

平成30年度4月入学

愛媛大学大学院理工学研究科博士前期課程

数理物質科学専攻

(地球進化学コース)

入学試験問題

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点となるので注意すること。
2. 解答用紙の指定がある問題を選択した場合は、指定された解答用紙に受験番号を必ず記入すること。記入の無い解答は、0点となるので注意すること。
3. 解答用紙の指定がない問題を選択した場合は、解答用紙に問題番号と受験番号を必ず記入すること。記入の無い解答は、0点となるので注意すること。
4. 電卓の使用は、認めない。

1 古生物の分類および命名法に関して以下の問いに答えよ。

問1 以下の古生物の中から2つを選んで、系統的な位置づけ、生存していた時代、形態的な特徴などを説明せよ。(簡単な挿絵も示してもよい)

[三葉虫・フズリナ・アンモナイト・アノマロカリス・ウミユリ・イクチオサウルス]

問2 下は、ある動物の種名(学名)である。

Polyptychoceras (Subptychoceras) pseudogaultinum (Yokoyama)

4つのパートが何を意味しているかそれぞれ説明せよ。また、4語目が()で括られているがこれは何を意味しているか、答えよ。(ラテン語の由来を問うているのではない)

問3 現在の国際動物命名規約では、模式標本(完模式標本)は1種につき1個体のみを指定する。これに対してA君は、「生物種には個体変異が存在するし、1個体の成長を通じて形は変わっていく。このような種の範囲を明確に定義するためには、できるだけ多くの標本を模式標本として設定するべきではないか。」と考えた。A君の主張に対して論評せよ。

2 以下の問いに答えよ。

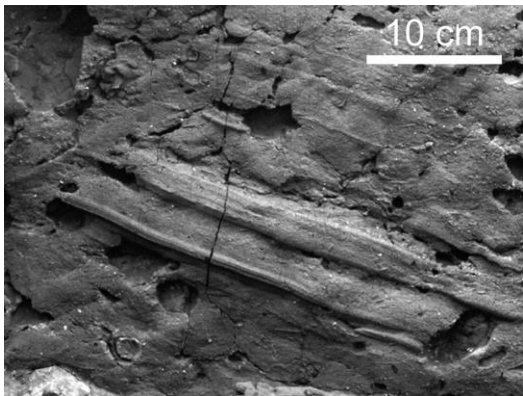
問1 地質学に関係する以下の語句について、< > 内の語句を用いてそれぞれ説明せよ。必要なら図を用いても良い。

- (1) 指交 <同時異相>
- (2) 炭酸塩補償深度 <石灰岩>
- (3) フレーザー層理 (flaser bedding) <マッド・ドレイプ (mud drape)>
- (4) 背斜 <アンチフォーム (antiform)>

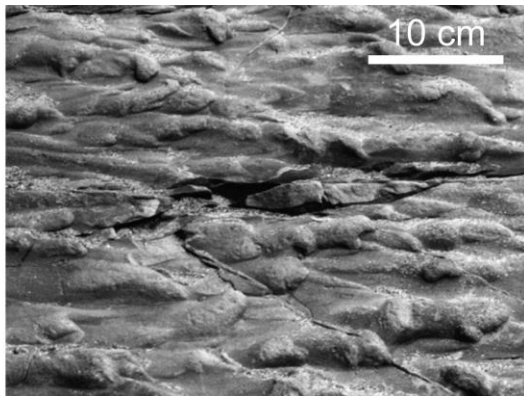
問2 準堆積時堆積構造 (penecontemporaneous sedimentary structures) の例を2つ挙げ、それぞれ説明せよ。必要なら図を用いても良い。

問3 砂岩層の底面に次の写真のような底痕 (sole structures) が見られた。それぞれ何と呼ばれる底痕で、どのように形成されたと考えられるか説明せよ。必要なら図を用いても良い。

(1)



(2)



3 以下の問いに答えよ。

問1 イノケイ酸塩の結晶構造の特徴を述べよ。また、イノケイ酸塩に属する鉱物の名称を1つ答えよ。

問2 イオン結晶の結晶構造に関するポーリングの第1~3法則について説明せよ。

問3 金属に電子を衝突させると特性X線と白色X線が発生する。2種類のX線が発生するしくみを説明せよ。

問4 格子定数: $a = 0.308 \text{ nm}$ の立方晶系の結晶を使って粉末X線回折実験を行ったところ、 $2\theta = 90.0^\circ$ の位置に回折線が現れた。この回折線の指数 hkl を答えよ。ただし、用いたX線の波長は 0.154 nm である。

