

IV

地 学

問題は、次のページから書かれていて、I、II、III、IVの4題ある。4題すべてに解答せよ。

解答は、答案紙の所定の解答欄に書き入れよ。文字や記号は、まぎらわしくないように、はっきり記せ。

地学 問題 I

以下の文章を読み、問1～問4に答えなさい。

地球の長い歴史の中で、地球表層環境は変化してきた。図1は過去約6億年間の大気中の酸素(O_2)と二酸化炭素(CO_2)の濃度変化を示したものである。この図をよく見て、以下の問いに答えなさい。

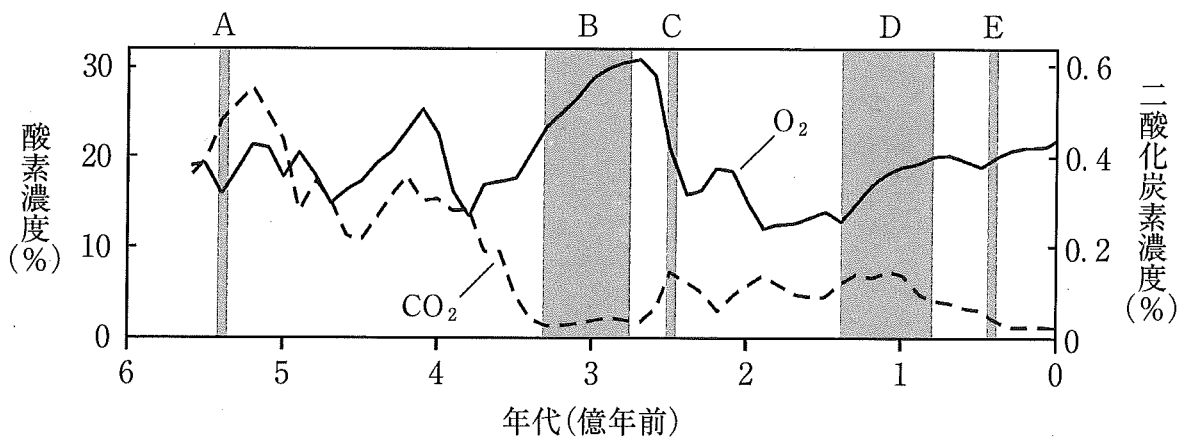


図1

問 1 地球の表層環境の変遷や生物進化のうち、下に示す4つのできごとは、図1の上
に示したA～Eのどの時期に起きたものか。それぞれをA～Eで答えなさい。
また該当する時期が図1のA～Eにない場合は、「該当なし」と答えなさい。

1. 海中で大規模な縞状鉄鉱層が形成された。
2. 温暖で安定した気候が続き、極地域に氷床がほとんど存在しなかったと考えられている。海にはアンモナイトやイノセラムスが生息し、陸では恐竜類が繁栄していた。
3. 超大陸パンゲアが出現した。陸上ではシベリアで大量の溶岩が噴出した一方、海中では酸素に乏しい海水が広範囲に出現し、多くの海洋動物が絶滅した。
4. 南極がアフリカ、南米、オーストラリアから分離し、南極を周回する海流が生まれたことにより、南極が寒冷化した。

問 2 地球の兄弟星と呼ばれる金星や火星の大気には酸素はほとんどなく、二酸化炭素が大気
のほとんどを占めている。また原始地球の大気も二酸化炭素が主体であったと考えられて
いる。ではなぜ図1に示す期間では、地球大気には金星や火星の大気に比べて二酸化炭素
が極めて少なく、酸素が多く含まれているのか。その理由を70字以内で答えなさい。

問 3 図1のBに示す時期には酸素濃度が著しく上昇し、二酸化炭素濃度が低下して
いる。これはどのような理由によると考えられるか。60字以内で答えなさい。

問 4 下記の文章の空欄 , , に適当な語句を入れなさい。

過去の気候を知る方法として、過去に生息していた生物の化石を用いる方法がある。例えば造礁性サンゴの化石は、当時の温暖で浅い海的环境を示している。このように生息していた当時の環境を示す化石を と呼ぶ。

