

令和7年10月及び令和8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7年8月28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17枚）
解答用紙 5枚（内1枚は問題[2]用）
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。ただし、問題[2]を選択した場合は、問題[2]用の解答用紙に解答すること。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。

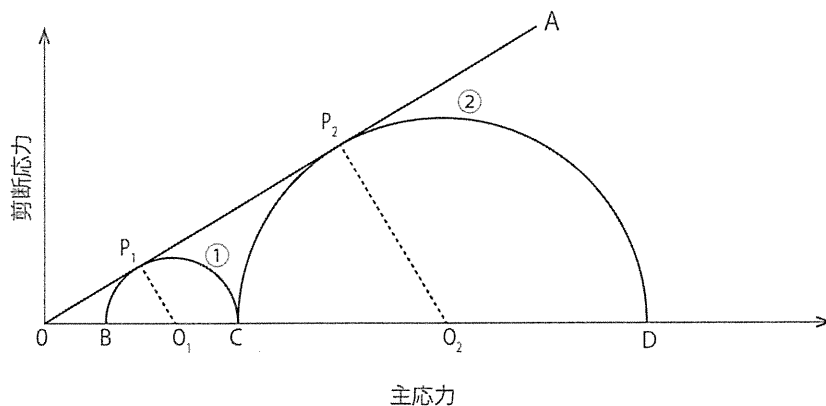
令和 7 年 10 月及び令和 8 年 4 月入学
 広島大学大学院先進理工系科学研究科（博士課程前期）入学試験問題

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

[1] 以下の問 1 と問 2 に答えよ。

問 1 地球内部の岩石物性や変形に関する次の問（1）～（4）に答えよ。

- （1）地下で岩石が受ける圧力は上載岩圧と呼ばれる。また、地下に存在する水にかかる圧力は間隙水圧と呼ばれる。有効圧は、上載岩圧と間隙水圧の差で表される。地下 10 km における上載岩圧、間隙水圧、および有効圧をそれぞれ求めよ。なお、岩石の密度は 3.00 g/cm^3 、水の密度は 1.00 g/cm^3 、重力加速度は 9.80 m/s^2 を用いること。また、水みちは地表まで連結しているとする。単位を明記し有効数字 3 桁で答えよ。
- （2）下の図は、縦軸をせん断応力、横軸に主応力をとった直交座標上において、圧縮を正とする空間である。原点を通る直線 A は、モール・クーロンの破壊基準を示している。モール円①とモール円②は、地下のある場所における応力条件を表し、それぞれ点 P_1 および P_2 において破壊基準 A と接している。ここで、 $\angle BO_1P_1$ および $\angle CO_2P_2$ はともに 60 度であるとする。このとき、点 C における主応力が（1）で求めた有効圧と等しい場合について、次の問いに答えよ。
 - （a）モール円①とモール円②はそれぞれ正断層と逆断層のどちらの応力状態を示していると考えられるか答えよ。
 - （b）モール円①およびモール円②に対応する断層の傾斜角をそれぞれ求めよ。断層の傾斜は水平方向を 0 度とする。
- （3）点 D における主応力が 610 MPa の時、モール円②に対応する応力状態にある断層面に作用する剪断応力を、単位を明記して有効数字 3 桁で答えよ。必要に応じて、 $\sqrt{2} \div 1.41$ 、 $\sqrt{3} \div 1.73$ を用いよ。
- （4）下の図に示された直線 A の傾きは 0.6 である。しかし、沈み込み帯プレート境界断層を考える場合、この傾きの値は適切ではない可能性がある。この 0.6 という値は、断層のどのような物性値を反映しているかを答えよ。また、この値が適当でないと考えられる理由を述べよ。なお、岩石の破壊強度と摩擦強度は、地球内部の高圧環境では等価とみなしてよいとする。



令和 7 年 1 0 月及び令和 8 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 鉱物の自由エネルギーとエントロピーに関する以下の文章を読み、次の問（1）と（2）に答えよ。解答は英語または日本語でも可とする。

（1） 次の文章を読み、問（a）および（b）に答えよ。

Consider the phase transformation from aragonite (CaCO_3) to calcite (CaCO_3). The standard state enthalpy of calcite is -1207.37 kJ/mol , while that of aragonite is -1207.74 kJ/mol . Moreover, at 1 atm and 25°C , the entropy of aragonite is 88 J/mol/K and that of calcite is 91.7 J/mol/K . Ignore the effect of the change in molar volume at 1 atm.

- (a) Calculate the Gibbs free energy change (ΔG) for the phase transition from one mole of aragonite to calcite at 1 atm and 25°C . Show each calculation step clearly.
- (b) Explain why calcite is a thermodynamically stable phase at the surface condition.

（2） 次の文章の問に答えよ。

The electronic configuration of iron (atomic number = 26) in its ground state is $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$. The 3d orbital can be split into three t_{2g} and two e_g degenerate orbitals in an octahedral site. Considering undistorted octahedral site occupancy for Fe^{2+} and Fe^{3+} , which iron state does produce an electronic entropy and why?

