

令和 2 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 9:00 – 12:00

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 (**3**, **7**, **8**) 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。**7** は解答用紙が 2 枚あるので 2 枚とも受験番号を記入すること。記入のない解答は、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。記入のない解答は、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 Mさんは、ある地域に分布する①上部白亜系Q層の地質調査をしている。このQ層は主として海成の砂岩・泥岩からなり、複数の②凝灰岩層を挟んでいる。以下の問いに答えよ。

問1 下線部①は年代層序単位 (chronostratigraphic units) のひとつである。①に対応する地質年代単位 (geochronologic unit) はどのようなになるか答えよ。また、年代層序単位と地質年代単位との違いを説明せよ。

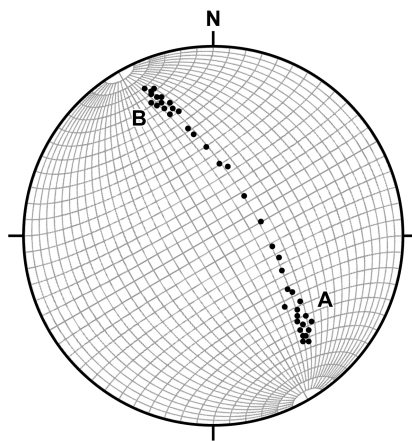
問2 Mさんは下線部②の凝灰岩層のうちのいくつかが鍵層として利用できるかもしれないと考えた。野外調査の際、一般にどのような性質をもつ地層が鍵層として有効であると考えられるか。その条件を考察せよ。

問3 Mさんは下線部②の凝灰岩層を用いて放射年代測定をおこなおうと考えている。

(1) 放射年代とはどういうものか、相対年代と比較しながら説明せよ。

(2) この場合の放射年代測定に放射性炭素 (^{14}C) を用いた方法は利用できるかどうか、理由とともに答えよ。

問4 Mさんの調査によれば、この地域のQ層には大きなひとつの褶曲構造が考えられる。下の図はMさんが測定したQ層の層理面の極を偏角補正して下半球等積投影したものである。図中のA、B付近のデータが調査地域の北側および南側でそれぞれ得られたものだとすると、この褶曲はどのようなものか褶曲軸のおおよその姿勢も含めて推定せよ。なお、この地域には地層の逆転は見られず、褶曲は単純な円筒状褶曲であるものとする。また、角度は正確でなくて構わない。



2 次の文章を読み以下の問いに答えよ。

M君はある殻を持つ化石種(1種)の集団標本に関して、殻の長さ(L)と高さ(H)について計測をおこなった。図1はそれぞれマイクロメートル(μm)単位で測った数値を両対数(常用対数)グラフの上にプロットした結果である。なお、この標本は蓄積集団(一度に死滅したものでなく比較的長い間かけて形成された集団)であることが分かっているものとする。標本の分布は連続的ではなく①いくつかの群を成す傾向が認められる。また、LとHの間に明瞭な相関があり、②回帰直線(RMA法で計算) $[\log H] = 0.763[\log L] + 0.43$ によく適合している。