問5 方解石 (CaCO_3) は三方晶系に属し、 $a = 0.50 \text{ nm}$, $c = 1.71 \text{ nm}$, $\alpha = \beta = 90^\circ$, $\gamma = 120^\circ$ の格子定数を持ち、単位胞中に6個の分子を含む。Ca, C, Oの原子量をそれぞれ40, 12, 16、アボガドロ定数 $= 6 \times 10^{23}$ として、方解石の理論密度は何 g/cm^3 か、計算せよ。

4 下の図はある深成岩の薄片をスケッチしたものである。以下の問いに答えよ。

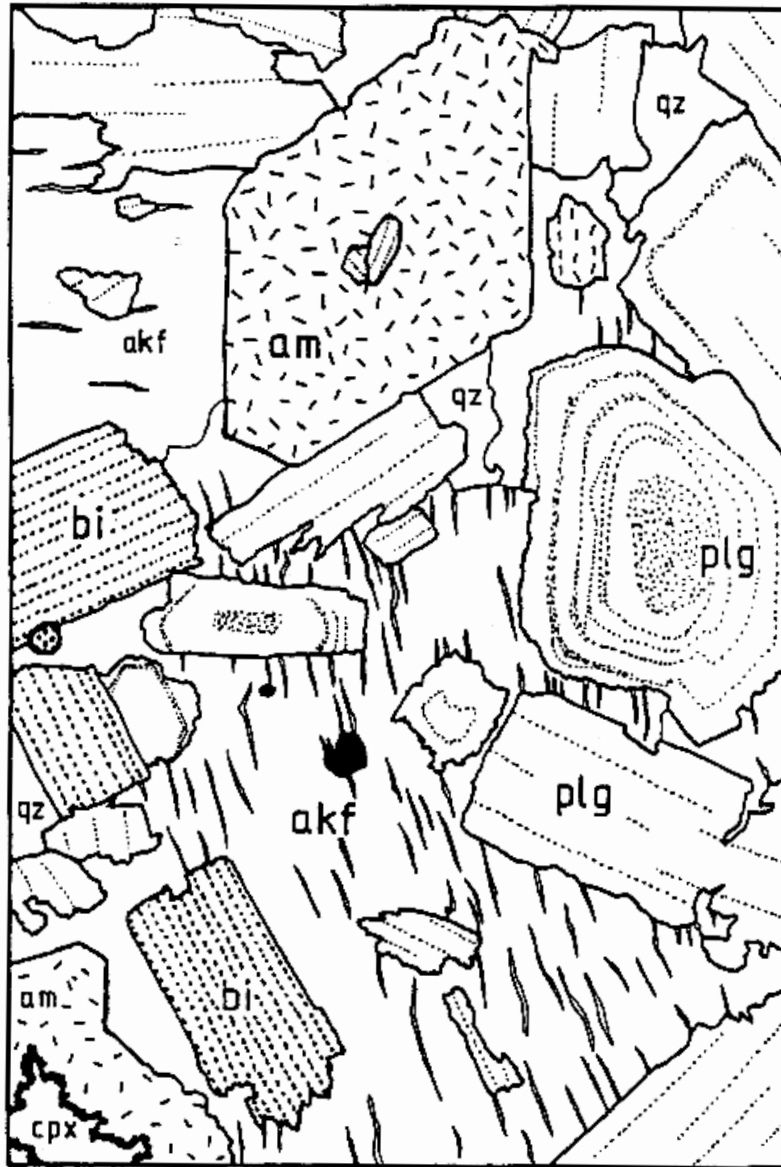
解答には問題番号4の解答用紙を使用すること。(必要に応じて解答用紙の図を用いること。)

