

令和4年度

熊本大学大学院自然科学教育部（博士前期課程）理学専攻地球環境科学コース

入学試験問題【専門科目】

注意事項

1. 全9問の設問から4問を選んで解答せよ。ただし、設問群A, B, Cのそれぞれから1問ずつ選び解答すること。残り1問はいずれの設問群から選んでもよい。
2. 解答には、設問ごとに1枚の解答用紙を用いること。
3. 各解答用紙左上の〔 〕に、解答する設問の番号を記入すること。

設問群A：[A1]，[A2]

[A1] 次の文を読み，下の（1）～（4）の問いに答えよ。

図1は，平均的な海嶺玄武岩の元素濃度を液相濃集度（不適合度）の順に並べ，始原マントルを基準として示している（丸印）。コンドライト様物質の集積で誕生した地球は，初期の分化過程で，ケイ酸塩相と金属相に分化し，そのケイ酸塩相に相当するのが始原マントルであると考えられる。

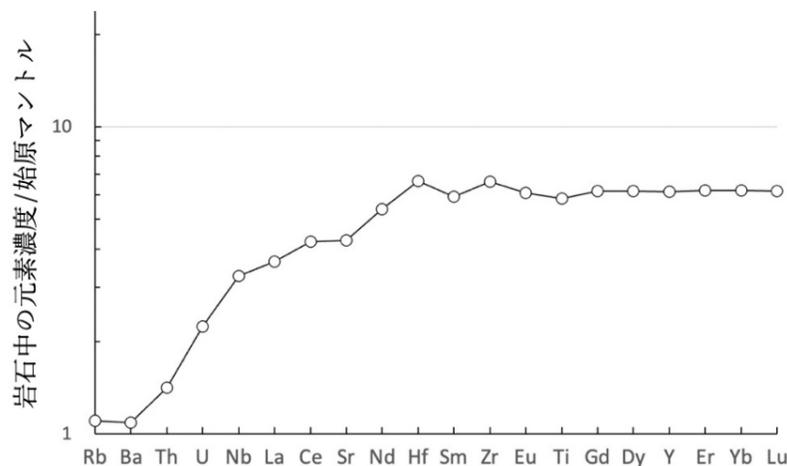


図1 海嶺玄武岩中の各元素濃度を始原マントルの値で規格化し元素の不適合度の順に並べた図

- (1) 元素の液相濃集度が高くなる原因について説明せよ。
- (2) 閉じた系で岩石（固相）の溶融が起き，マグマ（液相）を生成したとする。1%の部分溶融で生じた液相に含まれる，ある液相濃集元素*i*の濃度は，母岩の*i*の濃度の何倍になるか，有効数字2桁で答えよ。計算過程も示すこと。元素*i*の固相-液相間の分配係数 $D_i = C_s / C_L = 0.0015$ とする。
- (3) 海嶺玄武岩は，始原マントルと比較して液相濃集度の高い元素が欠乏している。海嶺玄武岩がそのような特徴を持つ理由を100字程度で説明せよ。
- (4) 地球の大陸地殻の平均化学組成は，どのような方法で推定できるか，100字程度で説明せよ。

[A2] 次の文を読み，下の（1）～（6）の問いに答えよ。

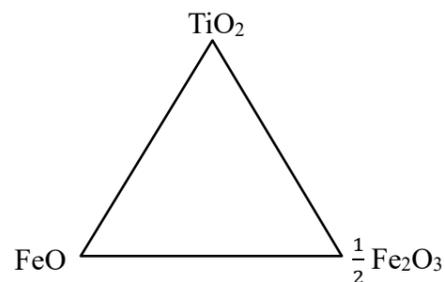
地殻を構成する元素のうち，原子数で過半を占める元素は酸素であり，酸素に次いで多く存在する元素はSiである。主要造岩鉱物の結晶構造は，陽イオンとなっている元素と酸素イオンとの結合によって作られる。陽イオン近傍の立体構造は，陽イオンの価数および酸素イオンとの半径比によって規定される。

