

地 学

計算のため必要な場合には、以下の数値を使用せよ。

常用対数 $\log_{10} 13 = 1.1$, $10^{0.3} = 2.0$, $\sqrt{0.1} = 0.3$, $\pi = 3.1$

1 次の文章を読み、以下の問1～3に答えよ。

我々に最も身近な恒星である太陽では、その中心部で4つの水素原子核が1つのヘリウム原子核となる が起きている。中心部で発生したエネルギーは、まず放射によって外側に運ばれ、さらに によって とよばれる我々が目にする太陽表面に到達する。 の様子は とよばれる表面の模様として観測される。温度 6000 K の太陽表面からは、波長 $0.5 \mu\text{m}$ にピークをもつ可視光としてエネルギーが放射される。地球の大気圏最上部に垂直に入射する放射エネルギーは約 1400 W/m^2 であり、この値を とよぶ。太陽の可視光での絶対等級は 4.8 等級である。

恒星の質量が小さいほど、放射されるエネルギーは小さくなる。プロキシマ・ケンタウリは太陽系から 1.3 パーセク離れたところにあり、太陽から最も近い恒星であるが、可視光での見かけの等級は 11.1 等級しかない。プロキシマ・ケンタウリの周りには惑星が複数個発見されており、その中の一つは地球と同程度の質量をもつ惑星だと推定されている。惑星が主星から受け取る放射エネルギーの量は、惑星での生命存在の可能性を考える上で重要な値の一つである。

問 1 ～ に適切な語句を記入せよ。

問 2 下線部 (a) について、太陽が放射している総エネルギーは何 W か、有効数字 2 桁で答えよ。ただし、地球と太陽の間の距離は $1.5 \times 10^{11} \text{ m}$ とし、計算の過程も示せ。

問 3 下線部 (b) について, 次の問(1)~(4)に答えよ。

- (1) プロキシマ・ケンタウリの可視光での絶対等級は何等級か, 小数点以下 1 桁まで答えよ。また, この明るさは絶対等級から考えられる太陽の可視光での明るさの何倍か, 有効数字 1 桁で答えよ。それぞれ計算の過程も示せ。
- (2) プロキシマ・ケンタウリの表面温度は 3000 K, その半径は太陽の 15 % と見積もられている。プロキシマ・ケンタウリの表面から放射される総エネルギーは太陽の何倍か, 有効数字 1 桁で答えよ。計算の過程も示せ。
- (3) 問(1)の可視光での明るさの倍率と問(2)の総エネルギーの倍率が異なる理由について 3 行以内で説明せよ。
- (4) プロキシマ・ケンタウリを主星とする惑星が, 下線部 (a) で表される地球が太陽から受け取るのと同じ放射エネルギーを主星から受け取るとすれば, この惑星は主星から何天文単位のところにあるか, 有効数字 1 桁で答えよ。計算の過程も示せ。

2 次の問1, 2に答えよ。

問1 次の文章を読み、以下の問(1), (2)に答えよ。

成層圏に形成されるオゾン層は、生物に有害な太陽からの を吸収し、遮蔽する役割をになってきた。オゾン層は、大気中の の増加によって安定して形成されるようになり、約4億年前には生物の を可能にした。近年、南極・北極で観測される は、人工的な化合物の によって、成層圏でオゾン層の破壊が進んでいることを示している。 量の増加による皮膚がんの発症や生態系への影響が懸念されることから、 の製造・利用が規制されることとなった。

対流圏の気温は、通常 付近で最も高く、成層圏との境界の 付近で最も低い。 の高度は約 km である。

(1) ~ に適切な語句を記入せよ。

(2) に入る最も適切な数値を次から1つ選んで解答欄に記入せよ。

{ 3, 5, 10, 30, 50, 100, 300 }

問 2 ある地点の高度 3 km 以下での空気塊のふるまいについて考えよう。周囲の気温の高度分布を図 1 に示す。乾燥断熱減率は $1\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ 、湿潤断熱減率は $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ である。また、高度 0 m での温度 $T\text{ }[^{\circ}\text{C}]$ 、露点 $T_d\text{ }[^{\circ}\text{C}]$ の空気塊の凝結高度 $h\text{ }[\text{m}]$ は $h = 125(T - T_d)$ で与えられる。次の問(1)~(3)に答えよ。