令和 7 年 1 0 月及び令和 8 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 ～問 4 に答えよ。

問 1 層状ケイ酸塩鉱物に関する次の問（1）～（4）に答えよ。

- （1）以下の文章中の〔ア〕～〔ウ〕に当てはまる数値（整数または分数）を答えよ。
層状ケイ酸塩鉱物の結晶構造は SiO_4 四面体によって構成される四面体シートと、おもに Mg^{2+} または Al^{3+} と酸素イオンによって構成される八面体シートの組み合わせによって構成されていると解釈できる。四面体シートを構成する SiO_4 四面体は、それぞれが〔ア〕個の頂点を共有している。八面体シートは六配位席がすべて Mg^{2+} により占有される 3 八面体構造と六配位席の〔イ〕が Al^{3+} により占有される 2 八面体構造の 2 つの型に大別される。四面体シートの共有されていない頂点側の酸素の配置と、八面体シートの片側の面を構成する酸素の〔ウ〕の配置がほぼ同じであるため、その位置の酸素を共有して両シートは結合している。
- （2）図は、層状ケイ酸塩鉱物の構造模式図であり、台形は四面体シートを、長方形は八面体シートを表している。なお、台形の上底はシートの頂点側を、下底がシートの底面側を表している。下記の鉱物（種名または族名）①～⑧について、それぞれが模式図中の（a）～（f）のどの構造タイプに属するか、最も適切な記号を答えよ。
- ① 葉ろう石 (pyrophyllite)
 - ② 雲母族 (mica group)
 - ③ スメクタイト族 (smectite group)
 - ④ カオリナイト (kaolinite)
 - ⑤ 滑石 (talc)
 - ⑥ 緑泥石族 (chlorite group)
 - ⑦ ハロイサイト (halloysite)
 - ⑧ 蛇紋石族 (serpentine subgroup)
- （3）図中の（d）の層間陽イオンとして典型的な元素名を 3 つ挙げよ。
- （4）図中の（a）～（f）の構造のうち、層間の結合がファンデルワールス力によって維持されているものはどれか、記号で答えよ。

令和 7 年 1 0 月及び令和 8 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
----------------	------

