

平成 19 年度 (2007 年度)

東北大学大学院理学研究科 地学専攻

博士課程前期 2 年の課程 入試問題

専門科目

A 群 (地圏進化学・環境動態論分野)

B 群 (環境地理学・環境動態論分野)

C 群 (地球惑星物質科学・比較固体惑星学分野)

平成 18 年 9 月 12 日 13 : 00 ~ 15 : 30 実施

注 意 事 項

1. 机の上には受験票、筆記用具、時計以外は置いてはいけません。
2. 合図があるまで問題冊子を開いてはいけません。
3. 試験時間は 13 : 00 から 15 : 30 までです。
4. 問題は**A群5問** (問題 A1~A5 : 地圏進化学・環境動態論分野)、**B群5問** (問題 B1~B5 : 環境地理学・環境動態論分野)、**C群6問** (問題 C1~C6 : 地球惑星物質科学・比較固体惑星学分野) の計 **16 問** が出題されています。受験生はこのうちから**4問** を選択して解答します。選択にあたっては、志望分野から少なくとも**2問** を選択し、残り**2問** は志望分野を含むいずれの問題群から選択しても構いません。
5. 解答はすべて解答用紙に記入します。解答は大問 1 題毎に解答用紙を別にします。解答用紙の所定の欄に受験番号・氏名・志望分野および問題番号を記入します。
6. 試験終了後、地圏進化学・環境動態論分野および環境地理学・環境動態論分野を志望する受験生は入学後の抱負などについて 20 分程度で作文してもらいます。なお、これらの作文の際には、参照物などの持ち込みは不可です。地球惑星物質科学・比較固体惑星学分野を志望する受験生は志望研究室の調査があります。

問題 A1 次の文章を読み、問 1～問 3 に答えよ。

10～8 億年前に成立した超大陸ロディニアは原生代後期に分裂を始め、原生代末～カンブリア紀初期に南半球に新たな超大陸 **ア** が形成された。古生代前期～中期にはこの大陸の北側にローレンシア大陸やバルティカ大陸が、古生代末にはさらにシベリア大陸が衝突合体し、**ア** は **イ** に成長した。ローレンシア大陸とバルティカ大陸との衝突帯である、狭義の **ウ** 変動帯では、「ハットンの不整合」の後、広い範囲に陸成砕屑岩が堆積した。この陸成堆積岩類はその見かけの特徴と形成時期から **エ** と呼ばれている。このころすなわち **オ** 紀後期には、**カ** 類からなる森林が地球上にはじめて形成された。

古生代後期には 4 つの陸上植物区が存在したが、南半球中・高緯度地帯のかつての **ア** の地域からは **キ** が広い範囲から産出する。^(a)この広く分布する植物化石群にともなって、ティライトあるいはダイアミクタイトと呼ばれる堆積物も広い範囲に分布する。

新生代には、**ク** 世前期を中心として日本海の拡大があり、それまでユーラシア大陸東縁をなしていた日本列島の基盤は大陸から分離した。日本海の拡大にともない、東北日本の西側地域はしだいに深海化したが、海底での珪長質火成活動によって、主に閃亜鉛鉱・方鉛鉱・重晶石からなるいわゆる **ケ** 鉱が形成された。火山岩化学組成の時空変化から、このころ東北日本は陸弧から **コ** に変わったと考えられる。日本海の拡大時期や拡大様式は、火山岩の化学組成の変化とともに、古地磁気データ、とくに古地磁気の **サ** の変化の時期や変化パターンにもとづいて議論されている。

現在の東北日本の大地形はプレート境界での広域テクトニクスに支配されており、外側非火山弧としての北上山地や **シ**、内側火山弧の **ス** と **セ** の 2 列の隆起域と、それらの間の低地帯・内陸盆地列が南北方向に帯状配列をなしている。また、**ス** や **セ** などの東縁・西縁には、しばしば ^(b)逆断層型の活断層が発達する。

問 1 **ア** ～ **セ** に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部(a)のティライトとは何か。また、その広い分布は何を示すか。あわせて 3 行以内で答えよ。

問 3 下線部(b)のように活断層が逆断層型となる理由は何か。3 行以内で答えよ。

問題 A2 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

地球の平均半径は 6,371 km で、地球の表面積は約 km² である。海の面積は地球の表面積の 71% にあたる km² であり、陸地は残りの 29% にあたる km² である。陸地の最高点はヒマラヤ山脈の 山(海拔 8,848 m)、海の最深点はマリアナ海溝の 海淵(海拔 -11,034 m) である。陸の最高点と海の最深点との高度差は、地球の平均半径の 分の 1 にすぎない。(a) 地球表面の高度分布から、海の平均深度は m、陸地の平均高度は 875 m と計算されるので、地球の凹凸表面を均すと、地球全体の表面は深さ 2,400 m の海でおおわれる。

地球上の海と陸地の面積比は 71:29 であるが、大陸棚や大陸斜面も大陸の一部とみなすと、大洋底と大陸の面積比はおよそ 60:40 となる。地磁気異常の縞模様などから、大洋中央海嶺に沿って新しい大洋底が生まれていると考えられている。(b) 大洋底の年齢は約 2 億年よりも古いものは知られていない。新しく大洋底が生まれることを説明するために、地球が膨張し大洋底の総面積が増えたと考えられたことがある。この考えに基づいて計算すると、過去 2 億年間に地球の平均半径が約 倍になったとしなければならない。しかし、これは不可能に近い。