第四紀の気候変動として、ほぼ周期的な寒暖の繰り返しと海水準の変動が記録されている。この気候変動を知るための化学的な手法として、過去の海に生息していた化石の殻から を求めて用いる方法がある。第四紀の気候変動の周期性に関する説明として、地球の公転・自転軌道要素の周期的変化である により、地球が受ける太陽放射の周期的変動がもたらされるという考えが提唱されている。

地学 問題Ⅱ

以下の文章を読み、以下の問1～問5に答えなさい。

地球の表面はプレートと呼ばれる岩層である で覆われている。

は化学組成が異なる浅部の と深部の で構成されている。その下にある は の深部と同じ物質で構成されているが とは性質が異なる。

- ① 海洋底において、プレートは発散境界である において生成し、水平方向に移動していくが、 から離れるにつれて次第にプレートの密度や厚さが変化する。 また、海洋プレートにおいてアイソスタシーが成立していることから、海洋底の水深は次第に なる。やがてプレートは収束境界である から地球内部に沈み込む。

問1 空欄 ～ に当てはまる最も適切な語句を書きなさい。

問2 下線部①について、 と比較して にはどのような性質があるか、15字以内で答えなさい。

問3 下線部②について、 から離れるにつれて密度と厚さはどのように変化するか、それぞれ理由と共に70字以内で説明しなさい。

問 4 とそこから十分離れた海洋底の場所 A においてアイソスタシーが成立しているとする。海水, , の平均密度をそれぞれ ρ_w , ρ_1 , ρ_2 , 場所 A における の厚さを L , からの海洋底の沈降量を h とする。ここで においてはまだ が十分に生成されておらず, その厚さは無視できるとする。

- (1) と場所 A においてアイソスタシーが成立していることを表す式を立てなさい。
- (2) この式を用いて(変形してよい), と の平均密度の大小について説明しなさい。
- (3) 場所 A での $L = 100 \text{ km}$, $h = 3.00 \text{ km}$, $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$, $\rho_2 = 3300 \text{ kg/m}^3$ として, ρ_1 を求めなさい。解答欄に計算過程を記し, 有効数字は 3 桁としなさい。

問 5 問 3 と問 4 の結果から, からプレートが沈み込むのはどのような働きによると考えられるか, 50 字以内で説明しなさい。

地学 問題Ⅲ

以下の文章を読み、問1～問4に答えなさい。

対流圏の単位質量あたりの水蒸気量は、空間的・時間的に大きく変動し、平均的には地表に近いほど、また低緯度ほど多い。大気中の水蒸気は、蒸発するときに熱を吸収して周囲の大気を冷却し、雲粒になるとときには熱を放出して周囲の大気を加熱する。このような相変化に伴い出入りする熱は、大気の熱収支や運動において重要な役割を果たしている。^①水蒸気は大気中に浮遊している微粒子を核にして凝結や昇華し、水滴や氷の結晶(雲粒)になる。^②このような水滴や氷の結晶が成長して大きくなったものから雨粒が形成され、降水をもたらす。^③

また、水蒸気は主要な温室効果気体として知られており、地表の熱エネルギー収支においても重要な役割を果たしている。温室効果気体などによる温室効果がなければ、^④地球全体の平均地表温度は、現在よりも30℃以上も低下してしまうと考えられている。

問1 下線部①が重要な役割を果たす例として、空気塊が山をこえて下降する場合を考える。以下の(1)、(2)に答えなさい。

(1) 海拔高度0 mにある気温20℃の空気塊が、2500 mの山をこえて風下側の海拔高度0 mの海岸に達した場合を考える。空気塊が凝結を開始するときの気温を13℃、乾燥断熱減率を1.0℃/100 m、湿潤断熱減率を0.5℃/100 mとする場合、山頂、および風下側の海拔高度0 mの海岸に達したときの気温をそれぞれ求めなさい。解答欄には計算過程も示すこと。ただし、空気塊は断熱的に膨張・圧縮され、周囲の大気との熱のやり取りはないものとし、凝結した水滴は山頂までにすべて降雨になるとする。

