

## 北海道大学前期【地学】解答例

1

問 1 地球全体として受け取る太陽放射が地球の表面積に分配されるので、

$$\begin{aligned} S_1 &= \frac{S_0 \pi R^2 (1-A)}{4\pi R^2} = \frac{S_0 (1-A)}{4} = \frac{1.37 \times 10^3 \times \{1 - (0.07 + 0.23)\}}{4} \\ &= 2.397 \times 10^2 \\ &\doteq 2.40 \times 10^2 \text{ [W/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

問 2 シュテファン・ボルツマンの法則より、

$$\begin{aligned} E_1 &= 5.67 \times 10^{-8} \times (273 + 15)^4 = 5.67 \times 288^4 \times 10^{-8} = 5.67 \times 16 \times 1.2^8 \\ &= 90.72 \times 4.2998 = 390.0 \\ &\doteq 3.90 \times 10^2 \text{ [W/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

問 3 地表および大気の温度がそれぞれ一定に保たれていることから、大気上端全体から宇宙空間への放射は地球全体で受け取る太陽放射と等しいので、

$$E_2 4\pi R^2 = S_1 4\pi R^2 \quad \text{より} \quad E_2 = S_1 = 2.40 \times 10^2 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

問 4 問 2 と問 3 より、

$$E_1 - E_2 = 390.0 - 239.7 = 150.3 \doteq 1.50 \times 10^2 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

理由 地表から赤外線として放射されるエネルギーは大気中の温室効果ガスに吸収されて、一部しか宇宙空間に放出されず、残りは地表へと再放射されるから。(69 字)

2

問 1 （名称） 傾斜不整合

水平に堆積した下位の地層が地殻変動で傾斜した後に陸化・侵食され、再び海面下に沈んだ後に上位の地層が水平に堆積した。(57 字)

問 2 （特徴） 1 枚の地層の内部で碎屑物の粒径が上位ほど小さくなっている。(29 字)

(形成過程) 粒径の異なる碎屑物が同時に堆積するときに、粒径の大きい粒子ほど先に沈降して下位に堆積する。(45 字)

問 3 (1) (エ) (2) 左横ずれ断層

問 4 河川では一定方向の流れで礫が転がり長軸方向以外が摩耗して細長くなり、海浜では波の往復運動で礫が水平にずれ動き底面が摩耗して平たくなるため。(69 字)

問 5 粒径の小さい粒子ほど遠くに運ばれるので、上位の堆積時ほど河口から遠く深い水深になったと考えられる。(49 字)

3

問1 (1) 太平洋 (2) 付加体 (3) 深発

問2 A (ア) B (イ)

問3 正または負 負

理由 海溝ではプレートの沈み込みで物質が下向きに引きずられ、質量がアイソスタシー成立時より不足するため。(49字)

問4 北島は海溝から大陸側に位置する島弧であるのに対して、南島は海溝と海溝にはさまれたトランスフォーム断層上に位置するため。(59字)

問5 海溝から深部に沈み込んだプレート内部で地震が発生するため。(29字)

4

問1 種族Ⅰの星は主に散開星団に属する若い星で、重元素に富み、種族Ⅱの星は主に球状星団に属する老齢な星で、重元素に乏しい。(58字)

問2 絶対等級を 1.5 等級分大きい種族Ⅱの観測データで見積もっていたことから、種族Ⅰとしての実際の明るさは $100^{\frac{1.5}{5}}$ 倍で、距離は $10^{\frac{1.5}{5}}$ 倍なので、

$$10^{\frac{1.5}{5}} \times 9 \times 10^5 = 10^{0.3} \times 9 \times 10^5 = 2 \times 9 \times 10^5 = 1.8 \times 10^6 \text{ [光年]}$$

<距離の公式を使う別解>

アンドロメダ銀河の距離を  $d$  光年、見かけの等級を  $m$ 、絶対等級を  $M$  とすると、

$$M = m + 5 - 5 \log_{10} \frac{9 \times 10^5}{3.26} \quad \text{および} \quad (M - 1.5) = m + 5 - 5 \log_{10} \frac{d}{3.26}$$

$$\text{より} \quad 5 \log_{10} \frac{9 \times 10^5}{3.26} = 5 \log_{10} \frac{d}{3.26} - 1.5$$

$$\log_{10} \frac{d}{9 \times 10^5} = 0.3$$

$$\text{よって} \quad d = 10^{0.3} \times 9 \times 10^5 = 2 \times 9 \times 10^5 = 1.8 \times 10^6 \text{ [光年]}$$

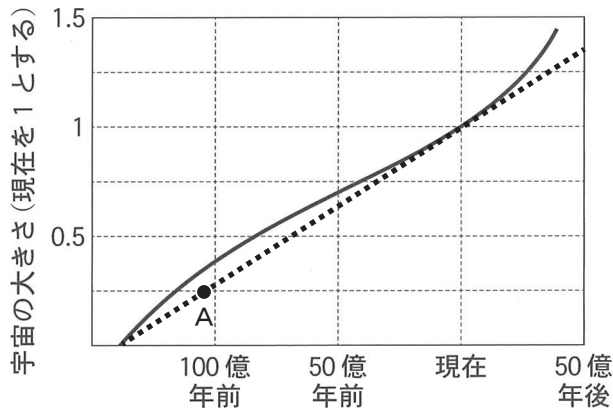
問3 求める波長を  $\lambda$  とすると、

$$\lambda \times 3000 = 2900 \quad \text{より} \quad \lambda = \frac{2900}{3000} = 0.966 \div 9.7 \times 10^{-1} \text{ [}\mu\text{m]}$$

問4 自由電子が水素やヘリウムの原子核に捕獲されて原子を形成し、自由電子に妨げられずに光が宇宙空間を直進できるようになった。(59字)

問5 (1)  $1.2 \times 10^2$  億年前

(2) 特徴 宇宙の大きさは誕生からの経過時間に比例する。



(3) 光が放出された時点での波長  $\lambda$  が宇宙の膨張後の大きさに比例して長くなることで現在の波長  $\lambda + \Delta\lambda$  になるので、光が放出された時点

での宇宙の大きさは現在の  $\frac{\lambda}{\lambda + \Delta\lambda} = \frac{1}{1 + \frac{\Delta\lambda}{\lambda}} = \frac{1}{1+z}$  倍である。