

平成 31 年度(2019 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 分野(地圏進化学・自然史科学・環境動態論・自然災害学)
- B 分野(環境地理学・環境動態論・自然災害学)
- C 分野(地球惑星物質科学・岩石地質学・自然史科学・比較固体惑星学)

平成 30 年 8 月 6 日 13:00～14:30 実施

注意事項

1. 机の上には受験票、筆記用具、時計以外は置かないこと。
2. 携帯電話や音の出る機器などは、電源を切ってかばんの中に入れること。
3. 合図があるまで問題冊子を開かないこと。
4. 試験時間は 13:00 から 14:30 までである。
5. 問題は A 分野 2 問(問題 A1、A2)、B 分野 2 問(問題 B1、B2)、C 分野 3 問(問題 C1～C3)の計 7 問が出題される。このうちから 2 問を選択して解答すること。選択にあたっては、志望分野から少なくとも 1 問を選択し、残り 1 問は志望分野を含むいずれの問題群から選択しても構わない。
6. 解答はすべて解答用紙に記入すること。解答は大問 1 題ごとに 1 枚の解答用紙を使うこと。オモテ面に書ききれないときはウラ面も使うこと。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記号番号を記入すること。
7. 試験終了後、受験生には入学後の抱負などについて 20 分間の作文を課す。なお、これらの作文の際には、参照物などの持ち込みはできない。C 分野を志望する受験生には、志望研究室の調査を行う。



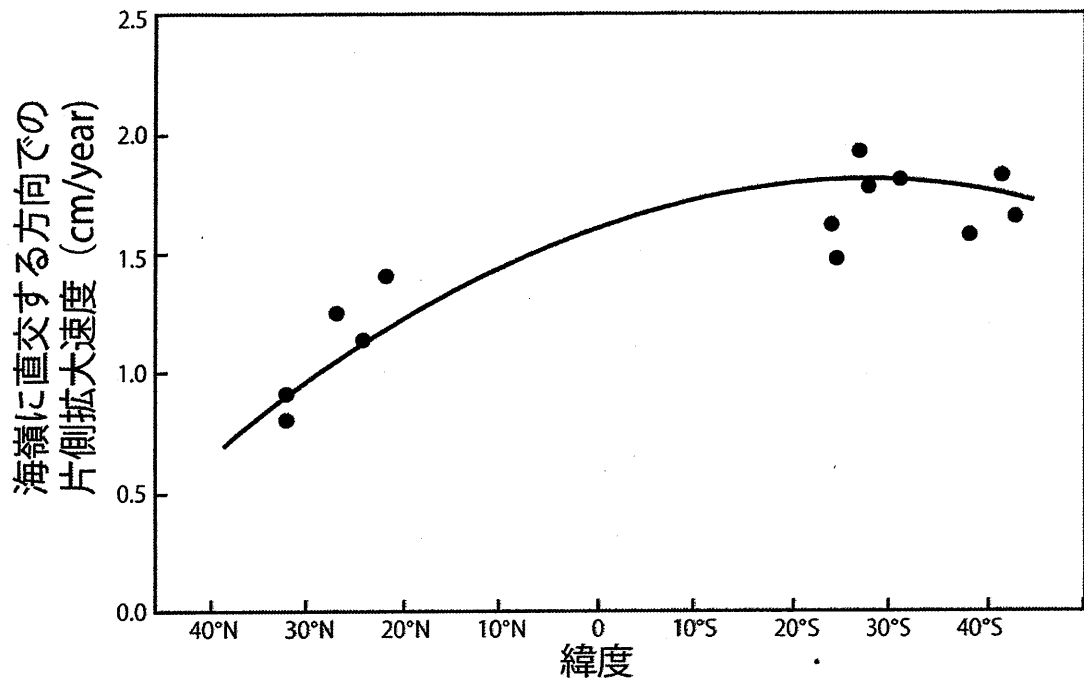
問題A1 次の文章を読み、以下の問1～問5に答えよ。

地球表面のプレート運動は、球面上での剛体回転とみなすことができる。これをオイラーの定理と呼ぶ。オイラーの定理では、(a) 回転極 (オイラー極) と を記述することで、プレート運動を説明することができる。オイラー極と地表面との交点を新たな極 (地軸) とみなすと、プレート運動は、どこでも緯線に なベクトルとして表現される。得られたプレート運動から (b) プレートの移動速度 を推定することが可能である。このようなプレートの移動には、(c) 絶対運動と相対運動 の2種類の捉え方がある。一方、(d) 地球物理学的観測の進展により、プレートが剛体ではないことが明らかになりつつある。これはプレートが完全な剛体ではなく、有限の強度を持つことを示している。