- (1) Si イオン1個が酸素イオンと結びついて作る立体構造について，造岩鉱物において最も普遍的に存在するものの形状を説明せよ。
- (2) (1)で答えた立体構造において，Si イオンの価数，Si に対する酸素イオンの配位数，およびSi と酸素のイオン半径比はそれぞれいくつであるか答えよ。Si と酸素のイオン半径比はおおよそその値でかまわない。
- (3) Si 酸化物のみからなる鉱物には複数の鉱物種が存在する。そのうち，800℃，1気圧で安定な鉱物の名称とその化学式を答えよ。また，その鉱物ではSi と酸素数の比は(2)で答えた配位数と異なる理由を説明せよ。
- (4) Si 酸化物のみからなる鉱物のうち，Si イオンに対する酸素イオンの配位数が他の鉱物種とは異なるものが1つ存在する。その鉱物名と配位数を答えよ。また，その鉱物の生成条件と産状を説明せよ。
- (5) 地殻における原子数存在度で上位8位までの元素のうち，主に2価の陽イオンとして造岩鉱物を作る元素3種をすべて答えよ。
- (6) (5)で答えた元素とSiのイオン半径を比較してその違いを説明せよ。また，それらと酸素が作る立体構造の形状と配位数を答えよ。

設問群A：[A3]

[A3] 次の（1）～（4）の問いに答えよ。

- （1）岩石に含まれる代表的な磁性鉱物は、チタノマグネタイト系列とチタノヘマタイト系列（イルメノヘマタイト系列）である。チタノマグネタイト系列は、マグネタイト（ Fe_3O_4 ）とウルボスピネル（ Fe_2TiO_4 ）を端成分とする固溶体である。チタノヘマタイト系列は、ヘマタイト（ Fe_2O_3 ）とイルメナイト（ FeTiO_3 ）を端成分とする固溶体である。解答用紙に三角ダイヤグラム（下図参照）を描き、チタノマグネタイト系列とチタノヘマタイト系列を図示せよ。各系列の端成分は黒丸で明示し、モル比で示すこと。



- （2）地表や海洋底に噴出した溶岩は、冷却過程で残留磁化を獲得する。この残留磁化の獲得プロセスについて、以下の語群にある語をすべて用いて説明せよ。
- 語群： マグネタイト キュリー温度 緩和時間
- （3）北半球中緯度にある中央海嶺において、海洋調査船で磁力計を曳航して全磁力観測を行った。測線は、中央海嶺の拡大軸を中心として拡大軸に垂直な方向である。測線の長さは 120 km、拡大軸の片側拡大速度は 20 mm/年である。磁極期に対応して観測される磁気異常（全磁力異常）を予想して図に示せ（図の横軸を拡大軸からの距離、縦軸を全磁力異常とすること）。また、磁気異常と海洋底の磁化の関係を説明せよ。
- （4）中央海嶺は地形的な高まりとなっている。別の言い方をすると、水深は中央海嶺の拡大軸から遠ざかるにつれて緩やかに深くなる。なぜこのような地形になるのか、説明せよ。

設問群B：[B1]，[B2]

[B1] 堆積岩を構成する粒子や堆積組織・構造，あるいは化学組成・安定同位体比は，しばしば堆積時の環境（水深・エネルギー条件・気候・古地理など）に関する有用な情報を提供してくれる。

次の5つの項目は，堆積時の環境に関する有用な情報をもつものである。この中から2つ選び，それぞれについて，その項目が指し示す「堆積時の環境」を挙げ，何故そのような環境の情報が得られるのか，その「理由」を100～200字程度で説明せよ。

- a) 砂質岩中に含まれる重鉱物粒子
- b) 砂岩泥岩互層に観察されるハンモック型斜交層理
- c) 古土壌層中に含まれる泥質岩中の粘土鉱物
- d) 炭酸塩岩を構成するウーライト粒子
- e) 炭酸塩岩中に含まれる造礁サンゴ骨格の酸素安定同位体比

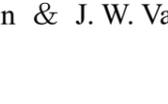
[B2] カンブリア紀生物大進化に関する，次の（1）～（3）の問いに答えよ。

（1）E. マイヤーによれば，生物学的に，大進化とは「新たな種の出現や生物群の出現」をさす。カンブリア大爆発が，一般的な大進化とは異なる特徴を持つことについて，以下の語群の語句を全て用いて100字以内で説明せよ。

