

地 学

1 次の文章を読み、以下の問 1～5 に答えよ。

宇宙の構造や天体の性質を調べる上で、天体までの距離を知ることが重要である。距離測定にはさまざまな方法が考案されており、それぞれの手法を適用できる距離範囲は異なる。近くから遠くまで、有用な距離指標を順につないでいくことによって、太陽近傍から宇宙の最遠方までの天体の距離を知ることができるようになっていく。これを宇宙の「距離はしご」とよんでいる。

太陽近傍のおよそ 1 千パーセク以内では、主に年周視差^(a)による方法が適用される。銀河系内の数千パーセク以内では、恒星の分光視差^(b)を測定することができる。銀河系外に出ると、1 億光年以内の近傍銀河までの距離は、最も明るい恒星や球状星団、脈動変光星^(c)を使う方法などがある。さらに遠くの銀河になると、渦巻銀河の回転速度を使う方法や、Ia 型超新星^(d)を使う方法が適用され、最も遠いところでは、ハッブル・ルメートルの法則^(e)が使われる。

問 1 下線部 (a) に関して、1 パーセクは何キロメートルか、パーセクの定義にしたがって計算し、有効数字 1 桁で示せ。計算の過程も示せ。なお、円周率 (π) は 3.1 とする。

問 2 下線部 (b) に関して、主系列星に適用した場合、どのような原理で星までの距離を求められるか、3 行以内で説明せよ。

問 3 下線部 (c) に関して、ケフェウス座 δ 型変光星について、二つの物理量の間にどのような関係があるために距離指標として使えるのか、その関係性を 1 行で説明せよ。

問 4 下線部(d)に関して, Ia 型超新星にどのような性質があるために距離指標として使えるのか, その性質を 1 行で説明せよ。

問 5 下線部(e)に関して, 次の問(1), (2)に答えよ。

(1) ハッブル・ルメートルの法則を 2 行以内で説明せよ。

(2) ハッブル・ルメートルの法則を使って, どのように遠方銀河までの距離を測定できるか, その原理と観測手法について 5 行以内で説明せよ。

2 次の文章を読み、以下の問1～4に答えよ。

地球の表面は十数枚のプレートに分かれて運動している。これらプレートどうしの衝突や沈み込みに伴って、山脈や海溝などの地形が形成され、地震などの現象が生じる。

海嶺軸で形成された海のプレート(リソスフェア)は、水平方向に移動したのち、海溝やトラフから沈み込む。太平洋の海洋底の年代は、最も古い場所でも約2億年前であり、これは地質年代では^(a) ア 紀にあたる。海のプレートの動きは、^(b)ホットスポットの火山活動の痕跡から知ることができる。

海嶺や海溝のようなプレート境界で発生する地震は、プレートの動きに応じた型の断層運動で発生する。プレートが収束する境界では イ 型の断層運動による地震が、拡大する境界では ウ 型の地震が多い。東北地方では、日本海溝から沈み込む太平洋プレートに沿って活発な地震活動がみられる。2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震も、そのようなプレートの沈み込みに関係した地震であり、それに伴う津波は東日本のみならず震源から遠く離れた場所にも到達した。^(c)

問1 ア ～ ウ に適切な語句を入れよ。

問2 下線部(a)に関して、海洋底の年代はどのようにして調べることができるか、2行以内で説明せよ。

問3 下線部(b)に関して、ホットスポットの火山活動の痕跡からどのようにしてプレートの移動方向と速さを知ることができるか、4行以内で説明せよ。

問4 下線部(c)に関して、太平洋を^{でんぱ}伝播する津波の速さを考える。太平洋の平均的な水深を4.0 kmとして、波長が水深に対して十分に長い津波が進む速さ[km/時]を、有効数字2桁で求めよ。計算の過程も示せ。ただし、重力加速度は10 m/s²を使用せよ。

3

次の問 1 ～ 4 に答えよ。

問 1 地下深部では、マントルを構成するかんらん岩が融けて玄武岩質マグマが発生することがある。そのマグマが地表へ上昇し噴出している場所が、海嶺や沈み込み帯などである。海嶺の地下と沈み込み帯でかんらん岩が融ける理由を、それぞれ 3 行以内で説明せよ。

問 2 地下深部でかんらん岩が融けてマグマが発生するとき、初めに発生するマグマ(初生マグマ)とかんらん岩の化学組成は異なる。初生マグマとかんらん岩の化学組成に違いが生じる理由を 2 行以内で説明せよ。