問1 と に入る適切な語句を下記の選択肢から選べ。

リソスフェア アセノスフェア 平行 垂直
赤道 子午線 収束速度 角速度

問2 下線部 (a) に関して、図1はある地域の海洋底の拡大速度の緯度分布 (●) とそれを基に推定された拡大速度 (実線) である。この図をもとに、オイラー極の緯度を求めよ。またそのように考えられる理由を3行以内で示せ。



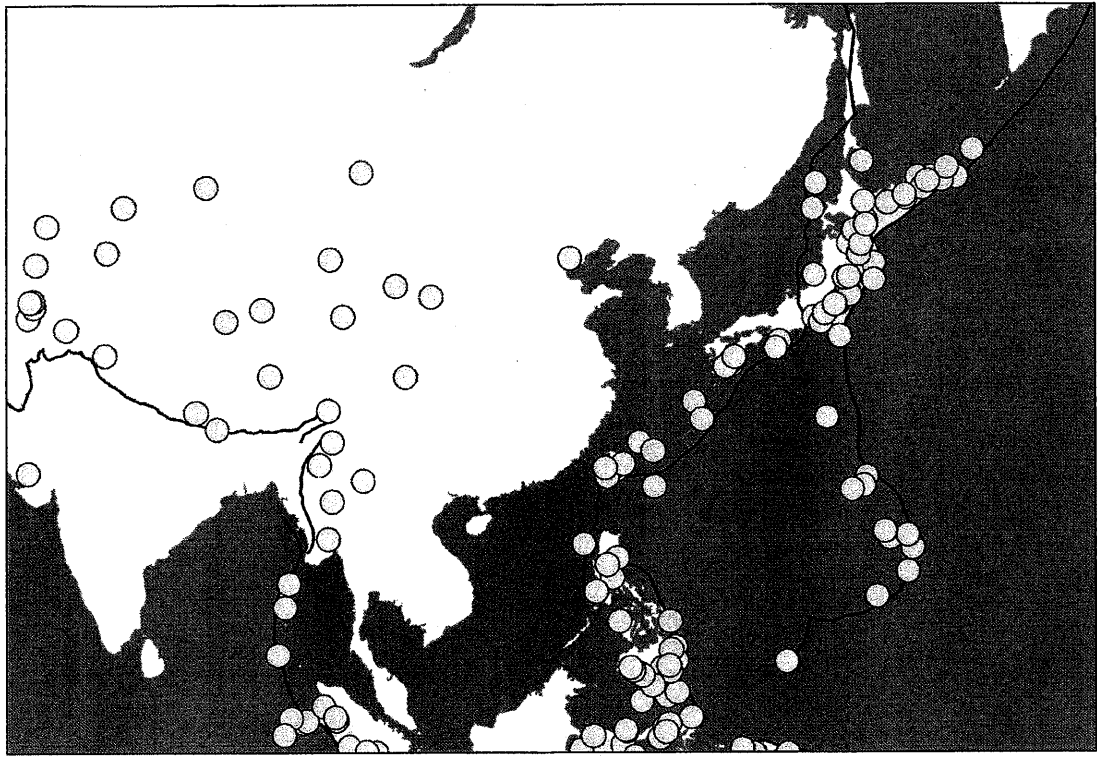
(Morgan, 1968 を改変)

図 1

問 3 下線部 (b) に関して、あるプレートは、約 4000 万年間に緯度にして 42 度分移動したとする。その移動速度は平均何 cm/年になるか、有効数字 2 桁で示すこと。ただし地球は完全な球体であり、その半径を 6000 km、円周率を 3 として、計算の過程も示すこと。