問1 この岩石の構成鉱物のモード組成を求めよ。

問2 この岩石の色指数を求めよ。

問3 この岩石は、
① 優白質岩
② 中色質岩
③ 優黒質岩
のどれにあたるか答えよ。

問4 この深成岩は何岩か、解答用紙の深成岩分類図をもとにして決定せよ。ただし、解答用紙の三角図にプロットすること。



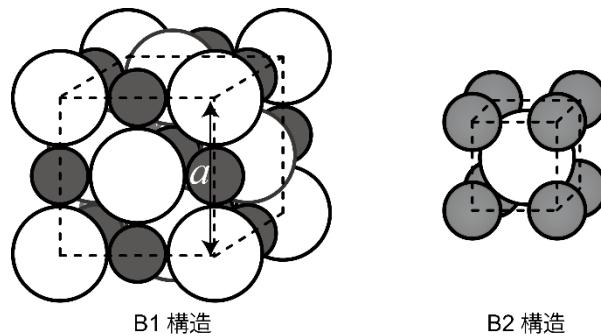
1mm

qz : 石英、plg : 斜長石、akf : アルカリ長石
bi : 黒雲母、am : 角閃石、cpx : 単斜輝石

5 以下の問いに答えよ。

問1 次の文章の A~G に当てはまる数字や語句を答えよ。

イオン結晶は陽イオンと陰イオンが **A** 力によって結合してできた結晶である。**A** 力は強固であり、指向性がない。結晶中の **A** 相互作用と、イオンが重なりあうほど接近したときにはたらく短距離の反発力の総和から、格子エネルギーが得られる。理想的なイオン結晶の場合、構造中のイオン間の格子エネルギーの総和を最大にするために配位数はできるかぎり大きくなり、陽イオンは隣接するすべての陰イオンと接触するような配置をとる。また陰イオン同士は接触していても、接触してなくてもよい。イオン結晶の代表的なものに B1(NaCl 型)構造や B2(CsCl 型)構造がある。単位格子中に B1 構造では **B** 個、B2 構造では **C** 個の原子が含まれ、陽イオンに対する陰イオンの配位数は B1 構造では **D**、B2 構造では **E** である。さらに陽イオンに対する陽イオンの配位数は B1 構造では **F**、B2 構造では **G** である。



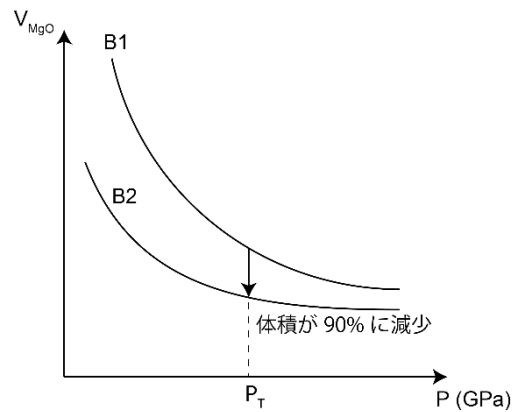
問2 陽イオンの半径を徐々に小さくしていく場合を考えると、ある陽イオン半径 r_+ においては、陽イオンと陰イオンだけでなく、陰イオン同士も互いに接している状態になる。このときの陽イオン半径 r_+ と陰イオン半径 r_- の比 r_+/r_- を限界半径比といい、それ以上陽イオンの半径を小さくしても、単位格子の一辺の長さは変化しない。B1 構造、B2 構造のそれぞれについて、限界半径比を有効数字 2 桁で求めよ。

問3 B1 構造を持つ幾つかの物質は、圧力を加えることにより B2 構造へ相転移することが知られている (NaCl 約 30GPa、CaO 約 50GPa、MgO は約 500 GPa)。これらの物質で圧力誘起相転移が起きる理由を説明せよ。

5

つづき

問4 MgO が B1 構造 (立方格子 1 辺の長さ a) が B2 構造への相転移する際に MgO あたりの体積 V_{MgO} が 90% に縮小した場合、MgO の結合距離 R_{MgO} は相転移前と相転移後でどのように変化するか、 a を用いて答えよ。ただし、 $(9/40)^{1/3}=0.608$ として計算せよ。



問5 問1の下線部①の格子エネルギーは、その解離熱と等しいので、結晶の融点と相関がある。NaCl (常圧での融点:約 800°C)と MgO (常圧での融点:約 4000°C)の違いを格子エネルギーの観点から説明せよ。

6 以下の問いに答えよ。

問1. 下記の文章を読み、かつ図を参照して以下の文章中の「ア」から「エ」に適切な語句を入れよ。

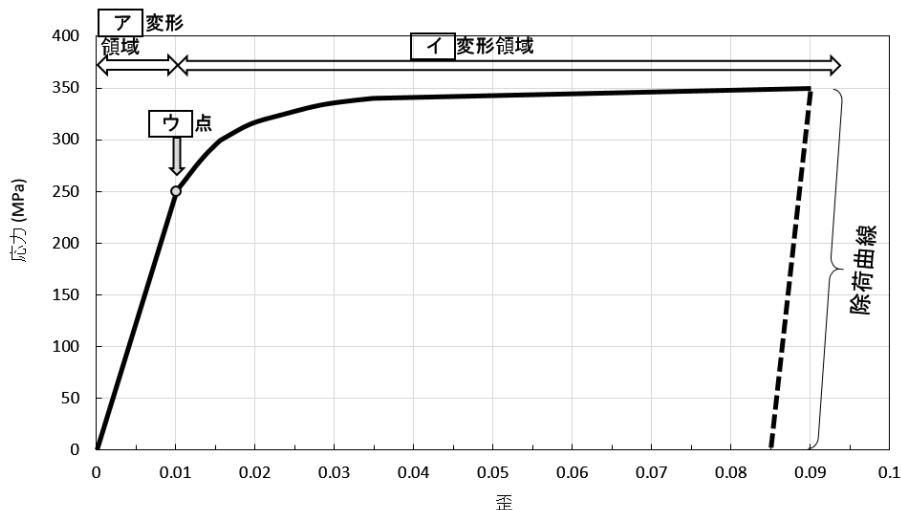
金属や岩石などの固体を一軸圧縮して変形させる際には、応力-歪曲線を用いてその変形挙動を評価する。一般的に、低い歪の領域では「ア」変形が試料の変形を支配する一方で、高い歪の領域では「イ」変形が試料の変形を支配する。「ア」から「イ」へ切り替わる点を「ウ」点という。「ア」変形領域では、格子が歪むことに起因して試料が変形するため、応力と歪は直線関係を示す。一方、「イ」変形領域では結晶内の一次元の欠陥構造である「エ」が増殖及び移動することによって試料が変形する。非常に歪の高い領域では増殖しすぎた「エ」が消滅あるいは再配列することにより、「エ」密度の上昇は抑制される。

