

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。

$$\pi = 3.1$$

1 次の文章を読み、以下の問1～5に答えよ。

太陽は莫大^{ぼくだい}なエネルギーを放射している。太陽が毎秒放射する光の全エネルギーが太陽の光度である。地球が受け取る放射エネルギーは、太陽の光度のごく一部だけである。地球の大気上端に入射する太陽放射は、放射に垂直な面に対し約 1400 W/m^2 であり、この太陽放射の値は と呼ばれる。地球以外の太陽系の惑星が受ける太陽放射は、太陽から惑星までの距離^(a)に応じて変わる。また、太陽は恒星の一つであるが、恒星の光度はさまざまである。一般に、恒星をまわる惑星がその恒星から受ける放射エネルギーは、恒星からの距離と恒星の光度によって決まる。

光度と同様に恒星の表面温度もさまざまである。恒星の表面温度によって、恒星表面から最も強く放射される光の波長は変わり、その光の波長と表面温度の関係は により表される。また、恒星の単位表面積から毎秒放射される光^(b)のエネルギーと恒星の表面温度の関係は で与えられる。

恒星の光度や表面温度は、恒星の進化とともに変化していく。たとえば、太陽や太陽と同程度の質量をもつ恒星が主系列星の段階を終えると、高い光度と低い表面温度をもつ へ進化する。その後、そのように進化した恒星の外層は放出されて になり、残った中心部分は白色矮星^(c)になる。白色矮星の光度は時間とともに減少していき、恒星はその一生を終える。

問 1 ～ に適切な語句を入れよ。

問 2 , に入る最も適切な語句を次から1つずつ選んで解答欄に記入せよ。

{ハッブルの法則, シュテファン・ボルツマンの法則, 質量光度関係,
ケプラーの第3法則, ウィーンの変位則}

問 3 下線部(a)に関連して, 火星について考える。火星大気上端の放射に垂直な面で受ける太陽放射は, 地球の場合の何倍か, 有効数字2桁で答えよ。計算の過程も示せ。ただし, 火星の軌道は円軌道で, 軌道半径は1.5天文単位とする。

問 4 下線部(b)に関連して, 恒星の光度は恒星の表面温度と半径で決まる。ある白色矮星 X の表面温度は太陽の表面温度の3.0倍で, 絶対等級は9.8等級であった。次の問(1), (2)に答えよ。ただし, 太陽の絶対等級は4.8等級とする。

(1) 白色矮星 X の半径は太陽の半径の何倍か, 有効数字2桁で答えよ。計算の過程も示せ。

(2) 白色矮星 X のまわりを半径0.20天文単位の円軌道で公転する惑星があり, その惑星は大気をもつ。この惑星の大気上端の放射に垂直な面で受ける, 白色矮星 X からの放射は何 W/m^2 か, 有効数字2桁で答えよ。計算の過程も示せ。

問 5 下線部(c)の理由を3行以内で説明せよ。ただし, 白色矮星の半径は時間が経っても変わらないとする。

2 次の文章を読み、以下の問1～4に答えよ。

大気下層に存在する水蒸気を含んだ未飽和の空気塊が、気流の収束域などで強制的に持ち上げられる場合を考える。高度上昇とともに空気塊の温度が低下し続け、ある高さで空気塊が飽和して水蒸気が し、雲が形成される。その後、空気塊が上昇を続けると、大気の状態が不安定となって積乱雲が発達する場合がある。

雲は、 核や氷晶核に水蒸気が凝集した が、 1 cm^3 あたり $10^2\sim 10^3$ 個浮いているものである。雨や雪が降るためには、 が直径 1 mm 程度の雨粒や雪に成長する必要がある。約 -10°C 以下の大気中では雲の中に氷晶と過冷却水滴が共存していることが多いが、氷晶が選択的に成長し、上昇気流で支えきれなくなったときに落下し、落下途中で融けたものが雨になる。このような雨を という。

問1 ～ に適切な語句を入れよ。

問2 下線部(a)に関して、温度が低下する理由を1行で説明せよ。

問3 下線部(b)に関して、次の問(1)、(2)に答えよ。

(1) 雲の形成後に、大気の状態が不安定になる条件を1行で説明せよ。

(2) 積乱雲の雲頂高度はどのように決まるか、2行以内で説明せよ。

問4 下線部(c)に関して、氷晶が選択的に成長する理由について、次の語句をすべて用いて4行以内で説明せよ。

{水蒸気圧, 昇華, 蒸発}

3 次の文章を読み、以下の問1～5に答えよ。

紀元前3世紀にギリシャのエラトステネスは、夏至の日の正午に、同一経線上に存在する2地点の太陽高度から、2地点の緯度の差を求め、同一経線上の円の中心角と2地点の距離(弧の長さ)が比例することを基に、地球の形を推定した。^(a)その後、測量技術の発達により、地球の形は、地球楕円体やジオイドで表されることが明らかになった。^(b)また、ジオイドや重力の大規模な空間的変化から、地球深部の活動の様子が推定できる。^(c)このような大規模な変化はマンテル対流などで説明されている。

