

地学基礎・地学 (5 問)

〔 I 〕 次の文章を読み、問(1)~(5)に答えよ。解答は解答欄に記入せよ。

ドイツの気象学者であった **ア** が 1912 年に大陸移動説を提唱する前から、南アメリカ、アフリカ、インドから産出する古生代以前の動植物の化石がよく似ていることが知られていて、このことはかつて大陸の間に生物の移動が可能な陸地があり、それが後に大規模に沈んで海洋になったという **イ** 説で説明されていた。

大陸移動説は **ア** の死後ほとんど顧みられなかったが、1960 年代初頭にヘストとデーツが **ウ** 説を発表したことが、大陸移動説からプレートテクトニクスへの発展の契機となった。この説を支持することの一つとして、図 1 のように海嶺軸と垂直方向に、地磁気の強いところと弱いところが対称的に並ぶ **エ** が観察されることが挙げられる。これは、地球の歴史の中で地磁気の方法が何度も逆転したことを反映したもので、海嶺軸でマグマが冷える間に、その時の地磁気の向きが岩石に **オ** として記録されることで生じる。

ウ 説では、海嶺軸での火成活動で新たな海洋底が生成され、その後海洋底が対称的に移動するため、海嶺軸から離れたものほど、その年齢が古くなると考える(図 1)。さらに、遠方まで移動した古い海洋底は、別の海洋底や大陸の縁に到達すると、マントル中へ沈み込む。この時、海洋底の沈み込みによっても火成活動が起こる。

著作権保護の観点から、公表していません。

図 1 北大西洋レイキャネス海嶺周辺の海洋底の地磁気の状態。黒色の縞は地磁気が相対的に強いところ、白は地磁気が相対的に弱いところを示している。図中の年代は黒色の縞の年齢を示す。図は小林(1989)、流れの可視化、vol. 9, No. 33 を一部改編。

問

- (1) 上の文章中の **ア** ~ **オ** に入る最も適切な語を答えよ。
- (2) 下線部(a)の説を **ア** は批判した。彼は、大規模な **イ** が沈降することは、地殻の浮力のつり合いの原理に反するとした。この原理をカタカナ7文字で答えよ。
- (3) 下線部(b)のような現象はなぜ起こるのか、地磁気が強いところができる理由と弱いところができる理由を、それぞれ示すことで説明せよ。
- (4) 下線部(c)の火成活動を引き起こすマグマの発生機構について図2を用いて説明せよ。まず、海洋下のかんらん岩の融解曲線を、解答欄に印刷された図中に示すこと。点Mの温度・圧力条件下にあるかんらん岩が、どのようにかんらん岩の融解曲線を越えて溶融に至るか説明せよ。なお、大気圧でのかんらん岩の融解温度は約1200℃とする。また、かんらん岩の融解曲線は傾向が示されていればよく、温度と圧力の値は正確である必要はない。
- (5) 下線部(d)の火成活動を引き起こすマグマの発生機構を、問(4)と同様に、かんらん岩の溶融曲線を示すことで説明せよ。

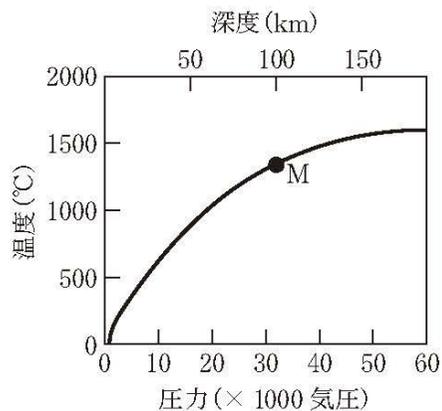


図2 海洋地域の地下の温度と圧力の関係。図中の曲線は、海洋底の地下の、圧力(深度)と温度の関係を示している。点Mは、ある温度・圧力条件下のマン틀を構成するかんらん岩を示す。

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、問(1)～(5)に答えよ。解答は解答欄に記入せよ。

物体は、その温度に応じたエネルギーを電磁波として放射する。高温の太陽は、可視光を中心とする強い電磁波(太陽放射)を宇宙に向けて放射している。太陽放射は宇宙の中で拡がりながらそのエネルギー密度を減少させる。地球の大気の上端の位置で、放射に垂直な面が単位面積、単位時間あたりに受ける平均のエネルギー量は と呼ばれ、現在約 1.4 kW/m^2 である。地球の半径を R 、アルベド(平均反射率)を α 、円周率を π 、 を S とすると、地球全体が単位時間あたりに吸収するエネルギー量は となる。