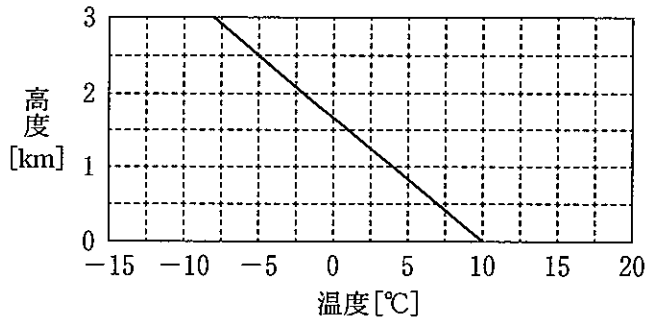


図 1

- (1) 高度 500 m で周囲の気温と同じ温度だった空気塊 A を高度 400 m に断熱的に下降させたとする。この間、空気塊 A は水蒸気で飽和しない。周囲の気温に比べて空気塊 A の温度は高いか低い。また、空気塊 A が受ける力は上向きか下向きか。正しい組合せを次の①~④の中から 1 つ選べ。

	周辺の気温に対する 空気塊 A の温度	空気塊 A が受ける 力の向き
①	高 い	上向き
②	高 い	下向き
③	低 い	上向き
④	低 い	下向き

- (2) 高度 0 m で露点が $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ の空気塊 B を $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ まで温めたところ、空気塊 B は上昇し雲を作った。各高度での空気塊 B の温度を、図 1 にならって実線で、解答欄の方眼に記入せよ。
- (3) 高度 0 m で露点が $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ の空気塊 C を $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ まで温めたところ、空気塊 C は上昇したが、雲を作らなかった。考えられる理由を、3 行以内で説明せよ。

3 次の問1～3に答えよ。

問1 次の文章を読み、～に適切な語句を記入せよ。

地球の誕生以降、さまざまな岩石がさまざまな時代に形成された。岩石の年代測定は、放射性同位体が一定の割合で安定な同位体になる放射性崩壊や、鉱物の放射線による損傷を利用して行われる。このようにして得られた年代を年代という。岩石中にはじめに含まれていた、ある放射性同位体の原子の数が、放射性崩壊により半分になるまでの時間をという。岩石が形成されてから、その放射性同位体の原子の数が64分の1の数に減っていた場合、の倍の時間が経過したことになる。このような年代測定法には、ウラン・鉛法や、ルビジウム・法などがある。また、炭素14法は主に光合成で大気中のを取り込んでいる植物の炭素14を用いた年代測定法である。年代に対し、各時代を特徴づける化石や、古地磁気の記録を照らし合わせて区分された年代を年代という。

問2 次のうち、過去に起きたさまざまな地学的現象の年代を判定する手段として正しいものをすべて選べ。

- A. 泥岩層を不整合に覆う砂岩層があるとき、泥岩層に挟まれている火山灰層と、砂岩層に挟まれている火山灰層の鍵層対比
- B. 最初的大型生物とされるエディアカラ生物群化石の炭素14法による年代測定
- C. 花こう岩中に含まれるジルコン粒子のウラン・鉛法による年代測定
- D. 褶曲した白亜紀しゅうきょくの地層を貫く安山岩岩脈のカリウム・アルゴン法による年代測定
- E. 新生代の有孔虫の殻に含まれる酸素の放射性同位体の対比

問 3 次に示すさまざまな地学的現象A～Fについて、時間スケールが長いものから順に並べ替えよ。

- A. アジア大陸の東縁部において日本海が誕生し、東北日本や西南日本の島弧ができるまでの期間
- B. チリ海溝でプレート境界型巨大地震が発生し、日本に津波が到達するまでの期間
- C. パンゲア大陸がローレシア(ローラシア)大陸と Gondwana 大陸にわかれ、さらに現在のように複数の大陸にわかれるまでの期間
- D. 赤道上空の成層圏において、東西風の向きが反転する振動の周期
- E. 産業革命以降、化石燃料を消費しはじめてから、大気中の温室効果ガスの濃度が上昇した期間
- F. 温暖な気候により恐竜が巨大化し、海洋では大型海生爬虫類が繁栄していた期間

4 次の文章を読み、以下の問1～4に答えよ。

地球の内部は均質ではなく層構造をなしており、それぞれ地殻、マントル、
ア とよばれる。これらのうちマントルが最も体積が大きく、上部マントルは主にかんらん岩から構成されていると考えられている。地殻は大陸地殻では上部が イ から、下部がはんれい岩から構成され、海洋地殻では主に ウ とはんれい岩から構成されている。海洋地殻は中央海嶺でマグマが冷え固まって形成されたと考えられている。
(a)

