

地 学

計算のために必要な場合には、以下の数値を使用せよ。

常用対数 $\log_{10} 2.0 = 0.30$, $\log_{10} 2.5 = 0.40$, $10^{0.3} = 2.0$, $10^{0.4} = 2.5$

1 次の文章を読み、以下の問1～4に答えよ。

恒星の本来の明るさは恒星の光度で決まる。恒星の光度とは恒星から毎秒放射される光の全エネルギーである。恒星の光度は恒星の表面積に比例し、また、 の法則より恒星の表面温度の 乗に比例する。恒星の光度と表面温度は恒星の性質を示す重要な情報である。太陽などの主系列星の光の放射エネルギーは、水素の核融合反応の発熱により供給される。主系列星の寿命は核融合反応で全質量の10分の1の水素が消費されるまでの期間で決まる。^(a) 恒星の終末期には水素などの核融合反応でつくられたより重い元素の一部が宇宙空間に放出される。

地球で観測される恒星の明るさや見かけの等級は、恒星の光度だけでなく地球から恒星までの距離によっても変わる。地球から恒星までの距離は変化させず、恒星の光度を100倍増加させた場合、見かけの等級は 等減少する。また、光度が一定で地球から恒星までの距離を100倍増加させた場合、見かけの等級は 等増加する。見かけの等級に加え、恒星の光度だけで決まる指標として、絶対等級が用いられる。絶対等級は、恒星を仮想的に パーセクの距離においた場合の見かけの等級である。恒星の見かけの等級と距離がわかれば、絶対等級や光度を求めることができる。^(b)

問1 に適切な語句を記入し、 ～ には適切な数値を整数で記入せよ。

問 2 下線部(a)より恒星の寿命を推定することができる。ある主系列星 A の光度は太陽の 81 倍であった。主系列星の光度は質量の 4 乗に比例するとした場合、主系列星 A の寿命は何年であるか、有効数字 2 桁で答えよ。ただし、太陽の寿命は 100 億年とし、計算の過程も示すこと。

問 3 下線部(b)について、ある恒星 B を観測したところ、その年周視差は 5.0×10^{-3} 秒角で見かけの等級は 5.3 等であった。この恒星 B の光度は太陽の何倍か、有効数字 2 桁で答えよ。ただし、太陽の絶対等級を 4.8 等とし、計算の過程も示すこと。

問 4 恒星の絶対等級と表面温度から、ヘルツシュプルング・ラッセル図(HR 図)上におけるその恒星の位置が決まる。さまざまな質量の主系列星は HR 図上でほぼ線上に並ぶ。また、1 つの星団内の各恒星が HR 図上でどのように分布しているかを見ることで、その星団の性質を知ることができる。以下の問(1), (2)に答えよ。

(1) 散開星団は若い星の集まりで、球状星団は古い星の集まりである。この散開星団と球状星団の年齢に関する情報は、各星団に含まれる主系列星のある性質からわかっている。それがどのような性質で、各星団の年齢の違いがどのように推測されるのかを 4 行以内で説明せよ。

(2) 散開星団の恒星はヘリウムより重い元素を多く含んでいる。散開星団に比べて球状星団の恒星はヘリウムより重い元素の量が少ない。散開星団と球状星団それぞれの恒星に含まれるヘリウムより重い元素の量に、このような違いが生じる理由を 4 行以内で説明せよ。

2

次の文章を読み、以下の問1～6に答えよ。

図1に示すように地下がX層とY層のみから構成されている地域がある。地点AとBは地表に、地点Cは鉄塔上にある。地点AとBの間の地下には、縦ずれ断層Zがある。縦ずれ断層Zの部分を除くX層とY層の境界面、地表、ジオイドは水平である。X層とY層の密度はそれぞれ均一で、X層はY層に比べて低密度である。鉄塔の質量は無視できるほど小さいものとする。

