

平成 28 年度(2016 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 27 年 8 月 3 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 問は志望分野を含まない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。表面に書ききれないときは裏面も使うこと。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4に答えよ。

東西方向に一直線上に、西から東へ順番に A, B, C, D, E, F の 6 地点がある。各地点とも同一標高にあり、各地点間の距離は AB 間が 80 m、BC 間が 50 m、CD 間が 30 m、DE 間が 30 m、EF 間が 40 m である。AB 間には石灰岩、BC 間と DE 間には同じ層準の砂岩、CD 間と EF 間にも同じ層準の泥岩が露出していて、すべての地層の走向は NS、傾斜は 30°E である。また、D 地点では走向が NS で、傾斜が 60°W の断層 G が観察される。すべての地層と断層面の走向傾斜と層厚は地下でも同じとする。断層の両側で同じ地層の層厚は変わらないものとする。さらに、断層 G は地層の傾斜後に形成されたものとして、次の問 1～問 4 に答えよ。 $\sqrt{3}$ は 1.73 とする。

問 1 B 地点で垂直にボーリングをすると、何 m で断層に達するか、数値を有効数字 3 桁で答えよ。計算過程も示すこと。

問 2 砂岩の層厚は何 m か、数値を有効数字 2 桁で答えよ。B 点は砂岩の最下面であるとする。計算過程も示すこと。

問 3 断層 G による上述した砂岩の食い違い量は何 m か、数値を有効数字 2 桁で答えよ。横ずれ成分はないものとする。計算過程も示すこと。

問 4 A 地点より西に 80 m の地点で、走向が NS で傾斜が 60°E の断層 H がみつかった。これら 2 つの断層 G と H は共役な関係であるとする。断層が形成された当時の応力場の方向を推定する方法を、最大主応力軸、中間主応力軸、最小主応力軸と断層面の関係を記述して、8 行以内で説明せよ。図を用いて説明しても良い。これら共役な断層に横ずれ成分はなく、圧縮の応力を正とする。

余白

問題 A2 以下の問1、問2に答えよ。

問1 四万十帯を始めとして、日本列島の広範な部分が付加体堆積物よりなることが明らかにされた。これによって、日本列島の地質に関する理解は大きな進歩を遂げた。以下の小問(1)、(2)に答えよ。

