

平成 29 年度入学試験問題(後期)

理 科(地 学)

【注 意 事 項】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 本冊子には、①から④までの4問題が印刷されていて、合計7ページである。
落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配付している。解答は、問題と同じ番号の解答欄に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. 問題は①②③④すべてに解答すること。
6. 解答用紙の指定された欄に、学部名及び受験番号を記入すること。
7. 配付された解答用紙は、持ち帰らないこと。
8. 配付された問題冊子は、持ち帰ること。

1

次の文章を読んで、以下の設問(1)~(5)に答えよ。

日本は世界中で最も地震が多発する地域の一つであり、それにはプレートが大きく関係している。東北地方の場合、太平洋プレートが北米プレートの下に沈み込んでおり、その境界の(ア)で海底には深い谷が形成されている。プレート境界では繰り返し巨大地震が発生しており、津波を伴うことがある。2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では巨大な津波が発生し、広範囲にわたって大きな被害をもたらした。この時の地震と津波による災害は、(イ)と総称されている。沈み込むプレートの上面が深さ100 km程度に達する地域には、火山が帯状に分布することが知られており、火山フロントと呼ばれる。プレートの沈み込みに伴う地震はさらに深部にまで及び、深さ700 km程度まで存在が確認されている。深発地震は面状に分布しており、その領域は発見者である日本人研究者らの名前にちなんで(ウ)と呼ばれている。一方で、陸のプレート内部では浅い地震が発生することも知られている。人々が居住している地域の直下で地震が発生するため、それが大きな地震災害につながることがある。実際に、2004年10月23日に発生した新潟県中越地震においても地震災害は顕著であった。長い期間で見た場合、このような地震は繰り返し発生するため、その原因となる活断層の位置を把握することが被害の軽減に重要であると考えられている。

(1) (ア)~(ウ)に当てはまる語句を答えよ。

(2) 下線部(A)について述べた文のうち、正しいものを以下の(a)~(d)から一つ選べ。

- (a) 津波はアルファベットで[tsunami]と表記し、国際的に通じる。
- (b) 津波のエネルギーは減衰しやすく、遠くまでは届かない。
- (c) 震央付近で震度が大きい場合、必ず津波が発生する。
- (d) リアス式海岸のような地形の場合、津波の高さが低くなる傾向がある。

- (3) 下線部(B)について、どのようなメカニズムで火山が形成されるのか、以下に示す語句を全て用いて簡潔に説明せよ。

語句：マグマ 密度 浮力 マントル 地殻

- (4) 下線部(C)に関連した地震災害の具体例を三つ挙げよ。

- (5) 下線部(D)について、活断層の位置を調べる方法を一つ、簡潔に説明せよ。

2

降水過程に関する次の文章を読んで、以下の設問(1)~(5)に答えよ。

地球大気において、下層にある水蒸気を含んだ未飽和の空気塊が何らかの理由で上昇すると、その空気塊の温度が低下するため、やがて含まれている水蒸気が凝結し小さな水滴を生じる。凝結が発生し、高度に対する温度低下の割合は小さくなりながらも、さらに空気塊が上昇し氷点下となると小さな氷晶を生じる。水滴や氷晶が小さいうちは落下せず雲となっているが、それぞれが成長すると落下し、液体であれば降雨、氷がとけない場合は降雪となる。

- (1) 下線部(A)について、空気塊が上昇するきっかけとして考えられる理由を一つ挙げよ。
- (2) 下線部(B)について、空気塊が上昇すると温度が低下する理由を簡潔に述べよ。
- (3) 上昇気流により雲が発生し、その雲底(雲の下端)と雲頂(雲の上端)はそれぞれ海拔高度 1400 m, 2500 m であった。雲底下の海拔高度 200 m で気温 20 °C だった場合、雲頂の気温を有効数字 2 桁で求めよ。計算過程も示せ。ただし、乾燥断熱減率を $1.0 \times 10^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}/\text{m}$ 、湿潤断熱減率を $5.0 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}/\text{m}$ とする。
- (4) 下線部(C)について、上昇する空気塊に含まれる水蒸気の凝結が始まると、高度に対する温度低下の割合が減少する。その理由を簡潔に述べよ。
- (5) 下線部(D)について、過冷却水と氷晶が共存する場合は氷晶が成長する。そのメカニズムを簡潔に説明せよ。

3 次の文章を読んで、以下の設問(1)~(4)に答えよ。

恒星は中心部で(ア)反応を起こし、それによって生じる熱をエネルギー源として輝く天体である。(イ)原子核の(ア)をエネルギー源とする主系列星の段階では、熱とともに生じる圧力が自らの(ウ)とつりあうことで恒星は一定の形状を保ち、明るさも一定になる。(イ)原子核は(ア)反応の結果、(エ)原子核へと変化する。

質量 M の恒星が主系列星として輝き始めた段階で、内部に存在する原子核がすべて(イ)であるとして、時間間隔 t あたりに(エ)に変化する(イ)の質量を m と書く。質量 m の(イ)が消費されたときに発生するエネルギー E は比例定数 a を用いて

$$E = am$$

と書くことができる。また、主系列星の光度 L は質量 M のおおよそ4乗に比例することが知られており、この関係を比例定数 b を用いて

$$L = bM^4$$

と書く。

星の集団である星団の性質は、属す恒星のスペクトル型と明るさを通じて調べることができる。図1は、地球から距離 1.1×10^4 パーセク離れた位置にある星団内の星のスペクトル型と見かけの明るさを模式的に表している。★印で示した星が、現在この星団に主系列星として属す恒星の中でもっとも明るく、その見かけの等級は20.2等であった。絶対等級が A 等の主系列星の光度 L は、比例定数 c を用いて次式で表すことができる。