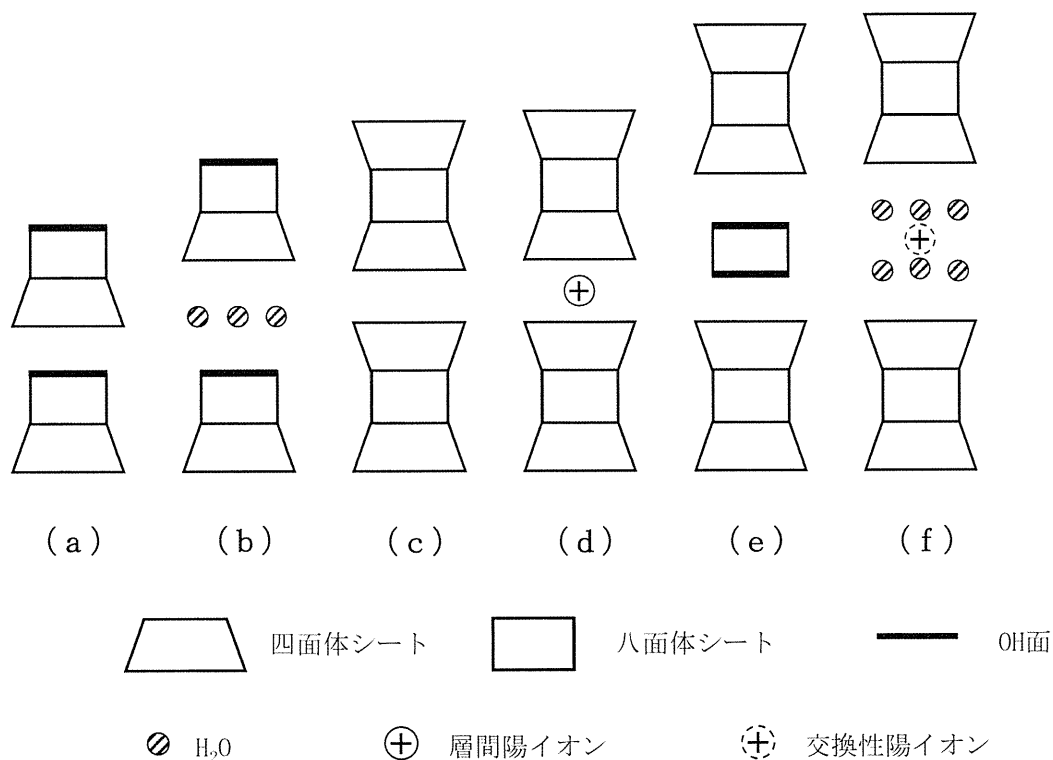


図 層状ケイ酸塩鉱物の構造模式図

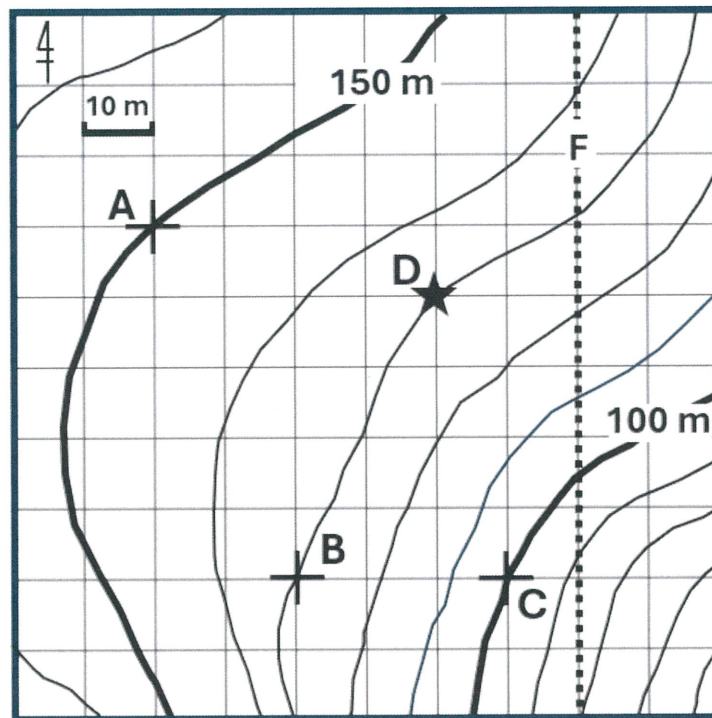
問 2 以下の問（１）および問（２）に答えよ。

- （１）X 線の連続吸収スペクトルにおいて、特定の波長で吸収率が急激に増加する部分を吸収端（absorption edge）と呼ぶ。吸収端より短い波長領域ではその吸収端に対応した固有 X 線が発生する。その際に、原子中で生じている現象を説明せよ。
- （２）「 K_α 線」，「 K_β 線」，「K 吸収端」について、それぞれ波長を短い順に、左から右へ並べて書け。

令和 7 年 1 0 月及び令和 8 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 図は正方形のマス目が印刷された紙の上に書かれた地形図である。1 つ分のマス目が 10 m に対応している。A, B, C で示した地点において、砂岩層の上に整合的に重なる泥岩の境界を確認した。破線 F は断層を示しており、断層の東側の地塊が相対的に 15 m 上昇している。この断層のずれは、横ずれをとまなっていない。



図

- (1) 解答用紙に、砂岩層と泥岩層の境界を作図せよ。
- (2) 星印 (★) で示した D 地点でボーリングを行った。地表から 50 m の深部までの地層を柱状図として表せ。
- (3) 等高線 120 m 上で、地表から真下に 5 m 掘った場所で砂岩層と泥岩層の境界が現れる場所はどこか答えよ。解答用紙の (1) 上に×印で示せ。

令和7年10月及び令和8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

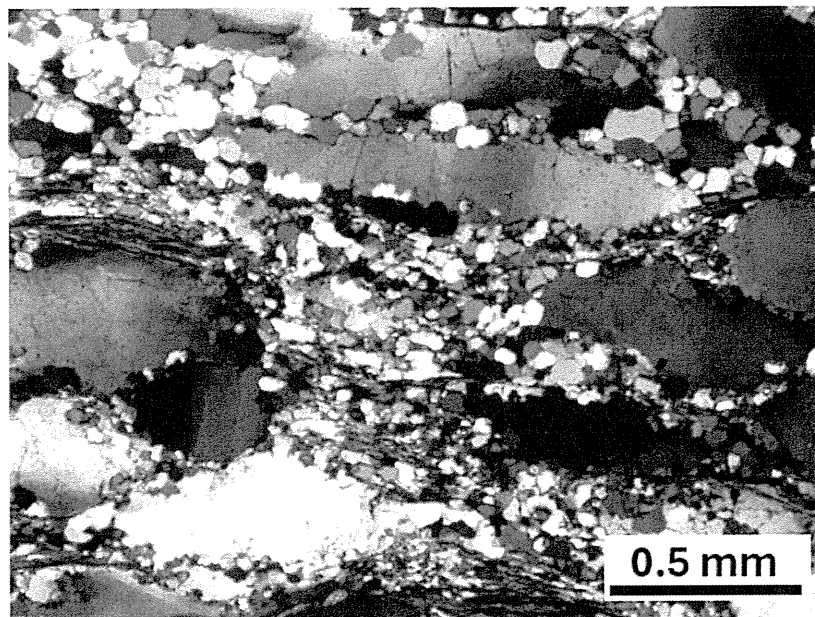
地球惑星システム学プログラム

専門科目

問4 岩石の塑性変形に関する以下の問に答えよ。

- (1) 鉱物の相転移直後などに構成鉱物の粒径がマイクロメートルスケールの非常に微細な状態にある場合、応力集中や破断を伴うことなく、数百%以上の極めて大きな塑性歪を均一に蓄積できる現象を何というか。沈み込む海洋プレートがマントル遷移層付近に達した際に、この現象が生じる可能性があることが指摘されている。
- (2) 塑性変形する際、変形の前後で顕著な体積変化を伴う塑性変形のメカニズムを答えよ。
- (3) 図は珪質片岩の薄片写真である。この写真から読み取れる「岩石の塑性変形メカニズム」と「組織の特徴」について、以下の語（順不同）をすべて使用し、意味のある文章を作成せよ。その際、使用した語には下線を引くこと。