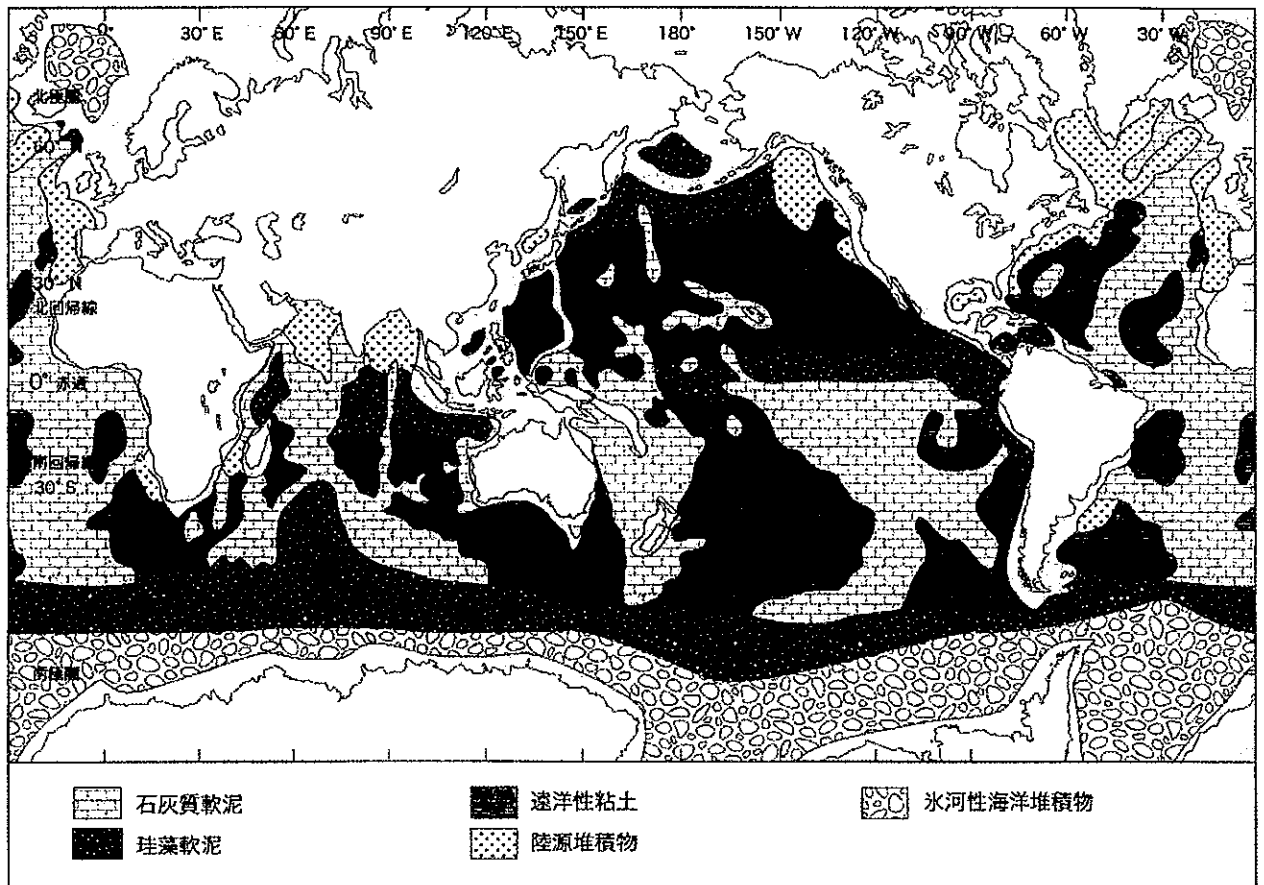
(1) 付加体とはどのようなものかを、4行以内で説明せよ。

(2) 現在形成されつつある付加体の模式的な断面図を示せ。なお、以下の語に対応するものが分かるように作図し、それぞれを矢印で指し示すこと。

大陸プレート 海洋プレート スラストシート メランジュ
前弧海盆 タービダイト

問2 図は、現在の大洋底の堆積物の分布を示している。北大西洋と北太平洋を比べると、後者では石灰質軟泥の分布域が狭くなっている。この理由を、以下の語をすべて使用して、6行以内で説明せよ。

熱塩循環 水深 炭酸塩補償深度



(ポール・R・ピネ著 [東京大学大気海洋研究所監訳] による「海洋学 原著第4版」から引用)

図

問1 図中、K-Ah のテフラ名称と、それをもたらした給源火山を答えよ。

問2 地形編年において広域テフラは有効である。その理由について4行以内で説明せよ。

問3 立川面群は、武蔵野面群に比べ縦断面が急勾配である。この形状の差異について以下の語をすべて使用し4行以内で説明せよ。

海面変化 最終氷期

問4 図中に示された更新世後期以降の時代（一部でも可）の放射年代値を明らかにする方法を1例挙げ、その測定原理を5行以内で説明せよ。また、その方法で一般的に測定される年代の範囲を別に記せ。

