

## 誤りのあった箇所

選択問題 [3] 問 2 (2)

(以下、二重下線部)

### 誤

(2) 下線部に関連して、酸素の 3 種類の安定同位体 ( $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$ ) の存在比は以下の式で表される。

$$\Delta^{17}\text{O} = \delta^{17}\text{O} - 0.52 \times \delta^{18}\text{O} (\text{‰})$$

$$\delta^{18}\text{O} = [({}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O})_{\text{sample}}/({}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O})_{\text{SMOW}} - 1] \times 1000 (\text{‰})$$

$$\delta^{17}\text{O} = [({}^{17}\text{O}/{}^{16}\text{O})_{\text{sample}}/({}^{17}\text{O}/{}^{16}\text{O})_{\text{SMOW}} - 1] \times 1000 (\text{‰})$$

ただし、SMOW は標準平均海水：

$$({}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O})_{\text{SMOW}} = 2.00 \times 10^{-3}$$

$$({}^{17}\text{O}/{}^{16}\text{O})_{\text{SMOW}} = 3.80 \times 10^{-4}$$

地球物質の質量依存による同位体分別では  $\Delta^{17}\text{O} \sim 0 \text{‰}$  が成り立つが、地球外物質では  $\Delta^{17}\text{O}$  は顕著な異常値を示すことがある。

以下の ①～③はそれぞれ、地球の玄武岩、水道水、隕石 (CAI) のいずれかの酸素同位体比を示している。上の式に従って、それぞれの  $\Delta^{17}\text{O}$  の値を有効数字 2 桁で求めよ。また、①～③ のどれが隕石か答えよ。

①  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O} = 1970$ ,  $^{17}\text{O}/^{16}\text{O} = 377$

②  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O} = 1925$ ,  $^{17}\text{O}/^{16}\text{O} = 363$

③  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O} = 2010$ ,  $^{17}\text{O}/^{16}\text{O} = 381$

### 正

(2) 下線部に関連して、酸素の 3 種類の安定同位体 ( $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$ ) の存在比は以下の式で表される。

$$\Delta^{17}\text{O} = \delta^{17}\text{O} - 0.52 \times \delta^{18}\text{O} (\text{‰})$$

$$\delta^{18}\text{O} = [({}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O})_{\text{sample}}/({}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O})_{\text{SMOW}} - 1] \times 1000 (\text{‰})$$

$$\delta^{17}\text{O} = [({}^{17}\text{O}/{}^{16}\text{O})_{\text{sample}}/({}^{17}\text{O}/{}^{16}\text{O})_{\text{SMOW}} - 1] \times 1000 (\text{‰})$$

ただし、SMOW は標準平均海水：

$$({}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O})_{\text{SMOW}} = 2.00 \times 10^{-3}$$

$$({}^{17}\text{O}/{}^{16}\text{O})_{\text{SMOW}} = 3.80 \times 10^{-4}$$

地球物質の質量依存による同位体分別では  $\Delta^{17}\text{O} \sim 0 \text{‰}$  が成り立つが、地球外物質では  $\Delta^{17}\text{O}$  は顕著な異常値を示すことがある。

以下の ①～③はそれぞれ、地球の玄武岩、水道水、隕石 (CAI) のいずれかの酸素同位体比を ppm 表記している。上の式に従って、それぞれの  $\Delta^{17}\text{O}$  の値を有効数字 2 桁で求めよ。また、①～③ のどれが隕石か答えよ。

①  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O} = 1970$ ,  $^{17}\text{O}/^{16}\text{O} = 377$

②  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O} = 1925$ ,  $^{17}\text{O}/^{16}\text{O} = 363$

③  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O} = 2010$ ,  $^{17}\text{O}/^{16}\text{O} = 381$

令和4年10月及び令和5年4月入学  
広島大学大学院先進理工系科学研究科（博士課程前期）入学試験問題

地球惑星システム学プログラム

専門科目

令和4年8月25日9:00~12:00

注 意 事 項

1. 以下の用紙が配布されている。  
問題用紙（表紙を含む13枚）  
解答用紙 4枚
2. 問題は全部で[1]~[6]の6問ある。この中から4問を選んで解答せよ。ただし、[1]と[2]から1問、[3]と[4]から1問、[5]と[6]から1問を必ず選び、残りの1問は未選択の問題から選ぶこと。
3. 解答は問題ごとに必ず1枚ずつ別々の解答用紙を用い、それぞれの解答用紙に受験番号および問題番号を記入し解答せよ。紙面が不足した場合は裏面を使用してよい。
4. 試験終了時には解答用紙を提出すること。