「動的再結晶」「結晶内部の歪」「コア-マントル構造」「亜結晶粒回転」「波動消光」



図

令和7年10月及び令和8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

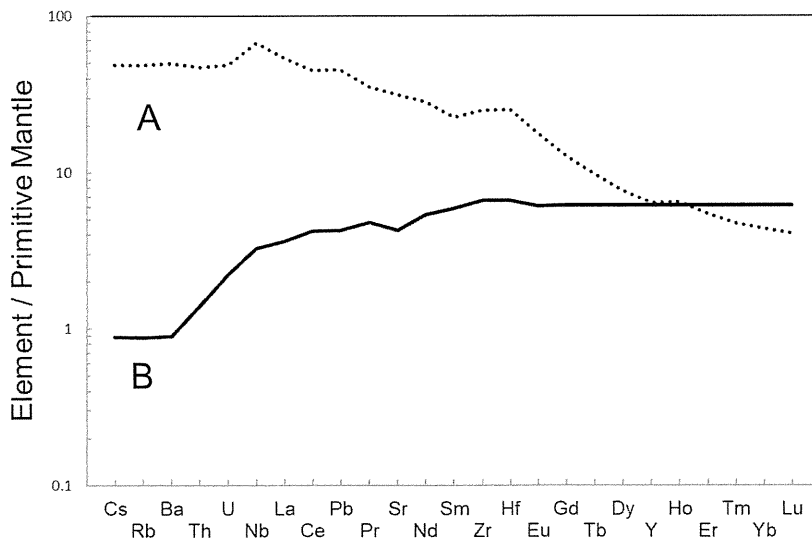
専門科目

[3] 以下の問1～問3に答えよ。

問1 次の文章を読み、問(1)～(5)に答えよ。

地球のマグマが活動する場は、2000年代前半に日本の東北沖で発見されたプチスポットを除き、ア、ホットスポットとイの3つである。(a)イでは、マントルに水が付加され融点が下がることでウ岩が部分熔融しマグマが発生する。発生したマグマは周囲の固相より密度がエため、浮力を得て上昇する。(b)ある深度に達するとマグマは上昇を停止しオを形成する。

- (1) 文中のア～オに入る最も適当な語を解答欄に記入せよ。
- (2) アとホットスポットでは、下線部(a)とは異なる原因でウ岩が部分熔融する。どのようにウ岩が部分熔融するのか、簡潔に答えよ。
- (3) 下線部(b)で、マグマが上昇を停止するのはなぜか答えよ。
- (4) オ内では、マグマ中で結晶が晶出し取り去られる結晶分化作用が進行する。これにともない、マグマ中の十分に微量な元素の濃度は結晶－メルト間の分配係数で決定される。分配係数の定義を示せ。
- (5) 下の図は、ア、ホットスポットまたはイの3つの場のうちの、いずれか2つの場で活動するマグマ中のインコンパティブル元素濃度を、始原マントル (Primitive Mantle) で規格化した図である。図中のAとBは、それぞれ、どの場で活動するマグマかを答えよ。



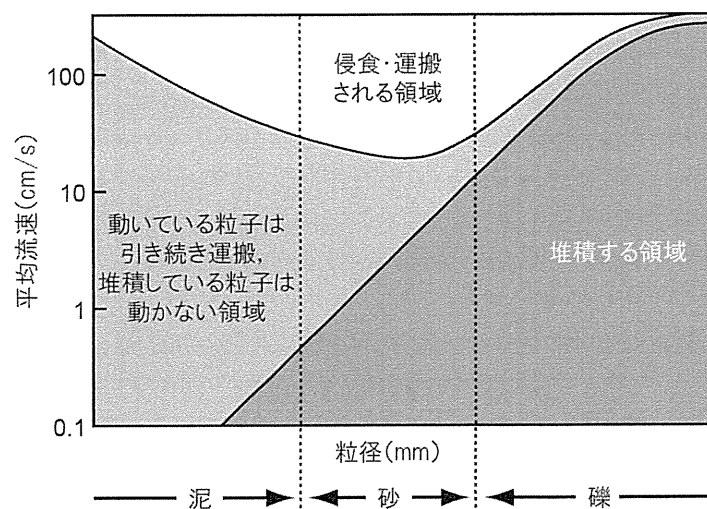
令和7年10月及び令和8年4月入学
 広島大学大学院先進理工系科学研究科（博士課程前期）入学試験問題

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

問2 次の文章を読み、問（1）～（3）に答えよ。

地表に露出した岩石が物理的に破壊される現象は、物理的風化と呼ばれる。例えば地表での ア 差が大きいと、鉱物ごとの膨張・収縮率の違いによって岩石中に割れ目が形成され、その中に水が浸透して イ すると膨張して割れ目が広がり、さらに破壊が進む。植物の ウ の成長などによる生物的風化もまた、岩石の破壊に寄与する。一方、化学的風化では エ 鉱物などが形成され、それに腐植物が加わると オ となる。これらの風化作用により、碎屑物が形成される。碎屑物は粒径によって分類され、泥は粒径が（ A ） mm 以下、砂は粒径が（ A ） mm～（ B ） mm、礫は粒径が（ B ） mm 以上である。碎屑物は流水などによって (a) 侵食・運搬され、最終的に堆積する。未固結の碎屑物は、埋没して カ 作用を受けると固結し、碎屑岩となる。

