

平成24年度愛媛大学大学院理工学研究科入学試験  
数理物質学専攻地球進化学コース

専門

解答時間 9 : 0 0 — 1 2 : 0 0

注意事項

1. 専門科目 8 問の中から 4 問（各 50 点）を選択して解答すること  
4 問を超えて解答した場合、すべて 0 点となるので注意
2. 指定された解答用紙を使用し解答すること
3. 解答用紙には、必ず受験番号を記入すること
4. 電卓の使用は認めない

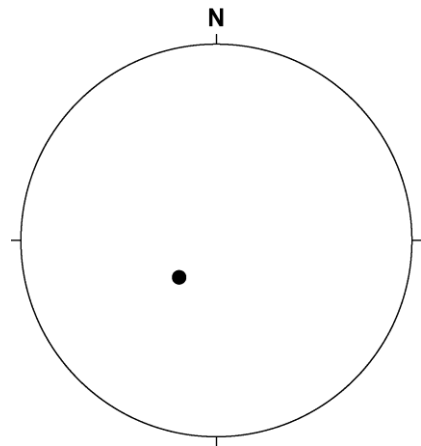
1 地質学全般に関して以下の問いに答えよ.

問 1. 以下の語句から 3 つを選んでそれぞれ説明せよ.

- (1) 傾斜不整合 (angular unconformity)
- (2) ワルターの岩相対比則 (Walther's law of correlation of facies)
- (3) ストークス則 (Stokes' law)
- (4) 掃流 (traction)
- (5) ヘリンボーン構造 (herringbone structure)
- (6) 海進 (transgression)

問 2. タービダイトと半遠洋性泥岩からなる砂岩泥岩互層の上下を判定するのに有効だと考えられる堆積時 (初生的) 堆積構造 (primary sedimentary structure) と準堆積時 (二次的) 堆積構造 (penecontemporaneous/secondary sedimentary structure) の例を 1 つずつ挙げ, それぞれどのように上下判定に使えるか説明せよ.

問 3. 右の図は地層中に観察されたフォーセット葉理 (foreset lamina) を複数測定し, その平均的な姿勢を傾動補正してステレオ投影したものである (極の下半球等角投影). フォーセット葉理はおよそどの方位からどの方位への流れによって形成されたと推定されるか. 但し複数測定した葉理はすべて同じ向きの一方向流で形成されたものとする.



2 古生物学に関連する以下の問いに答えよ.

問 1. 化石になり易い生物の条件を 2 つ述べよ.

問 2. 化石になり易い動物の分類群を門 (Phylum) の単位で 5 つ挙げよ.

問 3. 化石生物の中でも性的二型が認識される場合がある. そのような例を一つ挙げ, それがどのような根拠で認識されたのかを述べよ.

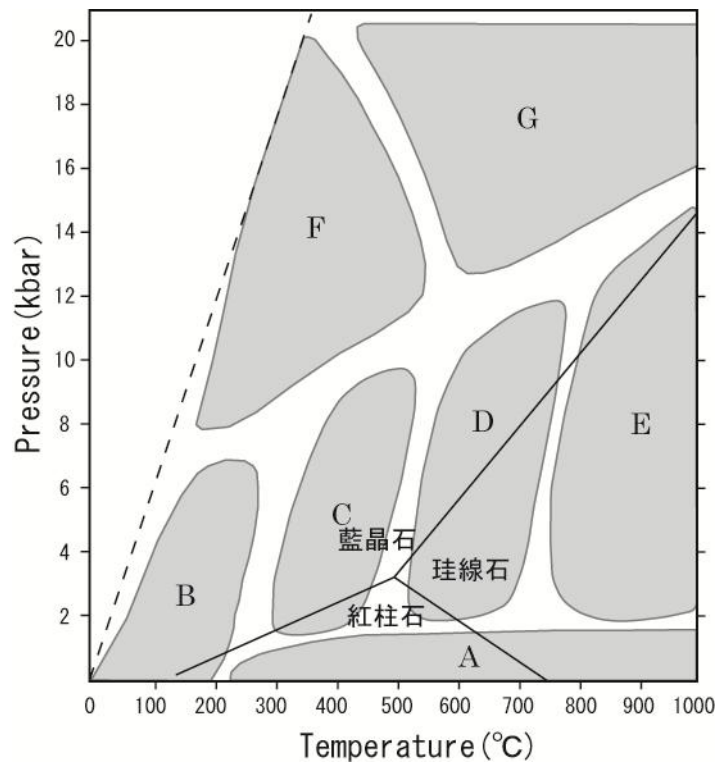
3 以下の問いに答えよ。

問1. マグマにおける結晶分化作用に関して以下の問いに答えよ。

- (1) 一般に、マグマが結晶分化作用によって分化すると、 $\text{SiO}_2$  が増加するのは何故か？
- (2) マグマにおける微量元素のふるまいは、晶出する鉱物の種類によって、ある場合は不適合元素として、またある場合は適合元素としてふるまうことが知られている。具体例を挙げて説明せよ。