一方、暖められた地球は、その温度に応じた赤外放射(地球放射)を宇宙に向けて放射することで、エネルギー収支が成り立つ定常状態にあると考えられている。仮に地球を温度 $T \text{ K}$ の黒体と考えると、シュテファン・ボルツマンの法則から、単位面積、単位時間あたりの放射量は、シュテファン・ボルツマン定数を σ とすると、 $\sigma T^4 (\text{W/m}^2)$ と表せる。従って、地球全体から宇宙に向けて放射される単位時間あたりのエネルギー量は、 となる。

放射のエネルギー収支が成り立つ定常状態では、 = となり、この条件から地球の平均温度を求めると $T = 255 \text{ K}$ となる。実際の地表の平均温度は約 288 K で、推定された温度より 33 K 程高い。この理由は、地球には大気があり、大気は地表からの赤外放射を吸収し、その温度に応じた赤外放射を上空と地表に向けて放射することで地表を温めるという温室効果を持つためである。^(a)しかし、現在の地球の大気が持つ温室効果を考慮して地表温度を推定すると約 310 K 以上になり、かなり温度が上昇する。実際の大気中では、^(b) と のエネルギーが対流運動により地表から上空へ運ばれるために地表の温度が下げられ、現在の地表の年平均気温は約 288 K となっている。

問

- (1) に入る最も適切な語を答えよ。
- (2) と に入る式を答えよ。
- (3) 下線部(a)について、現在の地球の大気中で、放射に対する温室効果への寄与が1番大きい気体と2番目に大きい気体が何かを、それぞれ答えよ。
- (4) と に入る最も適切な語を答えよ。解答は順不同で良い。
- (5) 下線部(b)について、この対流運動によるエネルギー輸送が制限されると、局所的な温度の上昇が起きることが知られている。このエネルギー輸送の制限による温度の上昇と関係すると考えられる現象を、次の①～⑥のうちから三つ選べ。
- ① 窓を閉め切った車の車内での日中の温度上昇。
 - ② フェーン現象による山の風下側での気温上昇。
 - ③ ビニールハウスやガラスの温室の内部での日中の温度上昇。
 - ④ 成層圏のオゾン層での紫外線の吸収と加熱に伴う温度上昇。
 - ⑤ 道路の舗装や植物の減少に伴う都市部での気温上昇。
 - ⑥ エルニーニョ現象に伴う赤道太平洋東部の海水温と気温の上昇。

〔Ⅲ〕 太陽に関する次の文章を読み、問(1)～(4)に答えよ。解答は解答欄に記入せよ。

太陽活動は約 年周期で変動しており、2025 年は黒点の数が多き極大期にあたると思われる。黒点は、強い を持ち、周囲よりも が低いため黒く見える。黒点付近の彩層が突然明るくなるフレア現象は、黒点の数が多き極大期によく発生する。太陽フレアでは、黒点周辺が数千万 K の高温となり、光速で伝播する電磁波(おもに)の放射と、普段よりも高速で密度の高い (陽子と電子からなるプラズマの流れ)が放出される。太陽フレアは、地球の電離圏や磁気圏に影響を及ぼすことがあり、デリンジャー現象や磁気嵐と呼ばれる。

問

- (1) 文章中の ～ に入る最も適切な語を答えよ。
- (2) 物体(黒体)の表面温度と、放射する電磁波のエネルギーが最大となる波長との関係は、ウィーンの変位則と呼ばれる。定常状態(太陽フレアを起こしていない静穏状態)の太陽表面は、温度が 6000 K、放射する電磁波のエネルギーが最大となる波長は 500 nm である。ある太陽フレアの温度が 3 千万 (3.0×10^7) K だった場合、ウィーンの変位則を利用できるとして、放出される電磁波のエネルギーが最大となる波長を有効数字 2 桁で求めよ。単位も付けること。計算の途中経過も記述すること。
- (3) 地球で 1 秒間に単位面積あたりに観測したエネルギーから、太陽が 1 秒間に放出するエネルギーを求めるためには、太陽—地球間の距離を知っておく必要がある。太陽までの距離を測るにはレーダー(電波の反射を用いる方法)を利用できないが、金星はレーダーにより距離が測定できる。金星—地球間の距離は最近接する際に 4 千万 km (4.0×10^{10} m)、金星の公転周期を 225 日とする。まず、ケプラーの第 3 法則を答えよ。太陽—地球間の距離を有効数字 1 桁で計算せよ。単位も付けること。計算の途中経過も記述すること。必要に応じて、図に示した 4 乗根から 4 乗の関数グラフを利用して良い。
- (4) 地上から可視光で太陽を観測しても、太陽フレアの発生を判別するのは容易ではない。その理由を説明せよ。