- （1） 文章中の ア ～ カ に入る最も適当な語を、以下から一つずつ選べ。
 沸騰、粘土、葉、乾燥、続成、標高、苦鉄質、根、凍結、
 密度、枝、蒸発、石炭、土壌、変成、石油、気温、変質
- （2） 文章中の（ A ）、（ B ）に入る数の組み合わせとして適当なものを以下の選択肢から選び、番号で答えよ。
 ① A : 1/32, B : 1 ② A : 1/32, B : 2
 ③ A : 1/16, B : 1 ④ A : 1/16, B : 2
 ⑤ A : 1/8, B : 1 ⑥ A : 1/8, B : 2
- （3） 下線部 (a) に関して、下図は平均流速と粒径を変化させた際の粒子の挙動を表している。この図から、全ての粒子が堆積した状態から流速を上昇させると、砂が最初に侵食・運搬されることが読み取れる。その理由について、水底における泥、砂、礫の各粒子の挙動をふまえて説明せよ。



令和7年10月及び令和8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 次の文章を読み、問（1）～（3）に答えよ。

太陽系における全元素存在度の99%以上を占めるのは と である。他の元素は、質量数増加とともに存在度が する傾向にある。この特徴は、星の一生において、 元素から段階的に 元素がつくられる元素合成経路を反映している。 内部では 反応によって、 までの元素が合成される。 より重い元素は、 の最終段階である で起こる 反応によって合成される。

炭素質コンドライト隕石を化学組成に基づき細分類したうち、^(a) 太陽系の元素存在度にもっとも近い元素組成を示す隕石グループがある。小惑星リュウグウ試料の元素組成はこの隕石グループに類似することから、今後、小惑星リュウグウ試料が新たな太陽系の標準物質として活用されることが期待されている。

- （1）文章中の ～ に入る最も適当な語を解答欄に記入せよ。
- （2）下線部（a）に関して、グループ名を答えよ。
- （3）小惑星や炭素質コンドライト隕石に加えて、彗星もまた太陽系始原小天体である。彗星の有機物の化学特徴は、炭素質コンドライト隕石に含まれる有機物と比べて、どのような点で異なるか。これまでに行われた宇宙塵の分析、および彗星探査の成果に基づき、2点答えよ。

令和 7 年 1 0 月及び令和 8 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
----------------	------

[4] 以下の問 1 ～問 3 に答えよ。

問 1 次の文章を読み、問（1）～（5）に答えよ。

過去のある時に CHUR から分化したと仮定できる、ある火成岩の分析を行ったところ、Nd 同位体比 ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$) は 0.513101, Sm 濃度は 1.83 ppm, Nd 濃度は 5.51 ppm であった。計算に必要であれば以下の条件を用いよ。

<条件>

^{147}Sm の壊変定数 $\lambda = 6.54 \times 10^{-12} \text{ yr}^{-1}$, ^{147}Sm の同位体存在度 = 15.0 (atomic %), Sm の原子量 = 150.4, ^{144}Nd の同位体存在度 = 23.9 (atomic %), Nd の原子量 = 144.24 (これら Nd に関する値は厳密には試料によって異なるが、便宜上固有の値を持つとする), CHUR の現在値は $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.512638$, $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} = 0.1697$, $\ln 2 = 0.693$

- (1) この火成岩中の $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ 比を有効数字 1 桁で求めよ。計算過程も示すこと。
- (2) この火成岩のイプシロン (ϵ) 値を有効数字 1 桁で求めよ。計算過程も示すこと。
- (3) CHUR とはなにか説明せよ。
- (4) この火成岩の CHUR モデル年代を有効数字 1 桁で求めよ。計算過程も示すこと。
- (5) 一般に, CHUR モデル年代を岩石の形成年代と考えられない場合が多い。そのような場合, 複数の岩石や鉱物の $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 比と $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ 比を用いて年代測定を行うが, このような方法を何というか答えよ。また, その方法を用いるために満たすべき条件を 2 つ以上答えよ。必要に応じて, 式やグラフ等を用いて記述してもよい。

令和 7 年 1 0 月及び令和 8 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 次の文章を読み、問（１）～（４）に答えよ。ただし、各化学種の活量係数は 1 とする。また、 $[X]$ は化学種 X のモル濃度 (mol/l) を表す。

水に溶解した二酸化炭素は次式のように反応する： $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$ ， $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$ 。それぞれの平衡定数は、以下の式で表すことができる。