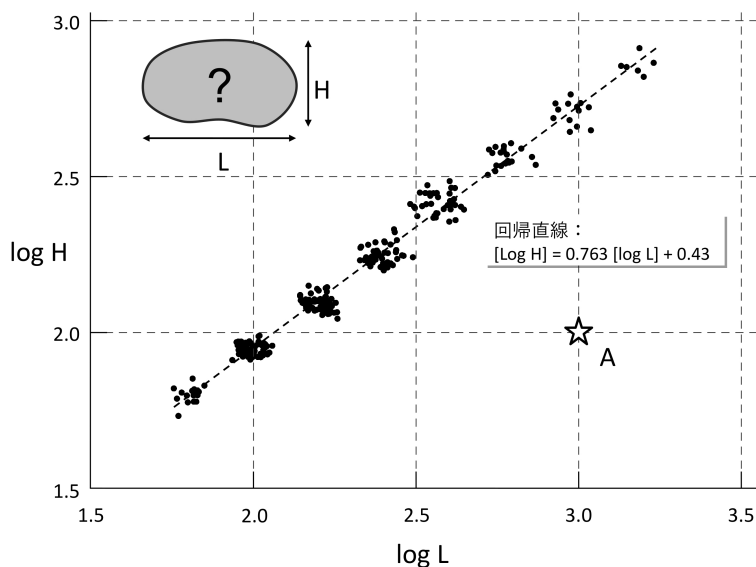


図1: ある化石種の殻の長さ [L] と高さ [H] の関係

問1 図1の☆Aにおける長さとは高さはそれぞれ何 mm か答えよ。

問2 下線部①に関して、このような傾向は何を意味していると考えるか。

問3 M君は、この種の形態的特徴を代表する指標として全標本に関して求めた高さの長さに対する単純比(H/L)の平均値を用いて、他の種と比べようと考えた。この方法は妥当だと考えるか。妥当でないと思う場合はその理由を示せ。

問4 下線部②に関して、この種が表わす成長の特徴を「アロメトリー」に関連する用語を用いて説明せよ。

問5 最も小さい殻の標本が比較的少ないことに関して、M君は「この動物は初期の成長段階では死にくかったのだ」と考えた。この推察は妥当だと考えるか。妥当でないと思う場合は反論せよ。

問6 この化石種は具体的にどのような動物であると想像するか。そのように考える理由と共に答えよ。動物の呼称としては、例えば「アンモナイト」のように答えること。

3 以下の問いに答えよ。

問 1 次の表は、立方晶系の 3 種類のブラベ格子の性質についてまとめたものである。表の空欄を埋めよ。ただし、単位胞の一辺の長さは a として計算せよ。

	単純格子	体心格子	面心格子
単位胞中の格子点数			
最近接格子点数			
最近接格子間距離			
第 2 近接格子点数			
第 2 近接格子間距離			
充填率			

問 2 単結晶と粉末結晶に単色化した X 線を照射して得られる回折図形にはどのような違いが見られるか、説明せよ。

問 3 粉末 X 線回折を利用して物質の格子定数を正確に決定するために注意すべきことは何か、説明せよ。

4 以下の問いに答えよ。

問1 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

変成作用とは、既存の岩石が地下深部の高温・高圧の条件におかれ、① 構成鉱物が相転移を起こしたり、鉱物どうしが化学反応(再結晶作用)を起こし、鉱物の種類や組織が変わる作用のことである。

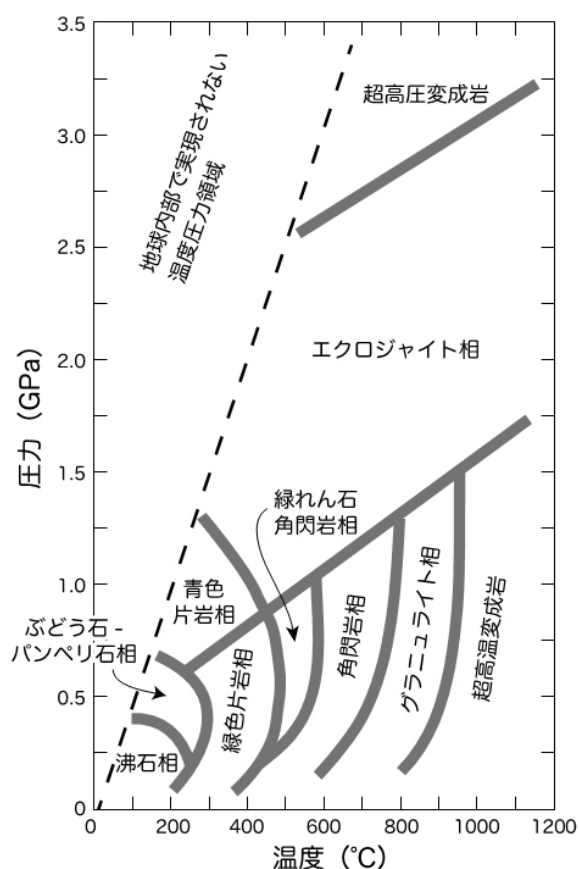
変成作用の熱源がマグマの貫入による局所的な熱の場合、A _____ 変成作用と呼ばれる。この場合、地下の応力状態は静岩圧(等方的応力)状態であり、② 方向性をもたない均質な組織をもつ変成岩ができる。