$$L = 10^{-\frac{2}{5}A} c$$

なお、以下の設問において、この星団の大きさは、地球からの距離に比べて十分小さいとしてよい。

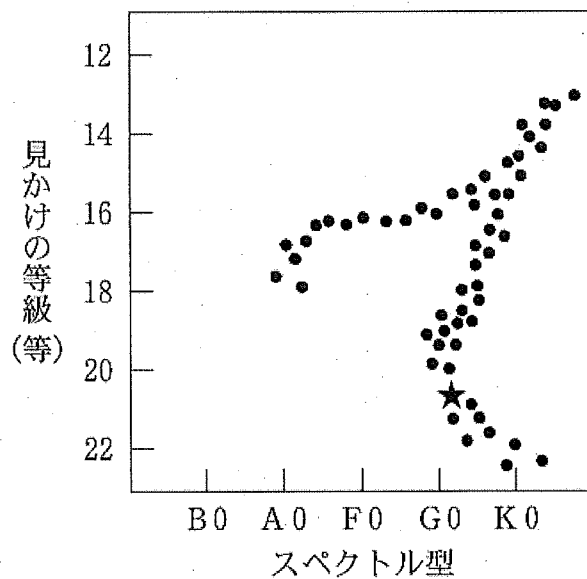


図1 星団に属す恒星のスペクトル型と見かけの等級

- (1) 文中の(ア)~(エ)に当てはまる語句を答えよ。
- (2) 主系列星内部のすべての(イ)が(エ)に変化するのに要する時間 T を a, b, M を用いて式で表せ。計算過程も示せ。
- (3) 図中の★印で示した星の絶対等級を有効数字2桁で求めよ。計算過程も示せ。必要であれば $\log_{10} 11 = 1.04$ という近似値を用いてよい。
- (4) 太陽と同じ質量を持つ主系列星の絶対等級を4.8等とし、主系列星として輝き続ける時間を 1.0×10^{10} 年とする。この時、図1に示された星団に属す恒星がすべて同時期に主系列星として輝き始めたと仮定して、それから現在までの経過時間を有効数字2桁で求めよ。計算過程も示せ。必要であれば $10^{0.06} = 1.1$ という近似値を用いてよい。

4 図1は顕生(累)代における大気中の酸素および二酸化炭素の濃度の変化を示したグラフである。図1を見て、以下の設問(1)~(4)に答えよ。

(1) c紀後期には陸上植物が誕生したことが知られている。この時期に生物の陸上進出を可能にした環境変化を、大気中の酸素濃度の変化と関連づけて40字程度で説明せよ。

(2) e紀後半からf紀前半にかけては、大気中の酸素濃度が高い。その原因について、e紀の名称を含めて60字程度で説明せよ。

(3) f紀の後半には、大気中の二酸化炭素濃度が上昇した。f紀の名称を答えよ。また、二酸化炭素濃度が上昇した原因を一つ、以下の選択肢から選べ。

< 選択肢 >

動物の増加

火山の噴火

産業革命

焼畑農業の開始

全球凍結

(4) 以下の文章を読み、(ア)~(エ)に当てはまる語句を答えよ。なお、(イ)紀はi紀の名称である。

深海で生物に消費される酸素は、(ア)循環によって海洋表層から供給される。今日の(ア)循環する水の起源は、北大西洋北部で冷却されて密度を増した表層水である。一方(イ)紀中期は現在よりも大気中の二酸化炭素濃度が高かったため、(ウ)効果により気候が温暖であった。そのため、表層水が十分冷却されず、(ア)循環がしばしば滞ったとの指摘がある。この場合、海底の酸素は消費し尽くされ、海底は非常に酸素に乏しい環境になる。ところで、深海の酸素が不足すると、プランクトンの遺骸が分解されず、有機物として堆積物中に残る。これが変化したものが化石燃料の一種である(エ)である。

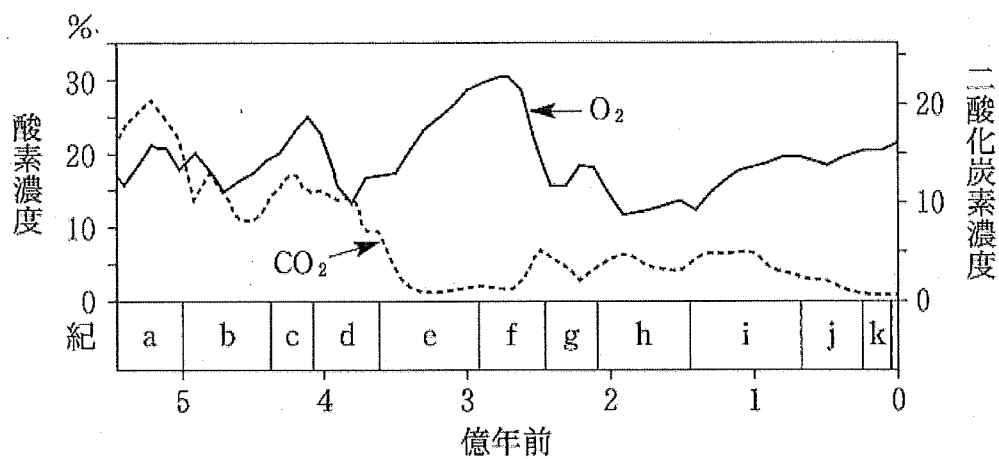


図1 顕生(累)代における大気中の酸素および二酸化炭素の濃度の変化
 二酸化炭素濃度は現在を1とした場合の比