問 4 下線部 (c) に関して、プレートの相対運動速度と絶対運動速度とは基準とした座標系が異なるが、両者の違いを 2 行以内で説明せよ。

問 5 下線部 (d) について考える。図 2 は 1900~2018 年までに発生したユーラシア東縁でのマグニチュード 7.5 以上の地震 (○) とプレート境界の位置 (黒線) を示す。この図から、プレートが完全な剛体ではない理由を 3 行以内で説明せよ。また説明の中では、具体的な地名をあげよ。



(USGS 地震カタログより作成)

図 2

余白

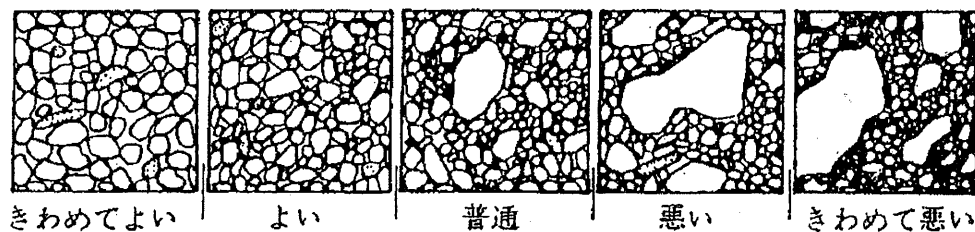
問題A2 次の文章を読み、以下の問1、問2に答えよ。

問1 堆積物や堆積岩の研究において、粒子の大きさや形状、そろい具合等の情報は重要であり、様々な指標が用いられる。これについて次の(1)～(4)に答えよ。

(1) 同一の密度を持つ非球形の砂粒子からなる試料を、篩(ふるい)分け法と沈降管を用いた沈降法により粒度分析を行った。しかし、これらの手法で測定した粒度分析結果は、単純に比較することはできない。その理由を、測定原理および粒度の定義の違いを含め、5行程度で述べよ。

(2) 粒度分布を表現する際、平均粒径、中央粒径、モード径が代表粒径としてよく用いられる。これら3つの違いを、4行程度で述べよ。

(3) 図は、粒子の大きさのそろい具合の程度を示したものである。この指標を何と呼ぶか示せ。



(公文・立石(編)、1998を一部改変)

図

(4) 図のうち、粒子の大きさのそろい具合が“きわめてよい”、“普通”、“きわめて悪い”の3つの場合それぞれについて、特徴がわかるよう粒度分布曲線(横軸に粒径、縦軸に頻度をとる)を描け。3つの場合についての粒度分布曲線は、解答用紙に同じ図上に重ねて描くこと。ただし、3つの粒度分布は同一かつ単一のモード径を持つ正規分布を仮定する。粒径と頻度の値は与えられていないので、相対的な比較図でよい。

問2 白亜紀／古第三紀境界では、巨大天体衝突により大量絶滅が起きたと考えられている。この説を提唱した物理学者である Alvarez らは、境界粘土層中のイリジウム異常濃集を巨大天体由来と最終的に結論付けた。しかし、当初はそのような考えはなく、境界粘土層も平常時の堆積物とみなし、イリジウムを用いて堆積速度を測定しようと考えていた。巨大天体衝突を考えない場合、イリジウムは何に由来すると考えられるのか。また、どのような仮定のもとイリジウムを海底堆積物の堆積速度推定に用いることができると考えられるのか。5行程度で説明せよ。