問2. 図に示した「ア」変形領域 (歪 0-0.01 の領域) におけるヤング率を求めよ (単位は GPa)。なおヤング率とは、フックの法則におけるバネ定数に相当する。

問3. 図に示した除荷曲線 (荷重を低下させていく過程にて得られる応力-歪曲線のこと) にて、荷重を低下させると共に歪が減少するのはなぜか答えよ。

問4. 図に示した除荷曲線を直線と仮定し、ヤング率を求めよ (単位は GPa)。なお一般的に、除荷曲線から求めたヤング率 (問4) は、加圧時に求めたヤング率 (問2) よりもより理想的な値を得やすい。

問5. 下の図に示した定常クリープ強度は 350 MPa 程度である。同一の試料の応力-歪曲線をより高温にて得ることを想定した場合、定常クリープ強度は上昇するかあるいは低下するか答えよ。また、その根拠についても答えよ。



7 海洋学に関する以下の問いに答えよ。解答には問題番号7の解答用紙を使用すること。

問1. 海洋の一次生産力の空間変動を決める要因について、海洋物理現象のうち二つを例にあげて解説せよ。

問2. 下記は、海洋の炭素吸収機能について解説したものである。各空欄に適切な語句を入れよ。

大気中の二酸化炭素を海洋の炭素リザーバーに送り込む機能として、A. _____、B. _____、C. _____、D. _____が重要な役割を果たしている。特にC. _____は、E. _____がF. _____を消費してG. _____として海洋に炭素を吸収する作用で、深層のH. _____の溶解によって生じたF. _____がI. _____によって表層に補われると数百年の時間スケールでの炭素ポンプ機能として働く。しかし、今後数十年という時間スケールでは、炭素吸収能は海洋表層及び中層のF. _____の現存量に依存する。現在、海洋の正味の年間炭素吸収量の約8割が、このC. _____によるものである。

C. _____の炭素吸収効率は、特にJ. _____やK. _____が形成される海域で高く、L. _____によるD. _____の低下が炭素吸収効率の低下をまねくとして、懸念されている。

8 生態学に関する以下の問いに答えよ。解答には問題番号8の解答用紙を使用すること。

問1 以下の用語(1)～(3)について説明せよ。

- (1) アリー効果 (Allee effect)
- (2) キーストーン種 (Keystone species)
- (3) 基本ニッチと実現ニッチ (Fundamental niche, Realized niche)

問2 競争に関する以下の文章を読み、(1)～(3)に答えよ。

競争は、「共倒れ型競争」と「勝ち残り型競争」、「消費型（取り合い型）競争」と「干渉型競争」といったように、いくつかのタイプに分けられる。アは個体数が環境収容力に達した時に顕在化するが、①干渉型競争は、個体数が環境収容力に達しておらず資源に余裕がある状況でも顕在化しうる。また、イは、結果的にウのかたちをとることが多い。

- (1) 文章中のア～ウにあてはまる語として、「共倒れ型競争」、「勝ち残り型競争」、「消費型競争」、「干渉型競争」のうち最も適切なものを答えよ。
- (2) 下線部①のようなことがおきる理由を説明せよ。
- (3) 捕食は、種間競争を緩和し複数種の共存を促す効果を持つが、そのしくみについて説明せよ。

問3 下の図は、地域XとYにおいて湖に生息する魚種(A～E)を示したものである。地域XとYにはそれぞれ5つの湖があるが、地域Xに生息する魚種の総種数は3種(A～C)、地域Yでは5種(A～E)である。この例を用いて、 α 多様性、 β 多様性、 γ 多様性について説明せよ。