問 1 ～ に適切な語句または数値を入れよ。ただし、数値は有効数字 2 桁で記せ。また、 $\sqrt{10}$ を 3.16、円周率を 3.14 とする。

問 2 下線部(a)によると、地球表面の高度分布(地球表面の高低についての面積百分率)は、高さ 0～1 km の間にピークのあるものと、深さ 4～5 km の間にピークのあるものとの二つのグループにわかれる。このように地球表面の高度分布が二つのグループにわかれる理由を 4 行以内で述べよ。

問 3 下線部(b)で述べられているように、大洋底の年齢には約 2 億年よりも古いものがなぜないのか。その理由を 3 行以内で述べよ。

問題 A3 次の文章を読み、問1、問2に答えよ。

前浜での静穏時における水の流れの速さは、表層部で数十 cm/sec、底層部で2～20 cm/sec である。一方、沖浜での表層流の平均的な流れの速さは、25～50 cm/sec である。したがって、流れのない水中での堆積粒子の沈降速度（表1）から判断すると、一般には (a) 単独粒子の運搬により泥が沖浜に堆積することはない。海での観測により、河口での (b) 粒子の凝集や底生生物による糞粒化作用が、未淘汰堆積物から泥質物質の効果的な選別を促す事実が明らかにされている。また、こうした粒子集合体の運搬・堆積を促す作用として (c) 底層部での流れが考えられる。

問1 下線部(a)にみる記述に関して、泥が堆積しない理由を5行程度で述べよ。

問2 潜水観測によると、一般的な沖浜での底層流の速さは数 cm/sec 未満である。図1の人工海水を用いた水槽実験結果と文中の下線部(b)および(c)の諸作用に基づき、沖浜に泥が堆積する現象を10行以内で解釈せよ。

粒子径 (10^{-3} mm)	沈降速度 (10^{-4} cm/sec)
64	3668.11
32	917.03
16	229.26
8	57.31
4	14.33
2	3.58
1	0.90
0.5	0.22

表1 水温 20 °Cでの石英粒子(比重 2.65)の沈降速度

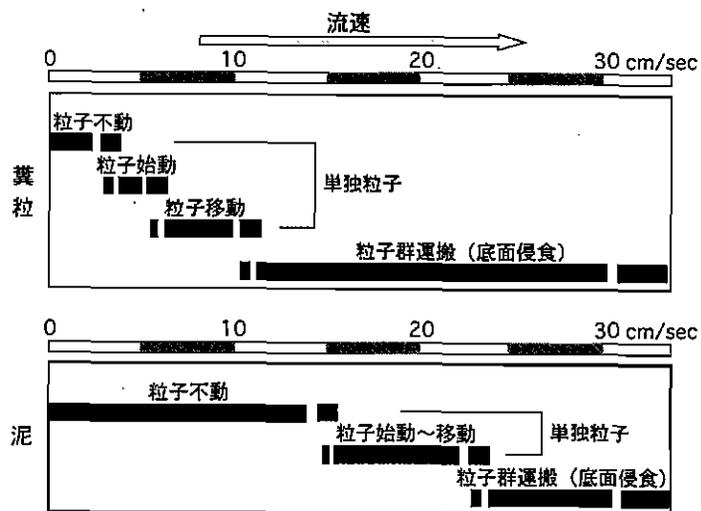


図1 水槽実験結果

問題 A4 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

炭素は、地球の歴史の主演のひとつである。現在、地球表層部の炭素のほとんどは、地殻の堆積岩中に貯蔵されている。海洋-大気炭素リザーバー(貯蔵庫)から炭素は [ア] および [イ] として堆積岩の炭素リザーバーへ移動する。地殻中の炭素総量は、現在の大気に含まれている炭素の約 10^5 倍ある。さらに、地球の材料物質に近いと考えられる炭素質コンドライト隕石中の炭素存在度から判断すると、マントルの炭素リザーバーには、地殻に比べて数倍から数十倍程度の炭素が存在していると推定できる。初期地球の大気中の莫大な CO_2 は、次第に除去され、炭素は地殻に閉じ込められていった。原生代以降において、大陸は何回かの集合・分散の歴史を繰り返してきた。^(a)大陸が分散した時代には、巨大プルームの活動により、海洋地殻の生産が増大し、大気 CO_2 濃度は高くなり、地球は非常に暖かく、“温室地球”になった。^(b)大陸の衝突の時代に入ると、大気 CO_2 濃度は減少して、地球は寒冷化し氷河時代が始り“氷室地球”になった。現在は“氷室地球”であるが、^(c)化石燃料の消費によって、大気 CO_2 濃度の増加による地球温暖化が進行している。下線部(a) (b)については、地殻・マントル圏と大気・海洋圏あるいは生物圏との間での炭素のやりとりが大きな影響を及ぼす。下線部(c)の化石燃料消費後の炭素循環については、[ウ] と [エ] の役割が相対的に増大して、[オ] の役割は小さくなる。