問題 B1 以下の問1～問5に答えよ。

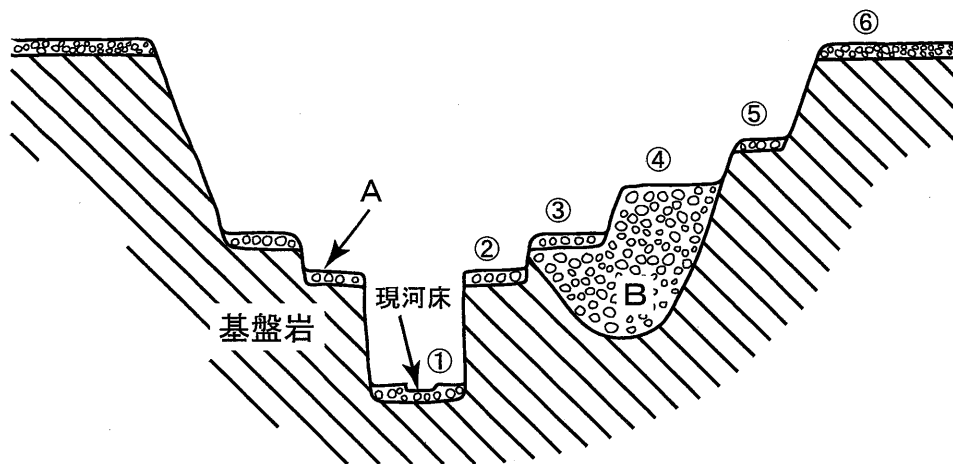
問1 図中の河成段丘②、③、④の段丘堆積物と形成過程に着目するとそれぞれ異なる地形用語で表される。それぞれの名称を英語で記せ。

問2 図中の礫層Aをどのように称するか記せ。また礫層の特徴と礫の段丘形成に及ぼす働きを3行程度で説明せよ。

問3 河成段丘④について、厚い礫層Bになる理由を4行程度で説明せよ。

問4 現河床の位置が、厚い礫層Bの位置ではなく岩盤を下刻するようになった現象をどのように称するか記せ。また、このような現象を起こす要因を2行程度で説明せよ。

問5 図中の河川谷底の上下方向の変化曲線を、横軸に時間軸(左が古く、右が新しい)、縦軸に相対的高度を取り、図示せよ。その際、描いた変化曲線上に①～⑥の各地形面の形成時期を書き入れよ。



図

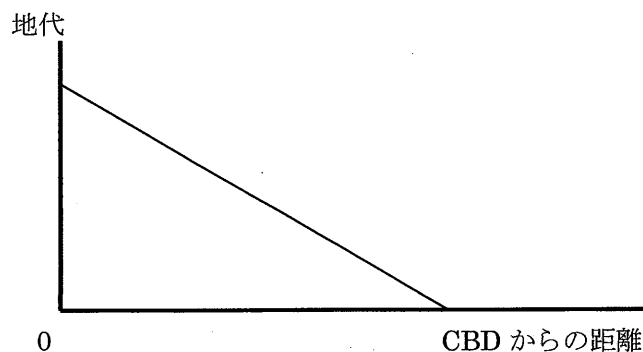
余白

問題 B2 以下の問1、問2に答えよ。

問1 次の(1)、(2)の地理情報科学に関する用語について、それぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) バッファー
- (2) オーバーレイ

問2 図は、付値地代理論によって導かれる、都市内部の宅地の付値地代である。この理論にもとづき、次の(1)～(3)に答えよ。なお、付値地代とは、世帯が一定期間土地を占有する対価として支払う意思のある金額である。



図

- (1) この理論において、CBDからの距離の増大によって地代が直線的に低下するのはなぜか。この理論の仮定を2行程度で説明せよ。さらに、地代が直線的に低下する理由を2行程度で述べよ。
- (2) この理論において、都市の空間的規模が拡大するのは、付値地代の(ア)切片が大きくなる場合と、(イ)傾きが緩やかになる場合である。付値地代が(ア)、(イ)のように変化するのほどのような場合か、それぞれについて1行程度で述べよ。
- (3) CBDから郊外に鉄道がのび、図の横軸はこの沿線地域を示しているとする。この沿線地域に鉄道と自家用車を利用して通勤する人がいるとする。解答用紙に図を書き写し、その図に鉄道利用者と車利用者の付値地代を示し、5行程度で説明せよ。ただし、両者の所得は同一とする。

余白

問題 C1 次の文章を読み、以下の問1～問5に答えよ。

化学組成式 Mg_2SiO_4 で表される鉱物は、(a) 地表付近の **ア** から、温度圧力の変化に伴って、**イ** を経て、**ウ** へと化学組成を変えずに構造相転移し、地下 660 km 付近で **エ** と **オ** の 2 つの相に分解することが高温高压相平衡実験により示されている。これらの相変化により、実際に観測されているマントル中の地震波不連続面の存在を説明することができる。