問 3 マントルで発生したマグマが上昇する理由を 2 行以内で説明せよ。

問 4 大規模な爆発的火山噴火では、火山灰や火山ガスを含む噴煙が成層圏まで達することがある。火山灰や火山ガスが成層圏に到達してとどまると、数年間にわたり地表の気温が低下することがある。成層圏へ噴煙が到達するような爆発的な噴火が地表の気温を低下させる仕組みについて、次の語句をすべて用いて 2 行以内で説明せよ。

{ エーロゾル, 太陽放射 }

4 次の文章を読み、以下の問1～3に答えよ。

地球は水の惑星である。恒星周辺において、惑星表面で液体の水が存在できる温度が保たれている領域を といい、地球はこの領域内に位置している。地球の水の起源は、原始地球に衝突した に含まれる水が蒸発して、原始大気の成分となった水蒸気であると考えられている。金星や火星の大気にも、初期には地球と同じように水蒸気が存在したと考えられている。現在の火星では、固体の水はあるが、液体の水は存在しない。_(a)

原始海洋は、原始地球の地表が冷え、大気中の水蒸気が雨となって地表に降ることによって形成された。その後、地球上の水は、太陽エネルギーを原動力として、海水・陸水と状態を変えながら自然界を循環している。

問1 , に適切な語句を入れよ。

問2 下線部(a)に関して、なぜ現在の火星では液体の水は存在しないのか、その理由を、次の語句をすべて用いて4行以内で説明せよ。

{ 質量, 表面温度, 温室効果 }

問3 図1は、地球を陸および海と、それぞれの上の大気の4つのブロックに分け、地球上の水循環を簡略化したものである。ブロック中の数字は各ブロックに存在する水の量 $[10^3 \text{ km}^3]$ を表し、矢印に添えた数字および(A)はブロック間の水の交換量 $[10^3 \text{ km}^3/\text{年}]$ を表している。なお、海上の大気と陸上の大気の間、陸と海の間、それぞれの水蒸気の輸送 $[10^3 \text{ km}^3/\text{年}]$ を差し引きした値を表している。この図1について、次の問(1)～(3)に答えよ。

(1) 図1中(A)の交換量 $[10^3 \text{ km}^3/\text{年}]$ を求めよ。計算の過程も示せ。

(2) 大気における水の滞留時間は何日か、小数点以下を四捨五入して答えよ。計算の過程も示せ。

(3) 陸上では、蒸発量よりも降水量が上回る。その理由を、図1の海陸間の水輸送に基づいて2行以内で説明せよ。

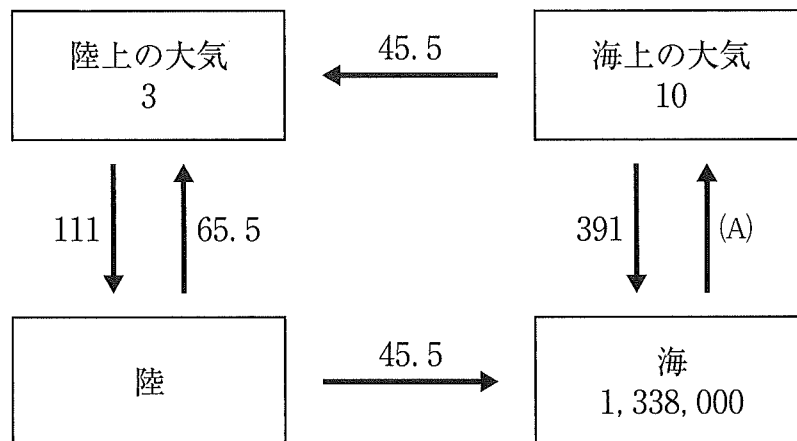


図1

5

次の問 1 ～ 4 に答えよ。

問 1 マグマの結晶分化作用について、次の語句をすべて用いて 7 行以内で説明せよ。

{ Mg^{2+} , 有色鉱物, SiO_2 , Fe^{2+} }

問 2 石質隕石であるコンドライトにはコンドリュールが含まれている。コンドリュールの形成過程について、2 行以内で説明せよ。

問 3 木星の衛星であるイオには活発な火山活動が見られる。イオの内部が高温になっている理由について、2 行以内で説明せよ。

問 4 星間雲から太陽が主系列星になるまでの過程について、次の語句をすべて用いて 6 行以内で説明せよ。

{ 核融合, 原始星 }