問5 下末吉層の堆積過程・堆積環境に関わる特徴について3行以内で説明せよ。

問6 下末吉面の離水期を示すのに適切な海洋酸素同位体ステージの番号記号を答えよ。

問題B2 以下の問1～問6に答えよ。

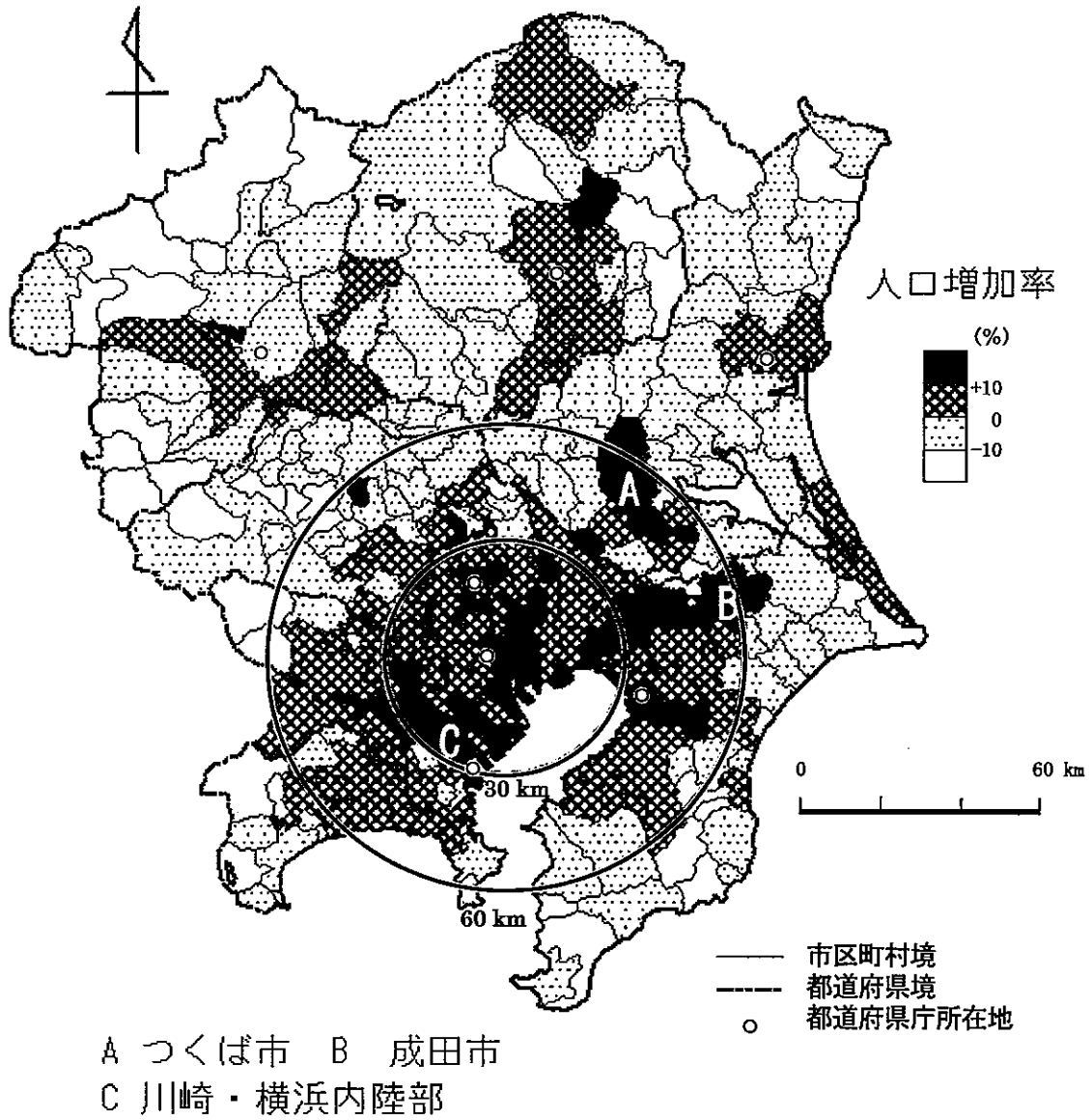


図 関東地方における 2000-2010 年の市区町村別人口増加率の分布

問1 図では東京都心部（同心円の中心付近）が人口増加地域となっている。このような現象を一般に何と呼ぶか。下記の選択肢からもっとも適切な用語を選び、番号で答えよ。

- ① ジェントリフィケーション ② アーバン・ルネサンス ③ 都心回帰
④ 再都市化 ⑤ カウンター・アーバンゼーション

問2 東京都心部で供給されている住宅の主なタイプと、もっとも多い入居世帯のタイプについて、あわせて2行以内で説明せよ。

問3 東京都心からつくば市（図中 A）、また東京都心から成田市（図中 B）にかけて、セクター状に人口増加地区が現れている。その理由を3行以内で説明せよ。

問4 川崎・横浜の内陸部（図中 C）は人口増加が顕著である。そこでは土地区画整理事業あるいは市街地再開発事業により再開発が行われた。さて、これら事業においては「等価交換」という考え方が使われる。その考え方とその結果生まれる効果についてあわせて6行以内で説明せよ。

問5 図の30 km 圏にあつて人口増加を維持している郊外地区の中には、特別区部への通勤者数が減少した地区が少なくない。その理由について3行以内で説明せよ。

問6 栃木県中部に人口増加率が10%以上の地区がみられる。当地区の人口増加について考えられる理由を2行以内で説明せよ。

問題 C1 次の文章を読み、以下の問1～問3に答えよ。

図1は、ある圧力におけるAとBを端成分とする二成分共融系の相平衡状態図の模式図である。縦軸は温度を表し、上が高温である。また、横軸はB成分の割合を表している。図1中には、固相A+固相B、固相A+液相、固相B+液相、液相それぞれの安定領域が示されている。点eは共融点を表し、その温度は T_e である。なお、破線は T_1 、 T_2 、 T_3 の温度および組成Xを表している。