一方、プレート沈み込み帯や大陸衝突帯では数十 km～数百 km におよぶ広い範囲に高温・高圧環境がつくられる。このような広い範囲でおきる変成作用は、B _____ 変成作用と呼ばれる。この場合、地下の応力状態は静岩圧のほかにプレート運動による方向性のある力も働くため、再結晶鉱物とその力に規制されて③ 鉱物が面状や線状に配列した変成岩ができる。

- (1) 空欄 A・B に適切な用語を埋めよ。
- (2) 下線部 ① の例として、泥質変成岩中によく認められる相転移を挙げよ。
- (3) 下線部 ② の特徴をもつ変成岩の例を挙げよ。
- (4) 下線部 ③ の特徴をもつ変成岩の例を挙げよ。

問2 ある苦鉄質変成岩に含まれる鉱物を調べたところ、斜方輝石、単斜輝石、斜長石と少量のざくろ石が含まれていた。この岩石の変成相を答えよ。また、その形成温度圧力条件はおおよそどの程度か、右の変成相区分図を用いて見積もれ。

問3 日本列島のような島弧-海溝系では、しばしば「対変成帯」が形成される。「対変成帯」とは何か、また、「対変成帯」はどのようにして形成するか、説明せよ。



5 地球の構成元素・構成物質について以下の問いに答えよ。

問 1 A. E. Ringwood らは上部マントルを構成する仮想的な岩石として、玄武岩とダナイトを重量比 1:3 の割合で混合した組成モデルを提唱した (パイロライトモデル)。このモデルはどのような着眼点に基づいて考えられたのか説明せよ。

問 2 表 1 のマントルの化学組成を用いて、マントルの元素モル比 $(\text{Mg} + \text{Fe})/\text{Si}$ を計算せよ。各元素の原子量は $\text{Mg} = 24$, $\text{Fe} = 56$, $\text{Si} = 28$, $\text{O} = 16$ とすること。

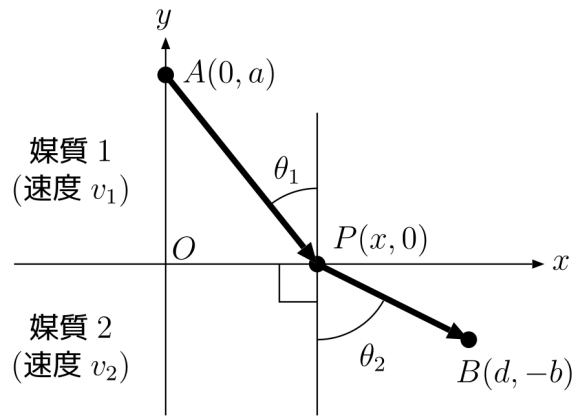
表 1: 全マントルの化学組成

	Wt. %
SiO_2	45.0
TiO_2	0.2
Al_2O_3	2.9
Cr_2O_3	0.4
FeO	9.0
MgO	40.0
CaO	2.5
Na_2O	0.5
Total	100.0

問 3 問 2 の計算結果から、(1) 上部マントルの主要鉱物であるカンラン石 $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$ と輝石 $(\text{Mg,Fe})\text{SiO}_3$ のモル比、(2) 下部マントルの主要鉱物であるブリッジマナイト $(\text{Mg,Fe})\text{SiO}_3$ とフェロペリクレス $(\text{Mg,Fe})\text{O}$ のモル比をそれぞれ計算せよ。その際、 Mg , Fe , Si , O の 4 つの元素のみを考慮せよ。