[1] 以下の問1から問4に答えよ。

問1 Group I の岩石に対応する構成鉱物の組み合わせをそれぞれ Group II から選べ。

[Group I]

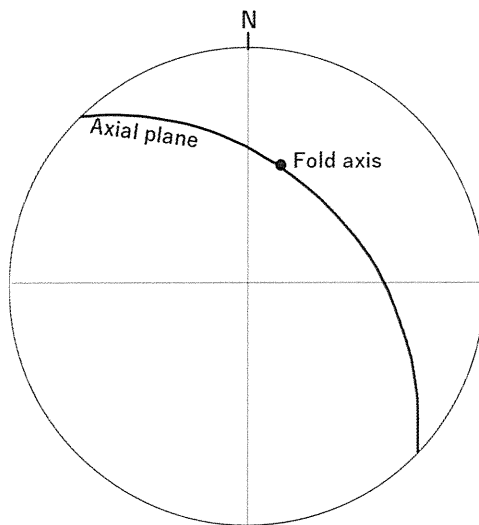
- A. Pelitic gneiss
- B. Rhyolite
- C. Gabbro
- D. Dunite

[Group II]

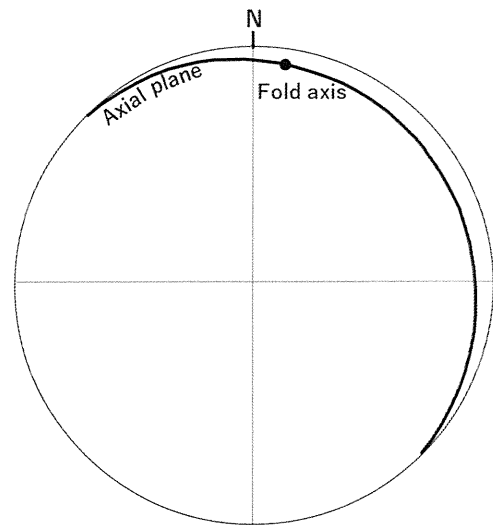
- 1. Quartz – Alkali Feldspar ± Glass
- 2. Plagioclase – Pyroxene
- 3. Olivine – Quartz – Pyroxene – Plagioclase
- 4. Olivine ± Pyroxene
- 5. Garnet – Sillimanite – Biotite – Quartz – Feldspar

問2 図は、褶曲軸と軸面の関係をステレオネットに投影した二種類の褶曲を表している。  
(ア)と(イ)の褶曲の名称を、直立褶曲 (Upright fold)、横臥褶曲 (Recumbent fold)、  
傾斜褶曲 (Reclined fold) の中から選び答えよ。

(ア)



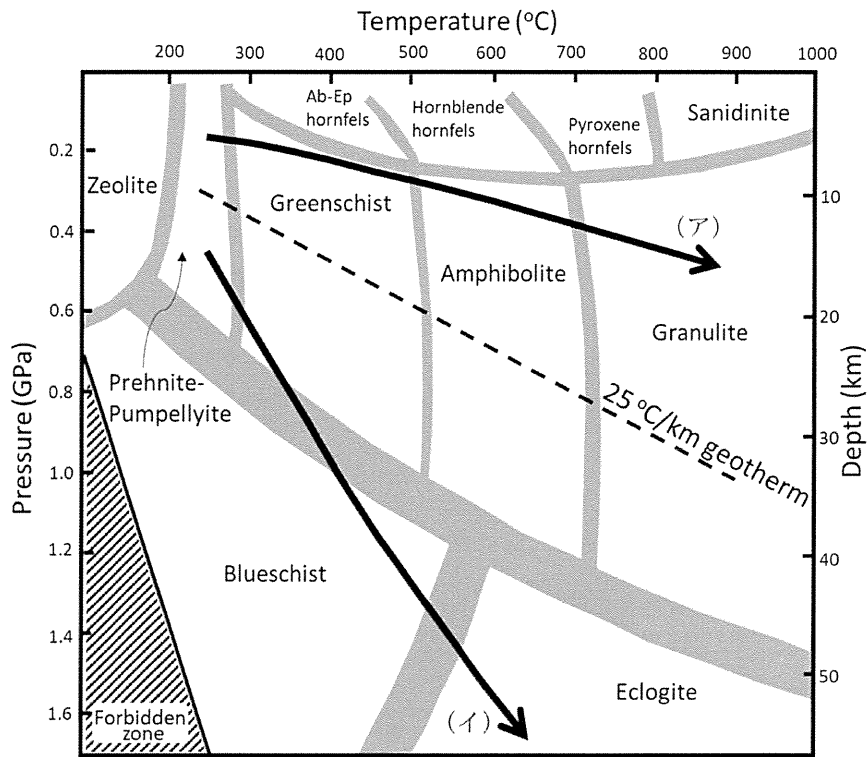
(イ)