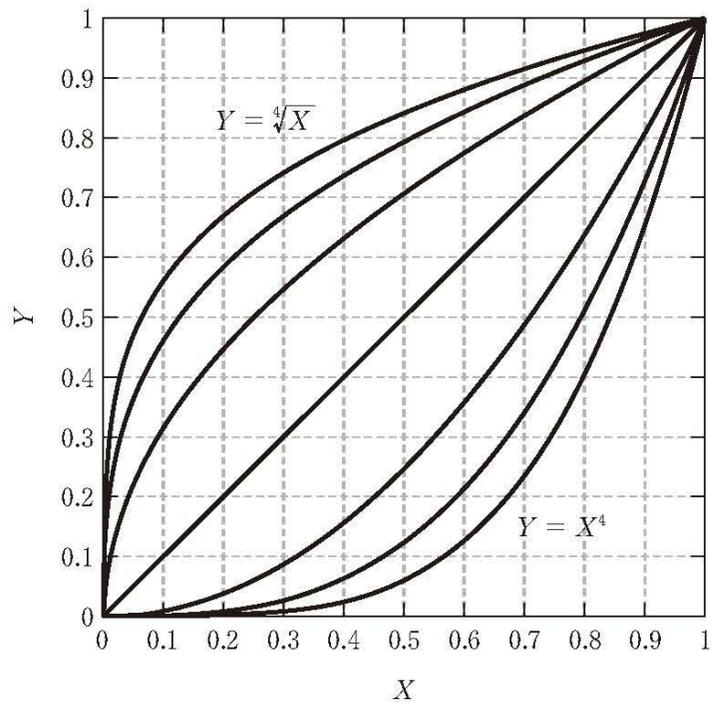


図 4乗根(左上)から3乗根, 2乗根, 1乗(比例), 2乗, 3乗, 4乗(右下)の関数グラフ。

〔IV〕 次の文章を読み、問(1)～(4)に答えよ。解答は解答欄に記入せよ。

約 46 億年前、星間ガスと固体微粒子(まとめて **ア** と呼ぶ)を材料として原始太陽が誕生した。その後、原始太陽の周囲を回転する **イ** では、多数の固体微粒子が衝突合体を繰り返して直径数 km 程度の天体である **ウ** が成長した。やがて **ウ** どうしが衝突し、原始惑星が作られた。現在の火星軌道よりも太陽に近い領域では小さな原始惑星が成長し、木星軌道よりも太陽から遠い領域では大きな原始惑星が成長した。最終的に、原始惑星^(a)どうしの衝突により、現在の惑星が作られた。

惑星などの周りを公転する天体を衛星と呼ぶ。木星と土星は衛星を **A**。一方、水星と金星は衛星を **B**。地球の衛星である月は、かつての原始地球に火星サイズの原始惑星が衝突し、その破片から形成されたと考えられている。これを **エ** 説と呼ぶ。

隕石は、ケイ酸塩鉱物を多く含む **オ** 隕石、鉄とニッケルの合金である鉄隕石^(b)、中間組成の石鉄隕石に分類される。多くの隕石は小惑星起源であり、太陽系初期の **ウ** や原始惑星の情報を保存している。したがって、隕石を調べることで、太陽系の歴史や地球の材料物質などを探ることができる。

問

- (1) **ア** ～ **オ** に入る最も適切な語を答えよ。
(2) **A** ・ **B** に入る語の組合せとして適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① A：持たない B：持つ
② A：持つ B：持つ
③ A：持たない B：持たない
④ A：持つ B：持たない

- (3) 下線部(a)に関して、そのように成長する理由を、次のすべての語を用いて説明せよ。同じ語を何度用いても良い。

岩石、水、氷

- (4) 下線部(b)に関して、鉄隕石はどのように作られたのか説明せよ。

〔V〕 次の(1)～(5)の語句群から二つを選び、それぞれについて全ての語句を用いて地学的に意味のある文章を作成せよ。解答は解答欄に記入し、使用した語に下線をつけよ。

- (1) 冬季、大気の波動、成層圏突然昇温、対流圏、極渦
- (2) 後氷期、縄文海進、温暖、海水準、内陸
- (3) 放射性同位体、岩石の年代、壊変、ウラン 238 (^{238}U)、半減期
- (4) 偏西風、蛇行、熱輸送、寒気、暖気
- (5) ビッグバン、膨張、ハッブル・ルメートルの法則、銀河、速度