

東京大学前期【地学】解答例

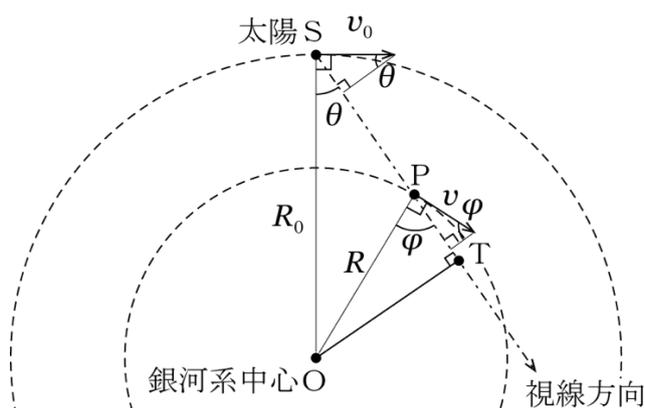
第1問

問 1 (1)
$$\frac{2 \times 3.1 \times 8 \times 10^3 \times 3.1 \times 10^{13}}{220 \times 3.1 \times 10^7} = 2.2 \times 10^8 \approx 2 \times 10^8 \text{ [年]}$$

- (2) (a) 次の図のように、恒星 P から見て、太陽 S から見た恒星 P の視線方向と銀河系中心 O の離角を φ とすると、太陽 S と恒星 P それぞれの視線方向における速度成分は $v_0 \sin\theta$, $v \sin\varphi$ であり、太陽 S から見た恒星 P の視線方向に銀河系中心 O から下した垂線の足を T とすると、銀河系中心 O と T の距離について

$$R \sin\varphi = R_0 \sin\theta \quad \text{が成り立つので} \quad \sin\varphi = \frac{R_0 \sin\theta}{R} \quad \text{であり,}$$

$$v_r = v \sin\varphi - v_0 \sin\theta = \frac{v}{R} R_0 \sin\theta - v_0 \sin\theta = \left(\frac{v}{R} - \frac{v_0}{R_0} \right) R_0 \sin\theta$$



- (b) 観測される電波輝線の波長がドップラー効果でどれだけずれているかを調べる。
- (c) $R < R_0$ となる太陽より内側の中性水素原子は、銀河系中心より左側で地球から遠ざかっているため、銀河系中心の周りを北銀極から見て上方が右向き時計回りに回転している。
- (3) 年周視差が 0.001 秒角で絶対等級が -3 等級の恒星の星間塵による減光がないときの見かけの等級を m [等級] とすると、

$$-3 = m + 5 - 5 \log_{10} \frac{1}{0.001} \quad \text{より} \quad m = 7 \text{ [等級]} \quad \text{なので、実際に}$$

は 12 等級で観測される恒星は、星間塵によって
 $12 - 7 = 5$ [等級] 暗くなっている。

問 2 (1) $\alpha=3$ $\beta=2$

(2) 火星の公転周期を P [日] とすると,

$$\frac{1}{3.6 \times 10^2} - \frac{1}{P} = \frac{1}{7.8 \times 10^2} \quad \text{より}$$

$$P = \frac{7.8 \times 10^2 \times 3.6 \times 10^2}{7.8 \times 10^2 - 3.6 \times 10^2} = 6.6 \times 10^2 \div 7 \times 10^2 \text{ [日]}$$

(3) ア 火星の公転周期 イ 公転面上での位置

(4) 円周率を 3.14 とすると,

$$\tan \theta = \frac{2 \times 3.14 \times 1.5 \times 10^{11}}{3.0 \times 10^8 \times 3.1 \times 10^7} = 1.0 \times 10^{-4} \div 1 \times 10^{-4}$$

(5) 単位時間・単位面積あたりの放射エネルギーは、恒星の光度に比例し、恒星からの距離の 2 乗に反比例するので、この系外惑星の恒星からの距離を地球の太陽からの距離 R_S の x [倍]、系外惑星の恒星周期を地球の公転周期 P_E の y [倍] とすると,

$$\frac{L_S}{R_S^2} = \frac{0.010 L_S}{(x R_S)^2} \quad \text{より} \quad x = \sqrt{0.010} = 0.10 \text{ [倍]} \text{ であり,}$$

$$\frac{(x R_S)^3}{(y P_E)^2} = \frac{0.25 M_S}{M_S} \quad \text{より}$$

$$y = \sqrt{\frac{0.10^3}{0.25}} = \frac{0.10 \times \sqrt{0.10}}{0.5} = \frac{0.2}{\sqrt{2} \times \sqrt{5}} = \frac{0.2}{1.4 \times 2.2}$$

$$= 6.4 \times 10^{-2} \div 6 \times 10^{-2} \text{ [倍]}$$

第 2 問

- 問 1 (1) ア 摩擦力 イ 気圧傾度力 ウ 転向力
エ 北 オ 西

$$(2) \frac{\frac{4}{3}\pi \times (6.4 \times 10^3 \times 10^3)^3 \times 5.5 \times 10^6 \times 10^{-3}}{4\pi \times (6.4 \times 10^3 \times 10^3)^2 \times \frac{1.0 \times 10^3 \times 10^2}{9.8}} = \frac{9.8 \times 6.4 \times 10^6 \times 5.5 \times 10^3}{3 \times 1.0 \times 10^5}$$

$$= 1.1 \times 10^6 \div 1 \times 10^6 \text{ [倍]}$$

- (3) 気温が高く空気の密度が小さいほど高度増加にともなう気圧の減少量も小さくなるので、冬季には南北の気圧差が増大して気圧傾度力が大きくなり、西から吹く地衡風が強まる。
- (4) (a) 高緯度から低緯度に向かって風が吹く西側で気温が低くなる。
(b) 地上の気温が低い低気圧の西側の方が上空の気圧が低いので、上空の気圧の谷は地上の低気圧の中心位置の真上より西側にずれる。
- (5) 含まれる水蒸気が凝結して放出される潜熱によって、上昇する空気塊の温度低下が弱まるため。

- 問 2 (1) 水は周囲から潜熱を吸収して水蒸気になるので水温は低下し、蒸発に取り残された塩類が周囲の海水に加わり塩分は上昇する。
- (2) 表層水の年間流入量を x [km³] とすると、

$$2080 + x = (1.40 \times 10^{-3} - 0.34 \times 10^{-3}) \times 2.50 \times 10^6 \text{ より}$$

$$x = 1.06 \times 2.50 \times 10^3 - 2080 = 570 \div 5.7 \times 10^2 \text{ [km}^3\text{]}$$

- (3) (a) **B** が、流入過多の海水の蒸発に取り残された塩類によって高塩分の縁海側である。
(b) 流入 36.3‰ 流出 38.4‰
(c) 海峡上層での年間流入量を y [km³] とすると、

$$36.3 \times y = 38.4 \times (y - 2080) \text{ より}$$

$$y = \frac{38.4 \times 2080}{38.4 - 36.3} = 3.80 \times 10^4 \div 3.8 \times 10^4 \text{ [km}^3\text{]}$$

- (4) 冷たく乾いた冬季の偏西風が顕熱に加えて海面からの蒸発による潜熱も奪い、表層水が底層へと沈降しやすくなることで、表層と底層の水温差を小さくしている。