マンテル対流などのマンテルの動きが地表面に現れたのがプレート運動である。プレートの運動は地球の中心を通る軸のまわりの回転運動となる。そのため、プレートの運動速度は回転軸から離れるほど なり、プレートの回転軸の方向は の走向に直交する。プレートの運動速度は、海洋底に記録された磁気異常の縞模様^(d)からも推定することができる。

問1 , に入る最も適切な語句を次から1つずつ選んで解答欄に記入せよ。

{ 正断層, 逆断層, トランスフォーム断層, 海溝, 火山前線, 大きく, 小さく }

問2 下線部(a)と類似の方法を使って、あるプレート上の地点Aにおけるプレートの運動速度を考える。地点Aは400万年かけて、北緯60度線上で経度3.6度移動した。この地点Aの運動速度は何cm/年か、有効数字2桁で答えよ。計算の過程も示すこと。ただし、地球は完全な球体で、その半径を6400kmとする。

問3 下線部(b)の地球楕円体とジオイドとは何か、2行以内で説明せよ。

問 4 下線部(c)に関連して、アフリカ南部に中心をもつ大きなジオイドの高い領域があるのはなぜか、その理由を2行以内で説明せよ。

問 5 下線部(d)に関して、海洋底に地磁気の縞模様が存在するのはなぜか、また、その縞模様が海嶺^{かいれい}をはさんで対称的に存在しているのはなぜか、合わせて4行以内で説明せよ。

4 次の文章を読み、以下の問1～5に答えよ。

火成岩は、超苦鉄質岩、苦鉄質岩、中間質岩、ケイ長質岩に分類される。苦鉄質岩に分類される火山岩は であり、ケイ長質岩に分類される火山岩はデイサイトと である。 には斑晶鉱物としてかんらん石が含まれることが多い。かんらん石は、その結晶構造を変えずに化学組成の 成分と 成分の割合を連続的に変えることができる の性質をもつ鉱物である。また、 には斑晶鉱物として石英^(a)が含まれることが多い。

火山岩はマグマが急冷されて固結したものであり、火山の形にはマグマの粘性が反映されることが多い。^(b) また、噴火の様式の違いは、マグマの粘性やマグマ中の揮発性成分の量から説明されている。^(c)

問1 , に適切な岩石名を、 に適切な語句を入れよ。

問2 , に適切な元素記号を入れよ。

問3 下線部(a)に関して、石英の結晶構造を2行以内で説明せよ。

問4 下線部(b)に関連して、次の問(1)、(2)に答えよ。

(1) 雲仙岳^{うんぜんだけ}や昭和新山に代表される火山の形の名称を答えよ。

(2) マグマ中のSiO₂量が増加するとマグマの粘性は増加する。その理由を2行以内で説明せよ。

問5 下線部(c)に関連して、爆発的な噴火はどのように引き起こされるか、次の語句をすべて用いて6行以内で説明せよ。

{粘性、揮発性成分、減圧、体積、気泡}

5 次の文章を読み、以下の問1～5に答えよ。

地球は約 億年前に誕生した。約 27 億年前に初めて酸素発生型光合成が始まり、原生代初期に縞状鉄鉱層が集中的に形成された。原生代の期間に少なくとも3回の全球凍結が起きた。^(a)カンブリア紀には硬い外骨格をもつ動物群が数多く現れた。たとえば、中国南部で発見された 動物群やカナダ西部で発見された 動物群が有名である。古生代を通して進化した多様な動物・植物の多くは、古生代末の約 億年前に一斉に絶滅した。三畳紀中ごろまでには新しいタイプの生物が多く現れた。ジュラ紀の末ごろに脊椎動物の が進化してきた。 は現在の地球にも生息し、酸素が乏しいところで生きていくことができる呼吸器系を有している。中生代末の約 億年前に、海洋でアンモナイトやプランクトンの多くの種類が絶滅した。新生代になり生物の多様性は回復し、始新世は温暖な気候になった。漸新世までに南半球で起きた大陸移動によって南極周極流が誕生し、^(b)漸新世前期には南極大陸には氷床が形成された。

問1 ～ に入る最も適切な数値を次から1つずつ選んで解答欄に記入せよ。

{0.23, 0.34, 0.56, 0.66, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.6, 4.2, 4.4, 4.9,
5.4, 6.0, 35, 40, 46, 50}

問2 ～ に適切な語句を入れよ。

問3 下線部(a)の証拠を1行で説明せよ。

問4 顕生代で最大規模の絶滅が起きたのは古生代末と中生代末のどちらか、また、その時期に海洋で起きた環境変化は具体的にどのようなものであったか、合わせて3行以内で説明せよ。

問 5 下線部(b)に関して, どのような大陸移動によって南極周極流が誕生したか, 大陸の名称をあげて2行以内で説明せよ。