岩石は鉱物の集合体であり、それぞれの岩石の種類によって構成する鉱物の種類や割合が異なる。鉱物の性質として重要なものに、固溶体と多形があり、かんらん石や斜長石は固溶体の性質をもつ。また、ダイヤモンドの多形には (b)
エ が、ケイ線石の多形には オ や カ がある。

問1 ア には適切な語句を、 イ と ウ には適切な岩石名を、 エ ～ カ には適切な鉱物名を記入せよ。

問2 下線部(a)について、中央海嶺でマグマが発生する過程をプレートの動きと関連づけながら3行以内で説明せよ。

問3 岩石を構成する鉱物の多くはケイ酸塩鉱物とよばれるケイ素を含む鉱物である。代表的なケイ酸塩鉱物の一つである輝石の結晶構造について、次の3つの語句をすべて用いて2行以内で説明せよ。

くさり
{鎖状、酸素、 SiO_4 四面体}

問4 下線部(b)に関して、かんらん石の固溶体について、2行以内で説明せよ。

5 次の文章を読み、以下の問1～4に答えよ。

地層の堆積が続く場所では、一般に下位から上位へ地層は堆積する。しかし、堆積後の地殻変動などによって、地層は褶曲^{しゅうきよく}や断層で変形したり、上下が逆転したりする場合がある。図1の(ア)～(カ)は、直立した崖の露頭で地層の断面を模式的に示した図である。

問1 図1の(ア)～(カ)それぞれについて、地層が逆転していると考えられる場合は①を、地層が逆転していないと考えられる場合は②を、どちらも判定できない場合は③を記入せよ。

問2 図1の(ア)でみられる生痕化石^{せいこん}はどのようにして形成されたか、形成過程を2行以内で説明せよ。

問3 海底では、地震などをきっかけにして混濁流^{こんだくりゅう}が発生する場合がある。混濁流によって形成されたと考えられる堆積構造にはどのような特徴があるか、2行以内で説明せよ。

問4 地層や堆積岩の中には生物の化石が含まれることがあり、なかでも示準化石は地層の時代を決めるために利用される。示準化石に適する条件を3つ、それぞれ1行で説明せよ。

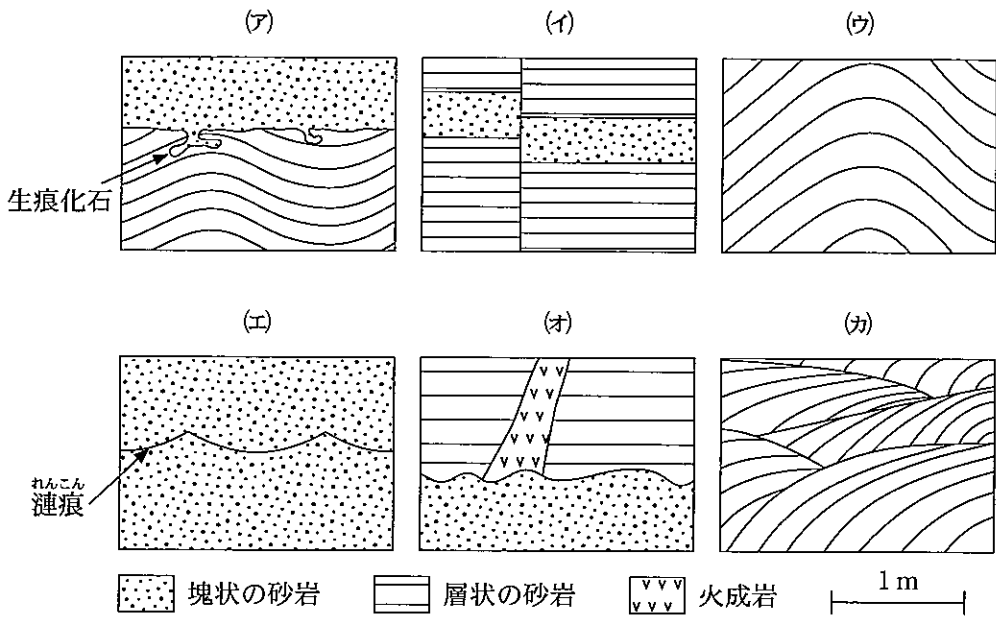


図 1