

2026年度 東京大学 前期 地学

第1問

問1

(1) 銀河までの距離は赤方偏移に比例するので、赤方偏移の大きい銀河Bの方が遠い。

(2) 銀河Aに対する銀河Bの距離は、

$$\frac{0.06}{0.03} = 2\text{倍}$$

であるので、銀河Bから銀河Aの距離は、地球から銀河Aまでの距離と等しい。よって、赤方偏移は銀河Aと等しい。

$$\underline{0.03}$$

(3) 銀河Aと銀河BのH α 線の本来の波長からのずれをそれぞれ、 $\Delta\lambda_A$, $\Delta\lambda_B$ とすると、求める波長はこれらのずれであるので、

$$0.06 - 0.03 = \frac{\Delta\lambda_B - \Delta\lambda_A}{0.656\mu\text{m}}$$

$$\Delta\lambda_B - \Delta\lambda_A = 0.656\mu\text{m} \times 0.03 \doteq 0.019\mu\text{m}$$

$$\underline{2 \times 10^{-2}\mu\text{m}}$$

(4) 銀河Bまでの距離を r [pc]とすると、

$$17.5 - (-20) = 5 \log_{10} r - 5$$

$$\log_{10} r = 8.5$$

$$\therefore r = 10^{0.5} \times 10^8 = 3 \times 10^8 \text{pc}$$

$$\underline{3 \times 10^2 \text{メガパーセク}}$$

(5)

(a) 銀河の後退速度を v , 距離を r とすると、 $1/H = r/v$ と表せる。これは、距離 r を速さ v で移動する時間、即ち、全ての銀河が1点に集まっていた時までの時間を意味するから。

(b) ハッブル定数から求められた宇宙の年齢は、宇宙の膨張速度が一定の仮定で求めたものだが、ダークエネルギーにより宇宙の膨張速度は加速していると考えられるから。

問2

(1) (ア) 170 (イ) 二酸化炭素 (ウ) 金星

(2) 天体の質量は、平均密度に比例し、半径の3乗に比例する。又、重力加速度は天体の質量に比例し、半径の2乗に反比例するので、重力加速度は天体の半径と平均密度の積に比例する。よって、イオ上での重力加速度を g とすると、

$$\frac{g}{G} = \left(\frac{1800\text{km}}{6400\text{km}} \right) \left(\frac{3500\text{kg/m}^3}{5500\text{kg/m}^3} \right) \doteq 0.178$$

$$\underline{1.8 \times 10^{-1}G}$$

(3) (エ) 木星 (オ) 起潮

(4)

$$(a) \quad \frac{200\text{m} \times \left(\frac{2 \times 3.1}{6.2 \times 10^4\text{s}} \right)^2}{8.0 \times 10^{-5}\text{m/s}^2} = \frac{1}{40} \quad \underline{(4.0 \times 10) \text{分の} 1}$$

(b) 万有引力定数を G_0 , 小惑星の質量を M とすると、

$$8.0 \times 10^{-5}\text{m/s}^2 = \frac{G_0 M}{(200\text{m})^2}$$

$$\therefore G_0 M = 32 \times 10^{-1}\text{m}^3/\text{s}^2$$

人工衛星の軌道の平均距離を a , 公転周期を p とすると、ケプラーの第三法則より、

$$p^2 = \frac{4\pi^2 a^3}{G_0 M} = \frac{4\pi^2 \times (1.0 \times 10^3 \text{m})^3}{32 \times 10^{-1} \text{m}^3/\text{s}^2} = \frac{\pi^2 \times 10^{10} \text{m}^3}{8 \text{m}^3/\text{s}^2}$$

$$\therefore p = \frac{\pi \times 10^5}{\sqrt{8}} \text{s} = \frac{3.1 \times 10^5}{2\sqrt{2}} \text{s} = \frac{3.1 \times 1.4 \times 10^5}{4} \text{s} \approx 1.08 \times 10^5 \text{s} \quad \underline{1.1 \times 10^5 \text{s}}$$

第2問

問1

(1)

ア：収束，イ：高圧，ウ：ハドレー，エ：温帯，オ：偏西風

(2)

降水量と蒸発量を比較したとき，亜熱帯では蒸発量，熱帯では降水量の方が多いため，亜熱帯から熱帯への輸送となる。

(3)

水平方向より鉛直方向の方が温度変化が大きいため，放射エネルギーが大きいのは雲頂温度の高い，亜熱帯の背の低い雲である。

(4)