地球惑星システム学プログラム	専門科目
----------------	------

問3 変成相図に関する以下の問（1）と（2）に答えよ。

（1）図中の（ア）と（イ）で示されている変成相系列（変成作用の圧力型）を答えよ。解答は日本語でも英語でも可とする。



図：主な変成相の推定温度・圧力範囲

Winter, J.D. 2001; An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology を一部改変

（2）（ア）と（イ）に対応する変成相系列は地球上のどのようなテクトニクス場で生じるのかそれぞれ説明せよ。また、（ア）と（イ）に対応する変成帯の名称を挙げよ。

令和4年10月及び令和5年4月入学  
広島大学大学院先進理工系科学研究科（博士課程前期）入学試験問題

地球惑星システム学プログラム

専門科目

問4 鉱物に関する以下の問（1）～（3）に答えよ。

（1） 鉱物の定義について、以下の問いに答えよ。

（a） 鉱物の一般的な定義を答えよ。

（b） 実際には鉱物の定義は厳密なものではなく例外もいくつか存在する。上記（a）の定義に当てはまらない例の一つを答えよ。

（2） 結晶の光学的な性質として複屈折を示すことが挙げられる。結晶には複屈折を示さない光学的等方体と複屈折を示す光学的異方体の二種類があり、光学的異方体はさらに光学軸（光軸とも呼ぶ）の数から光学的一軸性結晶と光学的二軸性結晶に分けられる。

（a） 複屈折とはどのような現象か答えよ。

（b） 光学軸とはなにか。定義を答えよ。

（c） 結晶格子を対称性によって分類すると7種類に分けられる。これを結晶系（あるいは晶系）と呼ぶ。各結晶系は、（ア）光学的等方体、（イ）光学的異方体（光学的一軸性結晶）、（ウ）光学的異方体（光学的二軸性結晶）のいずれかに対応する。7種類の結晶系を（ア）（イ）（ウ）に分類せよ。

（3） 長石族、石英、角閃石族、輝石族、雲母族、カンラン石族といった地殻を構成する主要な鉱物はすべて  $\text{SiO}_4$  四面体を結晶構造の基本単位に持ち、石英を除き\*ケイ酸塩鉱物という大きな枠組みのクラスに分類される（\*注：石英は酸化鉱物に分類される）。このクラスには膨大な数の鉱物種が存在するため、 $\text{SiO}_4$  四面体の結合様式によってサブクラスに分けて分類されている。

（a） カンラン石族が属するサブクラスにおける  $\text{SiO}_4$  四面体の結合様式を説明せよ。必要に応じて図を描いてもよい。

（b） 角閃石族と輝石族は同一のサブクラスに属するが  $\text{SiO}_4$  四面体の結合様式はわずかに異なる。両者における結合様式の違いを説明せよ。必要に応じて図を描いてもよい。

令和4年10月及び令和5年4月入学  
広島大学大学院先進理工系科学研究科（博士課程前期）入学試験問題

地球惑星システム学プログラム

専門科目

[2] 以下の問1と問2に答えよ。

問1 地下に存在する流体の特徴に関する以下の問（1）～（4）に答えよ。

- (1) 地下 3000 m 地点に、地表まで連結した流体と孤立した流体が存在する場合、それぞれの流体にかかる間隙水圧 [Pa]を計算せよ。なお、上載圧力は  $\rho gh$  で与えられ ( $\rho$ : 密度,  $g$ : 重力加速度,  $h$ : 深さ), 水の密度は  $1.0 \text{ g/cm}^3$ , 岩石の密度は  $3.0 \text{ g/cm}^3$ , 重力加速度は  $9.8 \text{ m/s}^2$  を用いて計算すること。有効数字は2桁とする。
- (2) 地下での流体移動がダルシー則に支配される場合、流体の移動速度は次の関係式で与えられる。

$$v = -\frac{k}{\eta\phi} \frac{dP}{dx}$$

この式で、 $\phi$  は間隙率、 $\eta$  は流体の粘性率であり、流体速度は圧力勾配 ( $dP/dx$ ) に比例する。流体速度に影響を与える  $k$  は何か答えよ。