図に鉱物 **ア** と鉱物 **ウ** および鉱物 **エ** の結晶構造図を示す。鉱物 **ア** と鉱物 **ウ** のどちらの構造中でも、Mg は **カ** 配位、Si は **キ** 配位であり、(b) 構造相転移に伴って配位数の変化が生じないという特徴を持つ。一方、分解後の鉱物 **エ** の構造は、Tschauner et al. (2014)によれば、直方(斜方)晶系、空間群 *Pnma* の対称性を示し、構造中で Si は **ク** 配位席、Mg は **ケ** 配位席を占有する。

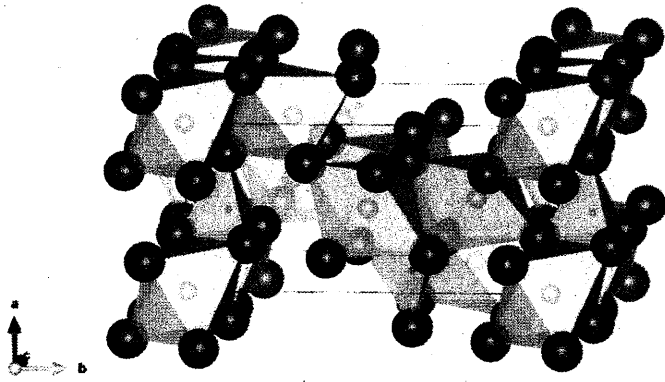
問1 **ア**～**オ**に入る適切な鉱物名(英名)を、**カ**～**ケ**に入る適切な数字を答えよ。

問2 下線部(a)のように、化学組成が同じでありながら、温度圧力条件等の違いにより結晶構造が異なる鉱物の関係は何と呼ばれるか、答えよ。

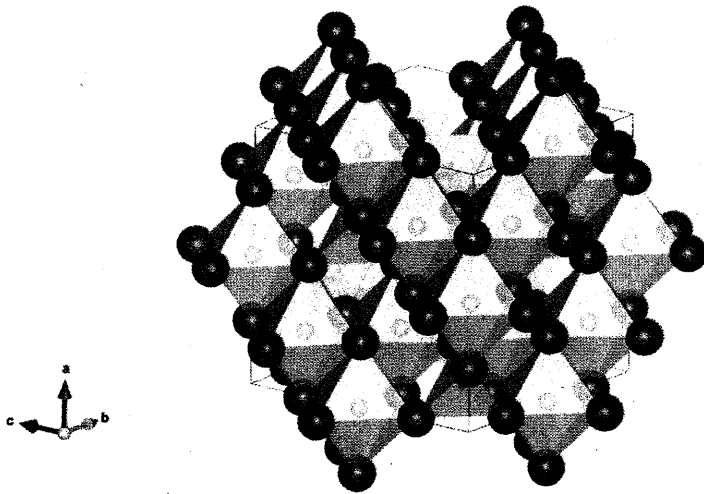
問3 鉱物 **ア** と鉱物 **ウ** のどちらの鉱物も酸素の最密充填を基本構造として考えることができる。それぞれの鉱物の充填構造のタイプは何か、答えよ。

問4 鉱物 **ア** と鉱物 **ウ** の密度 ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) を小数第2位まで計算せよ。ただし、鉱物 **ア** と鉱物 **ウ** の単位胞体積 (V) をそれぞれ 289.5 \AA^3 、 524.3 \AA^3 とし、 Mg_2SiO_4 の分子量を $139 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 、アボガドロ定数を $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ とする。計算過程も示すこと。