問1 [ア] に適切な化学式を、[イ] に適切な語句を入れよ。

問2 下線部 (a) の時代には、海水準上昇と大陸の水没が起こった。その主要な原因を2つあげ、4行以内で述べよ。

問3 下線部 (a) の時代で、もっとも新しい最温暖期の時代名を紀で記せ。

問4 下線部 (a) (b) と (c) の2つは、注目する時間のオーダーが違う。それぞれどの程度の時間のオーダーでみているのかを2行以内で述べよ。

問5 [ウ] ~ [オ] に適切な語句を下から選び、番号1~3で答えよ。

1. 生物圏
2. 大気・海洋圏
3. 地殻・マントル圏

問題 A5 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

動物界は軟体動物、節足動物などの「門」と呼ばれる基本的な分類群に分けられる。さらに各門は **ア**、**イ**、**ウ**、**エ**、種と順次細分され、全体で分類体系をなしている。多細胞動物は(a)化石記録から原生代末からカンブリア紀初期の比較的短い間に進化して、現在の門に分岐したと考えられている。

図1に示すように顕生代の海生動物の多様性は単調な増加ではなく、むしろ絶滅と放散による断続的な増減を繰り返している。さらに、規模の大きな変動は広範な動物グループの交替を伴っており、(b)進化的動物群(I、II、III)の変遷の原因となっている。

広範な生物の化石記録から生物進化の基本的な性質を明らかにできる。例えば、図2に示すように、動物の科の出現から絶滅までの生存期間と頻度の関係と(c)点線で表す簡単なモデルの比較から科の絶滅に関する性質が議論されている。

問1 **ア**～**エ**に入るように科、綱、属、目を並べよ。

問2 下線部(a)の原生代末とカンブリア紀初期の化石動物群をそれぞれ1つあげよ。

問3 化石記録以外の分類群の分岐時期の推定方法をあげ、3行以内で説明しなさい。

問4 デボン紀末、ペルム紀末、白亜紀末に相当する境界を図1の1～10より選べ。

問5 下線部(b)のうちカンブリア紀型動物群(I)の節足動物と古生代型動物群(II)の軟体動物をそれぞれ1つあげよ。

問6 下線部(c)のモデルの傾きを絶滅率とすると、科の絶滅率についてモデルと化石記録の比較からいえることを3行以内で述べよ。

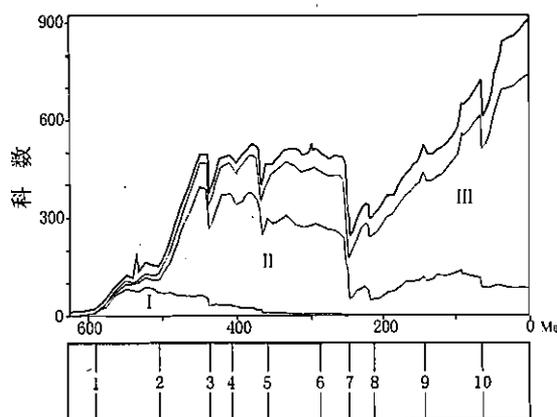


図 1

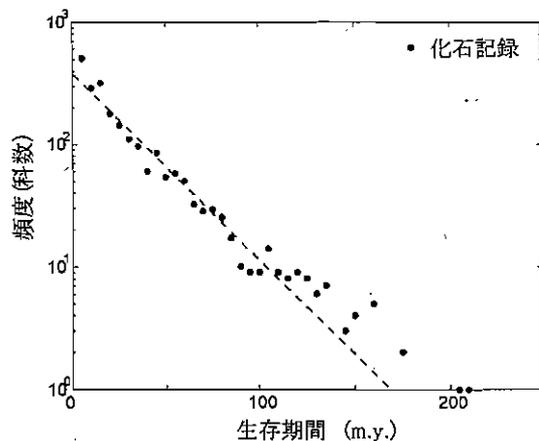


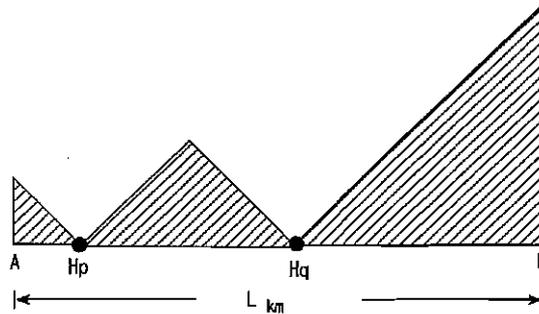
図 2

問題 B1 以下の問 1、問 2 に答えよ。

問1 人口が均等に分布する長さ L km の線分 AB に診療所 2 つ (H_p 、 H_q) を配置することにする。線分 AB のすべての地点は移動の条件は同じである。診療所の規模および提供するサービスは同じである。したがって、線分 AB の住民は最寄りの診療所を選択利用する。下記の (1)、(2) に答えよ。

(1) 下図の三角形の面積は次のいずれの事項を表したものか、下記の選択肢から該当するものを選び、番号で答えよ。

- ① 受診者の数 ② 受診のための住民の総移動距離 ③ 診察収入



(2) 全住民の受診の利便性が最大になるように配置するには、診療所 H_p 、 H_q は、それぞれ線分 AB 上のどの位置に配置されるかを図示せよ。

問2 土地条件、移動の条件などが均質な円形 (半径 100 km) の国を想定する。この国の中心に農産物を取引する唯一の都市 (市場) が存在する。国の土地利用は都市の部分を除いて農地である。この国で生産される農産物はすべて市場に出荷される。この国で営まれる農業経営は下表に示した A、B の 2 種類しかない。農場から都市までの農産物の輸送費は、いずれの農産物の場合も 1 kg、1 km につき 10 円である。下記の (1)、(2) に答えよ。