- (3) 地下での流体移動が岩石と水の密度差 ( $\Delta\rho g$ ) を駆動力とする場合、流体の移動速度 [m/s]を  $k = 10^{-18} \text{ m}^2$ ,  $\phi = 0.01$ ,  $\eta = 10^{-4} \text{ Pa s}$  を用いて計算せよ。なお、岩石と水の密度は (1) を参考にせよ。有効数字は2桁とする。
- (4) 上記の流体速度を用い、地下 3000 m に注入した水が地表に到達するまでにかかる時間 [year]を計算せよ。有効数字は2桁とする。

問2 地震発生と水の関係に関する以下の問（1）～（5）に答えよ。

- (1) デンバー地震のように、地下に流体を注入すると破壊が起こることが知られている。間隙水圧が岩石の破壊強度に与える影響について、剪断応力 ( $\tau$ ) を間隙水圧 ( $P_p$ ) の関係式として表せ。
- (2) 上述の間隙水圧の効果を、モール円を用いて説明せよ。
- (3) 一方、水が鉱物に取り込まれる場合、どのような変形機構に影響を及ぼすか答えよ。
- (4) 地震の発生限界（深さ）は岩石の変形機構が脆性破壊から塑性変形へ遷移する条件で決められる。一般的な地温勾配を仮定し、脆性領域から塑性領域へ遷移する条件を図を用いて答えよ（縦軸に深さ、横軸に強度を示すこと）。
- (5) 脆性-塑性遷移の条件から、地下深部では破壊強度が著しく高くなり地震は起こりづらくなると考えられる。しかし、スラブ内地震は深部（400 km 付近）まで発生することが知られており、そのような深発地震のメカニズムの一つとして、脱水脆性化が挙げられている。脱水脆性化では、どのようなプロセスにより地震が引き起こされるのか説明せよ。

令和4年10月及び令和5年4月入学  
広島大学大学院先進理工系科学研究科（博士課程前期）入学試験問題

地球惑星システム学プログラム

専門科目

[3] 以下の問1から問3に答えよ。

問1 隕石に関する次の文を読み、以下の問（1）～（4）に答えよ。

原始太陽系星雲内で形成された様々な物質が集積したものがコンドライトである。コンドライトにはコンドリユール、CAI、金属鉄、有機物などが含まれる。コンドライトは構成物質の種類、化学組成や酸素同位体比等により分類され様々なタイプがある。これは、コンドライトがガス組成、圧力や温度条件等が異なる原始太陽系星雲内の様々な領域で生成したことを示唆している。コンドライトが集積して出来上がったものがコンドライト母天体で、母天体にも様々なタイプがある。

コンドライト母天体が高温となり熔融して出来たのが核・マントル・地殻構造を持つ分化天体である。現在の太陽系に存在する地球型惑星や大型の小惑星（或いは準惑星）は衝突・破壊・合体の繰り返しを経験し生き延びた分化天体である。多くの分化天体は衝突で破壊されたが、その破片の一部は今でも小惑星帯に残っている。

- (1) 下線部について、i) その成り立ち、ii) 化学的特徴の2点から説明せよ。
- (2) 酸素同位体比を用いてコンドライトを分類した場合、地球の物質と同じ質量分別を示すコンドライト種を答えよ。
- (3) コンドライトは最大で約1000℃の熱変成を経験しているものがある。熱変成作用を受けることでどのような変化が起きるか、i) 岩石組織、ii) 鉱物の組成の2点から説明せよ。
- (4) 分化天体に由来する隕石種を4つ答えよ。

令和4年10月及び令和5年4月入学  
広島大学大学院先進理工系科学研究科（博士課程前期）入学試験問題

地球惑星システム学プログラム 専門科目

問2 元素と同位体に関する次の文を読み、以下の問（1）と問（2）に答えよ。

約138億年前、宇宙誕生直後の高温の原子核反応で [ア] などの軽い元素が合成された（ビッグバン元素合成）。以降、宇宙の元素合成は主に恒星が担ってきた。太陽などの恒星の中心部は約 [イ] °Cと高温で、核融合反応により [ウ] から [ア] を作ることでエネルギーを [エ] している。恒星が古くなると [ア] より重い元素の合成が段階的に進み、大質量星内部では [オ] までが作られる。さらに重い元素は大質量星の最期の [カ] などに伴う [キ] 反応で合成される。

現在の太陽系は、このような複数の起源をもつ材料物質から構成されている。大部分は惑星形成前に [ク] 内にて均一化されたが、わずかに生き残った [ケ] 粒子が [コ] 同位体異常を示す。一般に、地球外物質は地球の物質に比べて顕著な同位体比変動を示す。