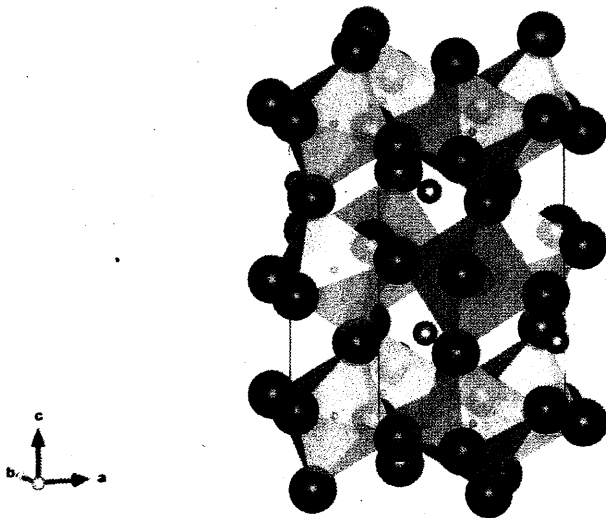
問5 下線部(b)のような構造相転移の特徴があるにもかかわらず、鉱物 **ア** と鉱物 **ウ** の密度には問4のような差が生じている。その理由として考慮すべき両者の構造上の違いは何か、3行程度で述べよ。



鉱物 ア



鉱物 ウ



鉱物 エ

☒

問題 C2 以下の問1、問2に答えよ。

問1 地球の上部マントルでカンラン岩が溶融してマグマが生成する際、温度、圧力、揮発性成分濃度が、それぞれどのように変わると、生成するマグマの化学組成がどのように変わるか。例を挙げながらそれぞれ3行程度で説明せよ。必要があれば図を用いても良い。

問2 (a) カンラン石、(b) 灰長石、(c) 磁鉄鉱 がそれぞれ玄武岩質マグマから分別すると、マグマ中の濃度が低下する元素を (a)、(b)、(c) の鉱物ごとに下記の元素群の中から漏れなく選べ。

元素群 Mg, Si, P, Ca, Ti, V, Fe, Ni, Rb, Sr, Zr

余白

問題 C3 次の文章を読み、以下の問1～問4に答えよ。

地球の原型は (a) 炭素質コンドライトなどの隕石や小天体が集積合体し 46 億年前に形成したと考えられている。その後、巨大な天体が地球に衝突し、月が形成したと考えられ、この事象は と呼ばれている。月の形成後に地球表層が冷え、海洋が安定に存在するようになった後、生命の前駆物質となる有機分子が形成され、のちに複数の化学反応を経て、最初の生命が誕生したと考えられている。このような初期生命誕生のプロセスを という。 が進んだ場として (b) 海底熱水噴出孔近傍や干潟などのモデルが挙げられている。初期地球における生命の痕跡は (c) 約 37 億年前の堆積岩が産出するグリーンランドのイヌアなどの地域から複数報告されている。

問1 と に入る適切な語を答えよ。

問2 下線部 (a) の炭素質コンドライトにはコンドリュールという物質が含まれていることがある。コンドリュールの特徴と現在考えられている主要な形成過程について5行程度で説明せよ。

問3 下線部 (b) に関して、以下の小問 (1)、(2) に答えよ。

(1) 現在のブラックスモーカーを伴う活動で形成される代表的な鉱物名を一つ挙げよ。

(2) 現在のブラックスモーカーを伴う海底熱水噴出孔付近に生息する微生物の代謝の特徴について2行程度で説明せよ。

問4 下線部 (c) に関して、ある岩石の形成年代を求めるにあたり、ルビジウム (Rb) とストロンチウム (Sr) の放射性同位元素の存在比を利用する方法がある。以下の小問 (1)、(2) に答えよ。

(1) 親核種 ^{87}Rb はベータ壊変し、娘核種 ^{87}Sr になる。壊変しない安定同位体 ^{86}Sr によって規格化するとき、 ^{87}Rb の ^{87}Sr への放射壊変を表す関係式を次の項目と必要な数字を用いて完成させよ。

$$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_t = (^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0 + (^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr})_0 (\lambda t) e^{-\lambda t}$$

ただし、 $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ は初生値、 λ は ^{87}Rb の壊変定数、 t は年代、 e は自然対数の底を表すものとする。

(2) 小問(1)の関係式を用いた岩石の年代測定法の一つにアイソクロン法がある。ある地域から採取した複数個の岩石の全岩試料を用いてアイソクロンを求めたものを「全岩アイソクロン」といい、これに対して1つの岩石において複数種の鉱物から求めたアイソクロンを「鉱物アイソクロン」と呼ぶ。これら2種類のアイソクロンの違いを3行程度で説明せよ。