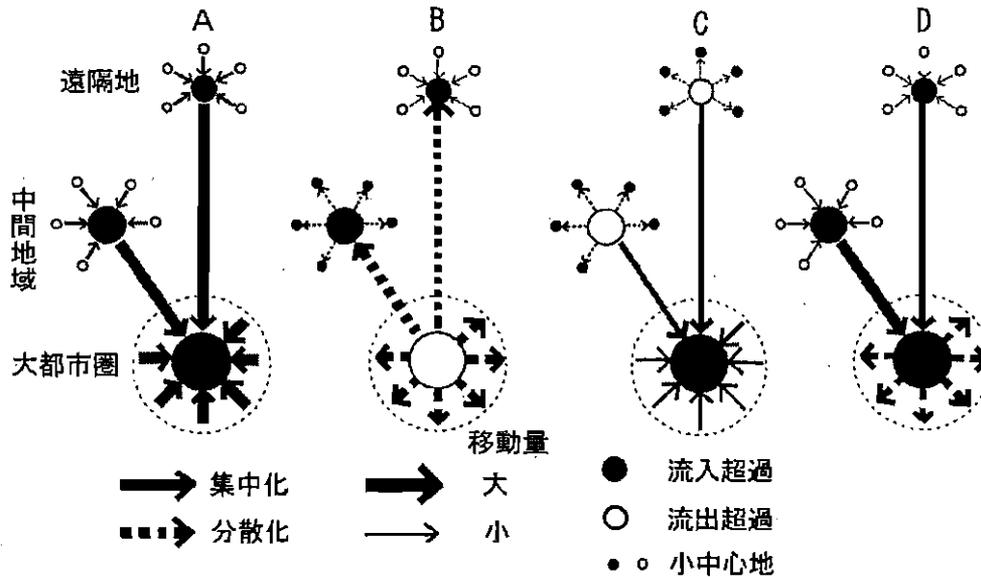
農場面積 1 ha における生産量と生産費

農業のタイプ	A	B
農産物の生産量	7,000 kg	5,000 kg
都市における農産物 1kg あたりの価格	700 円	600 円
生産費	150 万円	10 万円

(1) 都市から 20 km 離れた地点で農業 A を営む農場の生産物 1kg の実質的販売価格を答えよ。

(2) この国の農業経営者は収益を最大化することを基準にして農業経営を選択する場合、そのとき農業 A、B の分布はどのようになるかを図示せよ。

問題 B2 下図は先進国が経験した都市化の段階をモデル化して描いたものである。以下の問 1～問 6 に答えよ。



(森川 (1988), 地理学評論, 第 61 巻, 691 頁にもとづき一部改変)

問 1 A は最も早い段階の都市化のパターンを示している。B、C、D は都市化の段階の順序を入れ替えて配列している。B、C、D を正しい順番に並び替えると、どのような順番になるかを答えよ。

問 2 A において人口減少を示す小中心地の人口移動の特徴を答えよ。

問 3 B に描かれた大都市から地方への人口流出の要因を答えよ。

問 4 C の段階で大都市の周辺地域から中心部への人口集中が現れている。
この段階の都心部およびその周辺でみられる現象 2 点を挙げよ。

問 5 D に描かれた大都市から周辺地域への人口分散化現象を指して一般に何と呼ぶかを答えよ。また、分散化する人口の特徴を答えよ。

問 6 C の遠隔地の中心地で人口減少がみられる。その理由としてどのようなことが考えられるかを、グローバリゼーションの用語を用いて 2 行程度で答えよ。

問題 B3 水害と河川に関する以下の問 1～問 3 に答えよ。

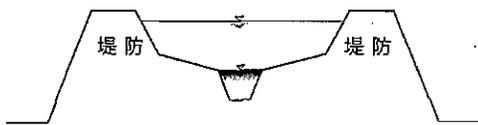


図1 河川の横断面図

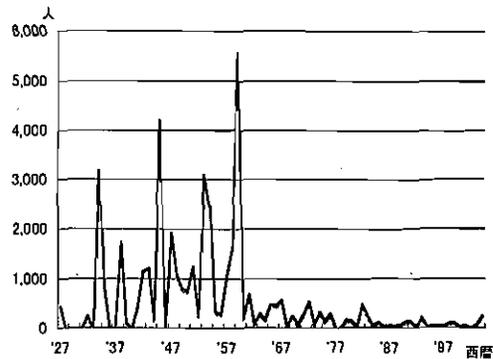


図2 水害被害者(死者・行方不明者)の推移
(理科年表平成 18 年版による。西暦は下2桁を表示)