（1）文中の [ア] ～ [コ] に当てはまる最も適当な語または数字を以下から一つずつ選べ。

水素、ヘリウム、炭素、酸素、ネオン、鉄、ストロンチウム、鉛、800、6000、1600万、1億、生産、消費、主系列星、超新星爆発、中性子捕獲、自発核分裂、太陽、原始惑星系円盤、小惑星、コンドリュール、プレソーラー、大きな、小さな

（2）下線部に関連して、酸素の3種類の安定同位体（ $^{16}\text{O}$ 、 $^{17}\text{O}$ 、 $^{18}\text{O}$ ）の存在比は以下の式で表される。

$$\begin{aligned}\Delta^{17}\text{O} &= \delta^{17}\text{O} - 0.52 \times \delta^{18}\text{O} (\text{‰}) \\ \delta^{18}\text{O} &= \left[ \frac{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{sample}}}{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{SMOW}}} - 1 \right] \times 1000 (\text{‰}) \\ \delta^{17}\text{O} &= \left[ \frac{(^{17}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{sample}}}{(^{17}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{SMOW}}} - 1 \right] \times 1000 (\text{‰})\end{aligned}$$

ただし、SMOWは標準平均海水：

$$\begin{aligned} (^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{SMOW}} &= 2.00 \times 10^{-3} \\ (^{17}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{SMOW}} &= 3.80 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

地球物質の質量依存による同位体分別では  $\Delta^{17}\text{O} \sim 0\text{‰}$  が成り立つが、地球外物質では  $\Delta^{17}\text{O}$  は顕著な異常値を示すことがある。

以下の①～③はそれぞれ、地球の玄武岩、水道水、隕石（CAI）のいずれかの酸素同位体比を示している。上の式に従って、それぞれの  $\Delta^{17}\text{O}$  の値を有効数字2桁で求めよ。また、①～③のどれが隕石か答えよ。

- ①  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O} = 1970$ ,  $^{17}\text{O}/^{16}\text{O} = 377$
- ②  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O} = 1925$ ,  $^{17}\text{O}/^{16}\text{O} = 363$
- ③  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O} = 2010$ ,  $^{17}\text{O}/^{16}\text{O} = 381$



令和4年10月及び令和5年4月入学  
広島大学大学院先進理工系科学研究科（博士課程前期）入学試験問題

地球惑星システム学プログラム 専門科目

問3 生命の起源に関する次の文を読み、以下の問（1）～（3）に答えよ。

生命の起源に至る  化学進化についての従来説では、単純な無機分子から生成した有機物が、原始海洋で濃厚な有機物の  を形成し、その中でアミノ酸、 ,  などが合成され、それぞれが重合反応し生じた高分子から、最初の生命が誕生したと考えられている。

この仮説に基づき、アミノ酸の重合実験研究が古くから精力的に行われてきた。しかし、アミノ酸重合反応は  反応であり、平衡は著しく  に偏っている。原始海洋で  させるには他のエネルギーや、  反応との共役が必要である。そのため、アミノ酸重合は生命起源研究の王道でありながら、その化学反応を進行させることは容易ではない。

地球生命の根本的な概念である セントラルドグマ に基づくと、  と  のどちらが先に出現したかという問題が残っている。上述した仮説では、この問題を説明することが困難である。こうした背景から、今日の地球生命を構成する有機分子にこだわらない、新たな  化学進化の考え方が注目されはじめています。

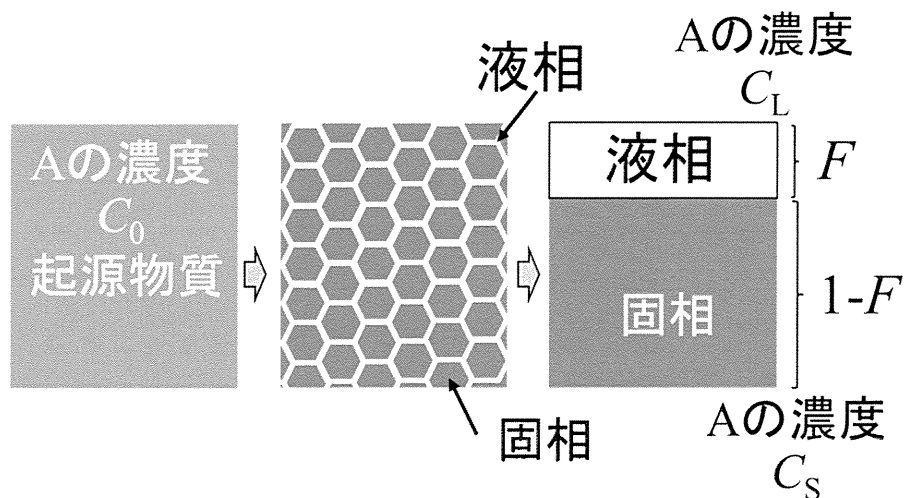
- （1）文中の  ～  に当てはまる最も適切な語を以下から一つずつ選べ。  
 と ,  と  の解答はそれぞれ順不同とする。