(2) (1)の現象を何と呼ぶか答えなさい。

問 2 下線部②について、以下の(1), (2)に答えなさい。

- (1) このような水滴や氷の結晶の核となる微粒子をそれぞれ何と呼ぶか答えなさい。
- (2) 微小な水滴は、 0°C 以下に冷やされてもすぐには凍結せずに水滴のまま存在する。このような状態を何と呼ぶか答えなさい。

問 3 下線部③について、熱帯で発達する背の高い積乱雲や中・高緯度で形成される雲の中では、水滴と氷の結晶が混在していることが多く、氷の結晶は水滴から水を奪って急速に成長する。このような現象は、水滴と氷の結晶で何がどのように異なるために起こる現象か、70字以内で説明しなさい。

問 4 下線部④について、温室効果気体が地表や対流圏下層の気温を高く保つ理由を50字以内で説明しなさい。

地学 問題IV

多くの恒星について、そのスペクトル型を横軸に、絶対等級を縦軸にとって示したヘルツシュプルング・ラッセル図(HR図)の一部を図2に示す。図中のa, b, cの恒星について以下の問1～問5に答えなさい。計算問題については、解答欄に計算過程を記し、有効数字は2桁としなさい。

必要であれば、 $\sqrt[3]{100} = 2.51$, $1 \text{ パーセク} = 3.08 \times 10^{13} \text{ km}$ を用いなさい。

問1 恒星の分類において、a, b, cはそれぞれ何と呼ばれているか答えなさい。

問2 a, b, cのスペクトル型に相当する色を、赤, 青白, 黄の中から選んでそれぞれ答えなさい。

問3 aの見かけの等級が -10 であるとき、地球からaまでの距離をkmの単位で求めなさい。

問4 bの実際の明るさはaのその何倍に相当するか求めなさい。

問5 aの表面温度が 6000 K であるのに対し、cの表面温度が 15000 K であるとき、aの半径はcの半径の何倍に相当するか求めなさい。

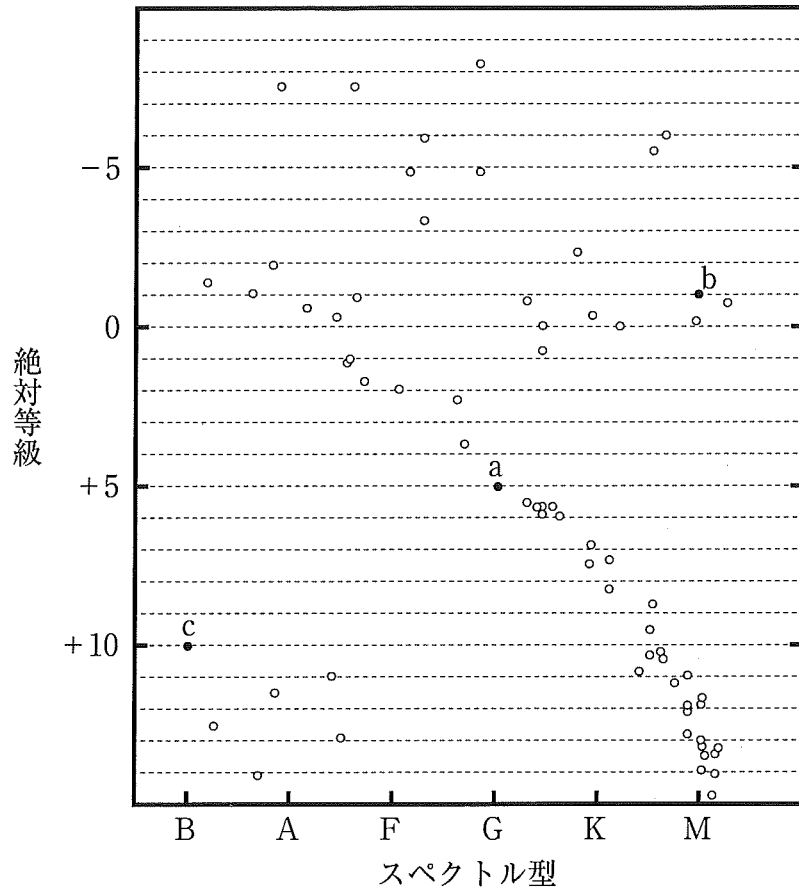


図 2