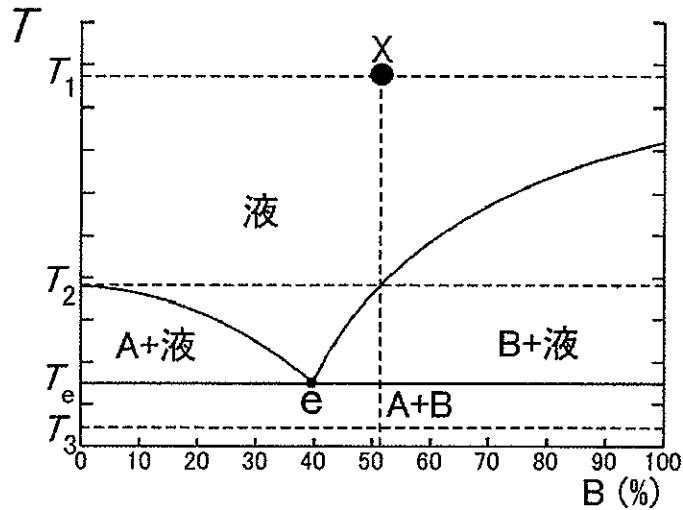


図1

問1 熱力学で用いられる以下の用語を、それぞれ2行以内で説明せよ。

- (1) 相
- (2) ギブズの相律
- (3) 閉鎖系

問2 図2を参考にして、縦軸を自由エネルギー G 、横軸を組成(B成分の割合(%))とする模式図を、 T_1 、 T_2 、 T_3 それぞれの温度に関して作成せよ。ただし、それぞれの温度における安定相が分かるように図示すること。また、固相A、固相B、液相の自由エネルギーを、それぞれ G_A 、 G_B 、 $G_{液}$ として図中に示せ。それぞれの図には組成Xと点eの組成を破線で示せ。

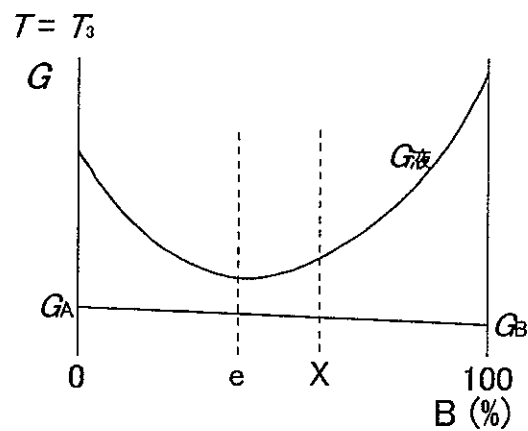


図2 $T = T_3$ における自由エネルギー G と組成の図

問3 T_1 から T_3 まで温度が下がる時、組成Xのたどる平衡結晶作用について8行以内で説明せよ。

問題 C2 以下の問1～問4に答えよ。

問1 海洋プレートは主にどのような火成岩類で構成されているか。海底面側の岩石から順に4つ記せ。

問2 岩石学的モホ面と地震学的モホ面の違いを、モホ面周辺の構成岩石に基づいて5行以内で説明せよ。

問3 大陸地殻とマンツルの化学組成の違いを7行以内で説明せよ。ただし以下の語を全て用いること。

Rb $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 同位体比 Sm $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 同位体比 液相濃集

問4 MORB (Mid Ocean Ridge Basalt) と、ホットスポット由来の OIB (Ocean Island Basalt) のそれぞれの起源について、両者の化学組成の違いに着目し、7行以内で説明せよ。以下の語を全て用いること。

始源マンツル 枯渇マンツル $^3\text{He}/^4\text{He}$ 同位体比

余白

問題 C3 次の文章を読み、以下の問1～問6に答えよ。

太陽系の始原物質であるコンドライト隕石には直径 0.1～1 mm 程度のコンドリュールが多く含まれている。コンドリュールは太陽系形成期の原始惑星系円盤において、固体前駆物質が加熱溶融し、その後急冷し形成されたと考えられる。コンドリュールは組織や化学組成に基づいていくつかに分類されている。図1と図2に組織が異なる2種類のコンドリュールを示す。両者の組織の違いは、形成時の加熱プロセスの違いを反映している。図1のコンドリュールは (a) ケイ酸塩鉱物（構成鉱物 A と構成鉱物 B）を主成分とし、メソスタシスガラス、金属鉄、硫化鉄などが含まれている。 図1中のケイ酸塩鉱物とガラスの化学組成を表1に示す。この (b) コンドリュールに対し放射性同位元素の存在度に基づき年代決定を行ったところ、このコンドリュールは (c) 太陽系最古物質である CAIs (Calcium-Aluminum-rich Inclusions) 形成から約 200 万年後に形成されたことがわかった。