脱水、ダーウィン、タンパク質、もや、小胞体、前生物的、吸エルゴン、発エルゴン、核酸塩基、ペプチド、スープ、バクテリア、DNA、鉱物、自己触媒的、アーキア、脂質、アミノ酸、加水分解、イオン-分子、光化学、糖、色素

- （2）2分子のグリシンが重合してグリシンの2量体（グリシルグリシン）が生じる反応を、それぞれの分子の構造式を用いて答えよ。グリシルグリシンの他に生成する分子があれば、それも記すこと。
- （3）下線部のセントラルドグマとはなにか説明せよ。

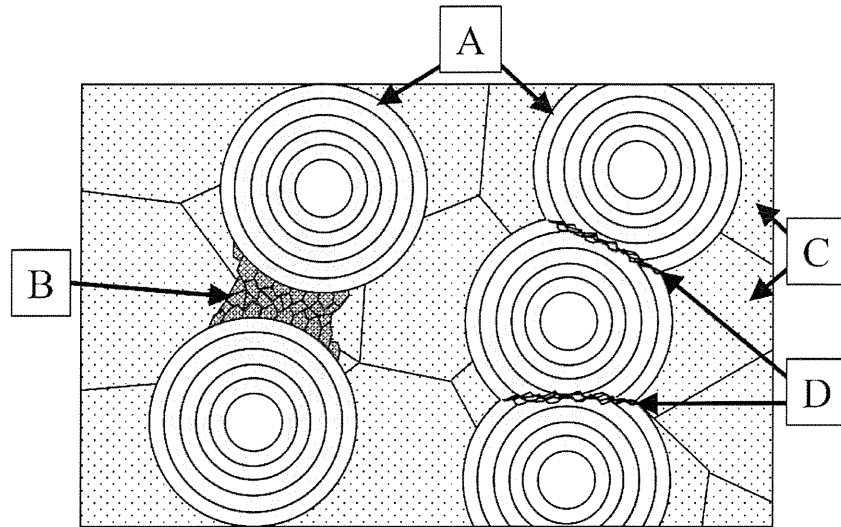
[4] 以下の問1と問2に答えよ。

問1 図は、ある岩石（起源物質）が部分熔融し、これにより生じた液相と残存固相が化学平衡に達した後に液相と固相が分離する様子を概念的に表している。この図を参考に、以下の問（1）～（5）に答えよ。



- (1) 起源物質の部分熔融で生じた液相中の微量元素 A の濃度を  $C_L$ 、残存固相中の微量元素 A の濃度を  $C_S$  とするとき、微量元素 A の固相 - 液相間での固相に対する分配係数  $D$  を表す式を示せ。
- (2) (1) の式が成り立つためには、ある法則の条件が満たされる必要がある。これは何という法則か答えよ。
- (3) 分配係数  $D$  が 1 未満である元素を何と呼ぶか答えよ。
- (4) 分配係数  $D$  が 1 未満である元素は、large ion lithophile elements (LILEs) と high field strength elements (HFSEs) に分けられる。この分類で最も重要な両者の特徴の違いは何か答えよ。
- (5) 起源物質中の微量元素 A の濃度を  $C_0$ 、起源物質の質量に対する液相の質量の割合を  $F$  とするとき、 $C_L/C_0$  比を質量保存則から  $D$  を用いて求める過程を記述せよ。

問2 図は、ある炭酸塩岩の薄片をスケッチしたものである。このスケッチに関して、以下の問（1）～（4）に答えよ。



- (1) 図中の A は生物遺骸や石英などを核とし、その周囲に規則的な同心円状の炭酸塩皮殻を持った直径約 1~2 mm の粒子である。この粒子の名称を答えよ。
- (2) 粒子 A は波のエネルギーが強く、やや閉鎖的な熱帯～亜熱帯の浅海環境で形成されたと推定される。その理由について、粒子 A の構造を踏まえて説明せよ。ただし、以下の語を全て用い、それらの語には下線をつけること。