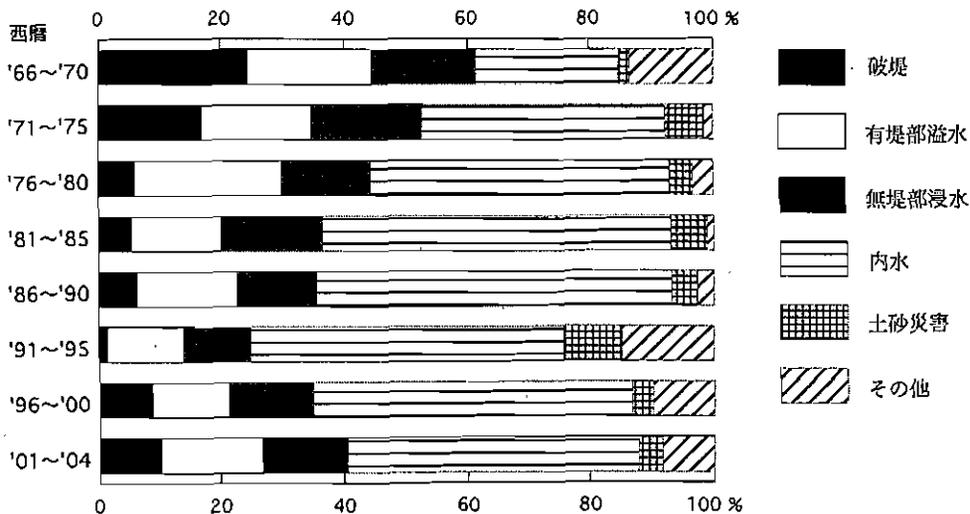


図3 水害被害額の原因別割合の推移

(資料は水害統計の各年度版より作成。被害額には一般資産と農作物被害および営業停止損失額を含む。西暦は下2桁を表示)

問 1 図1のように、堤内地に比べ堤外地が高い河川を何と呼ぶか答えよ。また、このような河川のできかたについて2行程度で述べよ。

問 2 図2をみると、1960年頃を境として水害被害者が激減していることがわかる。その理由について3行程度で述べよ。

問 3 図3をみると、1966年から1995年までは、破堤、有堤部溢水および無堤部浸水の割合が減少しているのに対して、内水の割合は逆に増加していることがわかる。その理由について、『農地転用』および『治山事業』の用語を用いて6行程度で説明せよ。

問題 B4 活断層に関する以下の問 1～問 3 に答えよ。

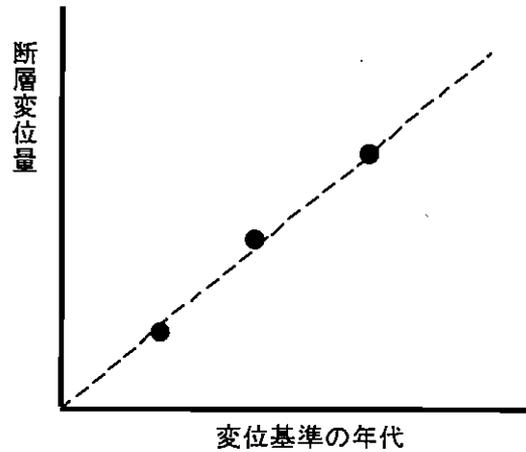


図 1

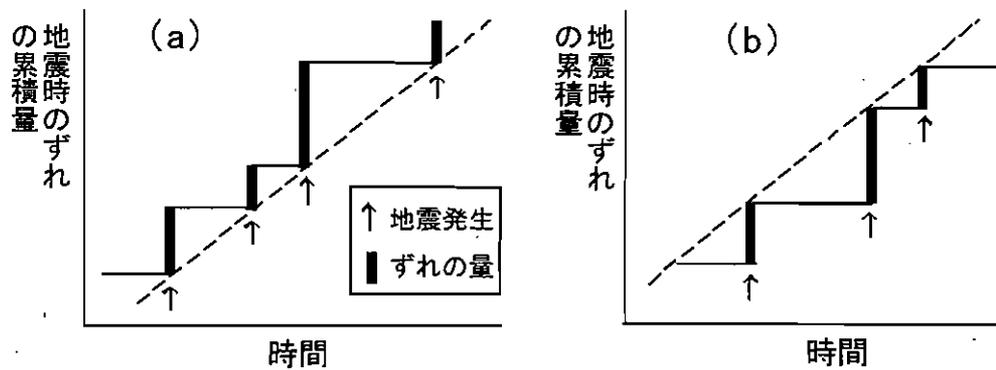


図 2

- 問 1 図 1 中の●は、ある活断層に沿って測定した、断層変位量と変位基準の年代を示している。破線は、この活断層の何をあらわしているか答えよ。
- 問 2 活断層の変位基準としては、どのような地形があるか、それらの地形が示すおおよその年代幅を含めて 3 つ答えよ。
- 問 3 図 2 は、地震発生の時間とその時のずれが累積する様子をモデル的に示したものである。(a)と(b)では、それぞれ何がわかるか、その違いを含めて 5 行程度で説明せよ。

問題 B5 地理情報システム(GIS)を用いた研究課題を自由に
設定し、それに関する以下の問 1～問 4 に答えよ。

問1 設定した研究課題を「～に関する研究」と簡潔に表現し、その研究の達成目標を 3 行程度で述べよ。

問2 その研究で用いる主なデータ2つとりあげ、それぞれの名称またはデータソース(自作の場合は作成手順)と、それぞれのデータの特徴を、3 行程度で簡潔に答えよ。

問3 以下の語群から 2 つの語句を選び、それらを用いながら、設定した研究課題の作業・分析手順を 8 行程度で説明せよ。

〔語群〕

空間検索

空間補間

バッファ

傾向面

DEM

ネットワーク

ピクセル分類

問4 設定した研究課題に取り組むうえで、GIS にどのような短所があるのか、2 行程度で説明せよ。

問題 C1 次の問 1、問 2 に答えよ。

問1 結晶構造は空間格子(space lattice)と単位構造(basisあるいは lattice complexと呼ぶ)によって記述できる。空間格子は点の平行移動の集合で、点が空間的にどのように繰り返すかを記述する。単位構造は原子の集団である。結晶構造は、空間格子の各点に単位構造を置くことによってつくられる。このとき、単位構造の対称は空間格子の対称と同じかそれより低くなければならない。

