)

生物

- (1) 上の文章および表の A から F に入る適切な語句を以下の語群から選べ。

無機的環境、有機的環境、外的環境、内的環境、陸上生態系、沿岸生態系、消費者－資源関係、種内共生、種内競争、相利共生、片利共生、片外共生

- (2) 図の実験結果について、次の語句を全て用いながら 3 行以内で説明せよ。

競争排除則、ニッチ、種間競争

- (3) ゾウリムシの種類を変える事により、2 種のゾウリムシが共存可能となる飼育実験系もある。2 種のゾウリムシが共存可能な飼育条件の例を 3 行以内で答えよ。
- (4) 下線 (a) について、3 行以内で説明せよ。
- (5) 下線 (a) のように多様な種が群集内に共存している事の説明には、大きく分けると二つの考え方（群集理論と非平衡共存説）がある。群集理論と非平衡共存説について、それぞれ 3 行以内で説明せよ。

生物

問6

以下の文章を読んで、設問に答えよ。

DNA（デオキシリボ核酸）は生物の遺伝情報を持っている。DNAを構成する繰り返し基本単位は (a) とよばれている。(a) は、核酸塩基、(b)、(c) の3構成要素からできている。核酸塩基は、(d)、(e)、(f)、(g) の4種類がある。一般に、DNAは、二つの塩基が水素結合することにより、(h) 構造をとることが知られている。

- (1) 上の文章の(a)から(h)に適切な語句を埋めよ。
- (2) フランシス クリック (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、5行以内で説明せよ。
- (3) DNAは細胞分裂の際に複製される。DNAの「半保存的複製」について、5行以内で説明せよ。
- (4) 生物はDNAのほかにRNA（リボ核酸）とよばれる核酸を持っている。DNAとRNAの構造上の違いを2つ挙げよ。
- (5) 転写でできたRNA鎖が修飾や加工されることをプロセッシングという。プロセッシングの1つである「スプライシング」について、5行以内で説明せよ。
- (6) 紫外線によりDNAが損傷を受けることがある。その一方で、DNAを修復する機構が存在する。その機構について、5行以内で説明せよ。