温暖前線周辺では，高緯度側の寒気の上に低緯度側の暖気が乗り上げていく際に雲が生じるから。

(5)

$$\frac{\{1\text{m}^2 \times (3.0 \times 10^{-3}\text{m})\} \times (1.0 \times 10^3\text{kg/m}^3) \times (2.5 \times 10^6\text{J/kg})}{(1.0 \times 10^4\text{kg}) \times (1.0 \times 10^3\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}))} = 7.5 \times 10^{-1}^\circ\text{C}$$

0.75°C

問 2

(1)

ア：黒潮，イ：親潮

(2)

黒潮から切り離された表層水が沈み込むので，塩分は高くなる。

(3)

海面の高さを h ，地点 P の海水の密度を ρ ，暖水渦の密度偏差を $\Delta\rho$ とおく。このとき，深さ 1000m における圧力が渦の内外で等しいことから，重力加速度を g として

$$(1\text{m}^2 \times 1000\text{m}) \times \rho g = 1\text{m}^2 \times (1000\text{m} + h) \times (\rho + \Delta\rho)g$$

$$1 = \left(1 + \frac{h}{1000\text{m}}\right) \left(1 + \frac{\Delta\rho}{\rho}\right)$$

が成り立つ。

$\frac{h}{1000\text{m}}$ ， $\frac{\Delta\rho}{\rho}$ はともに微小量なので，その積を 0 と近似すると，

$$\frac{h}{1000\text{m}} = -\frac{\Delta\rho}{\rho}$$

と表せる。密度は水温が 1℃ 上がるごとに元の密度の 0.021% ずつ減少すると考えると，

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = -\frac{0.021}{100} \times 3.2$$

$$= -0.00067$$

であり，

$$\frac{h}{1000\text{m}} = 0.00067$$

$$h = 6.7 \times 10^{-1}\text{m}$$

である。

0.67m

(4)

この渦は時計回りであり，遠心力は圧力傾度力と同じ外向きにはたらくため，遠心力を考慮した場合の方が，転向力が大きく流速は速い。

(5)

海面付近に混合層が見られないので，海面水温が上昇しつつある 5 月だと考えられる。

第3問

問1 (1) 岩石A：花こう岩 岩石B：斑れい岩 岩石C：かんらん岩

(2) ア

$$(3) (a) \frac{26\text{s}}{(5.8-3.2)\times 10^{-6}\text{s}} \times 2.0 \times 10^{-5}\text{km} = 2.0 \times 10^2\text{km}$$

$$\underline{2.0 \times 10^2 \text{ km}}$$

(b) 表3-1から、 $v_2 = \frac{4}{3}v_1$ である。 $l=200\text{km}$ だから、

$$d = \frac{200\text{km}}{2} \sqrt{\frac{\frac{4}{3}v_1 - v_1}{\frac{4}{3}v_1 + v_1}} = 100\text{km} \times \frac{\sqrt{7}}{7} = 3.7 \times 10\text{km}$$

$$\underline{3.7 \times 10 \text{ km}}$$

$$(4) \text{ 岩石Aの熱伝導率は, } \frac{7.5\text{W}}{5.0 \times 5.0 \times 10^{-4}\text{m}^2} \times \frac{2.0 \times 10^{-2}\text{m}}{(45-25)\text{K}} = 3.0\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$$

$$\text{地殻熱流量は, } \frac{3.0\text{K}}{100\text{m}} \times 3.0\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \times 10^3 = 9.0 \times 10\text{mW}/\text{m}^2$$

$$\underline{9.0 \times 10 \text{ mW}/\text{m}^2}$$

問2 (1) 石灰岩, チャート

(2) 続成作用では、地層が荷重を受け、粒子どうしが配列を変えたり変形したりすることで間隙の体積が減少する圧密作用が起こるため。

(3) 泥：D 礫：B

(4) 粒径10mmを超える粒子は水中を沈積する。粒径が0.03mmから0.7mmまでの粒子は水底にあったとしても動き始めて運搬される。それ以外の粒径の粒子は、水底にあれば動かないが、水中にあれば運搬される。

(5) 流速は50cm/sから2cm/sへ徐々に低下した。

(6) 定常時の堆積物は、ほぼ一定の流速の下で堆積するため粒径がそろっているが、津波は短時間で流速が大きく変化するため、堆積物の分級が悪く、流れを示す斜交葉理がみられる。