問2. 下の図は変成相区分図である。以下の問いに答えよ。

- (1) AからGは各変成相の温度・圧力領域である。C, D, E, F および G の各変成相名を答えよ。
- (2) 変成相 G における塩基性岩の代表的な鉱物組み合わせを答えよ。
- (3) 低圧型、中圧型および高圧型変成相系列の違いを簡潔に述べよ。



4

以下の問いに答えよ。

問1. 長石に関する以下の問いに答えよ。

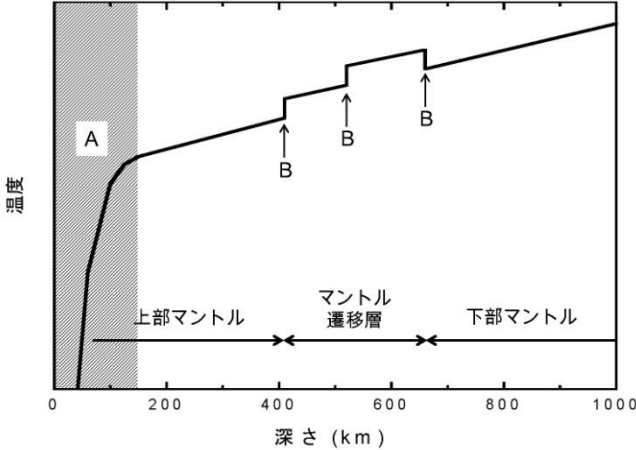
- (1) 長石の端成分の内,  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  と  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  の化学組成を有するものはそれぞれ何と呼ばれるか, その名称を英語で表記せよ。
- (2) 長石の化学式において Si+Al (ケイ素とアルミニウムの和) と O (酸素) の比は 1:2 となっているのはなぜか, 長石の結晶構造の観点からその理由を説明せよ。
- (3) 酸化物重量比 (wt%) が,  $\text{SiO}_2=53.0$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3=30.0$ ,  $\text{CaO}=12.4$ ,  $\text{Na}_2\text{O}=4.6$  の長石の化学式を酸素 (O) 数 8 として表わせ。ただし, O, Na, Al, Si, Ca の原子量としてそれぞれ 16, 23, 27, 28, 40 を用いて計算せよ。解答は, 計算の結果だけでなく, 途中経過も示すこと。

問2. 結晶による X 線の回折に関して, 以下の問いに答えよ。

- (1) ブラッグの回折条件とは何か, 簡単な図を描いて説明せよ。
- (2) 立方晶系をなす結晶の粉末 X 線回折パターンに  $2\theta = 60.0^\circ$  の位置に回折線が現われた。この反射に対する面指数 ( $hkl$ ) を求めよ。ただし, 用いた X 線の波長 ( $\lambda$ ) は  $0.154\text{nm}$ , この結晶の格子定数は  $a_0=0.436\text{nm}$  である。解答は, 計算の結果だけでなく, 途中経過も示すこと。

5 下の図は、地球内部の深さ 0~1000 km での温度変化を模式的に表わしている。この図に関連した以下の問いに答えよ。

問 1. 図中の A, B 以外の領域では、深さに対してほぼ一定の割合で単調に温度が増加している。そこでの地温勾配  $dT/dz$  は、構成物質の物性パラメータを用いた以下の式であらわされると考えられている：
$$\frac{dT}{dz} = \frac{\alpha g T}{C_p} \quad \text{式(1)}$$



ここで、 $T$ は温度、 $z$ は深さ、 $\alpha$ は熱膨張率、 $g$ は重力加速度、 $C_p$ は定圧比熱である。このような地温勾配は何と呼ばれるか、その名称を答えよ。

問 2.  $MgSiO_3$  ペロブスカイトの 1 mol あたりの定圧比熱（定圧モル比熱）の下部マントル条件での代表値は  $C_p = 130 \text{ J/mol/K}$  である。この値を、単位質量あたりの定圧比熱に換算し、その単位を  $\text{J/kg/K}$  として解答せよ。なお、温度圧力依存性は無視してよい。また必要ならば、以下に示す  $MgSiO_3$  ペロブスカイトの代表的な物性値を用いてもよい：密度:  $5.0 \text{ g/cm}^3$ 、モル体積:  $20 \text{ cm}^3/\text{mol}$ 、式量:  $100 \text{ g/mol}$ 。