- (1) 下線部の理由を6行以内で説明せよ。
- (2) 空間格子の対称より高い対称をもつ単位構造を、それより低い対称をもつ格子点に置いた場合どのようなことが起こると考えられるか、6行以内で述べよ。

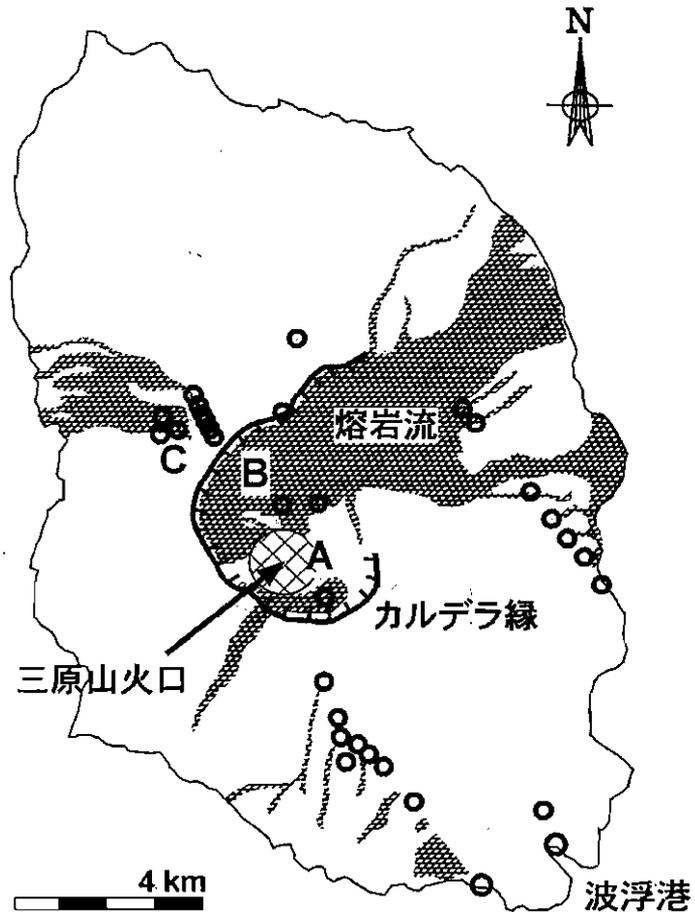
問2 物体を内部をも含めて図形とみなし、それ自身を変形させない運動をこの物体に作用させる場合、運動の前後において図形としての物体が互いに一致するなら、この運動を対称操作といい、この物体は対称をもつという。例えば、 n 回回転させるともとの図形に一致するなら、 n 回回転対称があるといい、 n 回回転軸を対称要素という。

空間格子の対称要素となる回転軸には、 n が 1, 2, 3, 4, 6 の5種類しかない。その理由を6行以内で説明せよ。数式や図を用いても良い。

問題 C2 次の問 1、問 2 に答えよ。

問1 下の図は伊豆大島火山で、カルデラ形成期以降の、火山活動分布の概要を表している。小さな○印は、噴石丘やマールなど、山腹噴火によって形成された小火山体の位置を示す。図と説明文を参照しながら、下記の(1)～(3)の問いに答えなさい。

大島火山は数十万年前に形成された古い火山体を覆って約4万年前から成長を開始した、主として玄武岩質の活火山である。山頂には5世紀及び7世紀の2度にわたる爆発的噴火によって生成した大きなカルデラがある。このカルデラ形成後も10回以上の大噴火があったが、主要な活動は中央の三原山においておきている。最も新しい1986年の噴火では、まず高い位置(約670m)にある三原山火口において溶岩の流出と同時にストロンボリ式噴火がおきた。ついで有史以来初めてカルデラ底にて噴火したが、割目噴火が特徴的であった。そして最終的にはカルデラを離れ、相対的に低高度の山腹で噴火した。



- (1) 下線を引いた3つの用語について、各3行以内で説明しなさい。
- (2) 大島では、山腹噴火による小火山体は NNW 走向で線状に配列する。何故、大島では NNW 走向の配列が卓越するのか、日本列島における大島の位置を思い浮かべながら、主としてプレート運動と応力場の観点にもとづき数行程度で説明しなさい。
- (3) 1986年噴火では、最も高度の高い三原山火口(A)で噴火がおきた後、次に地点B、そして最も低い地点Cへと噴火位置が移動した。このように噴火地点高度が低位置に移動した原因について、数行程度で説明しなさい。

問2 大島火山とは対照的に、その近くに位置する新島火山は流紋岩質マグマの活動が特徴的である。両島の代表的なマグマの化学分析を行い、 SiO_2 などの網目形成酸化物(NWF)、 Al_2O_3 などの中間酸化物(IM)、そして Na_2O などの網目修飾酸化物(NWM)のモル比を求めた。大島では $\text{NWF:IM:NWM} = 0.5:0.12:0.38$ 、新島では $\text{NWF:IM:NWM} = 0.76:0.12:0.12$ であった。このとき、大島のマグマは流動性に富み、新島のマグマは流動性に乏しいことの原因を、主としてマグマの構造の観点にもとづき8行以内で説明しなさい。ただし‘マグマ温度’、‘網目構造’と‘自由体積’の用語を必ず1度は使用すること。