問 4 地球の中心核は Fe と Ni を主成分とし、軽元素も含むと考えられている。中心核が Fe と Ni のみで構成されている場合、地球科学的観測とどのような点で不整合となるか答えよ。

6 下の図は、 x -軸を境界として接する2つの媒質の中を波が伝播するようすを示す模式図である。2つの媒質の中を伝わる波の速度が異なるとき、媒質1(伝播速度 v_1) 中の点 A から媒質2(伝播速度 v_2) 中の点 B へと波が伝播する際に、境界上の点 P で屈折が起こる。この図を参照して以下の問いに答えよ。



- 問1 波が $A \rightarrow P$ という経路を通過するのに要する時間 T_{AP} を x, v_1, v_2, a, b, d を用いて表わせ。
- 問2 波が $P \rightarrow B$ という経路を通過するのに要する時間 T_{PB} を x, v_1, v_2, a, b, d を用いて表わせ。
- 問3 「光は光学的距離(すなわち進むのにかかる時間)が最小となる経路を通る」という原理を「フェルマーの原理」という。地球内部を伝播する地震波もこの原理に従って、最短時間で到達する経路を通る。地震波が $A \rightarrow P \rightarrow B$ と伝播するときの全体の所要時間 $T_{AB} \equiv T_{AP} + T_{PB}$ がフェルマーの原理を満たすとすると、 x, v_1, v_2, a, b, d の間にはどのような関係があるか。前問までの結果を利用して数式で示せ。
- 問4 前問の結果を利用して、 $v_1, v_2, \theta_1, \theta_2$ の間で成り立つ関係(「屈折の法則」あるいは「スネルの法則」)を示せ。
- 問5 地球内部を伝わる地震波が上側の層から下側の層に入射する際には、(いくつかの例外を除けば)波は境界面に近づくように上向きに屈折する。この理由を説明せよ。必要ならば図を用いて説明してもよい。

7 以下の問いに答えよ。

問 1 海洋における炭素循環について、以下の 4 つの話題すべてに触れながら、420 文字以上 (一行 30 文字の場合には 14 行以上) で解説せよ。

① 生物圏を介した炭素循環, ② 大気圏・岩石圏との炭素のやり取り, ③ 海洋深層循環との関連性, ④ 気候変動との関連性

問 2 海洋における環境問題について、以下の 6 つのキーワードから“3 つ”を選び (6 個全部では無い), 各キーワードについて 150 文字以上 (一行 30 文字の場合には各 5 行以上) で解説せよ。

① 乱獲, ② 化学物質汚染, ③ プラスチックゴミ問題, ④ 赤潮, ⑤ 地形改変 (藻場や干潟の減少), ⑥ クラゲ大発生

8 生物群集と多様性に関する以下の文を読み、問1～5に答えよ。

生物多様性には、生物界に見られる様々な多様性が含まれる。主なものとして、① 種内の多様性、② 群集内の種に関する多様性、および異なるタイプの生態系の多様性がある。群集内では構成種の個体が様々な相互作用をしているが、多様な種が共存するにはいくつかのメカニズムが知られている。その一つとして、種間で③ ニッチが異なることによる共存が挙げられる。また、④ 捕食者の存在が複数のエサ種の共存を助ける場合もある。

さらに、個体群のサイズはその存続に影響を及ぼす。例えば、生物間の相互作用や人間活動による地域個体群の細分化によって、⑤ 個体群サイズが小さくなると、個体群の絶滅のリスクはより高まる。

問1 下線部①は具体的にどのような多様性であるか、述べよ。

問2 下線部②は具体的にどのような多様性であるか、述べよ。

問3 下線部③に関し、ニッチは生態的地位ともいわれるが、その意味を説明せよ。また、なぜニッチが異なると共存しやすくなるのか説明せよ。

問4 下線部④に関して、捕食はどのような仕組みで複数のエサ種の共存を助けるのか説明せよ。

問5 下線部⑤に関して、どのような仕組みで個体群サイズの減少が絶滅のリスク(確率)を高めるのか、主な要因を3つあげてその仕組みを説明せよ。