語群： 高次分類群 門 低次分類群 ボディプラン 色の違い 種 出現 かたち

（2）例にならって，動物門とそれに分類されるカンブリア紀の化石を対応させよ。

例：(6-d)

[動物門]	[化石]	[化石の復元画]
1. 節足動物門	a. ピカイア	
2. 環形動物門	b. オットイア	
3. 軟体動物門	c. サンクタカリス	
4. 脊索動物門	d. ピラニア	
5. 鰓曳動物門	e. ネクトカリス	
6. 海綿動物門	f. カナディア	

（図は D. H. Erwin & J. W. Valentine (2013) より引用）

（3）地質学的なタイムスケールの中で化石種が急に出現し，その後は停滞する現象をもとに，エルドリッジとグールドが唱えた説を何というか？

設問群B：[B3]

[B3] 次の文章を読み、下の（1）～（4）の問いに答えよ。

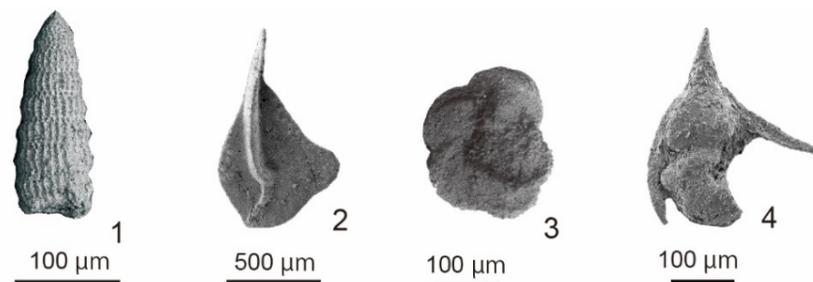
放散虫は（A）生物の一群であり、（B）あるいは硫酸ストロンチウムの殻をもつ海生生物で、古生代（C）紀に出現した。放散虫化石は、（a）や泥岩、凝灰岩、石灰岩から産出するが、石灰岩中のものは塩酸を用いて抽出し、（a）や泥岩、凝灰岩中のものは、一般的に（b）を用いて抽出する。放散虫化石は、汎世界的に産出し、種の寿命が短いものが多いため、地質年代の指標となる種が多く、特に（D）系の層序対比や地質年代を検討する上では、軟体動物の（c）と同様に重要な示準化石となっている。

（1）上の文章中の（A）～（D）に当てはまる最も適切な語を以下の語群から選択せよ。

語群： 原生 多細胞 ケイ酸 炭酸カルシウム 鉄 カンブリア オルドビス ジュラ

（2）上の文章中の（a）～（c）に当てはまる適切な語を記せ。

（3）以下の写真の中から、古生代の放散虫化石を選択せよ。



（4）中生代の放散虫化石を産出する九州の地層について、具体的な地層名と分布域を挙げた上で、以下の語群の語を用いて200～300字程度で述べよ。

語群： 地質年代 堆積環境 大型化石 構成岩類

設問群C：[C1]，[C2]