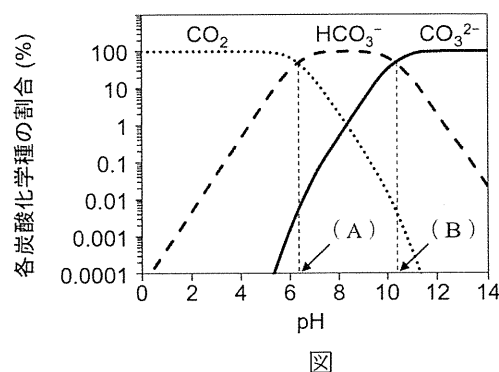
$$K_1 = \frac{[\text{ア}][\text{H}^+]}{[\text{イ}]} \quad (1)$$

$$K_2 = \frac{[\text{ウ}][\text{H}^+]}{[\text{ア}]} \quad (2)$$

これら 2 つの式に加えて、例えば以下の炭酸アルカリ度 (A_c) の式を用いれば、(a) pH と A_c を測定することで炭酸化学種の濃度が計算できる。

$$A_c = [\text{ア}] + 2[\text{ウ}] \quad (3)$$

実際にこれらの式を用いることで、図に示したように、様々な pH 条件における炭酸化学種の割合を計算することができる。この図を見ると、水に二酸化炭素が溶解してできる炭酸は エ 段階解離する弱酸であり、そのために天然環境中で炭酸化学種の割合や濃度が大きく変動しうることが分かる。



- (1) 文章中の ア ～ エ に入る化学式または整数を書け。
- (2) 図において、(A) は CO_2 と HCO_3^- の割合が等しくなるときの pH ，(B) は HCO_3^- と CO_3^{2-} の割合が等しくなるときの pH である。(A) と (B) それぞれの pH を求めよ。計算過程も示すこと。ただし、 $K_1 = 10^{-6.4}$ ， $K_2 = 10^{-10.3}$ とする。
- (3) 下線部 (a) に関して、北海道・二股温泉に発達するトラバーチン表面において、地点 0 (源泉) から地点 3 (約 20 m 下流) までを流下する温泉水の pH ， A_c ， $[\text{Ca}^{2+}]$ を測定し， $[\text{CO}_3^{2-}]$ ，平衡二酸化炭素分圧 ($p\text{CO}_2$) および方解石の飽和度 (Ω) を計算すると表のようになった。この表において、地点 0 における $[\text{CO}_3^{2-}]$ および Ω を計算せよ。計算過程も示すこと。なお、必要に応じて $10002 \approx 1 \times 10^4$ ， $4.42 \times 10^{-8} \approx 10^{-7.4}$ と近似してよい。また、方解石の溶解度積は $K_{\text{sp}} = 10^{-8.4}$ とする。

	地点 0	地点 1	地点 2	地点 3
pH	6.30	6.83	7.29	7.77
A_c (mol/l)	2.6×10^{-2}	2.0×10^{-2}	1.9×10^{-2}	1.2×10^{-2}
$[\text{Ca}^{2+}]$	1.7×10^{-2}	1.5×10^{-2}	1.4×10^{-2}	9.3×10^{-3}
$[\text{CO}_3^{2-}]$		6.8×10^{-6}	1.9×10^{-5}	3.5×10^{-5}
$p\text{CO}_2$ (atm)	1.03	0.23	0.08	0.02
Ω		26	65	82

- (4) 上の表から、下流に向かって $p\text{CO}_2$ が低下， pH と $[\text{CO}_3^{2-}]$ が上昇していることが読み取れる。これらの変化が起きる原因について説明せよ。

令和7年10月及び令和8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 次の文章を読み、問（1）～（4）に答えよ。

原始太陽系星雲の中では、(a)コンドリュール, CAIs, 金属鉄, 有機物, 水 (H₂O) の氷など、多様な固体成分が形成され、それらが集積して微惑星が形成された。コンドライトは、構成物質の種類や化学組成、酸素同位体比の違いにより分類され、いくつかの異なるタイプが存在する。これらの違いは、原始太陽系星雲内のガス組成や温度・圧力条件が空間的・時間的に異なっていたことを反映していると考えられる。

コンドライト母天体は、その後の(b)内部加熱や衝突によって、多様な変成・進化過程を経験した。たとえば、炭素質コンドライト母天体では、初期に H₂O や有機物を多く含む物質が集積したため、内部加熱や衝突により水質変成が進行し、層状珪酸塩や炭酸塩鉱物などが生成された。

一方で、(c)HED 隕石, SNC 隕石などの分化隕石は、母天体の溶融分化過程を経て形成された火成岩であり、天体内部の進化や火山活動を記録している。

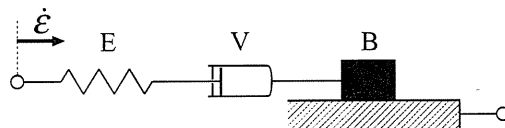
- （1）下線部(a)の物質の中で最も形成年代が古いものを、その理由とともに答えよ。
- （2）以下の条件をもとに、この試料が属する隕石種を選び、その根拠を簡潔に述べよ。
 - ・酸素同位体比が地球型質量分別線（TFL）上にある。
 - ・構成鉱物の約90%が斜長石であり、岩石には角礫構造が見られる。
 - ・この岩石は地球由来ではなく、月起源隕石、SNC 隕石、HED 隕石、エンスタタイトコンドライトのいずれかに由来することがわかっている。
- （3）下線部(b)に関して、内部加熱が生じる理由を簡潔に説明せよ。
- （4）下線部(c)に関して、HED 隕石、SNC 隕石の起源天体と考えられる各天体の名称を、それぞれ理由とともに答えよ。

令和 7 年 10 月及び令和 8 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 下図は、岩石の変形における力学的性質を示す典型的なモデルを表す。