問題 C3 次の文章を読み、下の問 1～問 6 に答えよ。

生命の起源に関する化学進化の研究においては、しばしば鉱物の役割が議論される。ドイツの科学者ヴェヒターズホイザーは (a)磁硫鉄鉱が黄鉄鉱になる時のエネルギーを使って二酸化炭素や一酸化炭素が有機酸になることを提唱した。この考えが発展し最古の生命の生態系が (b)初期地球の (c)海底熱水系で営まれたとする説が提唱されてきている。この他にも (d)粘土鉱物表面にアミノ酸や核酸を吸着させて重合させ、初期地球における化学進化を促進させたとする説もイギリスの研究者を中心に提唱されてきている。生命誕生後、初期海洋環境で生息していた微生物は、同時に形成される堆積岩中で有機炭素として残される場合がある。堆積岩中有機炭素の保存状態が良い場合は (e)ビチュメンとケロジェンとして残される。変成作用が著しい堆積岩ではビチュメンとケロジェンの代わりに石墨がしばしばみられることがある。古い岩石から抽出されたケロジェンや石墨の (f)炭素安定同位体比をもとに、どのような微生物が生息していたか、しばしば議論されている。

問 1 下線部(a)の中の磁硫鉄鉱と黄鉄鉱の英語名(英語表記)と化学式を書け。

問 2 下線部(b)で地球誕生から 40 億年頃前までの時代を冥王代と一般に呼ぶが、その後の 25 億年前までの地質時代を何と呼ぶか、その日本語名称を答えよ。

問 3 下線部(c)の海底熱水系の特徴とそこでの生物活動の様子を、以下の語句を全て用いて 12 行以内で説明せよ。

チューブワーム 海水 ブラックスモーカー 中央海嶺 独立栄養

問 4 下線部(d)の粘土鉱物の特徴を以下の語句を全て用いて 5 行以内で説明せよ。

変質、8面体、カオリナイト、層状構造、Mg

問 5 下線部(e)のケロジェンとビチュメンは、化学分析の際にどのように区別されるか。その区別する方法を2行以内で書け。

問 6 下線部(f)に関して、一般的に用いられる炭素安定同位体比(二つの同位体の比率)は何か答えよ。また生物自身は、そのうちの一方の同位体を選択的に自らの体に濃集させる傾向(生物による動的同位体分別効果)がある。どちらの同位体か答えよ。

問題 C4 次の問 1、問 2 に答えよ。

問1 下の図 1、図 2 は、地球内部における剛性率と、他の4つの物理量が深さ方向にどのように変化するかを示している。なお、縦軸は線形スケールである。

(1) 図のア、イ、ウ、エは、それぞれ地球内部のどのような物理量を示しているか。次の語の中から適当なものを選べ。

温度 縦波速度 粘性率 横波速度 圧力 密度

(2) 図1の破線 a と b は何と呼ばれているか。そこではどのような変化が生じているのか、その原因を2行以内で説明せよ。また、図1の a と b の間の領域は何と呼ばれているか。

(3) 図1の破線 c では物性が不連続に変化する。この不連続は何と呼ばれているか。また、この不連続の原因を2行以内で説明せよ。

(4) 図1のdの領域は何と呼ばれているか。ここでは、どのような物質がどのような状態で存在し、またこの領域は地球の進化とともにどのように変化するか、2行以内で説明せよ。

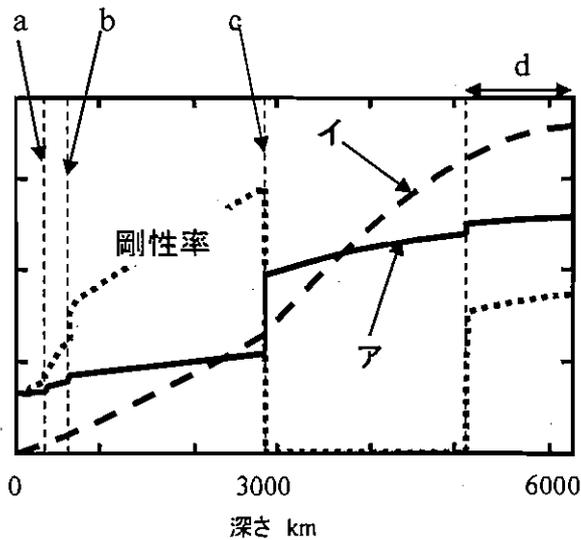


図 1

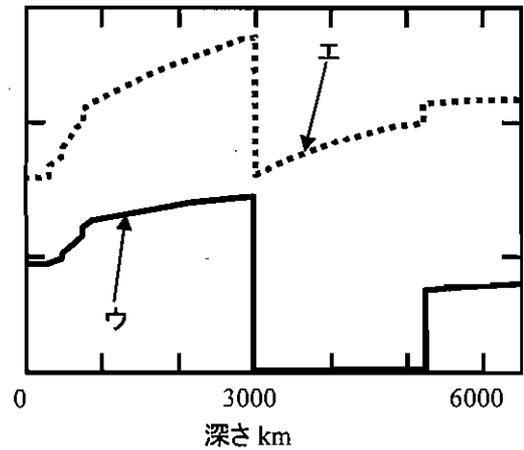


図 2

問2 図3は Mg_2SiO_4 - Fe_2SiO_4 系の相平衡図である。実線は低温、点線は高温の相平衡図を示す。ただし、Olはカンラン石、Wadはウォズレアイト、Rwはリングウッドイト、Mwはマグネシオウスタイト、Stはスティショバイトである。