過飽和度、蒸発濃縮、均等、回転

- (3) 図中の B はメニスカス状セメント、C はブロック状～ポイキロトピック状セメントを示す。カソードルミネッセンス顕微鏡で観察すると B は無発光、C は明るい発光を示した。セメント B、C はそれぞれどのような環境で形成されたか、セメントの特徴を踏まえて説明せよ。ただし、以下の語句を全て用い、それらの語句には下線をつけること。

通気帯、飽和帯、間隙水の循環、酸化的、還元的、地下浅部、地下深部

- (4) 図中の D では粒子 A 同士が接合しており、互いの一部が失われている。このような現象の名称、およびその原因について答えよ。

令和4年10月及び令和5年4月入学  
広島大学大学院先進理工系科学研究科（博士課程前期）入学試験問題

地球惑星システム学プログラム

専門科目

[5] 以下の問1と問2に答えよ。

問1 重力に関する以下の問(1)～(5)に答えよ。

地球を球対称構造を持つ質量 $M$ の静止した球とする。このとき地球中心を原点とする位置ベクトル $\mathbf{r}$ の点での重力加速度 $\mathbf{g}$ は

$$\mathbf{g} = -\frac{GM}{r^2} \frac{\mathbf{r}}{r}$$

と表される。ここで $G$ は万有引力定数、 $r = |\mathbf{r}|$  ( $>$  地球半径)である。

- (1)  $G$ の次元を m (メートル), kg (キログラム), s (秒)で表せ。
- (2) 重力の大きさ $g$ を $G$ ,  $M$ ,  $r$ で表せ。
- (3) 重力の大きさの鉛直勾配 $dg/dr$ を $r$ ,  $g$ で表せ。
- (4) 実際の地球の重力は万有引力以外の力による加速度も含む。それはどのような力か答えよ。
- (5) 実際の地球の地表での重力の大きさのモデルである正規重力にはどのような緯度依存性があるか答えよ。

問2 地球内部物性に関する以下の問(1)～(5)に答えよ。

- (1) ある鉱物の分子量  $M$ , 格子体積  $V$  [ $\text{\AA}^3$ ], 単位格子中に含まれる化学式成分の数を  $Z$  とするとき, 密度 [ $\text{g/cm}^3$ ] をこれらの文字で答えよ。なお, アボガドロ数は  $6.02 \times 10^{23}$  とする。
- (2) 高压相転移において, Si の配位数が変化する相転移ではその密度変化が大きい。その代表的な相転移の例を一つ答えよ。
- (3) (2) の高配位数の方の, 限界イオン半径比 (陽イオン半径 / 陰イオン半径) を計算せよ。有効数字は2桁とする。
- (4) 地球深部へ水を運搬する鉱物の一つとして蛇紋石が挙げられる。その端成分の化学式は  $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$  である。この鉱物中には何 wt%  $\text{H}_2\text{O}$  成分が含まれるか計算せよ。有効数字は2桁とする。原子量は以下を用いること。Mg=24, Si=28, O=16, H=1
- (5) 蛇紋石  $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$  は 5 GPa 以上, 550°C 以下で高压含水相 A 相  $\text{Mg}_7\text{Si}_2\text{O}_8(\text{OH})_6$  と輝石  $\text{MgSiO}_3$  と  $\text{H}_2\text{O}$  を生成する。その化学反応式を答えよ。

[6] 以下の問1と問2に答えよ。

問1 震源メカニズム解に関する次の文を読み、以下の問(1)～(3)に答えよ。

地震の震源メカニズム解を求めることで地震を発生させた応力の状態を知ることができる。震源メカニズム解において引きが最大の方がP軸、押しが最大の方がT軸であり、一般にP軸が最大主応力、T軸が最小主応力、双方に直交する方向が中間主応力の方向である。図1は東西走向の右横ずれ断層の震源メカニズム解とP軸・T軸の例である。

東北地方のスラブ内地震は深さ50～150 kmにおいて二重深発地震面を形成する。図2は二重深発地震面の上面と下面で起こった地震のP軸・T軸を震源メカニズム解と同様に下半球に等積投影したものである。

- (1) 図1と同じ震源メカニズム解を与える横ずれ断層がもう一つある。その断層の走向の方向とずれの向きを答えよ。
- (2) 図2より二重深発地震面を形成するスラブ内の応力状態について分かることを述べよ。
- (3) 図2より二重深発地震面の上面と下面で起こる地震のおおよその震源メカニズム解をそれぞれ描け。なお下半球投影で押しを黒、引きを白とせよ。