ここで、図中の_(A) モデル要素 B が動かないとき、歪速度 $\dot{\epsilon}$ と応力 σ の関係を表す構成方程式は、

$$\frac{1}{E} \frac{d\sigma}{dt} + \frac{1}{2\eta} \sigma = \dot{\epsilon} \quad (1)$$

と表すことができる。この式はモデル要素 E と V が直列繋ぎであることから、全体の歪速度 $\dot{\epsilon}$ が E と V それぞれの歪速度、すなわち、弾性歪速度と粘性歪速度との和であることを表している。 $\dot{\epsilon}$ を一定とすると、応力は、時間 t の関数として

$$\sigma(t) = 2\eta\dot{\epsilon}(1 - \exp[-t/\tau]) \quad (2)$$

と求められる。ここで、 $\exp$ は指数関数である。上記のモデルおよびモデルが表す地学現象について、次の問 (1) ～ (6) に答えよ。

(1) 次の空欄ア～オを適切な語で埋めよ。

モデル要素 E は ア，V は イ，B はスライダーとよばれる。それぞれの要素は、弾性、塑性あるいは粘性、ウを表すモデルである。式(1)のパラメータ E は弾性定数であり、1 次元圧縮・伸張の場合には エとよばれる。また、 η は粘性率である。B の強度は、摩擦係数と オ の積と固着強度との和で表される。

(2) 式(2)にあるパラメータ τ を E と η とを用いて表せ。

(3) 弾性歪速度および粘性歪速度を、 $\dot{\epsilon}$ と τ を用いて時間 t の関数として表せ。このことから、 τ の物理的な意味を考察せよ。

(4) 定常的な歪速度 $\dot{\epsilon}$ を与えることは地球のどのような現象をモデル化しているのだろうか。考えられることを述べよ。

(5) 下線部(A)は、どのような条件の場合かを述べよ。

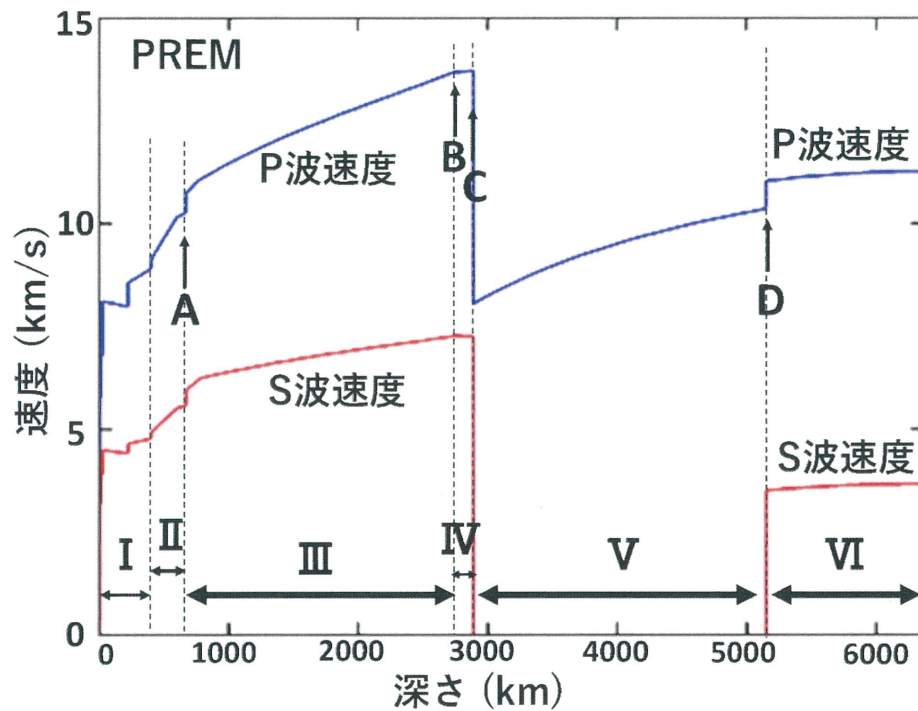
(6) 地震は弾性歪エネルギーの解放が起こる現象である。それにもかかわらず、プレート内地震の最大の深さを決めるメカニズムは、粘性強度と B の強度の比較だけから議論することができる。この理由を説明せよ。

令和7年10月及び令和8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 下図は、地球内部の地震波速度分布を示す標準モデル（PREM）である。次の問（1）～（7）に答えよ。



- (1) P波速度 V_p , S波速度 V_s を、密度 ρ , 体積弾性率 K , 剛性率 μ を用いて表せ。
- (2) 物質が同じ場合、一般的に深さが増すにつれてP波速度, S波速度とも増加する。この理由について、(1)の物性パラメータの変化に基づいて説明せよ。
- (3) 図中の領域 **I**～**VI** は地球内部のどの層に対応しているか答えよ。
- (4) 図中の **A**～**D** の地点は、どのような境界であるか答えよ。
- (5) 図中の **II** の領域では、地震波速度の勾配が急になっている。その理由を説明せよ。
- (6) 図中の **V** の領域ではS波が伝わっていない。その理由を説明せよ。
- (7) 図中の **D** の領域で起きている現象について、「断熱温度勾配」を用いて説明せよ。