- (1) 実線で示す低温の相図において領域A~Dに存在する相を記せ。
- (2) 相境界の勾配は $dT/dP = \Delta V / \Delta S$ で表される。この式をなんと言うか。また、カンラン石 (Ol) からDに至る各々の相転移に伴って、体積、エントロピーはそれぞれどのように変化するか。相平衡図を読んで5行以内で説明せよ。なお、 T は温度、 P は圧力、 V は体積、 S はエントロピーである。

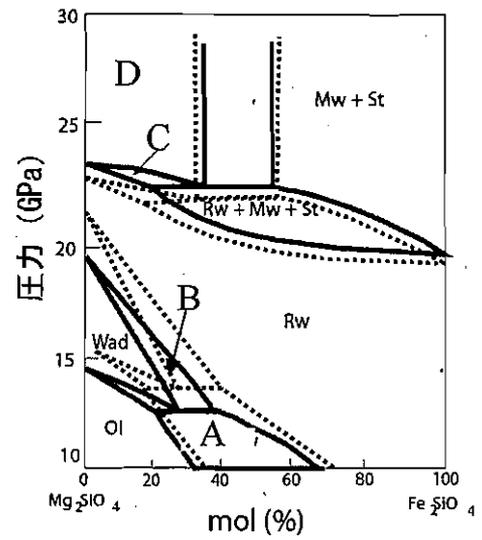


図3

問題 C5 次の問 1～問 3 に答えよ。

問1 次の文章の ～ に入る最も適切な語句や数字を、それぞれの文章の下のア～オの中から選び記号で答えよ。

(1) 石英の化学式は SiO_2 であり、密度は 2.65 g/cm^3 である。一方、 の化学式は、 $(\text{Mg,Fe}) \text{SiO}_3$ であり、その密度は $3.2 \sim 3.9 \text{ g/cm}^3$ である。なお密度は、常温常圧における値である。

ア. 斜長石 イ. 黒雲母 ウ. ざくろ石 エ. 斜方輝石 オ. 角閃石

(2) カリ長石の化学式 KAISi_xO_8 において、X に当てはまる正しい数は である。

ア. 1 イ. 2 ウ. 3 エ. 4 オ. 5

(3) Rb^+ のイオン半径は、 1.47 \AA であり、 O^{2-} に対するその比率は 1.05、予想される配位数は である。一方、 V^{3+} のイオン半径は 0.74 \AA で、酸素に対するその比率は 0.53、予想される配位数は 6 である。

ア. 4 イ. 6 ウ. 8 エ. 10 オ. 12

(4) CIPW ノルム計算において、石英が算出される岩石においては、 が算出されることはない。

ア. 曹長石 イ. 灰長石 ウ. コランダム エ. 斜方輝石 オ. カンラン石

問2 化学式が、 $\text{Ca}_2\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{16}$ で表される鉱物がある。この鉱物において、酸素(O)を 16 個のままとして、Caの部分全てをNaに置き換えて、 $\text{Na}_2\text{Al}_x\text{Si}_y\text{O}_{16}$ という鉱物を合成してみたい。この場合、電荷バランスの観点から可能性のある X と Y の組み合わせを全て挙げよ。

問3 ある鉱物の屈折率が、 $\alpha = 1.42$ 、 $\beta = 1.75$ 、 $\gamma = 1.80$ であった。この鉱物の屈折率曲面を描き、その図をもとに、この鉱物の光学性を判定せよ。

問題 C6 下の図1に Al_2SiO_5 の化学組成をもつ3つの鉱物の相図を示す。
以下の問1～問3に答えよ。

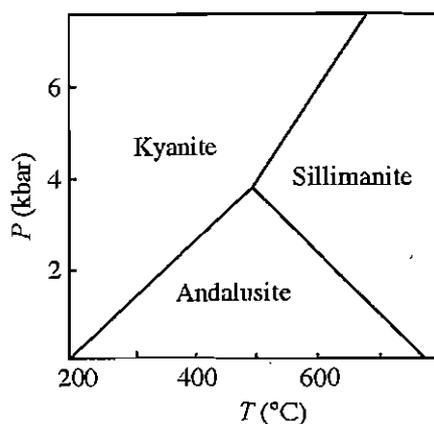


図1

問1 岩石中の鉱物組み合わせには一定の規則があり、ある温度・圧力下では、岩石の化学組成が決まれば、鉱物組み合わせも決まる。このことは相律で記述される。独立成分の数 (C) と出現する鉱物の数 (M)、そして、自由度 (F) との間にはどのような関係があるか示せ。また、この時の自由度 (F) とはどのようなことを意味するのか。図1を用いて7行以内で述べよ。

問2 図1の3つの鉱物のように、同じ化学組成で、異なる結晶構造をもつ鉱物の関係を何と呼ぶか。また、次の化学組成から2つを選び、それぞれの化学組成についてこの関係をもつ鉱物名を2つ記すとともに、産出環境の違いについて各々1行程度で述べよ。



問3 図1の3つの鉱物を区別するにはどのような方法があるか。その原理と手順も合わせて5行以内で述べよ。