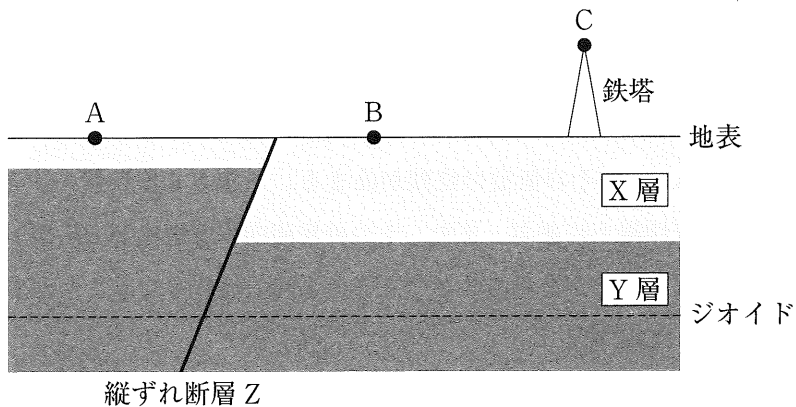


図1

問1 縦ずれ断層Zの種類を次の語句のなかから1つ選べ。

{ 正断層, 逆断層 }

問2 縦ずれ断層Zはどのような力が加わって形成されたか、1行で説明せよ。

問3 地点A, B, Cで実測された重力の大きさをそれぞれ g_A , g_B , g_C とする。

これらの値はすべて異なっていた。 g_A , g_B , g_C を小さい順に並べよ。また、その順番になる理由を3行以内で説明せよ。

問4 重力異常は、実測値を補正して得たジオイドでの重力と標準重力の差である。

①ジオイド, ②標準重力とは何か、それぞれ1行で説明せよ。

問 5 ブーゲー異常を求めるために、実測された重力に対して行う補正が3種類ある。これら3種類の名称をすべて答え、それぞれの重力補正について1行で説明せよ。

問 6 図1の地域のブーゲー異常を求めたところ、一様ではない分布が得られた。解答欄の縦軸上向きをブーゲー異常の正として、地点Aから地点Cにかけてのブーゲー異常分布の概形を図示せよ。

3 次の文章を読み、以下の問1～4に答えよ。

火山を形成するマグマは、岩石が融解することにより発生する。地球では、地殻とマンツルの岩石が通常は固体の状態であるため、どのような場所でもマグマが発生するわけではない。マグマが発生し、火山が形成されるためにはいくつかの条件が必要である。地球上で火山がある場所は、プレート発散境界、プレート収束境界(またはプレート沈みこみ境界)、ホットスポット^(a)といった場所に限られる。プレート発散境界の火山では、主に玄武岩質マグマが発生するが、プレート収束境界の火山では、玄武岩質マグマ以外に安山岩質マグマや花こう岩質マグマも多く発生する。^(b)また、南太平洋の仏領ポリネシア付近では、5つ程度のホットスポットが集まって分布している。この付近のマンツルは、地震波トモグラフィ^(d)によって周囲よりも高温であると推測され、マンツルの最下部から物質が上昇していると考えられている。

問1 下線部(a)のマグマが発生する3種類の場所について、現在のマグマ生産量が多い順にならべよ。

問2 下線部(b)で、玄武岩質マグマが発生する仕組みを、次の語句をすべて用いて4行以内で説明せよ。

{ マンツル, ^{ちゅうおうかいれい}中央海嶺, 温度, 減圧融解 }

問3 下線部(c)のようになる理由を、次の語句をすべて用いて4行以内で説明せよ。

{ マンツル, 地殻, マグマ混合, 同化作用 }

問4 下線部(d)のように推測される理由を3行以内で説明せよ。

4 次の図1は新生代の酸素同位体比記録を示しており、おおむね過去の気温の変動を表している。以下の問1～4に答えよ。

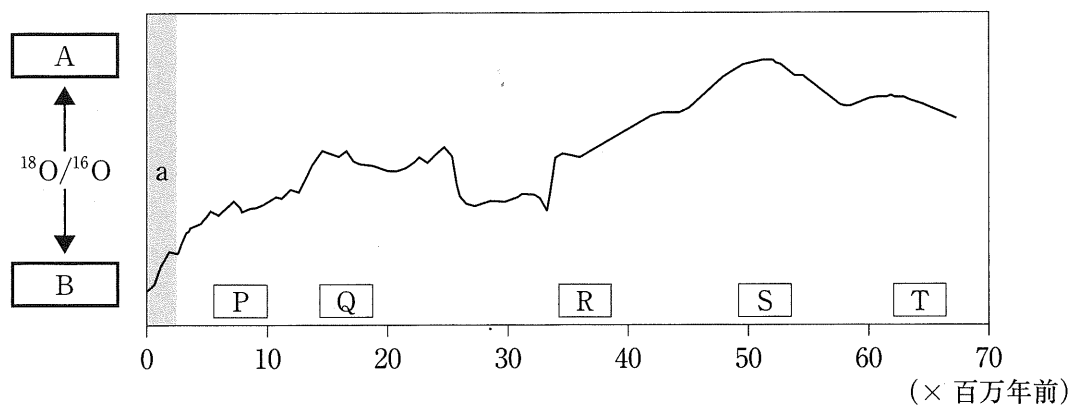


図1

問1 新生代の気候は長期的に寒冷化の傾向を示している。酸素同位体比記録は安定酸素同位体 ^{18}O と ^{16}O の比率を示しており、海洋堆積物中のある化石から求められた。次の(ア)～(カ)のうち、図1のAとB、その化石の種類として正しい組み合わせを1つ選べ。