問 3. 式(1)に基づいて、下部マントルにおける地温勾配  $dT/dz$  を計算し、その単位を  $\text{K/km}$  として解答せよ。なお、下部マントルでは  $T = 2000 \text{ K}$ 、 $\alpha = 2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ 、 $g = 10 \text{ m/s}^2$  であるとし、 $C_p$  の値は問 2 の結果を用いること。また、 $\text{J} = \text{N}\cdot\text{m} = \text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2$  が成り立つことに注意すること。

問 4. 網掛け部 A では式(1)に従わない大きな地温勾配が存在すると考えられている。この理由を具体的に説明せよ。

問 5. B の深さでは、温度が不連続的に変化している。この理由を熱力学の観点から説明せよ。

問 6. 現在の地球内部の温度の絶対値を地球物理学的観測や物質科学的測定に基づいて推定する場合、どのような方法が考えられるだろうか。2つの具体例を挙げ、それらについて（1）観測・測定する物理量・物性と（2）その物理量・物性から地球内部温度を推定する方法を記述せよ。なお、地球内部のどの深さの温度を対象としてもよい。

6 以下の語句について、それぞれ 150 字以下で説明せよ。

- (1) ジオイド
- (2) ダイナモ作用
- (3) スタグナントスラブ
- (4) モーメントマグニチュード
- (5) 深発地震

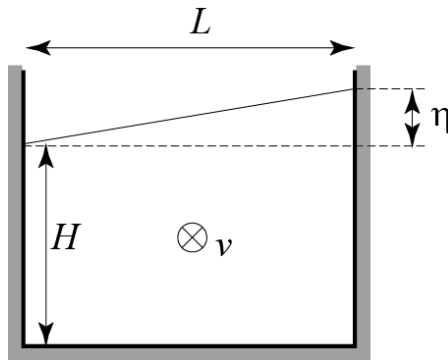
7 地衡流について、以下の問いに答えよ。

問 1. 以下の空欄①～⑤に適切な語句を、語群(ア)～(タ)から選べ。

海洋の物理過程において最も普遍的な地衡流平衡とは、( ① )力と( ② )力の平衡状態を意味する。密度一様な仮定の下では、地衡流は( ③ )といった性質をもち、これを( ④ )の定理と呼ぶ。また、やはり密度が一様であるならば、地衡流は等深線に対して( ⑤ )向きに流れる性質を持つ。

【語群】 (ア) ローレンツ, (イ) エクマン・ストムメル, (ウ) 水平粘性, (エ) 鉛直粘性, (オ) ロスビー・スベルドラップ, (カ) 北半球で右に 45 度ずれた, (キ) 直交する, (ク) 圧力勾配, (ケ) 上層ほど強流になる, (コ) 鉛直方向で螺旋(らせん)状に向きを変える, (サ) 平行する, (シ) コリオリ, (ス) 鉛直方向に一様になる, (セ) 水平方向に一様になる, (ソ) テーラー・プラウドマン, (タ) 慣性

問 2. 図のように、幅( $L$ )が 100 km で水深( $H$ )が 100 m の密度が一様な海峡に、流量  $10^6 \text{ m}^3/\text{s}$  の海流が紙面の背後向きに流れていた。北半球での地衡流平衡を仮定して以下の問いに答えよ。ただし、海峡の断面積は、水位差を無視した  $L \times H$  で与えられるものとし、また重力加速度( $g$ )には  $10 \text{ m/s}^2$  を、コリオリパラメータ( $f$ )には  $10^{-4} (= 0.0001) \text{ 1/s}$  を用いること。



- (1) 海峡を挟む水位差  $\eta$  を、地衡流の流速  $v$  と  $f, g, L, H$  を用いて表せ。ただし、全ての記号を用いるとは限らないことに注意すること。
- (2) 与えられた数値を用いて、海峡を挟む水位差を求めよ。



8 生物進化に関する以下の問いに答えよ。

問1. 自然選択により集団が進化するには、3つの条件が満たされていなければならないと考えられている。その3つの条件をあげよ。

問2. 自然選択による進化と中立進化の機構の違いを説明せよ。

問3. 「性による繁殖がなぜ進化したか」という問題に対する科学的説明には、まず「性的繁殖に伴うコストが何であるか」、そして「このコストを上回る利益は何であるか」という両面を考察しなければならない。これらに関して以下の問いに答えよ。

- (1) 性的繁殖に関し、「性の2倍のコスト」が知られている。これは何か説明せよ。
- (2) 性は無性的繁殖の場合に起こる「マラーのラチェット」といわれる現象を回避できる、という仮説がある。この「マラーのラチェット」とはどのような現象であるか、説明せよ。