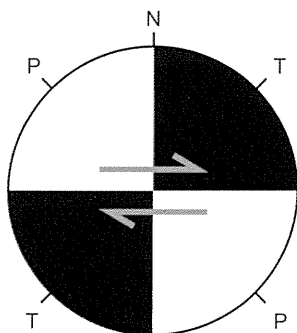


図1 東西走向の右横ずれ断層の震源メカニズム解とP軸・T軸。

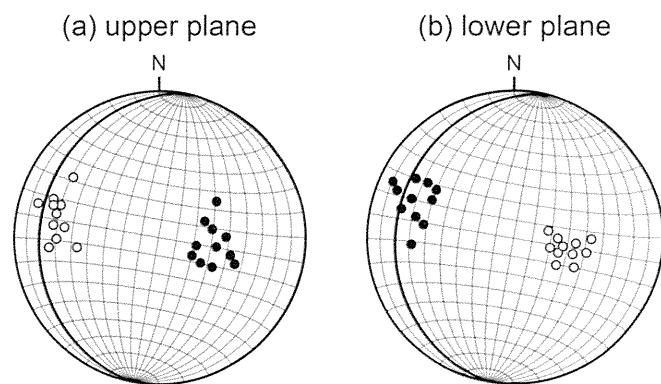


図2 二重深発地震面の上面(a)と下面(b)で起こった地震のP軸(白丸)とT軸(黒丸)。等積ネットは $10^\circ$ 間隔で、太線で示された大円はプレート境界面に対応する。

問2 下図は沈み込むプレートを構成する岩石群の深さに伴う密度変化を表している。図中の「1気圧での密度」とは、圧縮効果を除いた1気圧での密度のことである。以下の問（1）～（5）に答えよ。

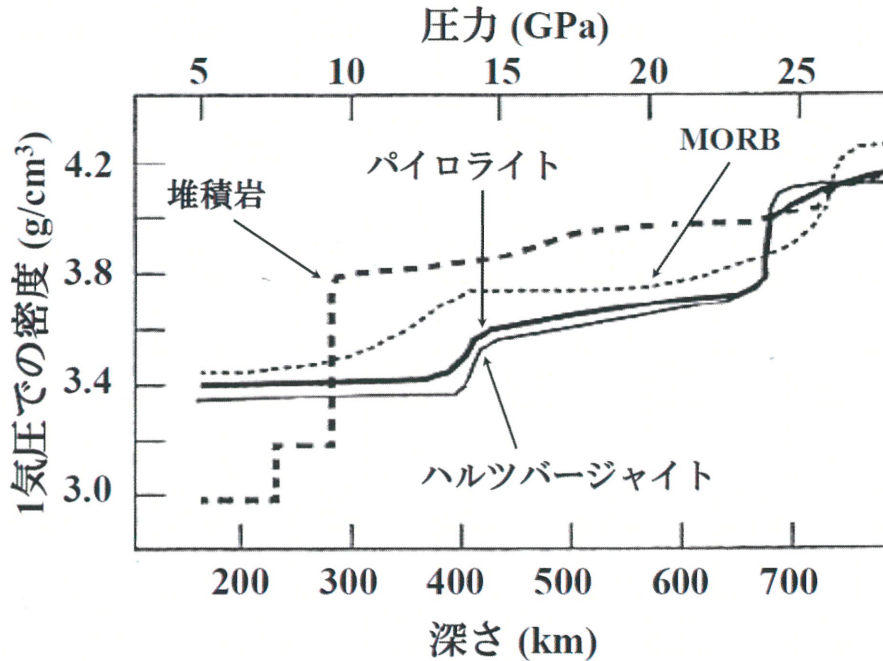


図 深さに伴うパイロライト、ハルツバージャイト、MORB、堆積岩の密度変化 (Poli and Schmidt, 2002 を一部改変)

- (1) パイロライト・ハルツバージャイトでは410 km 及び660 km 付近で顕著な密度増加がみられる。この原因は何かそれぞれ答えよ。
- (2) MORB では300~400 km 及び700 km 付近でなだらかな密度増加がみられる。この原因は何かそれぞれ答えよ。
- (3) 堆積岩では300 km 付近で急激な密度増加がみられる。この原因は何か答えよ。
- (4) 沈み込むプレートの周囲のマントルはパイロライトで構成されていると考える。各岩石群の相対密度変化は圧縮効果を考慮しても変わらないと仮定して、MORB 物質の沈み込みに伴う挙動を考察せよ。
- (5) (4) と同様に堆積岩の沈み込みに伴う挙動を考察せよ。