	A	B	化石の種類
(ア)	大	小	有孔虫
(イ)	大	小	放散虫
(ウ)	大	小	ケイ藻
(エ)	小	大	有孔虫
(オ)	小	大	放散虫
(カ)	小	大	ケイ藻

問2 新生代の寒冷化には氷床の発達関わっている。図1のP～Tのうち、南極大陸と北半球に氷床が形成され始めた時期をそれぞれ1つずつ選べ。

問 3 新生代の寒冷化にはヒマラヤ山脈の上昇も関わっている。ヒマラヤ山脈が上昇した理由とその上昇が寒冷化につながる理由について、次の語句をすべて用いて5行以内で説明せよ。

{風化, アジア大陸, CO₂}

問 4 図1のaの時期について、さらに詳細な酸素同位体比記録を調べたところ、気候の寒暖の繰り返しがおよそ数万年～10万年の周期で起きていることがわかった。この周期的な気候変動について、次の語句をすべて用いて7行以内で説明せよ。

{ミランコビッチ, 氷床, 離心率}

5

日本各地から採取された岩石の試料A～Dを入手した。それぞれの試料の産地と特徴に関する次の文章を読み、以下の問1～4に答えよ。

試料A：愛知・岐阜県境を流れる木曾川沿いの美濃・丹波帯で採取された。二酸化ケイ素を主成分とするケイ質ウーズが固結してできた岩石であった。

試料B：飛騨山脈で採取された。この試料では、比較的大きな石英や長石などの無色鉱物と、黒雲母などの有色鉱物が、肉眼で見えるしま模様をつくっている。この試料に板状に割れやすい性質はなかった。この試料中の鉱物について放射年代を測定したところ、太古代や原生代の年代を示した。

試料C：鹿児島県の円錐形の山で採取された。細粒な結晶やガラスの物質のなかに、大きな結晶がいくつもあった。細粒な結晶の種類は分からなかったが、大きな結晶は斜長石、角閃石および輝石だった。かんらん石や黒雲母の大きな結晶は見つからなかった。大きな結晶のうち斜長石では、鉱物本来の形態をもった結晶が多かった。この試料全体の化学組成を調べたところ、二酸化ケイ素は54重量%であった。

試料D：山口県の秋吉台で採取された。採取された場所はカルスト地形になっていた。この試料に酢酸をスポイトでたらしたら、泡を出して表面が溶けた。

問1 試料A～Dのなかに、地表における火山活動によってできた岩石が1つある。次の問(1)、(2)に答えよ。

(1) 該当する試料をA～Dから1つ選び、記号を解答欄の①に、適切な岩石名を1つ解答欄の②に記入せよ。

(2) (1)で選んだ試料について、その岩石によく見られる火成岩の組織の名称を1つ記入せよ。

問 2 試料 A～D のなかに、化石が見つかる可能性のある岩石が 2 つある。該当する試料を A～D から 2 つ選び、解答欄の①に記号で記入せよ。選んだ記号に対応させて、適切な岩石名を解答欄の②に、見つかる可能性がある化石の名称を解答欄の③に、それぞれ 1 つずつ記入せよ。

問 3 試料 A～D のなかに、広域変成岩が 1 つある。以下の問(1), (2)に答えよ。

(1) 該当する試料を A～D から 1 つ選び、記号を解答欄の①に、適切な岩石名を 1 つ解答欄の②に記入せよ。

(2) (1) で選んだ試料の岩石は、日本ではどのように形成されたと考えられるか。次の語句をすべて用いて 3 行以内で説明せよ。

{ 温度, プレート, 圧力 }

問 4 試料 A～D は日本列島の地体構造と関係が深い。解答欄の日本列島の図に、①中央構造線、②糸魚川—静岡構造線、③棚倉構造線をそれぞれ実線で描け。ただし、それぞれの線がどれに該当するかを①, ②, ③を使って明示すること。なお、図では日本列島の一部を省略している。