コンドリュールは原始惑星系円盤の広い範囲で形成されたと考えられ、さまざまなグループのコンドライト隕石に含まれている。(d) コンドリュールの酸素同位体組成はコンドライト隕石のグループごとに異なり、例えば普通コンドライト隕石のコンドリュールと炭素質コンドライト隕石のコンドリュールの酸素同位体組成は異なることが知られている。

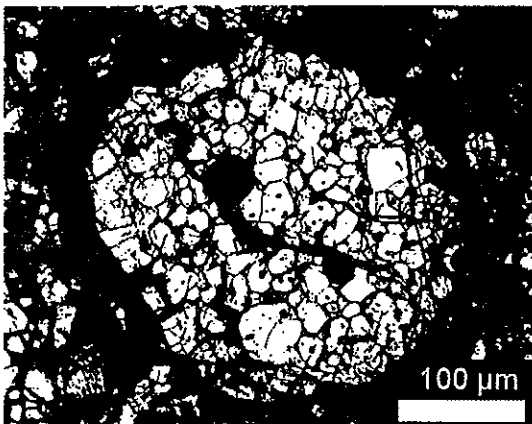


図1

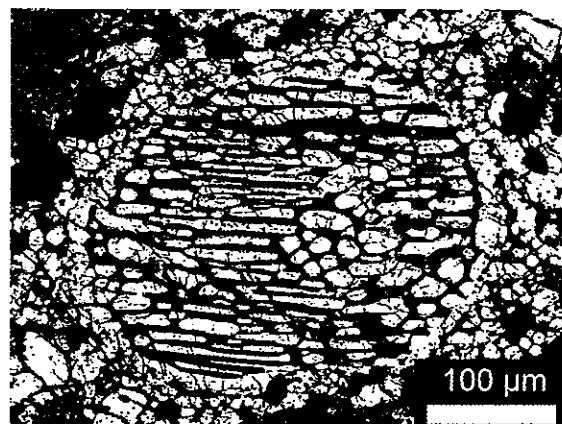


図2

表1

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	計
構成鉱物A	54.7	1.9	7.9	33.0	1.4	0.2	99.1
構成鉱物B	39.0	0.1	19.6	41.9	0.3	0.1	101.0
メソスタシスガラス	63.0	21.1	3.3	0.4	4.0	8.1	99.9

(分析値は重量パーセント)

問1 図1と図2に示すコンドリュールはどのタイプに分類されるか、以下の選択肢から選びそれぞれがどのタイプに分類されるか解答せよ。

斑状コンドリュール 放射状輝石コンドリュール 微結晶コンドリュール
棒状カンラン石コンドリュール ガラス質コンドリュール

問2 図1と図2のコンドリュールのうち、どちらが加熱形成時に全熔融して形成したと考えられるか、該当する方のコンドリュールの図の番号を記せ。

問3 図1のコンドリュールを構成するケイ酸塩鉱物のうち、表1に示す構成鉱物Aと構成鉱物Bのどちらがカンラン石であるか記せ。またこのカンラン石の fayalite 数を計算し、結果を小数点第1位まで求めよ。なお、各元素の原子量は次の通りとする。

$$\text{Mg} = 24, \text{Fe} = 56, \text{Si} = 28, \text{O} = 16$$

問4 下線部(b)の年代決定をコンドリュール形成時に存在した消滅核種 ^{26}Al (半減期約70万年で ^{26}Mg に壊変する)を検出することで行った。年代決定はコンドリュールの構成物質の元素比や同位体比を決定することにより行った。下線部(a)に示す5種類の構成物質のうち、このコンドリュールが形成された際の ^{26}Al 存在度を見積もるのに最も適した物質はどれか、理由とともに3行以内で記せ。

問5 下線部(c)に示すように、 ^{26}Al を用いて決定したコンドリュールの形成年代は、CAIs形成後数百万年程度であることが知られている。この年代差はコンドリュール形成時の初生比 $(^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al})_0$ の値がCAIs形成時の値よりも小さいことが根拠である。しかしながら、この初生比の違いが本当に年代差を示すためには、原始惑星系円盤のCAIsが形成された領域とコンドリュールが形成された領域の $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ 比が、同一時間において一定であったことが必要になる。どうして $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ 比が一定である必要があるのか、理由を5行以内で記せ。

問6 下線部(d)は、コンドリュール形成時のどのような特徴を示唆していると考えられるか、5行以内で論ぜよ。ただし、原始惑星系円盤内でコンドリュールが微小天体に集積したのちは、コンドリュールの酸素同位体比は変化しないとする。

余白