[C1] 亜熱帯循環について，次の（1）および（2）の問いに答えよ。

（1）北半球の亜熱帯循環の形成メカニズムを説明せよ。説明にあたっては，以下の語群にある語をすべて使用すること。

語群： 偏西風 貿易風 圧力勾配 コリオリ 大陸 時計回り 環流

（2）亜熱帯循環にまつわるゴミ問題として，次の（ア）と（イ）が近年注目を集めている。それぞれに関して100～200字で解説せよ。

（ア）太平洋ゴミベルト

（イ）マイクロプラスチック

[C2] 図2は，ある河川Aの流域における自由地下水面図を示している。下の（1）～（4）の問いに答えよ。

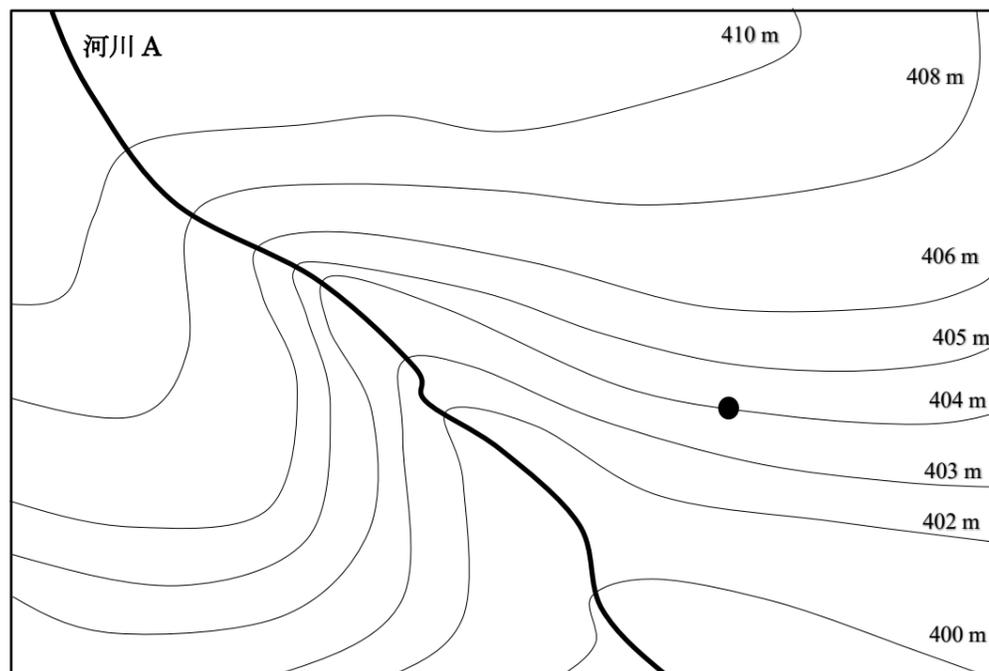


図2 河川A流域における自由地下水面図（地盤標高で表示）

（1）図2中の黒丸の地点で地下水を汲み上げたところ地下水位が1.5 m 低下した。この時，地下水面はどのように変化すると考えられるか。解答用紙を図2に重ねてトレース（写し描き）したうえで，トレースした図中に揚水後の地下水位等高線を点線で描き入れよ。

（2）揚水後の地下水流動方向を，（1）で描いた解答用紙の図中に5～10本の矢印を描き入れて示せ。地下水と河川との交流関係ならびに揚水による影響がわかるように矢印を描き入れること。

（3）河川Aは得水河川と失水河川のいずれであるかを答えよ。

（4）一般に，急激な地下水の揚水により，以下のa)～e)のような問題が生じる場合がある。a)～e)のうち3つを選び，揚水との因果関係について簡潔に説明せよ。

a) 地盤地下 b) 塩水化 c) 汚染 d) 水資源の枯渇 e) 地震

設問群 C : [C3]

[C3] 大気境界層について、次の（1）～（5）の問いに答えよ。

- （1）大気境界層とはどのような大気層か説明せよ。
- （2）図3は、風の弱い晴天日の正午頃の大気境界層内における混合比の高度分布を模式的に示している。（ア）～（ウ）の層の名称を記せ。

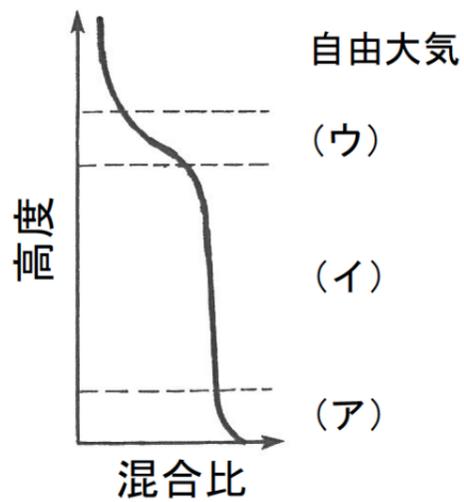


図3 大気境界層内における混合比の高度分布

- （3）中緯度における図3中（ウ）の上端のおおよその高度を記せ。
- （4）風の弱い晴天日の夜間に地表付近に発達する層の名称を記せ。
- （5）図3を参考に、風の弱い晴天日の正午頃の温度、温位、風速の、それぞれの高度分布を示す3つの図を描け。各図が何の高度分布であるのかわかるように、図の下に温度、温位、風速の気象要素名を記入すること。また図3と同様に、（ア）、（イ）、（ウ）の境界を示す破線を3本描き入れること。