令和 7 年 1 0 月及び令和 8 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

[6] 以下の問 1 と問 2 に答えよ。

問 1 重力とジオイドに関する次の問 (1) ～ (3) に答えよ。

(1) 原点を中心とする質量 M の均質球を考える。それによる位置 $\mathbf{r}$ での重力 $\mathbf{g}(\mathbf{r})$ は球の外部では次式で表される。

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

ここで G は万有引力定数, $r = |\mathbf{r}|$ である。重力の大きさ $g(r)$ を G, M, r で表せ。

(2) (1) の場合, 重力ポテンシャル $U(r)$ と $g(r)$ の間には次式が成り立つ。

$$\frac{dU}{dr} = g$$

$U(r)$ を G, M, r で表せ。ただし $U(\infty) = 0$ とする。

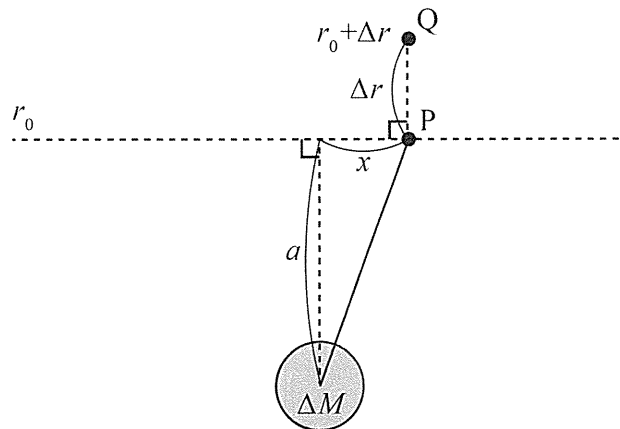
(3) 均質で球状の質量異常 ΔM によるジオイドの高さ変化について考える (下図)。ここでジオイドでの重力ポテンシャルの値は U_0 で, 質量異常は半無限均質構造に含まれるとする。次の問 (a) ～ (c) に答えよ。

(a) 点 P は質量異常がない場合のジオイド上にあり, そこでの重力ポテンシャル U を $U(r_0) = U_0 + \Delta U$ とする。 ΔU を $G, \Delta M, a, x$ を用いて表せ。

(b) 点 Q は質量異常がある場合のジオイド上にあり, そこでの重力ポテンシャル U は $U(r_0 + \Delta r) = U_0$ である。 g_0 を高さ r_0 での重力の大きさとするとき次式が成り立つことを示せ。

$$g_0 \Delta r = -\Delta U$$

(c) ジオイドの高さ変化 $\Delta r(x)$ を $G, \Delta M, a, x, g_0$ を用いて表し, $y = \Delta r(x)$ のグラフの概形を描け。



令和7年10月及び令和8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 図は Mg_2SiO_4 – Fe_2SiO_4 系の 1600°C における高压相平衡図である。次の問（1）～（5）に答えよ。

- （1）典型的な地球のマントル組成およびマントル温度における高压相転移の順序を図中のギリシャ文字を用いて答えよ。
- （2）地球内部の 410 km 地震波速度不連続面は、どの鉱物からどの鉱物への高压相転移に対応しているか、図中のギリシャ文字を用いて答えよ。
- （3）図中の相転移における Mg と Si の配位数の変化に関して述べよ。
- （4） Fe_2SiO_4 組成の高压相転移は、 Mg_2SiO_4 組成の高压相転移と比べて、より低圧で起きている。その理由について説明せよ。
- （5）図中の $\beta+\gamma$ 領域の自由度を相律の式を用いて説明せよ。

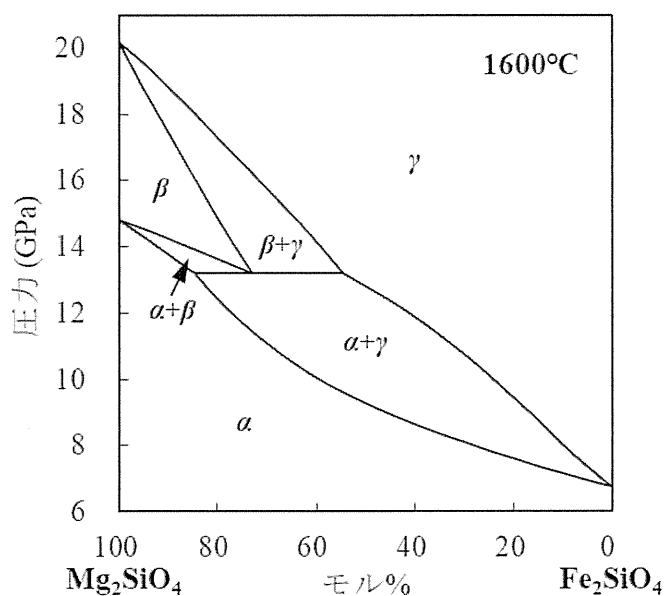


図 Mg_2SiO_4 – Fe_2SiO_4 系の 1600°C における高压相平衡図。

α : olivine, β : wadsleyite, γ : ringwoodite

(Akaogi et al., 1989 より引用。一部改変)